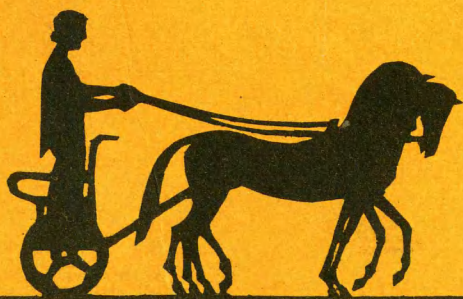


И. ПЕШКИН



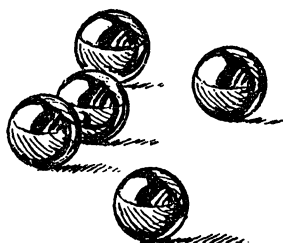
*История*  
**СТАЛЬНОГО  
ШАРИКА**



ДЕТГИЗ  
1958

И. ПЕШКИН

*История*  
СТАЛЬНОГО  
ШАРИКА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР  
Москва 1958

## РИСУНКИ

*О. А. Рево и О. М. Шухвостова*

Эта книга адресована юношам и девушкам, перед которыми стоит задача выбора профессии, выбора жизненного пути.

Автор знакомит читателя с одним из передовых предприятий Москвы — Первым государственным подшипниковым заводом. В книге рассказывается история рождения завода-гиганта, показывается труд современных рабочих — повелителей систем автоматически действующих машин.

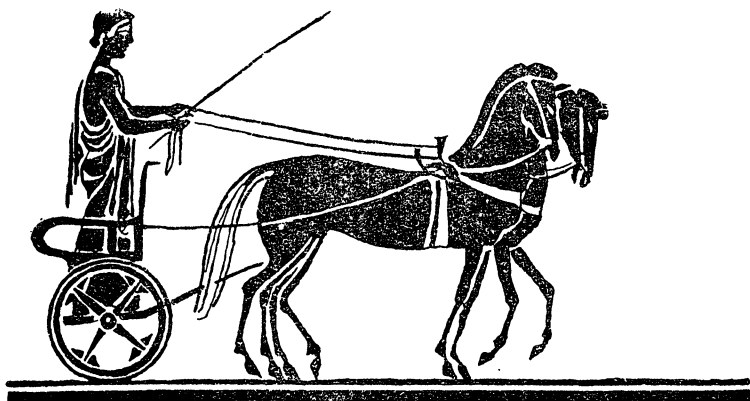
Юный читатель, прочитавший эту книгу, убедится, что производство открывает перед ним неограниченные возможности для проявления творческой инициативы и технического роста.

***scan: The Stainless Steel Cat***

...Я думаю, никогда еще в мире, за всю его историю, труд не обнаруживал так ярко и убедительно своей сказочной силы, преобразующей людей и жизнь, как обнаруживает он эту силу в наши дни, у нас, в государстве рабочих и крестьян.

М. Горький





## *Глава первая*

# **НЕОДОЛИМАЯ СИЛА**

## **Польза и вред от трения**

Огонь!

Головка спички трется о коробку. Вспыхивает огонек. Искра в зажигалке получается от того, что зубчатое колесико трется о маленький камешек. О кресало (кремь) ударяют железом, высекают искру.

Во всех этих случаях огонь получен трением одного твердого тела о другое.

Невозможно установить, когда люди начали добывать огонь. Вероятнее всего, это было связано с обработкой камня и дерева. Все первобытные способы добывания огня сводились к трению или высеканию.

Открытие огня — важнейшая веха в развитии человеческой культуры.

Огонь — первая сила природы, использованная человеком. Умение добывать огонь окончательно оторвало людей от животного царства и стало основой многих дальнейших открытий. Однако ни одно из них не может сравниться с покорением огня.

Огонь существует и нередко возникает в самой природе, и всегда родоначальником огня бывает трение: от трения сухих веток дерева друг о друга получается вспышка, от трения облаков возникает молния.

Итак, трение дало нам огонь и принесло человеку величайшую пользу. Но это не единственное благо, которым оно нас одаряет.

Вообразим, что трение каким-то образом исчезло. Спички не только перестанут зажигаться — мы не сумеем их взять в руки, мы не сможем подойти к столу или шкафу, где лежат спички. Потому что и стол, и шкаф, и все окружающие нас предметы начнут беспорядочно двигаться, перемещаться. Наступит настоящий хаос. В самом деле, присмотримся к тому, что происходит вокруг нас.

Каждый знает, что, когда ступаешь на гладкий лед, ноги скользят назад. Почему это происходит? Потому, что подошвы обуви недостаточно сцепляются с поверхностью льда. А если бы не было трения, то между нашими ногами и земной поверхностью не было бы никакого сцепления и мы повисли бы в воздухе.

Лошадь запряжена в сани. Если лошадь плохо подкована, она скользит и не только не способна тянуть сани, но и сама теряет равновесие. Достаточно, однако, подковать лошадь, и все пойдет на лад. Сила трения придаст лошади устойчивость, лошадь натянет постромки, и сани начнут передвигаться. Чтобы взаимодействие лошади и саней было наиболее благоприятным, необходимо, чтобы сила трения копыт лошади о поверхность дороги была больше, чем сила трения, действующая со стороны земли на сани. Поэтому лошадей подковывают, а сани ставят на железные полозья, тогда они легче скользят.

Исчезни трение, все машины окажутся непригодными, так как между их составными частями не будет никакой взаимосвязи. Например, экскаватор не сможет набрать в ковш породу, уголь или руду, да его нельзя будет и привести в действие.

Стоит исчезнуть силам трения, и все остановится, или, точнее, все начнет двигаться в неизвестном направлении. Порядок в мире нарушится.

Трение, правильнее сила трения, удерживает предметы на местах, сохраняет порядок и внешнюю взаимозависимость различных частей окружающего мира. Но трение доставляет человеку и много забот. С первого взгляда может даже показаться, что оно приносит нам лишь одни неприятности.

В раннюю пору развития человеческой культуры трение больше всего сказывалось при перемещении тяжестей. Не меньше затруднений приносило оно человеку и позднее, когда были достигнуты первые успехи в механике и появились рабочие машины. Силы трения всегда возникают при непосредственном соприкосновении двух каких-либо тел. Словно прожорливое животное, трение поедает массу энергии, которая с таким трудом достается человеку.

Издавна люди мечтают о создании так называемого «вечного двигателя» (по-латыни перпетуум-мобиле). Многим изобретателям казалось, что они уже совсем близки к цели, но «вечный двигатель» переставал быть вечным и раньше или позже останавливался. Продолжительность действия «вечного двигателя» зависела от того, насколько тщательно он был сделан и насколько удавалось ослабить влияние трения в местах сопряжения отдельных узлов двигателя. Но совсем избавиться от сил трения, избежать огромных затрат непроизводительного труда, оказалось невозможным. И так как «вечный двигатель» новой энергии ниоткуда не получал, он переставал действовать.

В октябре и ноябре 1957 года и в мае 1958 года Советский Союз впервые в мире запустил в космическое пространство три спутника Земли. С огромной, фантастической быстротой они стали вращаться вокруг Земли. Начальная сила, которая привела их в движение, получена от ракетных двигателей. Спутники вращаются в сфере, где воздух крайне разрежен. Все же и там, хотя



Добыча огня трением.



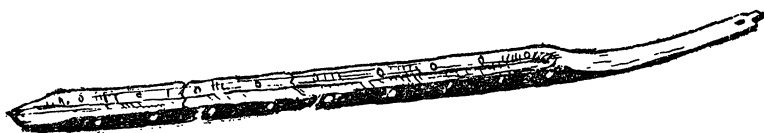
и очень слабо, действует сила трения. Это в конечном счете привело к тому, что первые два спутника начали снижаться, они попали в плотные слои атмосферы, где от трения нагрелись и сгорели.

Третий спутник еще продолжает свое движение, но и его ждет та же участь.

### Как преодолеть силы трения

Над этим вопросом люди начали думать очень давно. Человек, как только он стал человеком, ощутил потребность в перемене мест, в передвижении. Чтобы легче пробираться по чащам лесов, по джунглям, люди нередко пользовались (впрочем, как это и сейчас делают остальные племена) тропинками, протоптанными стадами диких животных. Вещи переносились при помощи палки. Положив палку на плечи и привязав к ней добычу, охотники возвращались в свои селения. Но имущество людей постепенно увеличивалось, им приходилось переносить все большие тяжести. Появилась волокуша, или древнерусское водило — два расходящихся шеста, соединенных перекладиной. Волокуша была широко распространена также у североамериканских индейцев. Однако с ее помощью можно было перевозить тяжести только на короткие расстояния. Слишком много сил человек должен был затратить на преодоление силы трения. Большие расстояния преодолевались преимущественно по воде. Недаром древнейшие географы проявляли большой интерес к рекам.

Люди искали новые средства, чтобы ослабить силы трения и тем облегчить труд по передвижению тяжестей. Они начали это делать задолго до того, как распознали природу сил трения, научились измерять и учитывать эти силы.



Полоз от саней (каменный век).

В давние времена были известны лыжи, коньки, сани. Эскимосы делали коньки из кости.

Одним из средств уменьшения силы трения было круглое бревно — каток, который подкладывали под перемещаемые предметы. Вместо того, чтобы волочить тяжести по земле, начали катать их. Катки стали применять на строительстве египетских пирамид. Это была



Наскальное изображение лучника на лыжах и преследуемого им лося.

счастливая догадка, смысл которой вряд ли тогда был понят. Уже в более поздние времена наука стала разграничивать трение скольжения и трение качения. Применяв каток, человек сделал первую попытку перейти от трения скольжения к трению качения.

Когда груз — пусть это будет, скажем, каменная глыба — тащат волоком, он всей своей поверхностью приходит в соприкосновение с землей, по которой его передвигают. Но каменная глыба и земля имеют выступы и впадины, при волочении выступы друг за друга зацепляются, поэтому и требуется так много силы, чтобы перетащить большие тяжести. Преимущества катка заключались в том, что каменная глыба непосредственно не соприкасалась с поверхностью земли, под ней лежал каток, то есть круглое тело, например толстое дерево.

Каток круглый. Точек соприкосновения с землей у него значительно меньше, и перетащить глыбу легче. Чем лучше каток обточен, чем правильнее его геометрии

ческая форма и чем ровнее поверхность, по которой он катится, тем меньше усилий потребуется для передвижения камня.

Известен более поздний пример, когда способом катания (качения) было значительно снижено трение и благодаря этому удалось передвинуть на большое расстояние огромную тяжесть, какую никаким другим существовавшим тогда способом нельзя было бы перевезти. Речь идет о путешествии «Грома», пьедестала Медного всадника. Однако об этом случае следует рассказать подробнее.

### Путешествие „Грома“

Автор знаменитого памятника Петру Первому в Ленинграде французский скульптор Этьен Морис Фальконэ тщательно продумал, каким должен быть пьедестал.

«Когда мне пришла мысль создать коня, несущегося галопом в гору, — писал он в своих воспоминаниях, — я не доверился ни памяти, ни тем более воображению, а обратился к натуре. Для этого я велел насыпать возвышение с тем же наклоном, который должен был иметь пьедестал: малейшая неточность наклона сильно видоизменила бы движение коня».

Но не на земляной же насыпи мог выситься памятник. Где взять такой камень? Фальконэ предполагал составить скалу из шести кусков, соединив их железными обручами. Начались поиски частей будущей скалы и подготовка к их соединению. В это время к руководившему строительством памятника президенту Академии художеств И. И. Бецкому неожиданно явился крестьянин из деревни Лахти, по фамилии Вишняков. Он сообщил, что в восьми верстах от столицы, среди труднопроходимого болота, высится «Каменная горка», которая могла бы служить пьедесталом для памятника.

По форме и по размерам этот камень как нельзя лучше подходил для подножия памятника. В длину оно должно было иметь пять саженей<sup>1</sup>, а в камне — шесть с половиной; в ширину — две сажени, а в камне — три.

---

<sup>1</sup> С а ж е н ь — несколько больше двух метров.

И высота также оказалась вполне пригодной — почти четыре сажени. Лучше ничего придумать нельзя было

Но как сдвинуть эту каменную гору? (Жители окрестных сел называли ее «Громом» Как-то в грозу в гору ударила молния и рассклала часть ее поверхности.) Как перевезти скалу в Петербург? Это была почти неразрешимая задача.



Памятник Петру I.

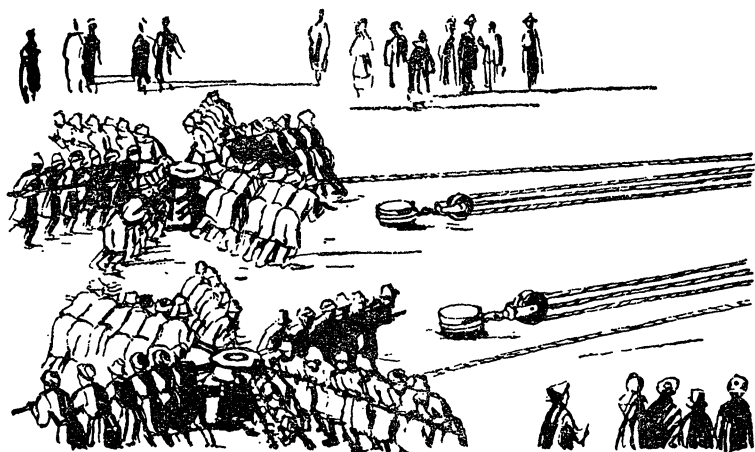
Смелый, остроумный проект передвижки «Грома» предложил кузнец, служивший при кадетском корпусе, из так называемых казенных мужиков. Этот талантливый человек, так и оставшийся неизвестным, предложил перекатить камень «Гром» на специально отлитых бронзовых шарах, которые надо было заключить в особого рода салазки.

Изобретатель поделился этими соображениями со своим непосредственным начальником, полицмейстером кадетского корпуса Ласкарисом. Последний оценил простоту и гениальность проекта и представил его вышеупомянутому Бецкому, выдав за свой. Осуществление плана безвестного русского крестьянина было поручено французу-инженеру Карбюри.

Вот как была осуществлена эта операция. Камень обкопали вглубь на две сажени, от него к морскому берегу проложили дорогу шириной в десять саженей. Затем камень опрокинули на «постель», состоявшую из четырех рядов толстых, крест-накрест уложенных бревен. Передвижка производилась на салазках, сделанных

из крепко скрепленных бревен. В бревнах были выдолблены обитые медными листами выемы. В каждом из них помещалось пятнадцать бронзовых шаров.

Перевозили камень зимой, когда болото было сковано морозом. Путь от берега (длиной в 4173 сажени, или около девяти километров) длился сто двадцать дней. Затем камень был водружен на плот, укрепленный между двумя судами. Его перевезли по заливу и Неве

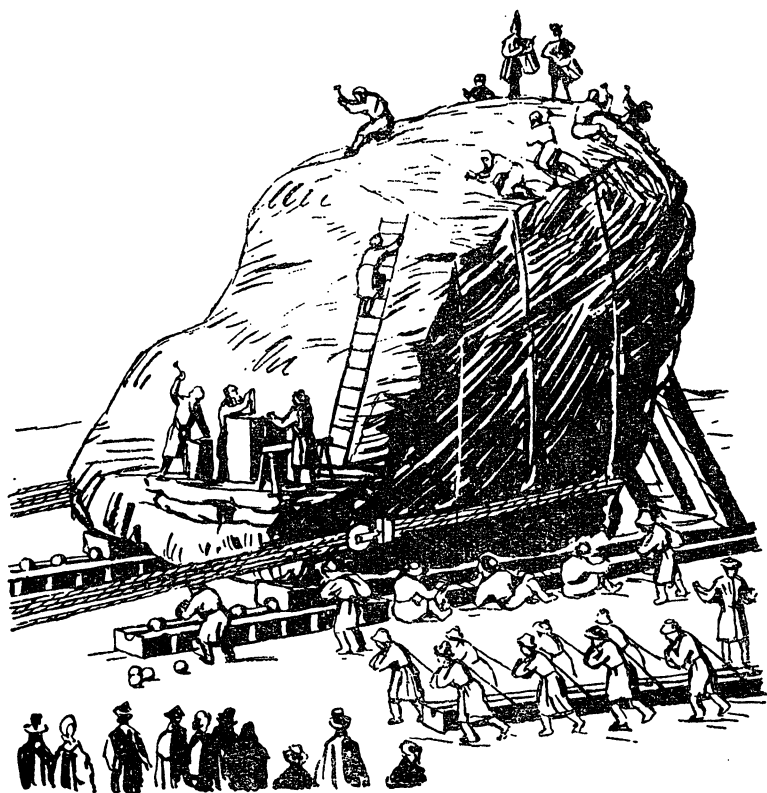


Перевозка камня «Гром» — по

и выгрузили на Сенатской площади. Так эта весившая около 80 тысяч пудов (более тысячи тонн) каменная глыба была доставлена в столицу.

Начали перевозку «Грома» в марте 1769 года, а закончили в сентябре 1770 года. В ознаменование значительного для того времени успеха русской техники была вычеканена медаль с надписью: «Дерзновению подобно. 1770 год».

И действительно, это был акт дерзновенный. Вся европейская печать была заполнена сообщениями о невиданной операции. Писали, что такие работы не



стаменты памятника Петру I.

производились со времени перевозки в Рим египетских обелисков.

Что же особенного было в предложенном методе передвижки камня? Если посмотреть на картину, изображающую перевозку «Грома», то создается впечатление, что люди тащат камень по земле. На самом деле он катится на шарах: в соприкосновение с поверхностью земли приходит не вся плоскость камня, а только несколько точек. Всю тяжесть выдерживают шары.

Так нельзя ли таким же способом и в других случаях уменьшить силу трения?

## Сколько лет колесу?

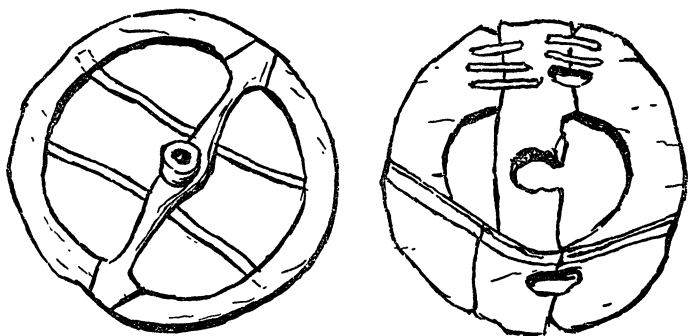
Существует старинное китайское предание, будто бы идея перехода от волочения к качению принадлежит богдыхану Хоанг-ли. На эту мысль богдыхана натолкнули наблюдения за вращающимся венчиком легендарного цветка анемона (ветреницы).

И действительно, колесо изобретено было сравнительно «недавно», ему всего лишь четыре — пять тысяч лет. Сперва это был цельный деревянный круг. От цельного деревянного круга постепенно стали переходить к колесам, состоящим из трех частей, соединенных брусками.

Были и колеса, имевшие форму диска с небольшими отверстиями. Такие колеса находили в Италии, Дании, Польше.

Первоначально колеса плотно насаживали на вращающуюся часть оси, и лишь позднее стали делать колеса, которые вращались вокруг оси. До тех пор, пока нагрузка была невелика и не требовалась быстрота передвижения, все шло хорошо. Но стоило увеличить нагрузку и скорость, как втулки повозок от трения начинали сильно нагреваться и даже воспламеняться.

Стали думать, что же делать. Было два выхода: найти средство ослабить силы трения во втулке или же



Деревянные колеса из нескольких составных частей (Италия).

предупредить возможность самовозгорания. Второе легче было осуществить, и втулки стали поливать водой, охлаждать их.

На повозки начали ставить специальные резервуары, из которых непрерывно капала вода. Прошло еще немало времени, пока водную смазку заменили масляной; она уже не только охлаждала, но и уменьшала трение.

Все же влияние его оставалось весьма и весьма чувствительным.

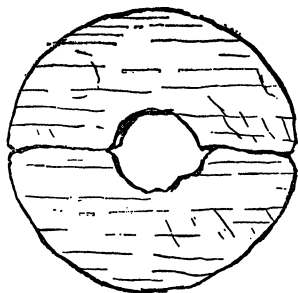
Спустя много столетий противники железных дорог в России ссылались на то, что при быстром движении буксы будут сильно нагреваться и это вызовет пожары и катастрофы. И действительно, хотя скорость поездов на первых порах была весьма незначительной, буксы очень часто горели, что приводило к железнодорожным катастрофам. Да и в наше время, чтобы буксы не горели, их постоянно смазывают. Всякий, кто хоть раз путешествовал по железной дороге, видел, как на узловых станциях поездные бригады обходят вагон за вагоном, осматривают буксы, заливают в них масло. Если этого не сделать, то букса нагреется и загорится.

Человек постоянно сталкивается с отрицательным влиянием трения. Чтобы устранить это влияние, необходимо его детально распознать.

### От чего зависит трение?

Ученые уже несколько столетий заняты изучением природы трения, но до сих пор не удалось найти исчерпывающий ответ на вопрос, что такое трение.

Знаменитый ученый эпохи Возрождения Леонардо да Винчи четыре с половиной века назад впервые задался целью установить влияние трения на движение тела. Он проделал такой опыт: взял бунт каната и стал передви-



Деревянное дискообразное колесо, найденное в болоте близ города Ганновера, Германия.



гать его по полу. Затем бунт размотали и канат снова протаскивали по полу во всю его длину. Оказалось, что в обоих случаях понадобилась одинаковая тяга. Отсюда был сделан вывод, что сила сопротивления, возникшая между канатом и полом, не изменилась от того, что бунт размотали.

Леонардо да Винчи дал ответы на пять сформулированных им самим вопросов: зависит ли сила трения от величины площади соприкасающихся тел; от материала, из которого эти тела изготовлены; от величины нагрузки; от скорости скольжения; и, наконец, от степени гладкости (или шероховатости) поверхностей.

На эти вопросы Леонардо ответил так:

от площади не зависит; от материала не зависит; от величины нагрузки зависит и ей пропорциональна; от скорости скольжения не зависит; от степени гладкости поверхности зависит.

На этой основе вывели такой закон: «Всякое трущееся тело оказывает сопротивление в том месте, где трется, четвертой частью своей тяжести».

Спустя двести лет французский ученый Амонтон вернулся к этим вопросам. На первые три вопроса он ответил так же, как великий итальянец, на четвертый и пятый дал противоположные ответы.

И после Амонтона ученые много раз принимались за исследование природы трения. Их ответы на вопросы Леонардо да Винчи были неодинаковыми. Особенно много споров вызвал вопрос о зависимости силы трения от величины площади трущихся поверхностей. Ответ Леонардо да Винчи на этот вопрос вызывал недоумение. Ведь трение возникает в каждой точке касания двух соприкасающихся поверхностей, и совершенно очевидно, что на большей поверхности должно оказаться больше точек касания и соответственно увеличится сила трения. Спор ученых имел важное значение. Найти правильные ответы на вопросы — значило научиться заранее исчислять величину силы сопротивления движению, возникающей из-за трения, иначе, определить коэффициент трения.

Между тем трение все более и более давало себя чувствовать. Человечество вступало в век машин, и трение становилось серьезной помехой в их использовании. Все

машины и механизмы страдали одним и тем же недостатком: на приведение их в действие требовалось слишком много энергии. Было установлено, что лишь один процент энергии употребляется с пользой, а остальные девятью девятью процентов уходят на преодоление силы трения.

Понятно, почему вопрос, как бороться с трением, привлек к себе внимание крупнейших ученых мира.

Но прежде всего надо было установить, что такое трение. Уже упоминавшийся выше Амонтон дал такой ответ: при движении одного тела по другому оно как бы поднимается по большому количеству неровностей. Как бы хорошо ни была отполирована поверхность тела, на ней все же остаются неровности. Когда по этому телу движется другое тело, происходит столкновение неровностей. В таком же духе высказались и другие ученые того времени: Деляги, Кулон, Лесли.

Эти объяснения природы трения вошли в науку под названием механической теории. Она в общем правильно объясняла сухое трение.

Однако на практике очень редко можно наблюдать трение двух сухих тел. Например, машины всегда работают со смазкой. В этих случаях картина существенно меняется. Русский ученый Н. П. Петров установил зависимость силы трения от характера смазки (вязкости), толщины смазочного слоя, скорости вращения и других условий работы машины. Для определения в этих случаях силы трения Петров вывел математическую формулу. Формула Петрова и до сих пор служит для расчета силы трения в машинах.

Смазка значительно снижает потери энергии из-за трения, но все же и эти потери чрезвычайно велики.

## **Поиски русских механиков**

Мысль механиков, изобретателей, умельцев непрерывно работала над ослаблением сил трения. Крестьянин Леонтий Шамшуренков построил в 1752 году самодвижущуюся повозку, названную им «самобеглой коляской».

Судьба изобретателя типична для крепостной России. Шамшуренков просидел четырнадцать лет в тюрьме в качестве... свидетеля по делу купцов города Яранска, мошенничавших на своих винокуренных заводах. Из тюрьмы он и отправил в сенат бумагу, где писал, что «такую коляску он, Леонтий, сделать может, подлинно, изобретенными им машинами на четырех колесах с инструментами так, что она будет бегать и без лошади, только правима будет через инструменты двумя человеками, стоящими на той же коляске, кроме сидящих в ней праздных людей, а бегать будет хотя через какие дальние расстояния и не только по ровному местоположению, но и горе, будет где не весьма крутое место».

По распоряжению сената изобретателя доставили в Петербург, где он осуществил свой проект. Сделанная Шамшуренковым коляска была признана годной для езды. Но, несмотря на это, изобретателя все же вернули в тюрьму.

До сих пор остается загадкой, каким образом Шамшуренкову удалось справиться с силами трения.

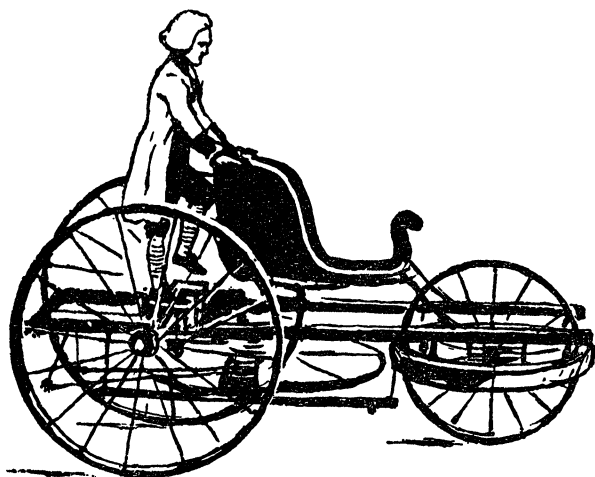
Спустя сорок лет «самокатка» была вновь изобретена знаменитым русским механиком Иваном Петровичем Кулибиным. В одном из описаний самобеглой коляски Кулибина отмечается, что «механизм самокатки сей был так остроумно устроен, что в гору она катилась скоро, а под гору тихо». Это могло быть достигнуто уменьшением трения.

Такое же устройство было у кулибинского подъемника, изобретенного для перенесения царицы в верхние этажи дворца.

Вскоре после того, как петербуржцы увидели самобеглую коляску Кулибина, на улицах столицы появился самокат (велосипед) уральского изобретателя Артамонова.

Самокат Артамонова и поныне хранится в краеведческом музее города Нижний Тагил.

Еще в царствование Павла с Урала в Петербург была прислана модель самоката. Царь заинтересовался моделью и обещал, если самокат будет построен, дать изобретателю и всему его семейству вольную.



Коляска Кулибина.

Сделав самокат, Артамонов поспешил в Петербург. К тому времени царь Павел был убит и на троне сидел его старший сын Александр.

Артамонову приказано было стоять на площади и ждать, пока царь не соизволит посмотреть машину. Ждать ему пришлось целый день. Только к вечеру Александр вышел на балкон Зимнего дворца. Артамонов мгновенно вскочил на седло и большими кругами пронесся по площади. Затем на ходу лихо соскочил, сорвал с головы шапку, упал на колени.

Александр выполнил обещание отца: Артамонов и его семейство получили вольную. Самокат же приказано было приобщить к коллекции изобретений Кулибина.

Это распоряжение не очень обрадовало Артамонова. Он знал, что модели великого изобретателя где-то валяются поломанными и никто ими не интересуется. Артамонов же мечтал о том, чтобы самокат улучшить и «тогда цены ему не будет и для гражданского населения и для военного дела. Ведь он шибче лошади бежит».

Самым крупным недостатком самоката Артамонова было то, что для приведения колес в движение требовалась слишком большая физическая сила: львиная доля энергии съедалась трением. И так было не только с самокатом Артамонова.

### **От самоката к велосипеду и автомобилю**

Наступал девятнадцатый век — век машин, век паровозов и железных дорог, век промышленной революции. Но пока валы, или оси, машин оставались в непосредственном соприкосновении с неподвижной опорой машины (а эти опоры, собственно, и называются подшипниками), то есть, пока система передач основывалась на подшипниках скольжения, не могло быть и речи о создании быстроходных машин. На трение затрачивалось слишком много энергии. Места стыков рабочих частей машины перегревались, изнашивались, разрушались.

Усовершенствование подшипников скольжения — более тщательная обработка мест сопряжения, подбор лучших видов смазки — все это не могло решить задачи, стоявшей перед конструкторами, — ослабить силу трения.

Тогда и пришло решение — создать такой подшипник, в котором валы и оси не скользили бы, а катились внутри опоры (втулки). В подшипнике скольжения по крайней мере половина поверхности вала трется о втулку, сумма сил сцепления оказывается весьма значительной. Если же шейка вала будет лишь опираться на шарики или ролики, помещенные между валом и втулкой, то в трении будет участвовать ограниченное число точек и сумма сил сцепления уменьшится.

Это та же самая идея, которая положена была в основу устройства «салазок», предназначавшихся для передвижения пьедестала памятника Петру.

Первые шариковые подшипники были применены на велосипедах. Именно это и открыло возможность массового производства велосипедов.

Для велосипеда требовался подшипник небольшого веса и размера, который вместе с тем был бы достаточно

прочным, выдерживал требуемые нагрузки и позволял развивать необходимую скорость. Одним словом, важно было обеспечить легкий ход велосипеда, возможность без особого труда приводить его в движение. Недаром же мы говорим, что на велосипеде катаются.

А спустя немногим более десяти лет, то есть в конце XIX века, родился автомобиль с бензиновым двигателем. Автомобилю повезло: он унаследовал от своего предшественника — велосипеда — пневматические шины и подшипники.

Трудно себе даже представить, каким громоздким, неуклюжим, медленным экипажем был бы автомобиль, не будь в нем подшипников качения.

Автомобиль с подшипниками скольжения был бы настоящим мастодонтом!

### **Самая распространенная деталь**

Прошло немного времени, и подшипники качения получили широкое распространение. Благодаря им удалось создать много новых скоростных машин.

В наше время подшипники качения имеются почти во всех машинах: в тракторах, в комбайнах, в самолетах, в металлорежущих и ткацких станках, в турбинах, в гребных валах, в буксах железнодорожных и трамвайных вагонов, в приборах, вентиляторах.

Какое огромное влияние оказали подшипники на транспорт!

Новейший советский пассажирский самолет ТУ-104 покрывает расстояние между Москвой и Лондоном меньше чем за три с половиной часа. Полет от Москвы до Праги продолжается два часа сорок минут, до Тбилиси — два часа тридцать минут, до Ташкента — четыре часа, до Иркутска — семь часов. Самолет вечером вылетает из Москвы, а утром приземляется в столице Китая — Пекине или в столице Индии — Дели. Скорость этой машины свыше 800 километров в час. Но это уже далеко не предел. В наши дни вполне реальной становится скорость в две тысячи километров в час и даже более.

А поезда! Давно ли поезда передвигались со скоростью 25—30 километров в час? А теперь новый советский тепловоз ТЭ-7 привез из Ленинграда в Москву поезд весом свыше тысячи тонн за семь часов одиннадцать минут, затратив при этом на единственную остановку в Бологом двенадцать минут. Средняя скорость превысила 93 километра, а на некоторых перегонах часовая скорость достигала 130—140 километров. И это тоже отнюдь не из ряда вон выходящее явление.

Скорость в 120—150 километров в час стала совершенно обычной для автомобиля. Специальные гоночные машины делают свыше пятисот километров в час.

В мощных прокатных станах — блюмингах, слябингах, рельсовых и других специальных станах — установлены подшипники с диаметром кольца до двух метров, а в приборах самолетов — такие крохотные подшипники, что их не рассмотреть простым глазом.

Нет такой области техники, которая могла бы обходиться без подшипников качения. Созданы сотни конструкций подшипников качения. Одни из них основаны на шарах, другие — на роликах, третьи — на иглах.

Вот какое большое значение в современной технике имеет с виду несложная деталь — подшипник качения. Подшипники называют суставами машин, и это название очень точно отражает их роль и место в «организме» машины.

Так за чем же остановка? Если найдено средство вдесятеро и более уменьшить влияние сил трения, почему же не применить их всюду?! Но сделать надежный «сустав» оказывается трудно, очень трудно. В подшипнике качения в отличие от подшипника скольжения нагрузка приходится лишь на несколько точек, и если хоть один шарик окажется чуть больше остальных, то ему придется выдержать вес всего вала. Такая большая нагрузка может оказаться ему не под силу. Шар разрушится. И дорожка, по которой катятся шарики, должна быть идеально ровной, чтобы шарики не «болтались».

«Сустав»-то, оказывается, хрупкий, чуть что — он треснет, и тогда авария.

Современный конструктор, создавая машину, обязательно спрашивает себя: а выдержат ли подшипники?

От этого зависит скорость поезда и автомобиля, скорость прокатки стального листа и число оборотов бумажной машины. При большом числе оборотов машины разница в размере шарика в один — два микрона быстро обнаруживается.

Производство подшипников — дело сложное. Для этого требуются специальные станки, инструменты. Нужно так делать шарики и кольца, чтобы их размеры в течение достаточно продолжительного времени не изменялись. А это, в свою очередь, зависит от выбора материала для шариков (а также колец), от способов его обработки и от многих иных обстоятельств, с какими не приходилось встречаться в других производствах.

Тайнами изготовления подшипников завладели несколько капиталистических фирм, поделивших между собой весь мировой рынок.

### **За советские подшипники!**

В старой России не делали ни автомобилей, ни тракторов, ни станков, ни текстильных машин. Не делали и подшипников. Их ввозили из-за границы, главным образом из Швеции.

В 1916 году шведы начали строить в Москве подшипниковый завод. Он находился недалеко от Донского монастыря — на Шаболовке. Уже в советское время — в 1923 году — шведы, на основе концессионного договора<sup>1</sup>, завод пустили в ход. Производительность его была, однако, крайне незначительной. Притом на этом заводе изготавливались одни кольца. Начинка же, то есть шарики, ролики, сепараторы, привозилась из Швеции. Таким образом капиталисты пытались удержать свое господство в этой области. Впоследствии Советское государство выкупило этот завод у концессионеров и значитель-

---

<sup>1</sup> С установлением советской власти все заводы и фабрики перешли в собственность государства. Однако в годы нэпа некоторые предприятия временно были отданы в концессию, то есть в пользование на определенных условиях, иностранным капиталистам. Подшипниковый завод на Шаболовке также в течение некоторого времени был концессионным.



но расширило. Он теперь существует — это Второй государственный подшипниковый завод в Москве.

Завод на Шаболовке выпускал очень незначительное количество подшипников. Весь выпуск 1929 года составил двести пятьдесят тысяч штук. А в том же 1929 году из-за границы было ввезено подшипников на 60 миллионов рублей, и платить за них пришлось золотом.

В то время уже строился Сталинградский тракторный завод, автомобильные заводы в Москве и Нижнем Новгороде (ныне город Горький), строились и другие машиностроительные заводы. Если бы страна и дальше зависела от импорта, то на покупку подшипников ежегодно уходили бы сотни миллионов рублей.

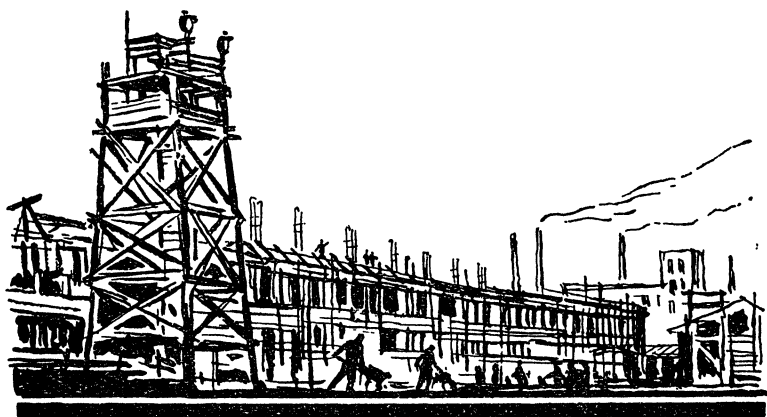
Естественно, встал вопрос о создании своей подшипниковой промышленности. Но в нашей стране тогда не было необходимых специалистов, и нашлись люди, настойчиво советовавшие даже не браться за это дело.

— Чья-то фантазия дала человеку задание слетать на луну, но до сих пор никто туда не полетел, — заявил один авторитетный в то время профессор. — А вы ставите сейчас такое же несбыточное задание. И мечтать о заводе подшипников сейчас невозможно.

Это было сказано в 1929 году, когда страна только вступила на путь индустриализации.

Этот профессор советовал оставаться в зависимости от капиталистического мира. Советское правительство решило иначе.

В середине 1929 года была создана специальная организация для постройки подшипникового завода.



## *Глава вторая*

### **ЭТО БЫЛО В ПЕРВОЙ ПЯТИЛЕТКЕ**

— Вы москвич?! Скажите, пожалуйста, как проехать на Сукино болото?

Вы можете спросить десять, двадцать встречных, и вряд ли кто-либо ответит на этот вопрос.

Разве что какой-нибудь старожил покопается в памяти и скажет:

— Никакого Сукиного болота давно нет. Это за Крестьянской заставой. Там когда-то было свалочное место. А ныне все застроено. Заводы стоят. Новые улицы... Там ведь Первый подшипниковый завод.

Вы садитесь на трамвай или автобус, и через пятнадцать — двадцать минут вы на Шарикоподшипниковой улице.

Если вы приедете сюда рано утром или днем — около трех часов, или ночью — около одиннадцати, вы увидите массы людей, направляющихся к зданию в центре улицы.

Это идут смены шарикоподшипниковцев, юноши и девушки, делающие лишь первые шаги на производстве, и испытанные мастера: штамповщики, токари, шлифовщики, механики, контролеры. Среди них немало строивших «Шарик». Больше четверти века назад они пришли сюда, на окраину Москвы, чтобы построить Первый — в самом деле первый (завод на Шаболовке был не в счет) — советский подшипниковый завод. Здесь в начале января 1931 года были забиты первые колышки, отметившие границы будущего завода.

### **В СССР — индустриализация, в странах капитала — кризис!**

Но перед тем как забить колышки, надо было создать проект завода. А кто мог это сделать, если в нашей стране не было людей, знакомых с производством подшипников? Вы помните, что говорил почтенный профессор: мечта о постройке завода подшипников столь же несбыточна, как полет на луну.

Но без подшипников нельзя было обойтись, и мечта должна была стать явью.

Кто же мог научить делать подшипники?

Может быть, шведская фирма «СКФ» оставила на Шаболовке секрет производства подшипников? Нет! На Шаболовке, собственно, ведь и не делали подшипников, а только собирали.

Выход был один — заимствовать опыт капиталистических стран. Советская страна обратилась за иностранной помощью.

СССР в то время был единственной страной, где у власти стояли не капиталисты, а народ — рабочие, крестьяне, трудовая интеллигенция. Это очень не нравилось (как не нравится и теперь) капиталистам. И они всячески стремились зажать в тиски первое в мире социалистическое государство.

Капиталисты разработали коварный план: окружить Советскую страну блокадой, то есть ничего у нее не покупать и ничего ей не продавать. «И тогда, — решили

они, — большевики пойдут к нам на поклон». Одного недоучли капиталисты — Советский Союз велик, и в нем можно найти все, что требуется для существования. А если в чем и объявится нехватка, то ведь советские люди не спасуют перед трудностями, а во имя независимости своей Родины они всегда готовы и на лишения.

Вышло так, что от блокады больше страдали сами капиталисты, чем Советская страна. Блокаду сняли, но опасения, как бы Советский Союз в самом деле не стал индустриальной державой, всерьез беспокоили капиталистов. Какой рынок они при этом теряли! Какие природные богатства прямо ускользали у них из рук! Поэтому капиталисты старались проводить особую торговую политику: продавать Советскому Союзу лишь такие машины и изделия, которые быстро изнашиваются, не раскрывать своих производственных тайн. Словом, быть настороже. Но и эта тактика быстро провалилась.

В конце двадцатых годов в капиталистических странах разразился кризис. Это слово имеет разные значения. У больного инфекционной болезнью (скажем, тифом) долго держится высокая температура, вдруг она резко падает. Это кризис, он часто кончается смертельно. Бывают политические и экономические кризисы. Капиталистический мир давно тяжело болен, его систематически поражают кризисы: сначала крутой подъем производства, а потом — резкий спад. Товаров слишком много, рабочих эксплуатировали слишком сильно, платили мало, покупать им не на что. Склады ломятся от товаров, а покупателей нет. Это и называется экономическим кризисом производства.

Банки терпят крах, заводы закрываются. Рабочие лишаются работы. Миллионы людей без работы. Это кризис!

Капиталисты страшатся кризисов, они знают: в конечном счете все кончится смертью капитализма. Это неопровержимо доказал Карл Маркс.

В 1929 году, когда Советский Союз вступил на путь индустриализации, в странах капитала наступил жестокий кризис, до сих пор они не могут о нем забыть.

Президентом в США в то время был Гувер. Вспоминая о 1929 годе, Гувер совсем недавно — уже в

1957 году — говорил, что от кризиса у него тогда волосы стали дыбом.

Это, конечно, очень неприятная вещь, когда волосы становятся дыбом, и капиталисты стали сговорчивее. Они решили так: «Мы с большевиками торговать будем, но с таким расчетом, чтобы себе ущерба не нанести. Положим, тракторы, или автомобили, или комбайны Советской стране продавать можно. С нашим удовольствием! Платеж чистоганом — золотом, или, на худой конец, сырьем: лесом или дорогими мехами. Ведь трактор — это не навечно: поработает он, поломается. Да советские мужики с трактором и обращаться не умеют, они сразу все изувечат».

Как будто хитро придумано, но жизнь хитрее оказалась. Один капиталист решил тракторы продавать Советскому Союзу, другой — автомобили, а третий — уж и станки.

Тем временем советские люди сами начали делать и тракторы, и комбайны, и автомобили.

Капиталисты все еще тешили себя надеждой — ничего-де у Советов не выйдет: станки переломают и опять к нам на поклон пойдут. Так и писали в своих газетах:

«Решения советских хозяйственников выносятся не на основе реальных фактов, но по желанию, раскрывающему розовые перспективы. Так возник под Сталинградом грандиозный тракторострой с гипотетической продукцией в пятьдесят тысяч тракторов в год».

Гипотеза — это предположение, требующее проверки и доказательства. Ну что ж, советские люди доказали, что их гипотеза верна. Хотя на первых порах на Сталинградском тракторном было немало неполадок, но спустя год завод стал набирать темпы, а меньше чем через два года «гипотетическая» мощность была достигнута.

И эта тактика капиталистов позорно провалилась.

«Чем бы еще прижать Советскую страну?» — думают капиталисты.

В это время Советский Союз как раз решил освободиться от необходимости покупать за границей подшипники: слишком много средств на них уходило. Решили построить в СССР гигантский подшипниковый завод. Еще один «фантастический» план!

«Производство подшипников — дело тонкое, — сами себя убеждали капиталисты. — Уж этого дела советским людям не одолеть ни за что, а мы от них секреты скроем. И придется им покупать подшипники у нас. А чего стоит трактор, автомобиль или комбайн без подшипника?»

Советское государство обратилось к шведам: «Поделитесь вашим опытом. Мы вам за него хорошо уплатим». Те ни в какую.

Послали людей в Америку — и там секреты производства подшипников держали за семью замками. Вернулись ни с чем.

Но на шведах и американцах свет клином не сошелся. Советское предложение построить большой завод подшипников нашло отклик в Италии. Итальянцы согласились проектировать первый советский подшипниковый завод и обеспечить нас соответствующей консультацией. Надо отдать им должное — спроектировали они завод хорошо. Такого не было (и теперь нет) у них самих.

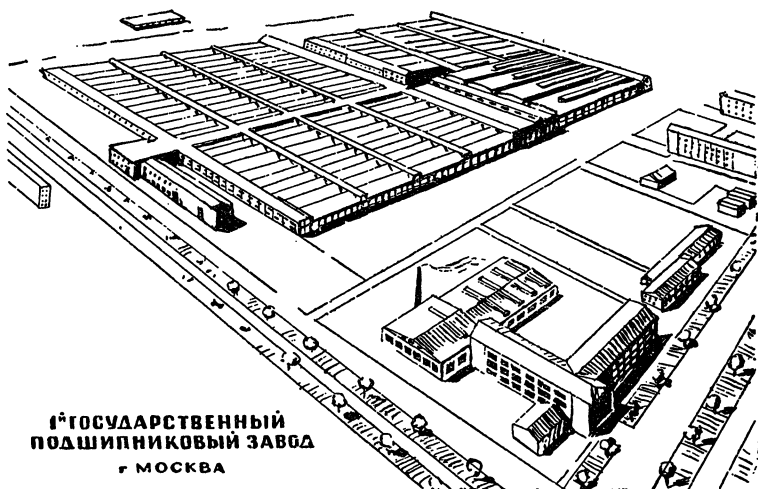
## Проект

Проект предусматривал размещение всех цехов завода под одной крышей. Земельный участок, отведенный под завод, имел форму трапеции с параллельными сторонами с севера на юг.

Подшипник состоит из двух основных частей: колец-обойм и шариков (роликов), скрепленных сепараторами.

Завод и был спроектирован из двух примыкающих частей прямоугольной формы. Эти части разделены центральным коридором длиной 700 метров и шириной в двенадцать метров, идущим с востока на запад. Коридор этот шире, чем тогда была Тверская, ныне улица Горького, в Москве.

К югу от коридора расположены пролеты корпуса, где в основном производится обработка колец и сборка подшипников. По ходу обработки расположены разные отделения и цехи завода: склады металла, кузница, первая термическая, токарный цех, вторая термическая, сортировочные участки, шлифовальный и сборочный цехи.



Расположение цехов Первого государственного подшипникового завода.

К северу от главного коридора — корпус, в котором производятся тела качения: линии шариков, роликов, сепараторов, заклепок, — там же и сборочные цехи.

Весь завод под одной крышей. Перевозка деталей из одного цеха в другой осуществляется электрокарами. В подвальных помещениях — магистрали трубопроводов: бензино-, воздухо-, масло-, эмульсо-, водопроводы.

Площадь всех производственных помещений, входивших только в первую очередь завода, значительно превышает площадь стадиона имени В. И. Ленина.

В цехах одновременно занято шесть тысяч человек. Вся эта масса рабочих поднимается по широченной лестнице на второй этаж и проходит по главному коридору. От него ответвления — боковые коридоры. Вдоль коридоров расположены души, раздевалки, красные уголки, буфеты, киоски.

Переодевшись, рабочие спускаются по боковым лестницам и попадают в тот цех, на тот участок, куда им надо.

Красивый проект, но это был еще только проект. В январе 1931 года на бывшем Сукином болоте забили первые колышки. Работы начались в марте.

### **Знаете ли вы, что такое грабарь?**

Сейчас любая стройка — пусть это будет небольшой жилой дом, школа или детский сад — начинается с того, что на строительную площадку привозят экскаваторы, башенные краны и другие механизмы. Кран теперь ориентир, по которому видно, где идет строительство.

В годы первой пятилетки строили иначе. Экскаваторов тогда было очень мало: ведь в нашей стране их еще не делали. Да и не сравнить экскаваторы тех лет с современными, особенно с шагающими. Поставить их рядом — и тот, старый, будет выглядеть как стеффенсоновский паровоз рядом с современным тепловозом или электровозом. Прежние экскаваторы можно увидеть разве в старых документальных фильмах. Жаль, что эти фильмы теперь нигде не демонстрируются, по ним можно было бы изучать историю пятилеток. Вспомнишь, как строились Магнитогорский и Кузнецкий металлургические комбинаты или автомобильные и тракторные заводы, и диву даешься: как можно было при той технике, в столь короткие сроки построить такие гиганты!

Знаешь ли ты, молодой читатель, что такое грабарь?

Это слово исчезло из нашего обихода, его давно вычеркнули из перечня рабочих профессий. Грабарями назывались землекопы. Тысячи, десятки тысяч людей лопатами копали землю и отвозили ее в бестарках — это такие люльки, в которые едва вмещается четверть кубометра. Грабари нанимались на работу со своими лошадьми. На Днепрострое значительная часть земляных работ была проделана грабарями. Грабари работали и в Москве — на Автострое, на Станкострое за Калужской заставой, на «Калибре», который строился недалеко от Ярославского шоссе, на «Фрезере» и на других стройках. Все эти заводы — ровесники. Они пущены были в годы первой и начала второй пятилеток. И грабарей не хватало.



Забили колышки на Шарикострое. А дальше что? Не год же в земле копаться. Перед небольшим коллективом строителей встала трудная задача — пустить завод в установленный короткий срок.

Неподалеку от площадки будущего завода расположился цыганский табор. Двадцать пять лет назад и в нашей стране значительная часть цыган вела кочевой образ жизни. Строители косо посматривали на соседей. В момент, когда недостаток рабочих рук стал особенно сказываться, кто-то внес предложение:

— А что, если с цыганами потолковать, у них лошади. Как бы хорошо было, все земляные работы быстро проведем.

— Они не пойдут.

— Надо заинтересовать, убедить — пойдут!

Для цыган выстроили бараки, в них сделали отдельные комнаты, подвели электричество. Новым рабочим выдали продовольственные карточки (в то время в стране была карточная система — хлеб и все другие продукты питания были строго нормированы).

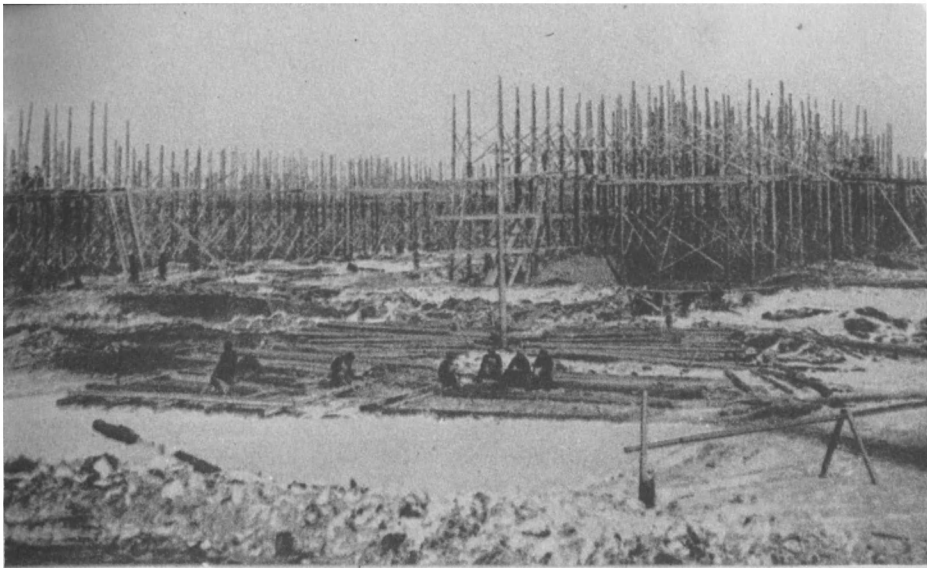
Люди зажили новой жизнью. После работы многие стали учиться грамоте, устраивались интернациональные вечера с цыганскими песнями и плясками.

Один не выдержал — убежал, это был известный пьяница. Беглец отсутствовал недолго, недели две. Он вернулся с повинной. Коллектив новых землекопов долго и горячо спорил — принять ли его?

### Селезневцы

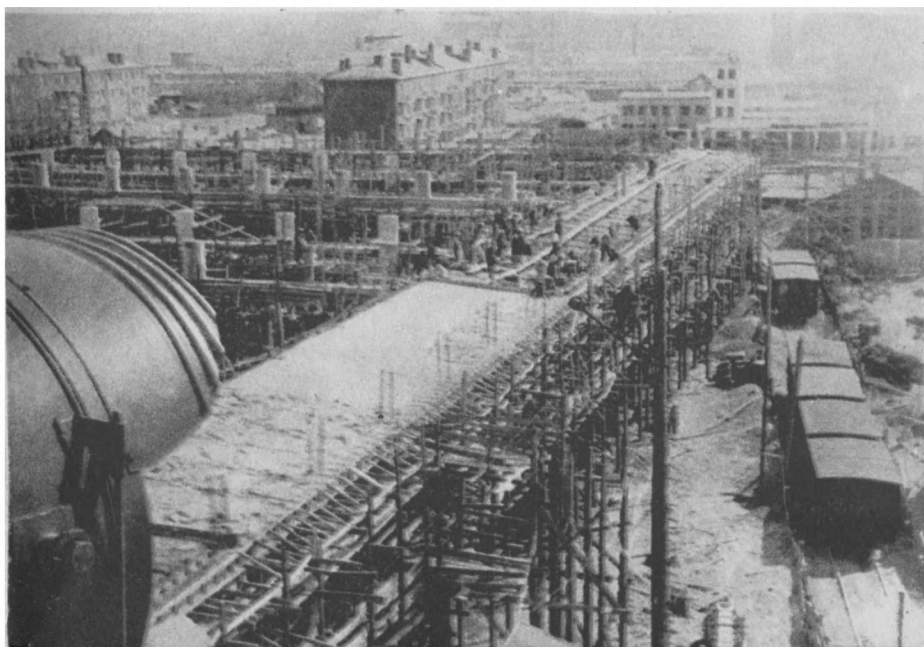
Задание было такое: построить завод в один год. С конца апреля 1931 года была объявлена декада штурма. Тогда в мирном строительстве широко применялась военная терминология: бэи, штурмы, наступление. Во время этой декады и прославилась бригада бетонщиков Селезнева.

В состав бетона входит цемент, щебень, гравий, песок, вода. Качеством бетона определяется прочность постройки. От скорости укладки бетона зависят темпы стройки.



**В январе 1931 года на бывшем Сукином болоте начались строительные работы.**

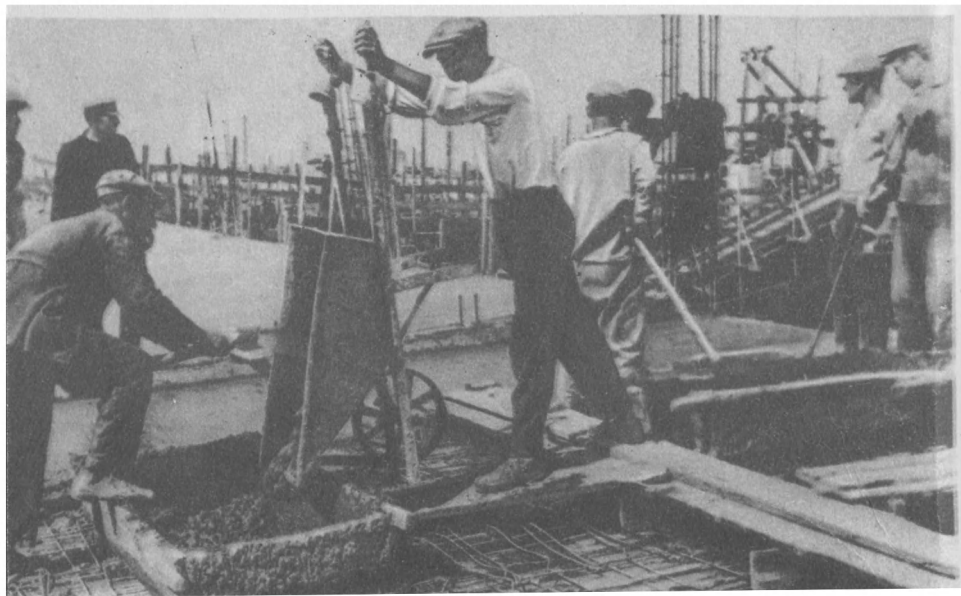
**Спустя полгода поднялись здания производственных цехов.**





**Строители.**

**Бетонщики бьют мировой рекорд.**



После окончания земляных работ бетонщики становятся главной силой. Бетона надо было уложить много. Сейчас на крупных стройках имеются автоматические бетонные заводы. В то время высшим достижением техники считалась бетономешалка. Производительность бригад бетонщиков зависела от пропускной способности бетономешалки.

Была еще одна причина медленного бетонирования: боялись, что при быстром темпе бетон «не схватит», то есть он не затвердеет.

Итак, дело было за бетоном. От темпов бетонирования зависели сроки вступления в действие строившихся заводов, фабрик, электростанций. На многих стройках искали средства увеличить производительность бетономешалок.

Сколько времени надо затратить на получение одной порции, или, как говорят строители, одного замеса? Сколько замесов в смену может выдать одна бетономешалка? — вот в чем был вопрос.

Из Харькова, с Тракторостроя, поступило сообщение: Харьков поставил мировой рекорд — триста шесть замесов за смену. Такой производительности не знала еще ни одна стройка.

Весть о харьковском рекорде разлетелась по всей стране. Цифра триста шесть была на устах у магнитогорцев и кузнечан, у строителей Уралмаша и Челябинского тракторного.

Триста шесть замесов... Возможно ли? Не вкралась ли в телеграмму ошибка? А качество?

Харьковский рекорд широко освещался в центральных газетах.

Ученые авторитетно заявили: бетон схватит, качество не пострадает.

А на строительстве подшипникового завода и двухсот замесов за смену не делали. Больше стояли, чем работали.

На бетономешалке «Егеръ» работала бригада Селезнева. Все из одной деревни. Работой бригада была недовольна. Много простаивали: не хватало цемента, гравия, песка; бетономешалка капризничала. Заработки были никудышные, хоть беги!

К бетонщикам пришел секретарь комсомольской организации стройки:

— Читали о рекорде харьковчан?

— Читали, — ответили бетонщики.

— Ну, и что вы об этом думаете?

Ребята жались, молчали. Наконец кто-то набрался духу, излил все, что было на душе.

Договорились. Бригаду обеспечат всем необходимым, а она уж зато покажет пример.

На второй же день бригада дала четыреста восемьдесят один замес, норма была — двести сорок.

Минута — замес.

Этому не хотели верить. Наиболее недоверчивые спрашивали: «Кто считал?»

Люди вошли в азарт. Каждый день они увеличивали число замесов.

Послали вызов на соревнование харьковским бетонщикам.

Социалистическое соревнование тогда было делом новым, но смысл и дух ленинской идеи соревнования быстро дошли до сознания рабочих.

Харьковчане приняли вызов москвичей и отправили в Москву делегатов, чтобы подписать договор о соревновании.

— Не могли же мы перед харьковчанами лицом в грязь ударить, — рассказывал позже один из членов бригады, Григорий Малкин. — Ну, и работали как черти — ни секунды руки не были свободными. Папиросу мне в зубы вставляли. Качество нашей работы проверяли так: по затвердевшему бетонному полу били клиньями, ломami. Пол выдерживал. Кубики бетона посылали на испытание профессорам. Никто ничего плохого сказать не мог. За смену сделали шестьсот шестьдесят один замес. Кажется, уж больше некуда. А останавливаться на этом не хотелось. Прихожу пораньше на работу и, что вы думаете — застаю у своей бетономешалки механика. Ходит он вокруг нее, осматривает. Здороваемся.

«Что рано пришел?» — спрашивает механик.

«Не спится чего-то».

«Руки чешутся? Выше своей головы прыгнуть хочешь?!» — наседает механик.

«А что толку? Если бы выше бетономешалки, тогда разговор другой!»

«Как тебя понять?»

«Что, если сантиметров на двадцать штифт удлинить. Вращение получится более быстрое», — говорю я.

«А бетон выльется?» — спрашивает механик и тут же начинает набрасывать эскиз.

До тысячи сорока семи замесов за смену дошли.

В инструментальном цехе весь пол — тринадцать тысяч квадратных метров — накрыли в четыре дня.

### **„Завод должен быть готов в срок!“**

Темпы. Это слово было у всех на устах. За четыре с небольшим месяца местность стала неузнаваемой.

В жаркий августовский день на строительстве появился нарком тяжелой промышленности Орджоникидзе. Приехал без предупреждения, сам сидел за рулем в открытой машине: Орджоникидзе любил быструю езду. Остановил машину возле самой бетономешалки и стал наблюдать за укладкой бетона. Ему, видимо, понравилось, как работают бетонщики.

Затем Орджоникидзе обошел всю строительную площадку. Руководители стройки пытались показывать наркому только хорошее. Но Орджоникидзе нельзя было провести — он сворачивал в сторону и, как нарочно, попадал в места, где лежали разбитые бочки или ржавел металл. Ничто не ускользало от его внимания.

Недостатков было много, но они не заслонили основного: коллектив стройки полон решимости выполнить задание партии — в кратчайший срок построить завод.

— Что надо, чтобы пустить завод в марте? — спросил нарком.

Руководители стройки перечислили свои нужды.

Серго Орджоникидзе сказал:

— Хорошо, проверим. Если это без запроса, получите всё без промедления. Вечером приезжайте ко мне.

В это время к Орджоникидзе подошел сотрудник газеты подшивпникостроевцев. Он попросил написать несколько слов коллективу строителей.

Орджоникидзе взял из рук сотрудника газеты блокнот и своим крупным размашистым почерком написал:

Завод должен  
быть готов в  
срок  
С. Орджоникидзе  
17/III 3/2.

Завод должен быть готов в срок!

Среди строителей оказались и люди, которые всячески старались сорвать стройку. То были враги Советского государства — раскулаченные, агенты, подосланные из-за рубежа.

В ночь на 23 сентября классовые враги подожгли леса кузницы. Пожар удалось быстро потушить. Строители усилили бдительность и еще повысили темпы.

К 1 ноября были готовы вспомогательные цехи: инструментальный, занимавший тогда площадь в тринадцать тысяч квадратных метров, ремонтно-механический — пять тысяч квадратных метров, производственные мастерские учебного комбината. По существу, это был самостоятельный небольшой завод.

Наступили холода. Стройка продолжалась. В зимнее время начали класть бетон.

Темпы! Они заставили пересмотреть устаревший взгляд, будто зимой нельзя бетонировать. Снова обратились к ученым; они дали советы, как вести бетонирование зимой, чтобы качество не пострадало. С тех пор укладка бетона перестала быть сезонным делом.

В конце декабря уже можно было приступить к монтажу оборудования: молотов, прессов, термических печей, станков. Они уже начали прибывать.

### **Станок на... капле масла**

Советские станкостроители тогда еще делали первые шаги. На Малой Калужской улице перестраивался старый завод, принадлежавший до революции немецкому промышленнику Бромлею. Завод выпускал лесопильные рамы, трансмиссии, примитивные станки.

Это-то небольшое предприятие и было решено реорганизовать в крупное станкостроительное производство.

Новому заводу было присвоено почетное название — «Красный пролетарий».

На старом «Бромлее» были отличные кадры, целые династии отменных мастеров токарного дела, которые, конечно, влились в коллектив «Красного пролетария». В небольшой срок завод выпустил новый токарный станок — его назвали «ДИП». Это был первенец нашего станкостроения. Короткое слово «ДИП» означает: «догнать и перегнать». Одной из задач индустриализации было догнать и перегнать в техническом отношении развитее капиталистические страны.

Невдалеке от «Красного пролетария», за Калужской заставой, строилось другое станкостроительное предприятие, ныне это широко известный завод имени Орджоникидзе, родина многих автоматических линий, установленных на тракторных, автомобильных и других заводах. Первоначально станкостроительный завод имени Орджоникидзе выпускал револьверные, то есть универсальные, станки.

А рядом уже поднимались стены завода «Станкоконструкция» и здания Научно-исследовательского института станкостроения. Строились станкозаводы в Нижнем Новгороде, Харькове, Киеве, Одессе и других городах.

Но станкозаводы только строились, а цехи подшипникового завода немедля надо было оборудовать. Не ждать же, пока построят станкозаводы, пока на них наладят выпуск станков, пригодных для производства



подшипников! А для производства подшипников требуются сложные и, главное, очень точные механизмы.

И за станками пришлось отправиться за границу.

Вскоре оборудование прибыло. Тут были станки многих машиностроительных фирм — американских, германских, итальянских, швейцарских, английских и других: «Бланшарды», «Ван-норманы», «Газенклеверы», «Аяксы», «Хилды», «Цинциннати», «Питлеры», «Шютте», «Фиаты», «Черчилли».

Из-за океана прибыл семидюймовый «Аякс». Этим именем, заимствованным из греческой мифологии, американцы называли мощную ковочную машину. Семидюймовый американец весил 114 тонн, и уплачено было за него 100 тысяч рублей золотом. На этой машине должны были ковать кольца диаметром в 200 миллиметров.

А из Швейцарии привезли «СИП». Это — станок-неженка. На нем производят сверхточную работу. Ему отвели особое, тщательно изолированное помещение. Шутка ли, залезти в этот станок пылинки — и все идет на смарку. Разница в температуре воздуха в несколько градусов влияет на размер деталей. Человеческое дыхание и то сказывается на работе этого сверхточного механизма.

Теперь предстояло в короткий срок смонтировать свыше тысячи машин.

— Это чистая фантазия, — говорили прибывшие вместе со своими станками представители фирм.

Установить станки — значит не просто поставить их на предназначенное место, а установить с точностью до одной десятой миллиметра по отношению к полу.

Станки были громоздкими, тяжелыми. И водворение их на место требовало больших усилий. В цехах не было ни кранов, ни других подъемных сооружений. Как же втащить станки в цехи? Выручила смекалка, умение использовать простые средства техники.

На монтаже особенно отличился такелажник Георгий Николаевич Коптюх. В своих воспоминаниях он писал:

«Мы не пели «Эй, ухнем!». Старые монтажники, устанавливая станок на место, поднимали его так: пять человек с одной стороны, пять человек — с другой. Нажимают на ломы, обливаясь потом, держат до тех пор, пока

не выбьют из-под станка катки. У меня был набор домкратов.

Вообще домкратов было достаточно, но по косности старые монтажники ими не пользовались. Мы же подкладывали под станок два домкрата и вдвоем легко поднимали его».

О Коптюхе говорили, что он может удержать тяжелый станок на... капле масла. Это была правда. Ведь в гидравлическом домкрате груз держится на масле.

Требуемой точности установки Коптюх добивался при помощи уровня.

Уровень — простейший инструмент для определения горизонтальности. Он устроен так: стеклянная цилиндрическая трубка — ампула заключена в металлическую оправу. Внутренняя поверхность трубки имеет криволинейные очертания. Запаянная с одного конца трубка наполняется подогретым спиртом или эфиром и только затем запаивается уже с другой стороны. После охлаждения жидкость сжимается, в ампуле остается пузырек. Линия, проходящая вдоль ампулы, относительно которой все точки внутренней поверхности расположены симметрично, называется осью уровня. При горизонтальном положении оси уровня пузырек размещается в середине ампулы. На наружной поверхности ампулы имеются поперечные деления. Угловое отклонение от горизонтального положения оси уровня, вызывающее передвижение пузырька на одно деление, называют ценой деления уровня.

При установке и монтаже станков обычно применяют так называемый рамный уровень. Цена деления таких уровней составляет от 0,02 до 0,3 миллиметра на 1 метр длины.

Пользуясь этим прибором, монтажники за три месяца смонтировали более тысячи станков.

### **Завертелся...**

Первый подшипник родился еще раньше, чем завод был официально пущен. Это произошло в восьмую годовщину смерти великого Ленина.

В заводской газете «За советский подшипник» в этот день во всю ширину газетной полосы было написано:

*«Советская страна,  
принимай первые советские подшипники!»*

19 января в 8 часов 07 минут вечера родились первые советские подшипники.

С утра 19 января у работников сборочного цеха особенно оживленное настроение. Ждали с последней операции кольца подшипника «203». Только к концу дня стало известно, что в сборку дадут кольца.



Первый подшипник, собранный 21 января 1932 года — в восьмую годовщину смерти великого Ленина.

Работники шлифовального и монтажного цехов налаживали станок «Фиат». Станок не шел, рвались ремни. Наконец станок налажен. В восемь часов вечера вся группа шлифовщиков принесла кольца в сборочную.

Кольца и шарики промыли в бензине и приступили к сборке.

Все пришедшие посмотреть на выпуск первых подшипников с напряжением следили за сборщиками, и у всех мелькала одна настойчивая мысль: завертится или не завертится?

Проходит несколько напряженных минут. Сборщики сосредоточенно перебирают и перекладывают шарики из одних колец в другие. Наконец накладывают сепаратор, несут в прессы, слышится глухой звук. И подшипник «203» готов.

Но нервы еще напряжены: завертится или не завертится?

**Завертелся».**

### **Есть первый завод советских подшипников!**

За первыми должны были последовать тысячи, миллионы подшипников. Полная проектная мощность завода была рассчитана на двадцать четыре миллиона штук в год.

Два миллиона в месяц.

Восемьдесят тысяч в день.

Пуск завода состоялся 29 марта 1932 года. Коллектив шарикоподшипниковцев рапортовал партии и правительству:

«Нет больше Господшипникстроя. Есть Первый завод советских подшипников».

...Индустриализация страны была не мечтой, а оперативным планом действия, и он осуществлялся с неумолимой последовательностью.

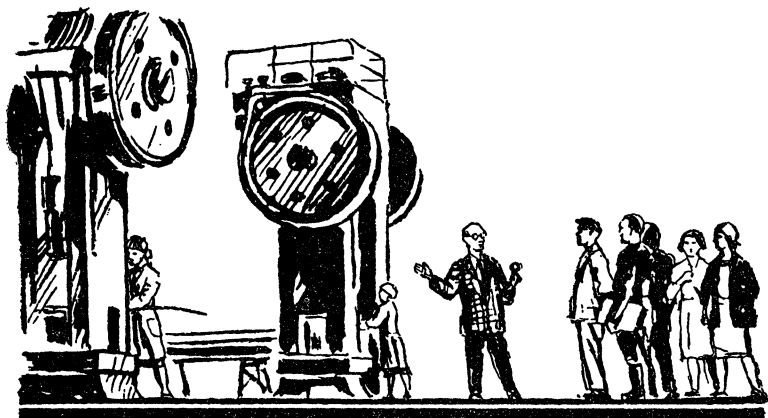
Известный французский писатель Анри Барбюс посетил подшипниковый завод вскоре после его пуска. В книге отзывов он оставил горячую, страстную запись:

«Как и другие советские заводы, ваш завод не является только заводом — это целый законченный маленький мир, особая планета, вращающаяся в великой разумной и человеческой системе».

Читателя, может быть, заинтересует: а как себя чувствовал тот авторитетный профессор, который говорил, что мечта о постройке подшипникового завода столь же несбыточна, как полет на луну?

Он еще не признавал своей неправоты. Наоборот, он с гордым видом изрекал: «Посмотрим, что будет через год. Стены, станки, оборудование — это еще не завод. Завод — это люди! А кто будет работать на станках?!»

Начинался второй этап борьбы за подшипники.



### *Глава третья*

## **ОТ ПРУТКА ДО ПОДШИПНИКА!**

### **Памятный день**

Четверть века существует Первый подшипниковый завод. Многие в цехах завода-гиганта за это время изменилось, да и сам он перестал быть единственным заводом подшипников в нашей стране. Народилось целое семейство подшипниковых заводов, и все они кровными узами связаны с Первым ГПЗ. На нем развернулись бои за овладение искусством производства подшипников. Чтобы оценить успехи, достигнутые в этом деле за двадцать пять лет, прошедшие со дня пуска завода, надо представить себе завод таким, каким он был весной 1932 года.

Нам не остается ничего другого, как прибегнуть к хорошо известному и, может быть, немного избитому уже приему, к «машине времени». Она и перенесет нас на четверть века назад.

Итак, вообразим, что мы с вами на заводе в день его пуска.

Юношам и девушкам, строившим этот завод, молодым людям, которым посчастливилось быть на пуске, теперь уже под пятьдесят. Это зрелые, умудренные опытом люди, многое пережившие, многое повидавшие. Но поговорите с ними о пусковых днях, и вы почувствуете — романтика тех дней далеко не развеялась.

Итак, мы на заводе.

Тот, кто видел кинокартину «Броненосец Потемкин», конечно, помнит знаменитую одесскую лестницу. Лестница, ведущая на «главную улицу» подшипникового завода, несколько напоминает ее.

Между первым и вторым лестничным маршем стоят контролеры, проверяющие пропуски.

Вы попадаете на главную улицу завода. Здесь большое оживление. Световые надписи указывают пути в цехи и службы, расположенные ниже, под этой генеральной магистралью. Рабочие расходятся по своим гардеробам и оттуда выходят одетые в комбинезоны, готовые приступить к работе.

Пришедшие на пуск завода строители и гости направляются в самый конец коридора на склады материалов. На стеллажах — сталь в форме круглых длинных прутков разного диаметра. На каждой партии прутков — бирки с названиями иностранных фирм. Да, для первых партий подшипников и металл пришлось покупать за границей: на советских заводах еще только начинали варить такую сталь, какая требуется для колец, для шариков и роликов.

Мы идем дальше.

— Подшипник, — объясняет сопровождающий нас молодой инженер, — это кольца, шарики или ролики, сепараторы. Начнем с колец.

### **Маршрут кольца**

Входим в кузницу. В огромном цехе стоят ковочные машины. Рядом с каждой из них — нефтяная нагревательная печь. Языки пламени вырываются наружу,

вырисовываются освещенные силуэты людей. Подходим ближе.

Штамповщик клещами берет нагретый прут, переносит его из печи к ковочной машине. Удар. Еще удар, в размягченный металл входит пуансон (стальной стержень) и вниз падает красное кольцо.

Другой рабочий берет кольца и разбрасывает вокруг машины. Они постепенно темнеют. Подходим ближе. Рассматриваем эти кольца. Взять их в руки еще нельзя даже в брезентовой рукавице: они слишком горячи. Кольцо далеко не идеальной геометрической формы. Над ним придется изрядно поработать, чтобы придать ему правильную окружность.

Следующий этап — отжигательный цех.

— Это самая большая термическая печь из существующих в настоящее время, — сообщает наш провожатый. — Длина печи — 120 метров, ширина — 24 метра. Кольца засыпают в горшки и ставят в печь. Правильно нагреть, а затем охладить кольца — в этом все дело.

Минуем и этот цех. Мы в автоматнотокарном. Из самого названия ясно, что это цех токарных автоматов. Быстро вращаются шпиндели станков, резцы срезают длинные многоцветные стальные ленты. Между станками снуют электрокары: одни доставляют к станкам покрытые окалиной бурые заготовки, другие вывозят выточенные кольца и стружку.

Станочники едва успевают закреплять кольца и снимать их.

Провожатый вынимает хронометр.

— Внимание! — провозглашает он. — Засаекаю время.

Теперь все смотрят на то, как быстро вращаются кольца, как нарастают стальные витки, отливающие фиолетовым цветом.

Обточка кольца окончена. Станок остановился.

— Двадцать секунд!

Следующее кольцо. Снова двадцать секунд.

Все поражены.

— Замечательные станки, — комментирует наш провожатый. — Самые известные в мире станкостроительные фирмы делали станки для нашего завода.

Молодой инженер, оказывается, был приемщиком станков.

Это и в самом деле казалось удивительным. Какой самый искусный токарь мог сравниться с этими автоматическими токарями?

Корявые, разностенные изделия, лишь отдаленно напоминавшие кольца, постепенно приобретали геометрически правильную форму.

Правда, поверхность кольца была еще не настолько идеально гладкой, чтобы удовлетворить требованиям точности, какие предъявляются к производству подшипников.

Но обработка кольца только началась.

За автоматнo-токарным цехом снова термическая. Кольца опять нагревают.

Затем шлифовальный цех.

Станки, станки... Молочные реки эмульсии, из-под шлифовальных кругов высыпаются искры. Работницы в клеенчатых фартуках. Растут горки отполированных колец. Все блестит.

Маршрут колец окончен.

### **Маршрут шариков**

Цех шариков — особый мир, он не похож ни на какие другие цехи, где производится механическая обработка металла. На некоторых участках этого цеха стоит такой шум и грохот, что объясняться можно только жестами, а от непрерывного вращения барабанов кружится голова.

Маршрут шариков: холодные и горячие прессы. Беспрерывное сухое шелканье. Сто пятьдесят — двести ударов в минуту делают такие прессы. Они трудятся без устали, и рабочему, занятому на этом прессе, нельзя ни на минуту отвлечься, его движения должны быть точно рассчитаны. Если в штамп подать слишком маленький обрезок прутка, то получится неполный шарик. Если дать возможность прессу захватить больший кусок прутка, то весь металл в штампе не поместится и на шарике образуется пояс.



Наш провожатый извлекает один такой шарик, и тот переходит из рук в руки. Шарик опоясан кольцом, оно напоминает сатурново кольцо.

Все последующие операции преследуют одну цель — получить шарик точной геометрической формы.

Шарики засыпают в огнеупорные горшки (по триста килограммов в каждый), их ставят в печи в три этажа. В течение пятнадцати часов постепенно будет подниматься температура, пока она не дойдет до красной черты. Затем горшки с шариками перенесут в охлаждающие колодцы; здесь температуру по особому режиму понижают.

Следующий этап. Станки странного вида. Это, собственно, не станки, а вращающиеся барабаны. В них вынутые из горшков шарики очищаются от окалины. Шарики быстро вращаются в воде, смешанной с песком и наждачным камнем. Сорок оборотов в минуту делает барабан. Четыре часа вертятся шарики в барабане.

А дальше операция следует за операцией.

После барабана — промывка, сушка, опилковка. Снова основательная баня с содой на двое, а то и на четверо суток.

— Шарики должны быть твердыми и прочными. Шестимиллиметровому шарiku предстоит выдержать нагрузку в пять тонн, — сообщает провожатый и торжественно подводит нас к большим электрическим печам.

Путь шариков кажется бесконечным. Если попробовать нарисовать маршрут шариков, то получится зигзагообразная линия, напоминающая русло беспокойной реки, текущей с севера на юг и делающей петли то на восток, то на запад. Почти двадцать операций проделывается над кусочком стали, который пресс «откусывает» от прутка (или от бунта), прежде чем удастся получить точную, идеальную геометрическую форму шара.

За электрическими печами снова барабаны, оттуда шарики выходят как будто вновь рожденные, они приобрели серебристый оттенок. Все готово? Нет! Шлифовка должна усовершенствовать их геометрическую форму. И опять барабаны. Но в них уже не песок с наждаком, а кусочки тончайшей кожи и замши, чье ласковое

прикосновение придает шарiku блеск, совершенствует его и без того безукоризненную внешность.

Все эти бесконечные барабаны пляшут перед глазами, но наш провожатый неумолим, он не пропускает ни одной операции, как бы говоря: «Смотрите, какой это труд — сделать геометрически правильный шарик! Сколько с ним возни! Как трудно было подобрать эти станки, проследить за тем, чтобы нам не подсунули какую-нибудь заваль».

...Шарик готов, но его надо проверить. Ведь обрабатывались не отдельные шарики, а партии по 30—60 килограммов. Где же гарантия, что каждый в отдельности шарик имеет точную геометрическую форму? Где гарантия, что размеры каждого шарика точно соответствуют заданным? А не окажется ли на шарике наружных пороков?

Полагаться на авось нельзя, слишком это серьезное и рискованное дело. Каждый шарик надо осмотреть и измерить, чтобы убедиться, что он сможет нести службу, для которой предназначен. Правда, в промежутках между многочисленными операциями шарики уже трижды поступали на контроль. Но самый ответственный — это последний. И это, как ни странно, контроль человеческого глаза. Более совершенных методов тогда еще не знали нигде.

Шарики высыпают на платформочки. При отраженном свете электрической лампы контролер просматривает каждый шарик. Он передвигает и переворачивает шарики, разглядывает их, вылавливает шарики с язвочками, раковинками, царапинами на поверхности.

Но на глаз одного человека положиться нельзя. За первым контролем следует второй, а потом третий.

Затем начинается взвешивание, смазка, и шарики идут на сборку.

Таков путь шариков.

Оказывается, геометрия — штука довольно трудная. И если не всегда удастся на бумаге начертить правильный круг, шар или цилиндр, то сделать шар или цилиндр из металла, да еще такой, чтобы он выдерживал высокую нагрузку и не поддавался ей, — дело совсем не легкое.

## На сборке

Последний этап нашего затянувшегося путешествия — сборка. Можно ли взять любое кольцо, любые шарики, соединить их при помощи сепаратора (это наиболее простая деталь, она штапуется из полосового железа) и быть уверенным, что получишь подшипник необходимой точности?

Оказывается, если так поступить, то в девяноста случаях из ста подшипник окажется ненадежным, и если он даже завертится, то прослужит недолго. В чем же дело? Столько стараний — и такой печальный результат.

Несмотря на точнейшую обработку и контроль, кольца получились все же неодинаковыми: у одних диаметр желоба, или беговой дорожки, может быть на несколько десятков микронов больше заданного размера, у других — меньше.

Кольца надо рассортировать по размерам. И шарики надо рассортировать по размерам. Если диаметр шарика окажется меньше, чем зазор между беговыми дорожками наружного и внутреннего колец, то шарики будут «вилять». Следует подобрать шарики к кольцам, и тогда все будет хорошо.

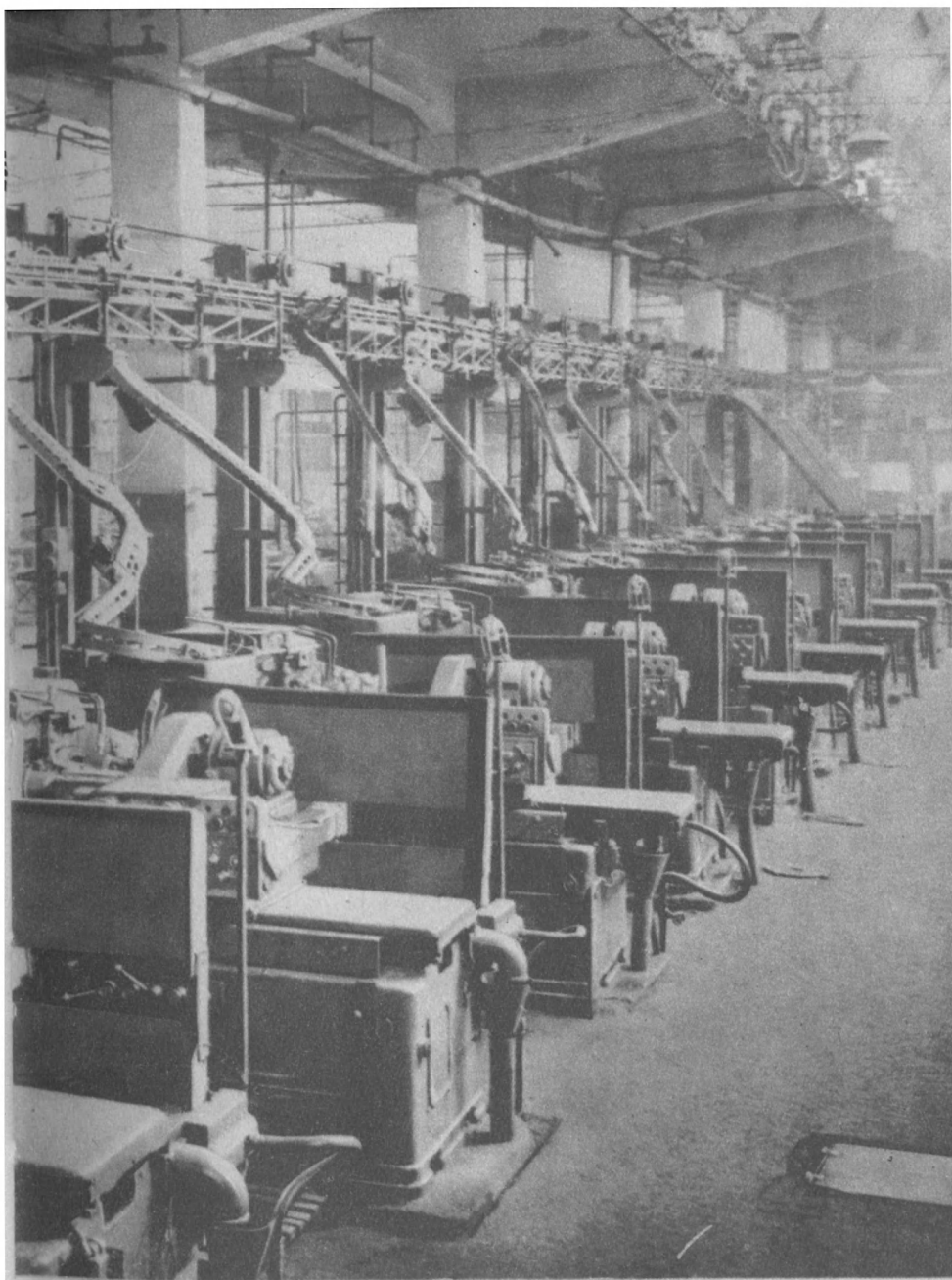
Как это делается?

Начальник сборочного цеха, инженер, проходивший практику в Италии на Туринском заводе фирмы «РИВ», коротко отвечает:

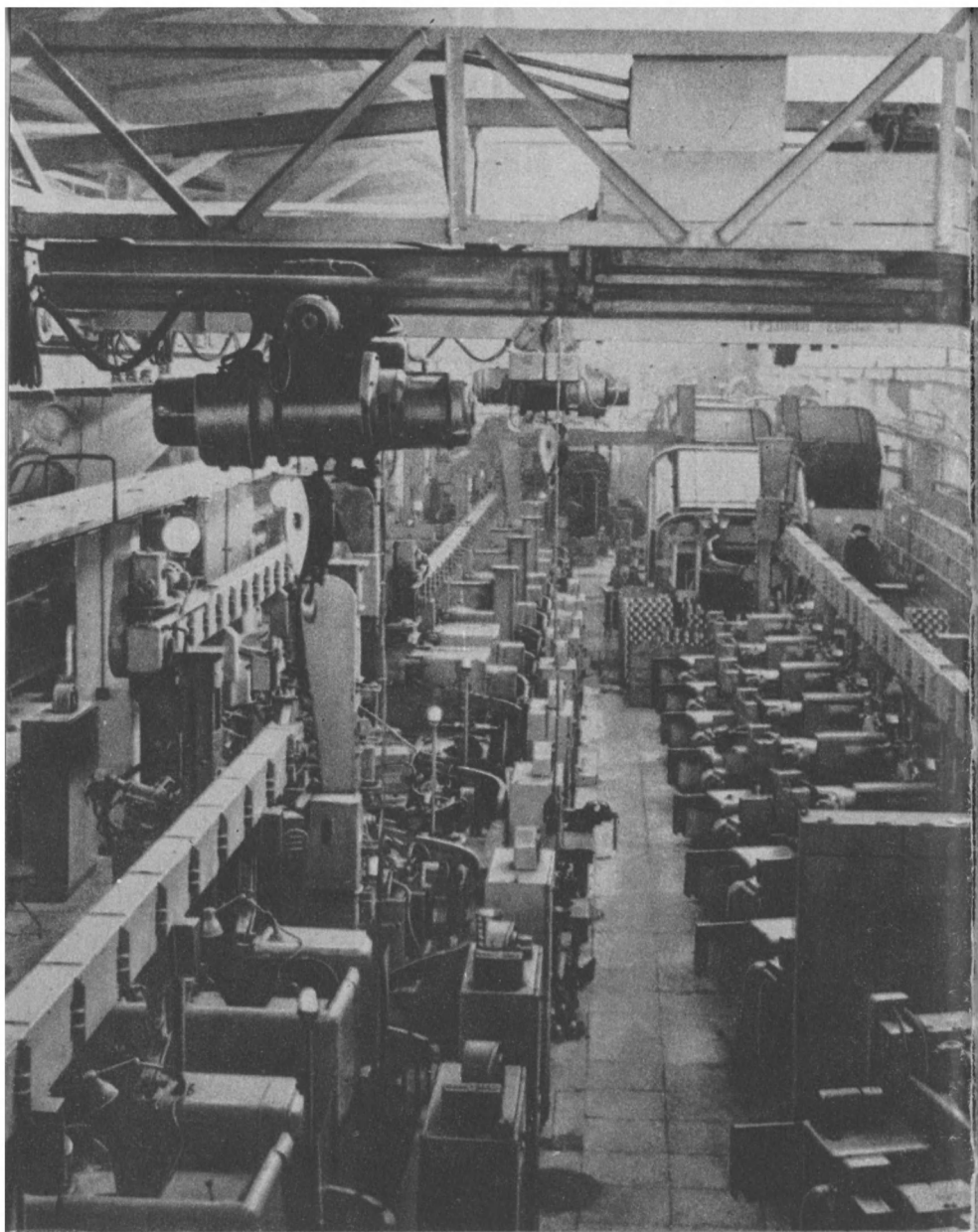
— Руки... Да, да! Руки. Чувствительность рук — большая чувствительность. Руки, как у музыканта.

Затем кольца и шарики снова промывают в керосине с маслом (к ним ведь прикоснулись руки человека и след его прикосновения может явиться причиной ржавчины), затем проверка постановки сепараторов с заклепками, продувка сжатым воздухом (мера предосторожности против занесения инородных тел). И, наконец, испытания на точность, проверка на шум (в специальной звуконепроницаемой камере).

Подшипники, выдержавшие испытание, промывают в бензине, их смазывают чистым вазелином, заворачивают в пергамент, запаковывают в коробки с фирменной надписью «1 ГПЗ».



**Автоматическая линия для шлифовки роликовых колец  
(конструкция инженера Сигодзинского).**

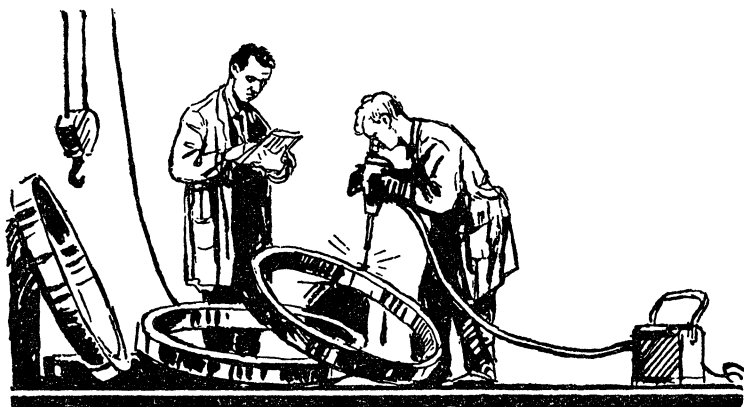


Цех-автомат.

Кончился день. Мы прошли по новому заводу с запада на восток и с севера на юг. Мы проследили маршруты колец и шариков. Радостно было держать подшипники, сделанные руками советского человека. И эта радость на время заслонила возникавшие на каждом шагу вопросы. Но не проходило какое-то щемящее чувство от того, что в цехах было еще много наставников-иностранцев, они назойливо подчеркивали, что это они все придумали и что без них вся эта махина замрет.

Хотелось, чтобы наша молодежь поскорее овладела всеми процессами, о которых нам в течение всего дня с таким жаром, с таким энтузиазмом рассказывал проводжатель.

И все же это был, несомненно, хороший, памятный день. Все, кому привелось пережить его, чувствовали себя так, словно они вошли в новый, благоустроенный, но еще не обжитый дом.



## *Глава четвертая*

### **ОТЧЕГО ШАРИКИ РАСТУТ**

#### **Своими руками**

Выходит, что «полет на луну» свершился и фантазия стала былью. Завод построили. Но будет ли он работать? Производство подшипников требует навыков, которые приобретаются в течение многих лет. А на новом московском заводе места у станков, у ковочных машин, у печей заняла зеленая молодежь. На первых порах на заводе оставались еще консультанты фирмы, проектировавшей его. А когда они уедут — справятся ли советские рабочие, мастера, инженеры с новым делом?

Такого рода вопросы задавались руководителям нового завода. Газеты капиталистических стран между тем зло пророчествовали: «Уж этот завод обязательно скапuitся. Итальянская помощь их не спасет».

Капиталисты кровно заинтересованы были, чтобы завод, как они писали, «скапuitся». Производство под-

шипников имело очень важное значение для индустриализации, для того чтобы нашу страну сделать независимой от стран капитала. Само собой понятно, что битву за индустриализацию, за экономическую независимость нельзя было выиграть чужими руками или покупкой каких-то производственных тайн. Руководители нового завода это хорошо понимали.

Инженер Борис Васильевич Груздев, как и другие советские инженеры, раньше не имел никакого представления о том, как делают подшипники. Но его послали на этот важный участок индустриализации, и он, конечно, постарался освоить это производство. Он изучал опыт других стран, но отнюдь не переоценивал его значение.

На вопрос, что ожидает завод в ближайшем будущем, он ответил:

— Не слепое копирование, а творческая переработка накопленного опыта, в том числе и иностранного, позволит нам полностью овладеть производством подшипников. В этом деле много трудностей. Но мы не сегодня родились, чтобы смотреть кому-то в рот. Задачу решаем не мы одни, а вся страна. Ее решение начинается с выбора подходящего материала и изучения его свойств. Архимед сказал: «Дайте мне точку опоры, и я переверну весь мир». Мы говорим: «Дайте нам материал, чтобы удержать мир на одной точке». Шестимиллиметровый шарик должен выдержать нагрузку свыше чем в пять тысяч килограммов. На шарик диаметром в полтора сантиметра расчетная нагрузка тридцать тысяч килограммов. Какой металл это может выдержать? Какими свойствами он должен обладать? Как его сделать прочным и твердым? Эти и много подобных вопросов должны решить мы совместно с работниками многих отраслей народного хозяйства, совместно с нашими учеными. Мы делаем первые шаги в новой для нас области, но мы не такие уж неучи. Соберем все силы и тогда посмотрим, как будут выглядеть «пророки», утверждающие, что мы обязательно скапучимся. Хорошо смеется тот, кто смеется последним.

...С пуском завода началось освоение нового производства. Многие привычные понятия получали новый



смысл и новое значение. Например, мы уже знаем, что шарики и кольца должны быть твердыми.

А что такое твердость и как сделать металл более или менее твердым?

### Смысл обыденных слов

Мы часто говорим: твердый как камень или твердый как орех. Мы отличаем твердые карандаши от мягких. Твердый карандаш оставляет на бумаге жесткий след, который затем трудно стереть, он может прорвать бумагу. Мягкий карандаш легко стирается. Чтобы отличить твердые карандаши от мягких, на них ставят буквы: Т (твердый), 2Т (двойная твердость), 3Т, и так далее. Или же — М (мягкий), 2М, 3М...

Случись, что обозначение на карандаше не совсем соответствует его действительным качествам, конструктор или чертежник выразит недовольство, но никаких особых последствий это вызвать не может. Если же металл окажется не таким, какой требуется для данных целей, и если, допустим, это заранее не будет установлено, дело может привести к самым серьезным авариям. В технике вообще и в подшипниковом производстве в особенности свойства материала имеют решающее значение.

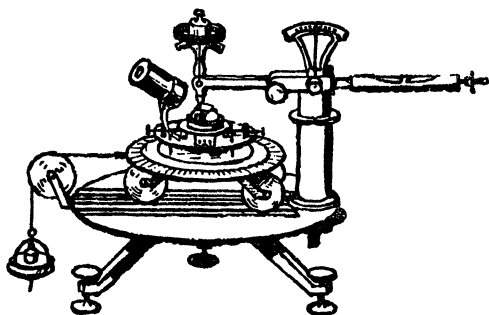
Чем определяется твердость?

Вопрос об установлении меры твердости интересовал еще нашего великого корифея науки Михаила Васильевича Ломоносова. Значительную роль в разработке этой проблемы сыграл также известный ученый, основатель Русского минералогического общества Ланснер. Изучением твердости металлов занимался основоположник учения о резании металлов русский ученый профессор Тиме.

В цехах нового завода мы видели, как на станках режут металл. С колец снимали длинные стальные витки. Делалось это при помощи резцов. Но резцы-то ведь тоже стальные. Какая же сталь может быть использована в качестве орудия резания и какая явится объектом резания? Ясно: более твердая сталь может резать менее твердую. А как определить это?

В учение о твердости большой вклад сделали знаменитый русский химик Д. И. Менделеев, кристаллограф Е. С. Федоров, выдающийся ученый Н. С. Курнаков. В наше время изучением проблемы твердости металлов занимаются видные советские ученые — академики Иоффе, Ребиндер, Бочвар, Давиденков.

Вот сколько ученых на протяжении многих десятилетий, оказывается, занимались твердостью металла.

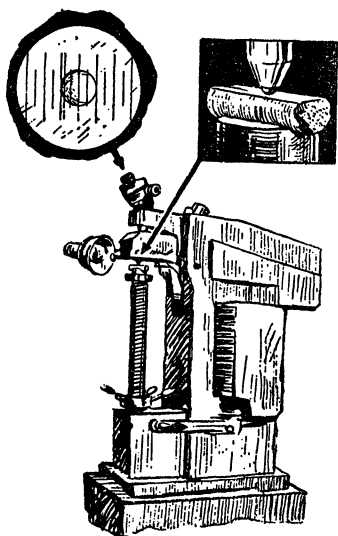


Прибор для испытания твердости — склерометр.

Очевидно, это не такой простой вопрос. Попытаемся в нем разобраться. При помощи булавки или перышка нетрудно сделать царапину на покрашенном предмете, например на скамейке (это настолько очевидно, что не нуждается в подтверждении, поэтому автор настойчиво просит не проделывать таких опытов на школьных партах или на других предметах). Обыкновенный нож легко врежется в березу или в другое дерево так называемой мягкой породы, но он не справится с дубом — деревом твердой породы.

Напрашивается простой вывод: твердость можно определить способностью одного тела царапать другое тело или же царапаться более твердым телом.

В глубокой древности, когда люди еще не владели искусством выплавлять металлы, в употреблении были разные минералы, кость, раковины. Кремень — очень твердый камень, он употреблялся для высекания огня.



Определение твердости металла  
(прибор Бринеля).

Отсюда и поговорка: кремень-человек. Так говорят о человеке со стойким, твердым характером.

Резание, сверление, шлифовка — наиболее распространенные формы обработки материалов. Способностью тела шлифовываться, резаться или сверлиться может определяться его твердость.

Можно поступить иначе. Вдавить в испытываемый материал другое тело из того же или из другого материала. Очевидно, что след, который останется на материале с учетом силы давления, явится показателем твердости или пластичности.

Еще один опыт. На поверхность тела с высоты сбрасывается боек. Пусть это будет шарик. Если тело твердое, то боек подскочит вверх. Чем выше он подскочит, тем тверже материал.

При определении твердости минералов пользуются так называемой десятичной шкалой твердости, соответствующей набору десяти минералов (эталонов), расположенных по возрастающей твердости: 1—тальк, 2—каменная соль, 3—известковый шпат, 4—плавиковый шпат, 5—апатит, 6—ортотлаз, 7—кварц, 8—топаз, 9—корунд, 10—алмаз. Твердость минерала, который оставит царапину на кварце и, в свою очередь, поддается корунду, — выше семи и ниже девяти. Твердость минерала выражается номером, соответствующим эталону. Но само собой разумеется, что это определение неточное. Для более точного определения твердости минералов применяются приборы — склерометры.

При определении твердости металлов применяются особые приборы. Наиболее известные из них — приборы Бринеля и Роквелла.

Способ Бринеля состоит во вдавливании в материал стального шарика. В приборе Роквелла вместо шарика применен алмазный наконечник, который с определенной силой вдавливается в поверхность испытуемого материала. Чем тверже материал, тем на меньшую глубину войдет алмаз.

Подшипниковые шарики по шкале твердости относятся к весьма высокому седьмому классу.

Итак, твердость — первое требование, которое предъявляется к материалу, из которого делаются подшипники. Но он должен быть не только твердым, но еще и высокопрочным. При длительной работе подшипника металл не должен истираться.

### Опасные строчки

Какой же материал способен удовлетворить этим требованиям? Конечно, сталь. Но не всякая сталь, а особая — так называемая качественная, или, как ее еще называют, легированная сталь.

Легированная — значит облагороженная. Это сталь, в которую входят разные добавки, они и придают ей те или иные необходимые свойства.

Для производства подшипников применяют хромистую сталь, она обозначается буквами ШХ — шарикоподшипниковая хромистая. К этим буквам обычно прибавляют цифру, объясняющую, сколько десятых долей процента хрома содержится в стали. Например, в стали ШХ-12 содержится 1,2 процента хрома. Торцы прутков металла обычно окрашивают в разные цвета. Это условное обозначение марки стали. Белый цвет — ШХ-6, красный — ШХ-9, синий — ШХ-12, коричневый — ШХ-15.

В подшипниках нагрузка на металл беспрерывно меняется. Она то очень высока, то падает до нуля. Работа в условиях так называемых знакопеременных нагрузок может вызвать сильнейшее истирание металла. Больше всего металл истирается, конечно, в тех случаях, когда он химически или физически неоднородный. Например, в процессе плавки в сталь могут попасть инородные (неметаллические) включения. Чаще всего это случается

во время так называемого раскисления, когда, как говорят сталевары, металл рудят. Из сырой руды в сталь попадают мельчайшие частички кремния. Они могут расположиться в ряд в виде строчки азбуки Морзе.

Это очень опасные строчки. Неметаллические включения рано или поздно выкрошатся, и шарик не выдержит нагрузки.

Единственное спасение — профилактика. На производство нельзя допустить некачественный материал.

В стали могут оказаться и другие дефекты: газовые пузыри, микроскопические поры и трещинки.

Сталь часто оказывается и химически неоднородной. Все это представляет чрезвычайную опасность и может привести к разрушению подшипника и, стало быть, к тяжелой аварии.

Каждая поступающая на завод партия металла имеет паспорт. Но на заводе, в свою очередь, металл очень тщательно проверяют. Для этого существуют специальные лаборатории с совершенными микроскопами и другими приборами.

Итак, для производства подшипников требуется качественная, исключительно чистая сталь.

### На родине русского булата

Фомы неверующие утверждали, что тут уж без заграницы не обойдешься. Возможно, они забыли, а возможно, они и не знали, что именно в нашей стране впервые в мире начали варить качественную сталь разного состава и что пионером этого дела был великий русский металлург и родоначальник металловедения Павел Петрович Аносов.

Говорят, история повторяется. В данном случае это действительно так. Когда в тридцатых годах прошлого века Аносов научился выплавлять булат, распространилась молва, будто он побывал в восточных странах и там выведал «тайну булата». На самом деле Аносов за «тайной булата» никуда не ездил, а открыл ее у себя на заводе, в созданной им лаборатории, в своих печах, в тиглях, изготовленных по его рецепту.

И спустя почти сто лет, когда стал вопрос о производстве подшипниковой стали, наследники Аносова заявили, что они готовы к решению этой задачи. Чистота состава — это ведь первый признак хорошего булата.

В то время, когда в Москве еще шла стройка, когда соревновались бетонщики и каменщики, плотники и стекольщики, на Урале, у подножия горы Таганай, развернулась битва за сталь для подшипников. И так же, как при проводке судна по трудному фарватеру на помощь капитану приходит опытный лоцман, так и тут на помощь инженерам Златоустовского завода пришел старейший мастер сталеварения Петр Егорович Бояршинов, человек, которому привелось варить сталь всеми способами, какие знала история металлургии.

Петр Егорович Бояршинов, коренной уральский «обыватель» (так называют на Урале старожилы), был учеником знаменитого металлурга Швецова, знавшего рецепты многих марок стали, сына того самого Швецова, который был правой рукой П. П. Аносова.

За сталью для подшипникового завода в Златоуст поехал начальник «Спецстали» Иван Федорович Тевосян. Ему, молодому инженеру, партия поручила очень ответственный участок индустриализации — качественную сталь. Такая сталь требовалась для подшипников, тракторов, автомобилей, инструментов, для бурения нефти и для многих других целей.

Тевосян обстоятельно изучил обстановку на заводе, а затем отправился на квартиру к Бояршинову. Сначала разговор шел о разном. Вспомнили, конечно, «козьи ножки». Так в Златоусте называли офицеров, которые приезжали заказывать шашки, — этих вояк не столько интересовало качество стали, сколько разрисовка на клинке и на ножнах. Платили они за такие шашки огромные деньги.

Затем пошел разговор уже о деле. И Бояршинов стал вспоминать, какую сталь им привелось варить в своих печах. Быстрорежущую сталь — «рапид» на Златоустовском заводе освоили еще в 1906 году. В 1927 году получили запрос от нефтяников, не смогут ли златоустовские сталевары сварить буровую сталь, ее из-за границы тогда ввозили. Посмотрели анализ и посмеялись: зачем

было золото за нее отдавать, когда в Златоусте такую сталь давным-давно варят... И с шариковой завод справится.

Тевосян напомнил, какую роль качественная сталь имеет для индустриализации. Бояршинов сразу зажегся. Он заговорил о культуре производства стали, которую заложил замечательный русский инженер Аносов.

— Иные, — говорил он, — не прочь и посмеяться над былинным булатом. Техника, конечно, далеко шагнула вперед, и для разных целей требуется сталь с самыми разнообразными свойствами. Мы сможем решить эту задачу, опираясь на опыт, который накапливался почти сто лет.

Тевосян поднялся, стал рассматривать фотографии на стенах. Была среди них одна фотография — старик с седой бородой, на шее большая медаль. На этот портрет и засмотрелся Тевосян.

— Это Павел Николаевич Швецов, — пояснил Бояршинов. — А медаль эту ему дали за снарядную сталь, в первую мировую войну ее тут варили.

...На складах Первого подшипникового завода все меньше становилось импортного металла и все больше отечественного, выплавленного в печах златоустовского и московского заводов, на «Электростали» под Москвой и на «Днепроспецстали» на Украине.

Но, чтобы шарик выдержал нагрузку и чтобы кольцо раньше времени не истиралось, недостаточно сварить качественную сталь. Надо узнать законы жизни стали.

А разве металл живет?

### **Вверх и вниз по „тепловой лестнице“**

Кузница. В печи несколько прутков металла. Одни положили туда раньше, другие — позднее. Одни — темно-вишневого цвета, другие — красные, следующие — уже совсем светло-желтые.

Штамповщик возьмет пруток только тогда, когда он станет светло-желтым, почти соломенным. Этот цвет соответствует температуре нагрева примерно в 950—1050 градусов. Только при такой температуре металл стано-

вится пригодным для того, чтобы формировать из него кольцо. Кольца отковали. Пока кольцо остывает, окраска его меняется. Сначала оно ярко-красное, затем начинает темнеть. Оно, как принято говорить, проходит цвета побежалости.

Вот уж кольцо совсем холодное. Мы берем его в руки и убеждаемся, что оно далеко не идеальной геометрической формы. Его безусловно необходимо обточить. Однако никакой резец не берет его, настолько кольцо оказалось твердым.

Что произошло? Ответить на этот вопрос совсем не просто. Для этого нам придется познакомиться с наукой о жизни металлов — металловедением.

Но прежде этого давайте сделаем такое предположение. Вот вы живете в доме, стены его сложены из кирпича. Обыкновенный, скажем, пятиэтажный дом. В жаркие дни стены нагреваются, а к вечеру остывают. И вдруг окажется, что, остыв, кирпичи, из которых сложен ваш дом, выросли. Они раздались, кирпичи давят друг на друга, стены вспучились и вот-вот рухнут.

Вы скажете, что это предположение явно абсурдное. Никто бы не стал употреблять кирпичей, которые под влиянием температурных колебаний изменяют свои размеры. Короче говоря, вы хорошо знаете, что ничего подобного случиться не может.

А вот со сталью и с другими металлами такие вещи происходят. При нагреве и охлаждении стальные изделия не только изменяют размеры, но и свойства; например, мягкая сталь может стать очень твердой, и наоборот. Конечно, размер изделия изменится не настолько, чтобы это можно было заметить простым глазом. А что касается свойств металла, так их изменение заметить очень легко; для этого даже никаких приборов не требуется. Стальной пруток перед нагревом был довольно податливым — обыкновенный резец его легко мог взять. А после отковки кольца вы переломаете десятки самых стойких резцов, но они не то что не снимут с него стружки, но не смогут его поцарапать.

Все это на первый взгляд и загадочно и удивительно, но это можно объяснить, если знаешь законы жизни металла. Законы эти были открыты не так давно — менее



ста лет назад — нашим соотечественником Дмитрием Константиновичем Черновым. Он заложил основы новой науки о металлах — металловедения. Наука эта стала быстро развиваться. Особенно больших успехов она добилась в последние десятилетия. Как же наука объясняет удивительные явления, с которыми мы встретились?

Начнем со строения металла. Вам, наверно, известно, что в твердом состоянии металлы являются телами кристаллическими. Каждый кристалл состоит из известного числа атомов, симметрично расположенных и образующих определенные геометрические формы. По выражению знаменитого русского кристаллографа Е. С. Федорова, кристаллы «блещут своей симметрией».

Какую форму имеют кристаллы железа? (Сталь — это ведь раствор незначительного количества, как правило, около одного процента, углерода в железе; поэтому мы сначала познакомимся с особенностями кристаллического строения железа.)

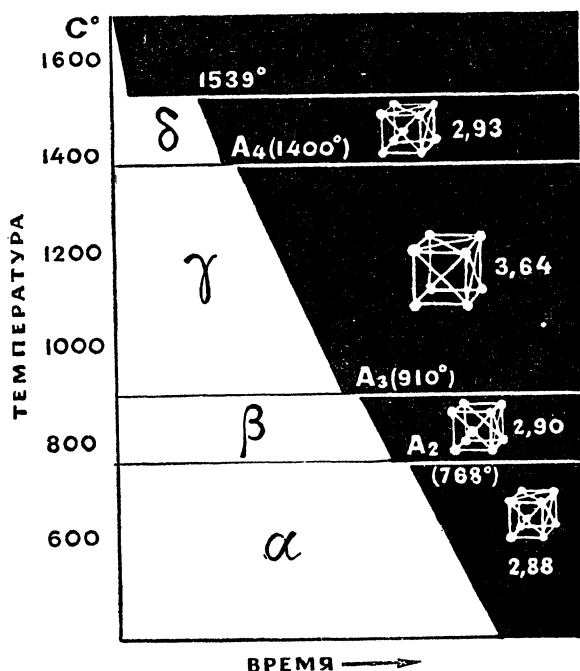
Кристалл железа — это куб. Однако атомы в нем размещаются двояким образом: в одном случае они располагаются в вершинах и центре куба, образуя так называемую объемноцентрированную решетку, в другом — атомы располагаются еще посередине каждой грани (гранецентрированная решетка). Ясно, что во втором случае атомы размещены теснее, чем в первом. Если представить себе атомы как шары, то в объемноцентрированной решетке шарами занято 68 процентов их объема, а в гранецентрированной — 74 процента. Очевидно, что это может оказать влияние на прочность, твердость и другие свойства.

В каких же случаях атомы располагаются одним образом, а в каких другим? Оказывается, одно и то же железо может пребывать в том или ином состоянии. Атомы весьма быстро перестраиваются, меняют свой строй. Эта очень важная особенность железа и некоторых других металлов называется аллотропией.

А размер куба — он остается неизменным? Нет, в одних случаях грань куба больше, в других меньше.

Наверняка возникнет еще один вопрос: можем ли мы влиять на кристаллическое строение железа, заставить атомы перестроиться?

Да, можем! И это дает нам средство, чтобы получить металл, обладающий заранее заданными свойствами. А для того чтобы понять, как это происходит, нам придется проделать небольшую экскурсию по некой воображаемой тепловой лестнице.



Путешествие по «тепловой лестнице».

...Мы располагаем некоторой массой расплавленного, то есть жидкого, железа. Начнем его охлаждать. Чтобы проследить за тем, что при этом происходит, прибегнем к системе координат. На горизонтальной оси откладываем время, на вертикальной — температуру. Жидкое железо остывает. Когда мы дойдем до температуры 1539 градусов по Цельсию, оно затвердеет. Переход из жидкого состояния в твердое сопровождается выделением довольно значительного количества тепла; на

горизонтальной оси координат мы это явление обозначим широкой ступенью.

Из каких кристаллов состоит только что затвердевшее железо?

Этого нельзя увидеть даже в самый сильный электронный микроскоп, но это можно установить при помощи рентгена. Кристаллическая решетка — объемноцентрированная. Можно измерить размер грани куба — она равна 2,93 ангстрема<sup>1</sup>. Это железо называют дельта-железо.

Продолжаем охлаждение. Уже при 1400 градусах произойдет перестройка кристаллической решетки — из объемноцентрированной она переходит в гранецентрированную, то есть атомы уплотняются. И этот процесс сопровождается выделением некоторого, правда, незначительного, количества тепла. На оси координат — небольшая ступенька. Грань куба равна 3,64 ангстрема. Это гамма-железо.

Спустимся еще ниже, почти на 500 градусов. В течение всего этого периода кристаллическая решетка остается устойчивой, но вот мы достигли температуры 910 градусов. Новая перестройка. На температурной кривой опять площадка, кристаллы перестроились. Гранецентрированные кубы превратились в объемноцентрированные. Сторона этих кубов 2,90 ангстрема. Это уже бета-железо.

Продолжаем охлаждение. Небольшой спуск до температуры 768 градусов. Площадка. Бета-железо переходит в альфа-железо. Решетка остается такой же, но сторона куба уменьшилась: она равна 2,88 ангстрема.

При дальнейшем охлаждении кристаллическая решетка уже не меняется.

Вот какие интересные вещи мы узнали, «спускаясь» по тепловой лестнице. Кристаллы железа в разных условиях имеют различное строение: атомы, из которых состоят кристаллы, то очень плотно уложены, то между ними остается пустое пространство. Гамма-железо состоит из центрированных кубов, в них атомы плотно

---

<sup>1</sup> Ангстрем — одна десятиллионная сантиметра; мера длины, применяемая только в микрофизике.

уложены. При переходе из состояния «гамма» в состояние «бета» или «альфа» объем металла вырастает.

Но и свойства каждой из этих разновидностей железа различны. В одном случае в железе растворяется много углерода, в другом — мало; в одном случае оно становится магнитным, в другом — немагнитным.

Все это надо знать, ибо для шариков кристаллы железа — это кирпичи, из которых строят дом. Без знания особенностей материала, из которого берешься строить, нельзя быть уверенным, что постройка будет прочной.

До сих пор разговор шел о чистом железе. Теперь перейдем к сплавам железа с углеродом и другими химическими элементами — к стали.

Сталь — это раствор углерода в железе. В каком же именно железе — альфа, бета, гамма — растворен углерод, какую кристаллическую решетку образует раствор? Найти на этот вопрос ответ — значит заранее предугадать свойства сплава.

Подобно тому, как немыслимо плавание в открытом океане или полеты в воздушном пространстве без навигационных приборов, так невозможно работать со сталью, не зная диаграммы сплавов железа с углеродом. По этой диаграмме конструкторы и машиностроители ориентируются, как по навигационной карте, иначе они не будут знать, куда приплывут, какую работу способна выполнить та или иная часть машины.

И тут нам придется познакомиться с некоторыми разновидностями стали. Они отличаются уже не по химическому составу, а по строению. Раствор углерода в гамма-железе образует сплав, получивший название аустенит (по имени английского ученого Аустена). В аустените атомы железа находятся по углам куба и в центре каждой грани, а в центре куба — углерод. Такой же твердый раствор углерода и легирующих элементов в альфа-железе дает структуру стали, носящей название мартенсит (по имени французского ученого Мартенса).

А теперь вернемся к нашим кольцам, попытаемся разобраться в причинах, почему кольца после отковки оказались такими твердыми.

Чтобы отковать кольцо, пруток нагрели до температуры примерно в 1000 градусов, при этом строение стали,

то есть кристаллы, из которых она состоит, изменили свою форму и взаимное расположение. После охлаждения получилась очень твердая структура, ее никакой резец не берет. Но, зная законы внутренней жизни стали, можно ее перевести из одного состояния в другое. Для этого и построили так называемые отжигательные печи.

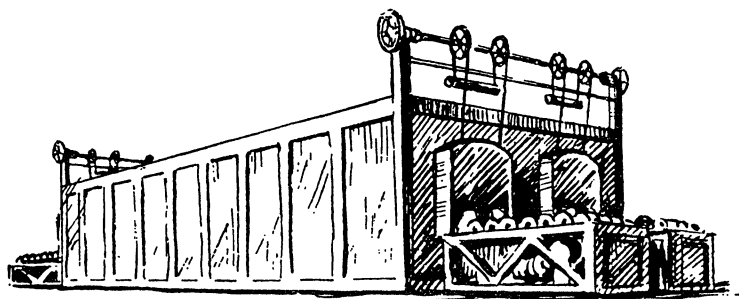
Кольца в них нагреваются до 780 градусов, некоторое время выдерживаются при высокой температуре и затем охлаждаются. Твердая пластинчатая структура переходит в мягкую, зернистую, более однородную. С такой сталью резец легко справится, и кольца можно смело отправить на токарные автоматы.

— Позвольте, — скажет читатель, — шарики и кольца должны быть твердыми, а их сознательно размягчают.

Это замечание нельзя не признать основательным. Отжиг — вынужденная мера. Иного выхода нет, иначе кольцу не придашь требуемой геометрической формы. А когда это будет сделано, сталь снова подвергнут тепловой обработке и она станет твердой.

И в самом деле, дальнейший маршрут колец (как равно шариков и роликов) проходит через ряд термических (закалочных и отпускных) печей, которые позволяют регулировать внутреннее строение стали.

Можно наверняка сказать, что, если бы мы этого не умели делать, если бы мы не знали, в какие моменты, при какой температуре происходят внутренние перестройки стали, мы не могли бы получить надежных долговечных подшипников.



Печь для отжига подшипниковых колец.

— Что же в этом нового? — может снова заметить читатель. — К закалке стали люди прибегали еще в древнейшие времена.

И это замечание абсолютно верное! О закалке стали упоминается в «Одиссее» Гомера. Древнерусские железодельцы и кузнецы в совершенстве владели искусством закалки, но все это делалось вслепую. Никто не знал и никто не мог объяснить причины чудесных перемен, происходящих со сталью при нагреве и охлаждении. Все делалось на глаз, по интуиции.

Эта тайна природы была раскрыта менее ста лет назад Д. К. Черновым. Стоит напомнить обстоятельства, при которых эти открытия были сделаны.

### Жизнь металла

Во второй половине века были найдены новые высокопроизводительные методы производства стали (бессемеровский способ в 1855 году и несколько позднее — мартеновский). Русские металлурги продолжали начатые П. П. Аносовым поиски способов получения однородной, чистой стали. Большого успеха на этом поприще добился Павел Матвеевич Обухов.

Открылись возможности широкого применения стали в технике и в военном деле. По настоянию Обухова в Златоусте построили сталепушечную фабрику. До того времени пушки лили из бронзы или чугуна. Первые пушки, отлитые из стали, оказались превосходными. На состоявшихся в 1861 году испытаниях они показали отличные качества; одна из пушек выдержала более четырех тысяч выстрелов. Это было небывалым успехом.

После этого П. М. Обухов переехал в Петербург; в его распоряжение был предоставлен вновь выстроенный большой сталепушечный завод. При производстве пушек на Петербургском заводе столкнулись с явлением, которое поставило всех в тупик. Химический состав металла был одинаковым. Все пушки изготовлялись по одному технологическому процессу. Однако же одни выдерживали по тысяче выстрелов, а другие после первых выстрелов разрывались.

Долго бились над загадкой. На завод пригласили молодого ученого Д. К. Чернова. Больше года он потратил на изучение этого вопроса. Результаты своих исследований Чернов изложил в обстоятельном докладе, который занял три заседания Русского технического общества.

Первое заседание общества состоялось 20 апреля 1868 года. Зал был переполнен. По всему Петербургу распространились слухи о блестящем открытии, сделанном Черновым, о каких-то чудесных точках, доказывающих, что металл «живет» своей особенной жизнью.

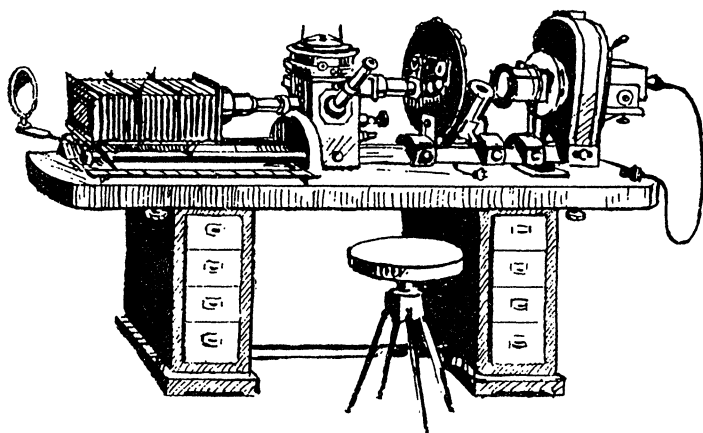
На трибуну поднялся молодой человек (Чернову тогда еще не было и тридцати лет), высокий, с русой бородкой. Он начал свой доклад спокойным голосом, но уже через несколько минут полностью завладел вниманием всех присутствовавших, ибо говорил он о вещах необыкновенных, которые в то время никак не укладывались в сознании людей.

Чернов доказывал, что металл живет своей особенной жизнью.

— Взятый из тигля кусок литой стали, — говорил Чернов, — если она охлаждалась весьма медленно, представляет кристаллическую массу. Если вы нагреете этот кусок до светло-красного каления и оставите охлаждаться, не подвергая никакой механической обработке, то после излома вы увидите, что структура его изменилась. Для того чтобы яснее представить закон изменения структуры стали от ее нагревания, я начерчу прямую линию, на которой, как на термометрической шкале, отмечу несколько особенных точек...

Таким образом, Чернов впервые в мире установил, что при нагреве и охлаждении внутреннее строение стали изменяется, переходя из одного структурного состояния в другое.

Открытие это буквально поразило металлургов всего мира. В течение тысячелетий металлурги всех стран разными способами закаливали или отпускали сталь, то есть делали ее тверже или мягче, но никто не отдавал себе отчета в том, что же происходит с металлом. Чернов раскрыл эту тайну. Он показал механику перехода железа из одного кристаллического состояния в другое. Можно наверняка сказать, что, если бы мы этого не знали, тех-



Металлографический микроскоп.

нический прогресс задержался бы надолго. Если бы мы не знали о внутренних, так называемых аллотропических, превращениях стали, мы не могли бы понять, почему резец легко может справиться с прутком стали до его нагрева и почему он не может даже поцарапать кольцо, отштампованное из этого самого прутка.

Во времена Чернова рентгеновские лучи еще не были известны, их открыли более четверти века спустя; Чернов даже не имел пирометра, то есть прибора для измерения высоких температур. И все же он заметил, что внутри стали происходят какие-то очень важные явления, и добрался до их сути.

«Тепловую лестницу», по которой мы путешествовали, удалось построить уже позднее, когда для изучения металла, измерения «кирпичей» (кристаллов), из которых сложен каждый прут, каждая полоска металла, были получены надежные средства — рентген и высокочувствительный микроскоп.

Д. К. Чернов открыл и пути перестройки металла. Они положены в основу всех тех термических способов обработки стали, какие применяются при изготовлении подшипников.



Прав был инженер Борис Васильевич Груздев, когда утверждал, что главное — суметь надлежащим образом приложить науку к практическим задачам. Все дело заключалось лишь в том, чтобы применить великие открытия Чернова и дальнейшие открытия, сделанные в металлостроении, в практике, в данном случае в производстве подшипников.

Для того чтобы обточить обыкновенное кольцо, его подвергают отжигу, то есть размягчают. После обработки кольцо надо сделать твердым — его закаляют.

В технике, так же как и в природе, явления нельзя рассматривать разрозненно. Нагревая и охлаждая стальное кольцо, можно получить ту или иную структуру стали. А как все это сказывается на размере кольца или шарика, на его геометрической форме?

Вернемся к нашей «тепловой лестнице».

### Отчего растет кольцо

Кольцо погрузили в закалочный агрегат. В нем оно нагревается до температуры, при которой происходит перестройка структуры металла. Пока температура кольца не достигнет критической точки, оно, естественно, будет расширяться. Достигнув критической температуры, то есть поднявшись на площадку  $A_3$ , кольцо перестанет расти и даже несколько уменьшится. Таким кольцо останется, пока все процессы, связанные с перестройкой кристаллической решетки, не закончатся. После этого кольцо под влиянием нагрева вновь начнет расширяться. Такое кольцо будет состоять уже из гамма-железа, или, как говорят металлостроители, будет находиться в аустенитном состоянии.

В гамма-железе, как мы уже знаем, атомы плотно упакованы. Это хорошо. Плотная кладка атомов надежна. Такой металл лучше выдержит знакопеременную нагрузку. Но в этом состоянии он остается при температуре выше 800 градусов. Если же его остудить, произойдет обратная перестройка — металл перейдет в альфа-железо. Карбиды железа снова вылезут наружу, а этого допустить нельзя. Как быть?

А что, если попытаться остудить сталь очень быстро? В этом случае удастся перескочить через критическую точку и углерод останется растворенным в железе. Такое состояние стало ненормальное, вынужденное, но оно наиболее желательное, так как подобная структура чрезвычайно тверда.

Так достигается и необходимая твердость, и карбиды железа остаются в растворе.

Теперь о размерах. При нагреве и остывании размер кольца непрерывно изменялся. Что же, в конечном счете, получилось? Кольцо стало больше или меньше? Оказывается, во время этих превращений объем металла вырастает. Кольцо диаметром в 100 миллиметров вырастет примерно на 100 микронов. Зная это, мы можем спокойно действовать дальше. Но и после закалки и дальнейшей механической обработки (шлифования) размер кольца не остается неизменным.

Кольцо растет. И шарики тоже растут.

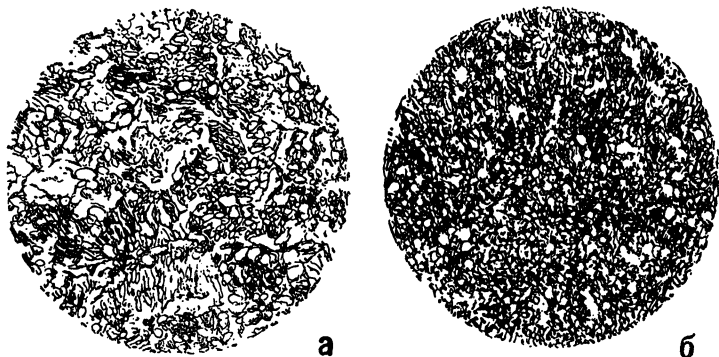
Вооруженные знаниями о структурном строении стали, попытаемся разобраться в причинах этого как будто неожиданного и опасного явления. Вот к каким выводам мы придем.

В момент перестройки структуры железа (гамма на альфа) события развивались очень бурно. Совершилась моментальная перестройка атомов, они сгруппировались в новые кристаллические решетки.

В этой спешке не все атомы успели стать на свои места. В закаленной стали остается, оказывается, примерно десять процентов аустенита. После закалки и шлифовки продолжается внутренняя жизнь металла. Это и влияет на размер кольца — оно растет.

Чтобы снять напряжение внутри металла, необходимо металл снова нагреть, но уже не до критической точки, а гораздо ниже (примерно до 150 градусов) и остудить. Однако и в этом случае кристаллическая решетка все еще не будет однородной. Для массовых подшипников это уже не может иметь значения, потому что увеличение кольца на три—пять микронов не играет большой роли. Но есть такие машины, для которых нужны подшипники особо высокой точности. В этих случаях никакое самопроизвольное изменение размера допустить нельзя.

Как быть? Надо сделать металл совершенно устойчивым. Этого можно достигнуть, продолжая его охлаждать до температуры ниже нуля. Обработке холодом подвергаются кольца и шарики, которые идут на особо ответственные подшипники. Теперь можно быть уверенными, что размер кольца уже не изменится. Перестройка завершена, и кристаллическая решетка как бы заморожена.



- а) Структура хромистой стали, поступающей с металлургических заводов для изготовления из нее подшипниковых колец и шариков.  
б) Та же сталь после закалки. Строение резко изменилось. Твердость увеличилась вдвое.

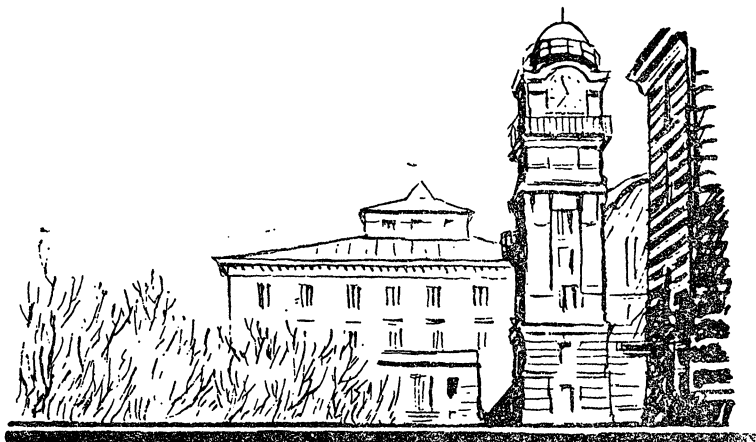
Преемникам Чернова — советским ученым-металловедом, в свою очередь, пришлось проделать огромную работу. Надо иметь в виду, что в зависимости от химического состава стали «критические точки» передвигаются вверх или вниз по температурной шкале. Каждая марка стали имеет свои критические точки. Их надо определить, а это тяжелый труд, требующий упорства, настойчивости. Малейшая неточность может ввести в заблуждение производителей, навести их на ложный путь.

Вот почему с таким волнением берешь в руки уже успевшие пожелтеть труды Ленинградского института металлов и читаешь строгий научный отчет о том, как четверть века назад исследовались законы поведения подшипниковой стали.

«В течение шести часов, — читаем мы в отчете, — сталь нагревалась, а затем, достигнув температуры 780 градусов, ее начали охлаждать. Это продолжалось около восемнадцати часов». Все средства использовались, чтобы изучить «характер» новых марок стали — микроскопы, рентген.

И тайное становилось явным. Из фактов, добытых с величайшим трудом, складывалось живое руководство к действию, оно тотчас же поступало на вооружение рабочих и инженеров, ведущих бой за экономическую независимость Родины.

Так писались законы нового для нас производства подшипников.



## *Глава пятая*

### **ОХОТНИКИ ЗА МИКРОНАМИ**

#### **Учиться мерить!**

«Учиться мерить!» Тысячи молодых рабочих нового завода учились мерить. А мера измерения — микрон.

Что такое микрон?

Возьмите в руки стальной стерженек, подержите его несколько минут, от тепла вашей руки он нагреется и удлинится на несколько микронов.

Микрон — одна тысячная часть миллиметра. Метр — 100 сантиметров, сантиметр — 10 миллиметров, миллиметр — 1000 микронов.

Возьмем линейку. Самое мелкое деление — миллиметр. Расстояние между двумя соседними черточками столь незначительно, что попытка разделить его еще на тысячу частей оказывается явно безнадежной.

Хорошо! Пусть микрон величина невидимая. В химии мы ведь обращаемся с атомами, хотя никто еще атома не

видел. Даже в самом сильном электронном микроскопе, который дает увеличение в сто — сто пятьдесят тысяч раз, можно увидеть только крупные молекулы, но не атомы. Тем не менее это не помешало проникнуть в тайны атома и довольно основательно его изучить.

В так называемых технических условиях производства подшипников предписывается соблюдение размеров, выраженных в микронах. Из-за ошибки в несколько микрон сверхскоростная машина может потерпеть аварию.

Но что такое микрон и как его поймать?

Микрон, отвечают метрологи, то есть ученые, занятые установлением систем мер, равен 1,553 волны красной линии паров химического элемента кадмия.

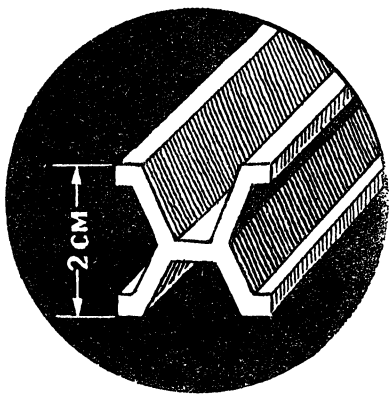
Несколько неожиданная, но, скажем заранее, надежная мера.

### Системы мер и их значение

Люди давно искали надежную единицу длины. В старину материю мерили на локоть. Довольно распространенной мерой является фут (нога). Старинная мера длины — это пядь, расстояние между концами растянутых большого и указательного пальцев. Во многих странах до сих пор применяются дюймы. Дюйм — это сустав пальца. Понятно, что эти меры не являются точными. В разных странах были разные «локти».

В конце XVIII века, в годы великой французской революции, в качестве единицы меры длины был принят метр — одна десятиmillionная часть четверти Парижского меридиана. Эталон метра хранится в Международном бюро мер и весов близ Парижа. Это стержень из сплава платины с иридием. Сплав этот хорош тем, что он сильно сопротивляется химическим воздействиям, на воздухе не изменяется, очень тверд. На стержень нанесены два штриха. Расстояние между ними при нуле градусов, при определенной влажности воздуха и соблюдении ряда других обязательных условий и было принято считать метром.

Точные копии этого метра развезли по разным странам, к нам попал метр под номером 28. Это такой же платино-иридиевый стержень с штриховыми отметками



Метр № 28. Хранится в Ленинграде во Всесоюзном институте метрологии имени Менделеева.

на концах. Он хранится в Ленинграде во Всесоюзном институте метрологии имени Менделеева.

Метру 28 отведено специальное, защищенное от внешних сотрясений помещение, в котором поддерживаются постоянная температура и влажность. Метр защищен даже от солнечных лучей. Обернутый бархатом стержень лежит в деревянном футляре, в свою очередь заключенном в латунный цилиндр, хранящийся в закрытом на три замка несгораемом шкафу. Ключи

доверены трем сотрудникам института. Ни один из них не имеет права без других войти в это помещение.

Вот сколько предосторожностей принято, чтобы сохранить неизменную длину метра, чтобы расстояние между штрихами навсегда оставалось одинаковым. Но даже при этих условиях размер метра 28, как равно и других копий Парижского метра, не является постоянным.

Каждые десять лет устраивались личные свидания хранящегося под Парижем метра-«отца» и его «сыновей». Надо ли говорить, что путешествия во Францию обставлялись тысячью предосторожностей, чтобы как-нибудь не повлиять на самочувствие «путешественника».

Установление единой системы мер имеет исключительно важное значение для международного общения народов. Об этом очень горячо и убедительно писал великий русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев в своем заявлении, с которым он в 1868 году обратился к первому съезду русских естествоиспытателей.

«Объединение народов, — отмечал Менделеев, — останется мечтою мира и прогресса, пока не подготовлены к тому пути. До сих пор, кроме стихий, только печатное

слово, торговля и науки скрепляют интересы народов. Это крепкие связи, но не всесильные. Подготавливать же связь крепчайшую обязан каждый, кто понимает, что настанет наконец желанная пора теснейшего сближения народов... Воздухоплавание, попытки отыскать мировой язык и всеобщие письма, международные выставки, даже самые стачки — маяки на этом долгом пути.

Есть между этими попытками одна, не стоящая ни миллионов, как выставки, ни громадных усилий опыта и ума, как воздухоплавание, — это попытка склонить народы к единству мер, весов и монет.

Число, выраженное десятичным знаком, прочтет и немец, и русский, и араб, и янки одинаково. Но живое значение цифр для них чересчур разнообразно. Даже одно слово часто имеет неодинаковое значение у разных народов. Так, фунт неодинаков — английский, валахский, русский, испанский, китайский, даже рижский, ревельский, курляндский.

Давно стремятся установить однообразие в этом отношении. Побуждает к тому польза, очевидная для каждого.

Система, пригодная для этой цели, должна быть прежде всего десятичная. Потом все меры в ней должны одна от другой происходить...

Облегчим же и на нашем скромном поприсе возможность всеобщего распространения метрической системы и через то поспособствуем в этом отношении общей пользе и будущему желанному сближению народов. Не скоро, понемногу, но оно придет. Пойдем ему навстречу».

Как злободневны сегодня эти слова! Успехи, достигнутые в культурном, экономическом и техническом развитии разных стран, делают еще более важным и необходимым установление единства мер.

### **Кадмиевая радуга**

Однако и бережно охраняемый Парижский метр оказался неспособным выполнять те функции, которые на него были возложены. Наблюдения обнаружили, что платино-иридиевый эталон метра не неизменен.



В поисках более надежной, более постоянной величины ученые обратились к световым волнам.

...Вам, конечно, не раз приводилось любоваться радугой. В летние дни после дождя на небе образуется разноцветная дуга. Секрет радуги был раскрыт еще в XVII веке чешским ученым Марци. Опыт, проделанный Марци, очень простой: вы можете его повторить. Затемните комнату — оставьте только небольшое отверстие, через которое сможет пройти солнечный луч. На пути луча поместите кусок стекла с тремя гранями. Вместо зайчика на стене появится многоцветная полоса — искусственная радуга.

В ней красная полоска сменяется оранжевой, за ней следует желтая, затем зеленая, голубая, синяя и фиолетовая.

Беликий ученый Исаак Ньютон показал, как из разноцветных полос радуги «собрать» белый луч солнечного света.

Так мы познакомились со спектром.

Белый луч разлагается на отдельные цветные. Но цветные лучи, если их пропустить через призму, не разлагаются. Различные световые волны имеют строго определенную длину.

Когда выяснилось, что даже при самой тщательной защите от каких-либо посторонних влияний метр все же не остается неизменным, возникла идея использовать в качестве нового «природного» эталона световую волну.

Такое предложение было сделано в 1829 году французским ученым Бабинэ. Спустя некоторое время эту же идею выдвинул выдающийся английский физик Максвелл.

Нужно было найти такой источник света, спектр которого содержал бы лучи со строго определенной, резко выраженной длиной волны. Такой источник открыл американский физик Майкельсон. Это раскаленные пары металла кадмия.

Спектр световых лучей, испускаемых раскаленными парами кадмия, состоит из четырех узких цветных линий, разделенных темными промежутками. В спектр входят волны — темно-синяя, синяя, зеленая и наиболее ярко выраженная — красная.

Майкельсон установил, что в метре содержится 1 553 163,5 волны красной линии кадмия. Измерения, произведенные Майкельсоном, неоднократно повторялись. Известный советский ученый, академик А. А. Лебедев предложил новую методику для измерений. Пользуясь ею, советский ученый-оптик М. Ф. Романова внесла поправку в подсчет, сделанный Майкельсоном. Она установила, что метр равен 1 553 164,13 волны красной кадмиевой линии.

В настоящее время ученые обсуждают вопрос о замене «красной линии кадмия» еще лучшими эталонами — инфракрасной линией газа криптона или лучами изотопа ртути (Hg-198). На ближайшей международной конференции по мерам и весам, вероятно, решится вопрос, сохранится ли в качестве эталона красная кадмиевая линия или нет. Ясно одно, что старый эталон — метр — уже не может удовлетворить современным требованиям.

Световые волны имеют еще то преимущество перед метром, что они всегда «под рукой», их можно получить, не выходя из лаборатории. Волну никуда не надо возить, ниоткуда не надо привозить.

Без знакомства с новой единицей измерения — красной волной кадмия — немыслимо было бы достигнуть такой точности, какая требуется для производства колец, шариков и роликов.

### Чудесные плитки

Теперь мы знаем, что микрон немногим длиннее полутора красных волн кадмия.

Но как пользоваться этой мерой?

Передачиками светового эталона служат особые наборы мерительных плиток. В них воплощена новая мера длины. Само собой разумеется, что нам необходимо поближе познакомиться с этими плитками.

Внешне они никакого особого впечатления не производят. Стальные пластинки и брусья разной толщины. Вот и все.

Однако эти обыкновенные на вид пластинки обладают необыкновенными свойствами.

Прежде всего, они отличаются тем, что имеют идеально плоскопараллельные поверхности. Они настолько плоские, что, когда сложишь вместе несколько плиток, они притираются, сцепляются, склеиваются. Отделить их одну от другой очень трудно. Это делает плитки пригодными для измерения различных длин. Для этого достаточно сложить несколько плиток вместе.



Набор измерительных плиток.

Плитки делаются разной толщины. Но сделать плитку толщиной в микрон или даже в несколько микронов практически невозможно. Как же в таком случае производить измерения с точностью до микрона? Для этой цели имеются плитки толщиной в какое-то количество миллиметров с сотыми и тысячными долями.

Из плиток комплектуются наборы (блоки). В наборе плиток обычно 83, 98, 103 штуки размером от 0,3 до 1000 миллиметров с градациями от 0,001 миллиметра до 100 миллиметров. Таким образом, одна плитка отличается от другой на миллиметр, другая — на половину, третья — уже на сотую миллиметра. Подбор плиток начинают с меньших размеров, которые давали бы тысячные, сотые и десятые доли миллиметра. Например: размер

27,105 миллиметра составляется из плиток: 1,005 плюс 1,1 плюс 25.

На каждом предприятии, где производятся изделия, требующие высокой точности, имеются наборы мерительных плиток. Они выполняют такую же роль, какую в свое время играл Парижский метр в установлении единой мировой системы мер.

По заводским наборам сверяются цеховые. Заводские, в свою очередь, сверяются с такими же наборами, хранящимися в государственных учреждениях службы мер и весов; при этом соблюдается строгая система старшинства.

У государственного эталона имеется несколько двойников — эталонов-копий, затем следуют эталоны-свидетели и так далее.

А где же гарантия, что эти эталоны не потеряют точность? Проверяются ли плитки и каким образом?

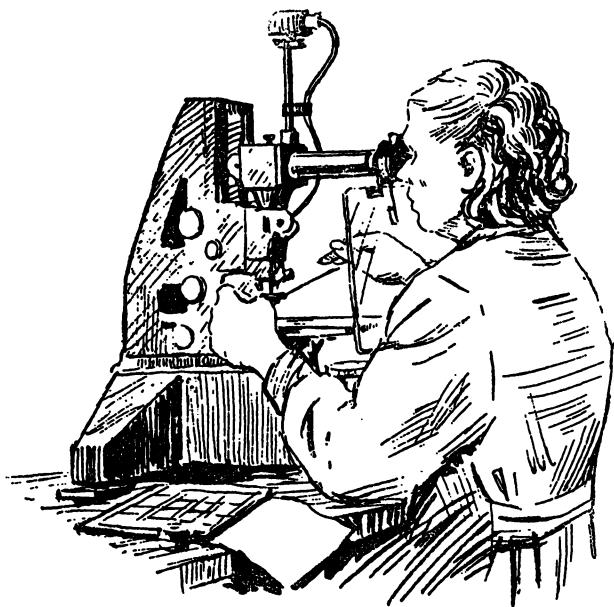
Плитки проверяются, причем они сравниваются с генеральным эталоном — красной волной кадмия. Это делается при помощи так называемых интерференционных измерительных приборов.

Интерференция — одно из интересных явлений, с которым встречаешься при изучении физики света. Накладывая одну световую волну на другую, можно добиться того, что в одних случаях волны одна другую усилят, а в других — ослабят или уничтожат. Все зависит от соотношения колебательных состояний (фаз), с которыми приходит в данную точку каждая волна. Всякий сдвиг светового луча дает о себе знать темными полосами на фоне отшлифованной пластины.

Установлена строгая система аттестации наборов мерительных плиток по классам и разрядам.

Соблюдение субординации, то есть служебного подчинения младших старшим, и обеспечивает сохранность единых мер во всем народном хозяйстве и необходимую точность производства.

Вообразим на минуту, какой хаос во все области нашей жизни внес бы разноречивость в системе мер: нарушится движение транспорта, расстроится и остановится производство на автомобильных, тракторных и других заводах, нарушится торговля, учет.



Интерферометр — прибор, на котором длина плиток проверяется по «красной линии кадмия».

Гарантией против этого является строгий государственный контроль за соблюдением единства мер длины.

Посмотрим, как осуществляется контроль за точностью на подшипниковом заводе. Для этой цели нам надо отправиться в ЦИЛ.

### **Штаб борьбы за точность**

ЦИЛ — это центральная измерительная лаборатория. ЦИЛ — это штаб борьбы за точность.

Из потайного хранилища выносят шкатулку. Это набор плиток подшипникового завода. Набор высокого разряда.

С показаниями главного заводского набора сравниваются наборы, находящиеся в употреблении в цехах и

в различных службах завода. По ним настраиваются все измерительные приборы, которыми вооружены контролеры, мастера, рабочие.

ЦИЛ — высший орган, законодатель точности. Инспекторам ЦИЛ предоставлены широкие права, вплоть до полной остановки работы участка, где установлено нарушение «кодекса точности».

Кодекс точности, как и всякий кодекс, — это собрание законов и правил, продиктованных высшими интересами общества, в данном же случае интересами производства. Цель — обеспечить народное хозяйство подшпигниками высокого класса.

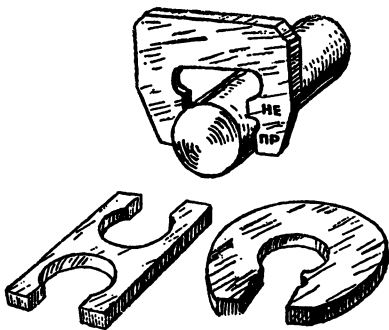
Но точность не самоцель, и, конечно, не на всех этапах производства требуется одинаковая точность. Скажем, при штамповке колец так называемые допуски, то есть отклонения от требуемого размера, могут быть более или менее значительными.

Поэтому для кузницы установлены большие, или, как принято говорить, грубые, допуски; они измеряются миллиметрами.

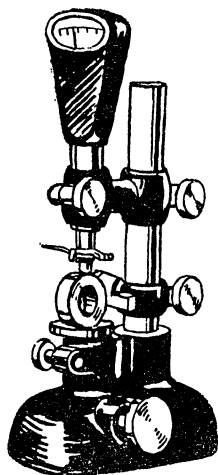
В токарной обработке требуется уже более высокая точность — она измеряется десятymi долями миллиметра. А при шлифовке на нерабочих поверхностях точность определяется сотыми долями миллиметра, на рабочих поверхностях — микронами. Так, в 25-миллиметровых кольцах допуск на отверстия установлен десять — двенадцать микронов.

Классу точности должен соответствовать мерительный инструмент. В кузнице можно обходиться простым шаблоном, калибром или штангенциркулем. Одними калибрами проверяют отверстия, другими — высоту.

На токарных работах калибры, или скобы, уже не могут обеспечить необходимую точность, здесь применяются индикаторы, или миниметры.



Шаблоны и скобы, с помощью которых проверяют точность разных изделий.



Миниметр.

Миниметры — это простые приборы, позволяющие, однако, улавливать довольно высокую точность. Передаточный механизм этих приборов основан на принципе неравноплечных механических рычагов (наподобие десятичных весов).

На токарных работах контроль статический — он производится после снятия изделия со станка; точность до одной сотой миллиметра.

На подшипниковом заводе миниметры можно увидеть всюду — на рабочих местах и на контрольных пунктах.

На шлифовальных станках установлены приборы более высокой точности — мерительные головки, дающие точность до тысячной миллиметра, то есть до микрона.

Тут уж нельзя полагаться на статический контроль: пришлось бы слишком часто останавливать станки. Вот почему на шлифовальных станках устанавливаются приборы активного контроля, которые действуют автоматически.

Центральная измерительная лаборатория имеет своих представителей во всех цехах, на всех участках. Это контрольно-проверочные пункты, которые следят за состоянием мерительных приборов. Вся эта служба ориентируется на набор плиток и, в конечном счете, на волну красной линии паров кадмия.

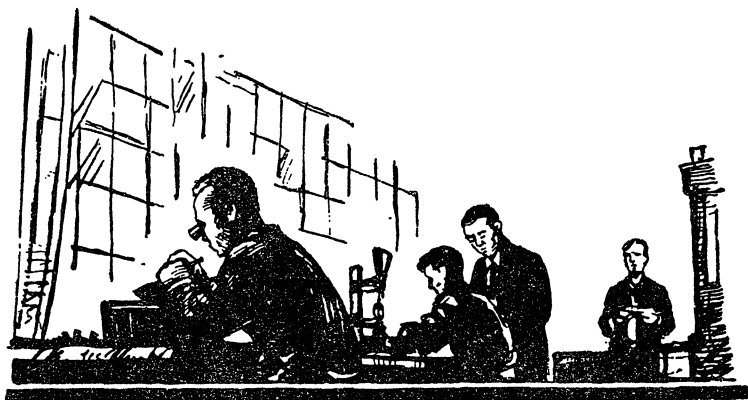
Но надежность подшипников зависит не только от соблюдения линейных размеров. Основные элементы подшипника — тела сферические. Стало быть, надо установить наблюдение и за геометрической формой. Если геометрия соблюдена, шарики легко и свободно катятся по желобу.

Но если какой-либо шарик окажется не совсем точным, бег его затруднится, он начнет болтаться. Нечто подобное можно наблюдать при игре в кегельбан. Хорошо выточенные шары плавно катятся по желобу. Если

шар в каком-то месте сточился, он болтается, а то и выскакивает за борт.

А в подшипниках шарики совершают свой бег непрерывно в течение долгого времени, и малейшее колебание может привести к очень серьезным и печальным последствиям. Избежать этого можно только строгим соблюдением геометрической формы шариков и дорожек колец. В этом деле, как мы видели, велика роль работников центральной измерительной лаборатории: недаром ее называют штабом борьбы за точность.





## *Глава шестая*

### **НАЧАЛО НАЧАЛ**

#### **Рождение формы**

Чтобы делать хорошие, высокоточные подшипники, надо научиться делать еще более точные калибры, шаблоны, скобы.

Кольцо получает первоначальную свою форму на ковочных машинах. Присмотримся к их работе. В машину закладывают металл настолько нагретый, что он становится пластичным. Пластичность, как мы знаем, одно из важнейших природных свойств железа. Этим свойством в данном случае пользуются, чтобы из мягкого железа формовать кольца.

Нагретый участок прутка помещают в закрепленную в нижней неподвижной части машины матрицу. Машина приводится в действие, на пруток надвигается вторая, уже подвижная, матрица. В момент, когда они сойдутся, вступает в действие пуансон, то есть стальной

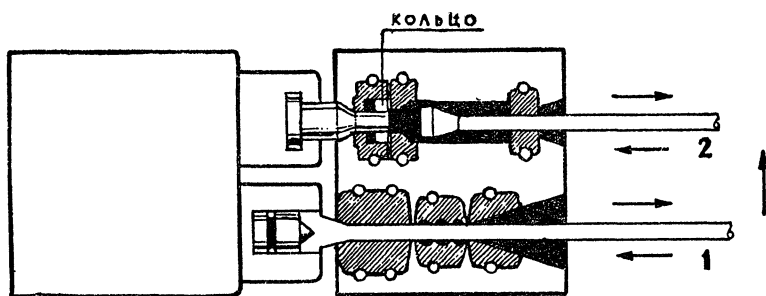


Схема работы ковочной машины:

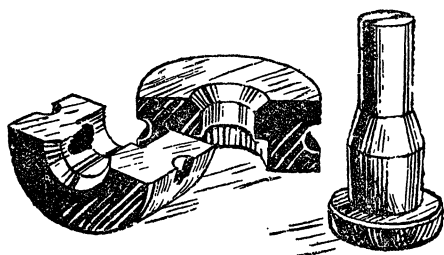
1) формовка; 2) прошивка.

стержень. Он входит в размягченный металл, металл раздается и заполняет весь объем. Какова форма матриц (сложенные две половинки матрицы составляют штамп), таким и будет кольцо.

Корень слова «матрица» — мать. Матрица — мать формы. Если матрицы неправильной геометрической формы, если две половинки матрицы неодинаковые, то кольцо получится неправильное. Ошибка, допущенная при изготовлении матрицы, во много раз умножится и станет особенно заметной на кольце.

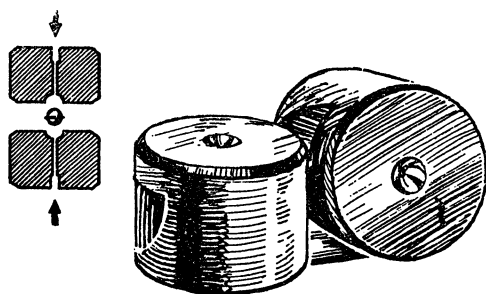
В цехе десятки ковочных машин, все их надо обеспечивать матрицами. Успех работы штамповщиков в значительной мере зависит от тех, кто делает штампы. А они делаются в инструментальном цехе.

В этом цехе делают и калибры, и шаблоны, и всякие иные модели.



Матрица для штамповки колец.

Выходит, что цех, который сам не делает ни колец, ни шариков или роликов, ни сепараторов, играет в производстве подшипников исключительно важную роль. Самые сложные и самые точные станки вовсе не в тех цехах, где обрабатываются те или иные части подшипников, а в инструментальном.



Матрица для штамповки шариков.

Но как ни хороши станки, а здесь, в инструментальном цехе, все зависит от человека. Нигде не требуется такое высокое мастерство, как в инструментальном деле.

Много инструментальщиков, или, как их часто называют, лекальщиков (от слова «лекало» — шаблон), ушли со старых мест, чтобы помочь освоить производство подшипников. Но все же лекальщиков высокой квалификации не хватало. А ведь ни в день, ни в месяц, ни даже за год этой профессии не научишься.

### **„Это вам не блоху подковать“**

Квалифицированный лекальщик должен хорошо знать тригонометрию, уметь читать сложные чертежи, делать технические расчеты. Кроме того, как иные утверждали, у лекальщика должен быть особый талант — высокая чувствительность рук. О руках лекальщика, чувствующего металл, рассказывалось много историй. И, уж конечно, самая замечательная из них история, рассказан-

ная писателем Н. С. Лесковым, — знаменитый «Сказ о тульском косом Левше и о стальной блохе». На подшипниковом заводе при изготовлении штампов и калибров требуется куда более высокая точность. Старые специалисты-лекальщики шутя говорили: «Это шаблон для подшипника, а не подковка для блохи».

Старых лекальщиков было очень мало. Честные, преданные социалистической Родине старые мастера взяли себе учеников. (Правда, были и другие — «короли», которые не захотели учить молодежь, чтобы набить себе цену.) Но нельзя было ждать, пока молодые рабочие станут высококвалифицированными мастерами лекального дела. Ожидать пришлось бы годы. Тогда решили создать комсомольскую бригаду лекальщиков. «Короли» посмеивались: «У них еще молоко на губах не обсохло, а берутся за такое дело». И в самом деле, за месяц бригада не смогла сделать ни одного годного шаблона.

Положение казалось безвыходным. Однако выход нашлся. Среди комсомольцев были люди, которые уже успели пройти настоящую техническую школу. В их числе был комсомолец Беленький. Посоветовавшись с опытными лекальщиками, он решил перестроить всю работу по-новому.

— Почему, собственно, один человек должен делать шаблон или штамп от начала до конца? — говорил он. — Необходимая точность достигается ведь на конечных операциях.

В молодежную бригаду Беленького наряду с высококвалифицированными лекальщиками вошли начинающие рабочие. Эта бригада взялась делать так называемые желобные шаблоны. Работа, требующая точности в пределах одного — двух микронов.

В бригаде было проведено строгое разделение труда. На первые, более грубые операции Беленький поставил менее квалифицированных рабочих, а на следующие — более квалифицированных. За последние, доводочные операции взялись он сам и один старый лекальщик.

Дело пошло. Бригада стала выпускать шаблоны и не по одному, а серийно.

Так удалось решить очень трудную проблему, от которой зависел успех всего дела.

Вскоре у колумольцев подшипникового завода нашелся еще один превосходный учитель — это был негр Роберт Робинсон. Он и сейчас работает на подшипниковом заводе, в инструментальном цехе, он инженер-конструктор по штампам.

Больше тридцати лет Роберт Робинсон работает инструментальщиком. Инженером он стал в Советском Союзе, в 1944 году он окончил вечерний машиностроительный институт в Москве. Ни у себя на родине, на острове Ямайке, ни в США, где он проживал до приезда в Советский Союз, Робинсон не смел и мечтать о высшем образовании.

### **Биография Роберта Робинсона**

Остров Ямайка. Вы, может быть, не совсем ясно представляете себе, где расположен этот остров?

Ямайка входит в состав Больших Антильских островов, отделяющих Атлантический океан от Карибского моря. Это Вест-Индия, восемнадцатый градус северной широты. Тропики, бананы, сахарный тростник, цитрусовые, кофе. Английская колония. Жизнь обыкновенного негра на Ямайке не райская жизнь. Хозяевами острова являются плантаторы, они выжимают из местного населения (а большинство его негры и мулаты) все соки.

Мать Робинсона родила семерых, но все, кроме Роберта и его брата, умерли нескольких месяцев от роду. Отец работал на сахарных плантациях. Его заработка не хватало на самое необходимое, он решил попробовать счастья на Кубе. Но и там пришлось тяжело работать и жить так же впроголодь, как и на Ямайке.

Когда Роберту исполнилось восемь лет, отец отправился в дальние страны искать заработка и не вернулся. За кормилицу осталась мать. У нее была обеспеченная работа: она обстирывала рабочих-«аристократов», которые работали не на плантациях, а на местном заводе: у них, кроме спецовок, были и праздничные сорочки.

Мать выбивалась из сил, чтобы дать Роберту и его брату возможность учиться. Когда Роберту исполнилось четырнадцать лет, мать упростила мастера, на которого

она стирала, взять ее Боба (так в детстве звали Роберта) в ученики. Мастер согласился.

Боб был смышленным пареньком. Он работал усердно. Сначала ему приходилось подметать полы и смазывать трансмиссии. Потом ему доверили нагревать металл в кузнице и, наконец, его поставили к станку.

Это уже было шагом к заветной цели — начать жить «дисен».

«Дисен» (decent) — значит чисто и культурно, а для этого требовалось стать квалифицированным человеком. За четыре года ученья Роберт стал инструментальщиком. Он получал самый высокий заработок рабочего — пять долларов в день. Старики звали его аристократом и миллионером. И Роберту в самом деле стал мерещиться «дисен».

Роберт Робинсон не любит вспоминать старое, и нам придется воспользоваться его давним рассказом о том, что с ним случилось в благословенной Америке и что его побудило отправиться в СССР. Рассказ этот был напечатан в вышедшей четверть века назад книге «Люди Сталинградского тракторного».

Да, Робинсон работал и на Сталинградском тракторном, но об этом после.

«Америка тянула меня, — рассказывал Робинсон. — Я слышал про американские заводы. Я видел небоскребы в кино и журналах. Я уже успел полюбить машины и станки. Я гордился тем, что мне нет еще двадцати лет, но я уже кончил низшую техническую школу и получил диплом инструментальщика. . . Моя мать осталась работать на сахарной плантации в Кубе. Я собрал денег на дорогу и поехал в Америку. Это было в 1924 году».

Иллюзии, которыми жил Роберт, рассеялись при первой же встрече с агентами по найму. Он стал жертвой «рэлкодинг ту верк». Так в Америке говорят, когда людей насильно или обманом втягивают в какую-нибудь неприятную историю. Агент, к которому Роберт обратился, чтобы получить работу, взял у него десять долларов и велел явиться в определенное место в рабочем костюме, с инструментом. В условленном месте Роберт встретил четырнадцать негров, их всех повели на вокзал. Посадили в поезд, везли два дня, высадили их в городе

Моносант, в штате Пенсильвания, и повели в рабочий поселок типа военного лагеря. Там всем дали кирки и лопаты и повели прокладывать насыпь для дороги.

Роберт вместе с еще одним негром удрал. Они сели в первый попавшийся поезд, который привез их в Питсбург — центр сталелитейной промышленности. Снова агент по найму. Роберт и его товарищ (тот был слесарем) попали на завод. Их поставили в кузницу, таскать из печей раскаленный металл. Выбора у них не было, деваться было некуда, все скудные запасы денег иссякли.

«А затем мне предложили катать по полу большие болванки металла. На этой работе почти все становились инвалидами. Болванки давили ноги или ушибали их. Я потребовал расчета. Его дали без волокиты. Но через двадцать минут в мой барак (бараки хорошо выглядели снаружи, но внутри были грязь, вонь и вши) пришла заводская полиция и выкинула меня на улицу».

После продолжительных странствий Роберт добрался до Детройта, центра автомобильной промышленности. Он надеялся получить работу у Форда. Тогда еще жив был старый Генри Форд; на весь мир он протрубил о рае, созданном им для рабочих.

В полночь Роберт стал в очередь перед заводскими воротами, чтобы утром не оказаться последним. Но у ворот стоял мастер, он пропускал только белых. Двенадцать раз Боб приходил в очередь и двенадцать раз уходил ни с чем.

«Я забыл, что я негр, и мне об этом напомнили... Я вспоминал свое детство. Мы все были черные на Ямайке, где протекали первые годы моей жизни. Я не знал тогда, что такое расы. Когда случайно белые проходили мимо нашего домика, мы смотрели им вслед и жалели их, что они такие бледные. Мы думали, что они, наверное, чем-нибудь больны. В Америке я стал приглядываться к лицам прохожих. Вот белый, вот мулат, вот китаец... Я все еще ходил по заводам в поисках лучшей работы. Я думал: хорошо, если бы агент не заметил, что я негр... Если бы можно было скрыть, что я черный... Я пускал в ход уловки...»

Уловки не помогали. Инструментальщику Роберту Робинсону пришлось заняться мытьем посуды.

Темный погреб, окутанный вонючим паром. Сода и порошок разъедают кожу. Грязная посуда, кости, объедки. Вот во что превратилась мечта о «дисене».

Однако Роберт все же попал к Форду. Это случилось в 1928 году. Завод переходил на новую модель, а в период таких перестроек особенно велик спрос на инструментальщиков. Новая машина — это ведь новые шаблоны, калибры, штампы.

Но работа инструментальщика для... белых. Только для белых. Черные должны выполнять черную работу.

Роберт подметал пол в инструментальной.

Мастером в цехе был немец. Робинсон ходил за ним следом, просил, чтобы его испробовали у станка. Наконец мастера удалось уломать.

— Я беру на себя большой риск, — сказал он. — Но я тебя попробую. Если ты заporешь вещь, прощайся с заводом.

Роберт выдержал пробу.

«Я был единственным негром среди семисот инструментальщиков... Я проработал у Форда два с половиной года и ни разу не сделал брака. Ни разу! Все это время я продолжал посещать вечерние курсы, углублял свои технические знания. Это было нелегко. Наверное, с тех пор у меня осталась привычка мало спать — иногда всего пять часов в сутки... За все время работы у Форда я был окружен молчанием. Я работал в цехе среди сотен людей, но со мной не говорили ни слова. С негром не разговаривают. Я был один негр на семьсот белых инструментальщиков... Я не мог отлучиться в уборную. Когда я отлучался из цеха, мои соседи по станку мазали маслом наждачные колеса (а иногда и чем-нибудь похуже). Один раз они даже соединили электропровод с машиной, и, когда я взялся за станок, в меня ударил разряд электрического тока».

Но нашелся белый, заговоривший с Робертом Робинсоном, как с равным. Это был не обыкновенный белый, это был «красный» белый. Это был человек из Советского Союза.

Советский инженер Меламед сделал Роберту Робинсону предложение поехать в СССР, работать на первом советском тракторном заводе.



Робинсон собирался вернуться на Ямайку. Ему хотелось только подкопить немного денег. Да жаль было расставаться с работой, ведь он достиг высшей квалификации инструментальщика; но он отказался от мысли вернуться на Ямайку и отправился в СССР. И первое, что поразило Роберта Робинсона, это было... Нет, пусть лучше он скажет об этом сам.

«Летом 1930 года, когда я плыл на пароходе по Волге к Сталинградскому тракторному заводу, русская девушка подошла ко мне и пригласила меня на танец».

Одновременно с Робинсоном в Советский Союз приехала целая группа специалистов из США. Среди них нашлись и такие, которые вознамерились перенести на советскую землю расовые предрассудки. Когда Робинсон приходил в столовую, устроенную для иностранных специалистов, они сначала только косились и, чтобы не обедать вместе с негром, пересаживались за другой столик. А затем два американца, Люис и Браун, решили, что косых взглядов недостаточно. Они набросились на Робинсона и стали его избивать. Люису и Брауну предложили быстро убраться из СССР.

Робинсон много сделал, чтобы наладить инструментальное хозяйство на Сталинградском тракторном. Он обучал молодежь, щедро делился своим опытом, решительно критиковал недостатки.

«Ведь где же, как не здесь — в инструментальном цехе, — говорил Роберт Робинсон, — решаются основные вопросы поточного производства: точность работы станков, а значит, и точность пригонки деталей и взаимозаменяемость частей... Инструментальное дело требует большой наблюдательности, концентрации всего внимания и мысли. Чем больше успехов в этой области делаешь, чем больше узнаешь инструментальное дело, тем больше уважения чувствуешь к его точности и ответственности. Между тем у русской молодежи еще не хватает этого уважения».

Задумайтесь и вы, юные читатели, над этим упреком.

«В инструментальном деле, — подчеркивает Робинсон, — нужно все время учиться, чтобы непрестанно повышать качество своей работы».

То, что Робинсон сказал об инструментальном производстве на тракторном заводе, еще в большей мере относится к подшипникам. Это дело требует еще более высокого класса точности. Робинсон с большой охотой принял приглашение переехать в Москву на подшипниковый завод. Здесь ему дали большой участок станков высокого класса точности.

### Хозяин микронов

Робинсон стал инструктором, он обучал комсомольцев искусству ловить, понимать, чувствовать микроны. Он сам был хозяином микронов.

Робинсон широко улыбается, обнажая свои сверкающе белые зубы, когда ему говорят, что инструментальное дело требует таланта.

— Это, может быть, и верно. Но таланты погибают, если они упорно над собой не работают. Для нашего «Шарика» (так он называл завод) взаимозаменяемость — главное условие успеха. Ошибка в один микрон, допущенная в инструментальном цехе, в других цехах вырастает в миллиметры. Один неверный инструмент пропускает тысячи бракованных деталей. Но, чтобы поймать этот микрон, недостаточно таланта. Каждая задача требует своего решения. И его можно найти только, если ты достаточно сведущ в математике и тригонометрии.

Робинсон на деле показал, что это именно так. Плоские калибры всюду шлифовались и доводились от руки. Самая мысль делать такие вещи на станках была нарушением всех основ лекального дела.

Роберт Робинсон сконструировал (и, конечно, сам сделал) особые приспособления, чтобы держать обрабатываемые детали в строго определенном положении. Несколько суток Робинсон безвыходно провел в цехе. Наступил момент, когда он мог продемонстрировать свою работу.

...Плита движется вправо и влево. Над ней вращается наждачный круг, он вертится так быстро и так хорошо центрирован, что глаз даже не воспринимает этого

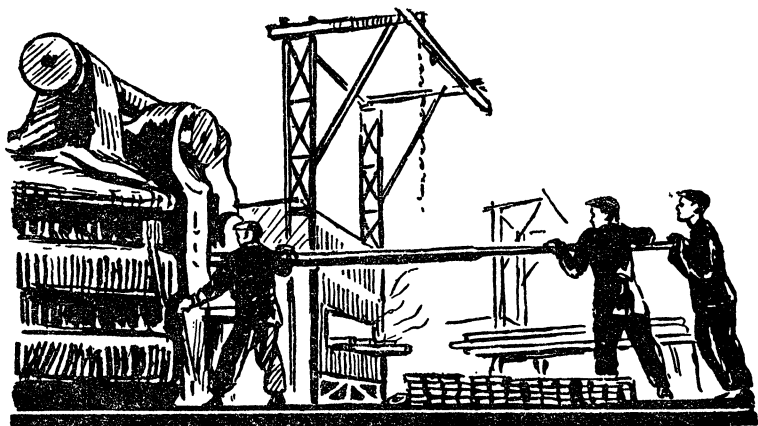
движения. Маленькую скобочку надо установить на плите таким образом, чтобы, когда плита подведет ее под круг, с нее снять ровно столько металла и именно под тем углом, как того требует чертеж. Для этой цели Робинсон построил целое сооружение из стальных кубиков и пластинок, которые могли подавать под круг скобку в требуемом положении.

Всякий, кто посмотрел бы на это сооружение, понял бы, что без тригонометрии здесь не обойтись. С ее помощью были изготовлены необходимые плашки и плитки, притертые друг к другу так, что они составили единое монолитное строение.

Плита отходит, и Робинсон плавно подводит деталь под круг. Мгновение. Ослепительная комета искр. И деталь доводится до требуемых размеров.

Микрон пойман.

...Начало всех начал подшипникового производства было в инструментальном цехе. Здесь с помощью комсомольцев, с помощью преданных старых мастеров-лекальщиков и таких друзей, как Робинсон, была одержана первая решающая победа, открывшая путь к многим победам в цехах, где непосредственно делались подшипники.



## *Глава седьмая*

### **ПУТЬ В ГОРУ**

#### **Станки и люди**

Цехи заполнены станками. Станки с иностранными названиями. О некоторых из них говорили, что это станки «с высшим образованием». Это значит, что станок сам умеет все делать, к нему надо только поднести и опустить в трубку (или каким-нибудь другим образом подать) кольцо, шарик или ролик. Все остальное станок сделает сам: он обточит кольцо или отшлифует его. Рабочий только кормит станок и нажимает кнопки.

А если станок не пойдет, вдруг остановится, тогда... Тогда станочник вызывает наладчика.

Наладчик — это человек, который знает устройство станков. Наладчики специализируются на определенной группе станков: один — на «Шоях», другой — на «Питлерах», третий — на «Черчиллях». Рабочий сам не вправе касаться внутренностей станка. Нет ничего проще: бери кольцо, установи его в зажимном патроне. Когда

станок его обточит, подай ему второе, третье... И еще одна обязанность у рабочего: держать свой станок в чистоте, смахивать стружку, вытирать масло, прибирать вокруг станка.

Несложные обязанности. Этому можно ведь научиться очень быстро, в несколько дней.

Да так и рассчитывали: массовое производство — значит, минимум квалифицированных рабочих!

Цех гудит, цех заполнен станками, но много станков не работает: простои, аварии, неполадки.

Наладчики не успевают обслуживать порученные им станки. Рабочим притрагиваться к механизмам станков запрещено, рабочие должны ждать наладчиков.

И они ожидали. Целые смены проходили в ожидании.

Короткое слово взволновало коллектив подшипниковцев: «Прорыв!»

Завод не выполнял плана.

Страна ждала подшипников. Сталинградский и Харьковский тракторные заводы работали на полную мощность. С конвейеров Московского и Горьковского заводов сходило все больше автомобилей. На заводе «Коммунар» в Запорожье и на Ростовском сельмаше налаживался выпуск комбайнов. Всем им нужны были подшипники.

А московский подшипниковый гигант, на который возлагали так много надежд, захлебывался в мелких и крупных неполадках. Он не справлялся с программой, не давал подшипников. За первый год сделали всего лишь 1100 тысяч подшипников вместо трех миллионов по плану. Прорыв!

И в период строительства случались прорывы; для их ликвидации устраивались штурмы.

Тогда все было ясно: бетономешалкам не хватало песка — люди брались за носилки. Запоздывало остекление крыш — становились стекольщиками.

А теперь как быть? Здесь высокая техника. Станки «с высшим образованием» — это не бетономешалка «Егерь».

Рабочие нового подшипникового завода — в большинстве молодежь — горели энтузиазмом. Но они были скованы. Они стояли у станков и не были хозяевами станков. Доступ к «машинерии» станков был им закрыт.

Это были «владения» наладчиков. Пришло разочарование, а вслед за ним расхлябанность. В цехах, у станков появилась грязь. Грязь на подшипниковом заводе!

Комсомол взял нерях под обстрел. Появились «молнии»:

«Я — автомат «Пиллер», куплен на золото. Я поручен заботам станочника... Я утопаю в грязи. Спасите меня».

«Меня перегрели, и из строя вышел подшипник ведущего вала. Теперь я не могу больше ковать кольца для больших подшипников», — жаловался большой «Аякс».

Но с грязью можно было бороться; для этого достаточно было подтянуть людей, объяснить им, какое зло она на заводе такой высокой точности.

А как быть дальше, как получить доступ в «машинерию» и не простаивать? А надо ли рабочим-операционникам открыть туда доступ? В этом ли заключались причины прорыва?

### Синьор Габато и комсомолка Оля

На заводе еще оставались консультанты итальянской фирмы «РИВ». Консультативную группу возглавлял синьор Габато — высокий итальянец с трубкой в зубах.

Габато — профессор Туринского политехникума. Он считался крупнейшим специалистом по производству подшипников.

Разговор происходил в кабинете Габато. Ему был задан вопрос: почему завод в прорыве? Синьор Габато недолго думал. Он взял два листа белой бумаги и стал быстро набрасывать какие-то рисунки. На одном листе был изображен мечущийся в постели тяжелобольной, рядом с ним стоял врач, он наливал в ложку лекарство; нетрудно было догадаться, что этим исцелителем был он — синьор Габато (портретное сходство). Другой рисунок: обезумевший больной выбил из рук врача микстуру, отстранил врача и пытается прыгнуть в окно.

— Вот, — сказал синьор Габато, — ваши люди ведут себя, как этот безумец; они не хотят принимать лекарство и сгоряча готовы выброситься из окна.

Затем Габато быстро поднялся с места, выбежал на середину комнаты, лицо его стало как будто каменным. Он стал проделывать какие-то гимнастические упражнения: наклонялся, приседал и быстро поднимался, делал шаги то в одну, то в другую сторону. Его глаза все время как бы следовали за каким-то предметом. Это был не человек, а... автомат. Каждое движение, каждый выброс руки или ноги были исключительно точно рассчитаны.

Сначала трудно было понять, что это представление означает, но скоро все стало ясным: синьор Габато демонстрировал приемы работы у ковочной машины, он показывал, как надо закладывать прутки, как нажимать педали.

Неожиданная трансформация: подтянутый, целеустремленный, автоматически действующий человек-механизм превратился в свою полную противоположность.

Другой человек закладывал, вынимал, подносил к машине прутки, нажимал педали. Это был живой Швейк. Его блуждающий взгляд показывал, что ему нет никакого дела до результатов своего труда.

Закончив представление, Габато произнес приговор: — Есть один выход — пригласить таких рабочих, какие нужны для *такого* производства. А советские рабочие... Может быть, со временем они изменятся... Может быть, но не так скоро. Им не хватает культуры.

Габато предложил пройти по цехам и убедиться, что советские рабочие систематически нарушают установленные приемы работы.

Такие случаи действительно имели место. В кузнице рабочий пытался заложить в машину недостаточно нагретый прутки.

Подобного рода более или менее крупные нарушения встречались и в других цехах. В шлифовальном цехе работница забрасывала в станок ролики. Она пригоршнями брала ролики из стоявшего на полу ящика и по одному опускала их в трубку — «горло» станка. В этом и состояла ее работа. Вдруг станок как бы поперхнулся и остановился. Явился наладчик, он покопался в станке и

вынул оттуда ролик. Габато буквально уцепился за этот случай.

— Ролики надо забрасывать этой стороной конуса вперед, — доказывал он, — но работница невнимательна и недисциплинирована. Она опускает ролики, как попало. От нее требуется совсем немного — быть внимательной и бросать ролики, как надо. Но она о чем-то мечтает... С такими ничего поделать нельзя.

А когда шлифовщицу (она была комсомолкой, звали ее Оля) стали укорять в том, что она чуть не вывела из строя станок, она сказала:

— Через мои руки за смену проходят тысячи роликов. Я должна их определенным образом забрасывать в станок, и я это хорошо знаю. Но я ведь только человек. К концу смены ролики начинают плясать у меня в глазах. Я их больше не вижу. Я перестаю себя контролировать.

И, уже в слезах, она сказала:

— Неужто это и есть передовая техника, о которой нам говорили? Лучше уж подвозить песок к бетономешалке...

### **У конвейера... Чарли Чаплин**

Не одна шлифовщица Оля усомнилась в совершенстве передовой иностранной техники. Собственно, не сама техника озадачила рабочих, а то, что слишком незначительной оказалась роль человека в производстве. Когда станочнику запрещается касаться механизма станков, когда он вынужден изо дня в день выполнять одну и ту же работу, повторять одни и те же движения, он перестает думать.

Люди, создавшие эту систему организации труда, заботились не о рабочих, а о том, чтобы увеличить прибыли предпринимателей.

Капиталистам выгодно было иметь рабочих, которых в любой момент можно заменить другими, и поэтому они заставили своих конструкторов сделать такие станки, которые не нуждались бы в квалифицированной рабочей силе.



Хитро придумано: лишить рабочих квалификации. А рабочий без квалификации — это что? Ничто! Когда у завода стоят толпы безработных, такому рабочему всегда можно указать на ворота. Производству нужны ведь не умение, не сноровка, не ум рабочего, а только мускулы, чтобы он тысячи, десятки тысяч раз подряд выполнял одни и те же операции! Одни и те же!

В капиталистических странах было немало людей, которые объявили такое положение идеальным. «Зачем рабочему мозги? — говорили они. — Рабочие не должны думать. Рабочий — это исполнитель и ничего более. Однообразие работы — благо. Можно будет применить труд неполноценных людей».

При найме на работу рабочих подвергали осмотру, как лошадей. Оценивали их бицепсы, кулаки, глаза... Каждый показатель соответственно оценивался: хорошие бицепсы — двадцать пунктов, зоркий глаз — пятнадцать пунктов, сильный кулак — восемь пунктов, крепкие ноги — десять пунктов. Только мозг никак не оценивался.

Зачем рабочему мозг? Он нужен только привилегированным — наладчикам, мастерам, инженерам...

О том, к чему привела эта система организации труда, показал в своем фильме «Новые времена» гениальный режиссер и актер Чарли Чаплин.

Герой чаплинского фильма работал на автомобильном заводе. На сборочном конвейере он завинчивал какую-то гайку. В этом состояла вся его работа. Он дошел до того состояния, что всюду ему мерещились гайки... Он сошел с ума.

Картина «Новые времена» шла на советских экранах. Вот за таких рабочих ратовал Габато. Но такими не хотели стать ни шлифовщица Оля, ни станочница Женя Каганова, ни один из советских рабочих.

СССР не капиталистическая Америка, или Англия, или Германия... Советское государство горячо заботится о том, чтобы рабочие были высокоразвитыми, культурными, чтобы они хорошо знали станки, на которых им приходится работать, чтобы они умели и налаживать их и улучшать их конструкцию. Нет, путь, за который ратовал профессор Габато, не советский путь!

## Учиться!

На подшипниковом заводе (так же, как и на других заводах массово-поточного производства) развернулось движение за овладение передовой техникой. Рабочий должен знать станки.

Были созданы курсы, кружки техминимума, школы... Они охватили тысячи рабочих.

Комсомолка Женя Каганова работала в автоматнотокарном цехе. Она пришла в цех такая же «сырая», как и все ее товарищи. После короткого инструктажа ее поставили к станкам «Питлер», ей поручили обслуживать два станка. Пока на одном станке кольцо обтачивается, надо поставить кольцо на другой. Работа несложная, и времени оставалось еще много. В случае малейшей заминки надо вызвать наладчика, сама она не вправе ничего предпринять, такова инструкция!

Женя училась в кружке, которым руководил инженер Пальмов. Он учил вычерчивать эскизы отдельных деталей и узлов. Затем в техническом кабинете или непосредственно у рабочих мест ученики Пальмова изучали «машинерию», то есть взаимодействие отдельных узлов, с тем чтобы лучше регулировать работу и обходиться без наладчиков.

Обходиться без наладчиков! Это было нарушением всей системы новейшей организации производства.

Знание станка помогало гораздо лучше использовать время. Вместо двух станков Женя стала обслуживать шесть станков.

Она выработала маршрут обхода станков. Пока один станок находится в действии, вовсе незачем стоять возле него. Это потерянное время. Она ставила самое большое кольцо, на обработку которого требуется больше всего времени. Поставила. Убедилась в том, что все идет как надо, можно отойти. Установка колец на следующих станках в общей сложности занимала меньше времени, чем продолжалась обработка первого.

Женя научилась налаживать станки. Она построила маршрут и график. Почин был поддержан другими комсомольцами, Женю занесли на Доску почета Десятого съезда комсомола. А через несколько дней Женя читала

лекцию. Она называлась: «Как я экономлю время». И тут она открыла людям глаза на вещи, которые раньше проходили мимо их внимания.

— Наша страна не за тем платила золотом за станки, чтобы они красовались в цехе, — говорила она. — Мы должны добиться того, чтобы станки максимум времени резали металл. Мы должны до минимума сократить время, затрачиваемое на установку, измерения и другие потери. Вы скажете — это секунды. Но в конечном счете оказывается, что станок работал не смену, а чуть больше половины.

Развернулось соревнование за увеличение машинного, то есть полезного, времени работы станков.

Социалистическое соревнование! Этого, конечно, не было в планах Габато. Он никак не мог понять, что это такое. Так он и уехал из СССР, не поняв советских рабочих.

Несмотря на неопытность и затруднения, неизбежные во всяком новом деле, завод за первые три года выпустил почти двадцать миллионов подшипников.

До проектных двадцати четырех миллионов в год было еще далеко. И все же утверждения, что советским людям не овладеть производством подшипников, были опровергнуты.

Овладели!

За двадцать миллионов подшипников, сделанных за первые три года, пришлось бы уплатить минимум сорок миллионов рублей золотом, а весь завод обошелся в сто миллионов, за импортное оборудование заплатили двадцать пять миллионов.

Валютные затраты на завод окупились меньше чем в три года.

### События в кузнице

Завод мог бы выдавать и больше подшипников. Учеба дала хорошие результаты. Люди уже не были столь беспомощны, как вначале. И если случались простои, то они происходили главным образом потому, что кузница не давала колец.

А что происходило в кузнице? В работе была едва половина ковочных машин, остальные простаивали.

Руководители цеха жаловались на ковочные машины. Они будто бы оказались недостаточно выносливыми и поэтому часто ломались, с этим ничего, мол, поделать нельзя.

Молодой инженер Яков Юсим решил добраться до корней дела. Сменив пиджак на спецовку, он стал к ковочной машине.

Проработав некоторое время штамповщиком, Юсим пришел к убеждению, что капризы этих машин не перво-причина плохой работы, а следствие. Все дело в том, что к работе плохо готовятся, из-за этого и происходят задержки и простои. Вывод, к которому пришел молодой инженер, очень поучительный. В нем как будто не было ничего нового. Юсим лишь подтвердил известную истину, что успех любого дела зависит от тщательной подготовки, иначе получается хаос, неразбериха, бестолковщина.

С таким положением часто сталкиваешься. У организованных людей на все хватает времени — и на работу, и на учебу, и на прогулки, и на чтение книг, и на посещение театров, кино, лекций. Неорганизованным людям всегда некогда, они ничего не успевают.

Так и на производстве. Конечно, хорошо организовать дело не так просто, как правильно распределить свое личное время. Любое производство многими нитями связано с другими, оно зависит от своевременного поступления материалов, инструмента и так далее. Но нередко случается, что организацией производства не занимаются, а полагаются на «авось да небось» или, как иные говорят, на «кривую, которая всегда вывезет». Эта привычка многих людей досталась нам от старых времен. Вспомним, как в «Мертвых душах» Гоголя два мужика обсуждают, доедет экипаж Чичикова до Москвы или не доедет.

«Вишь ты, — сказал один другому: — вон какое колесо! Что ты думаешь, доедет то колесо, если бы случилось, в Москву или не доедет?» — «Доедет, — отвечал другой». «А в Казань-то, я думаю, не доедет?» — «В Казань не доедет», — отвечал другой.

«Доедет или не доедет?» Производство, да еще такое высокоточное, не может успешно развиваться на таких предположениях.

Молодой инженер Юсим понимал, насколько порочна эта ставка на «авось», на умение вывернуться, выйти из любого положения. Он видел, что чаще всего «выходят из положения» не очень-то удачно.

Юсима назначили начальником смены одного из пролетов кузницы, и он взялся перестроить всю систему работы в своем пролете. Идея перестройки, которую он задумал, свелась к двум словам: *кузнец кует*.

Но это ведь само собой разумеется — кузнец кует, токарь точит, маляр красит. Казалось бы, чтобы сделать такое открытие, вовсе не надо быть инженером и незачем было инженеру становиться на рабочее место.

Нет, только человек, умеющий глубоко разбираться в производственных делах, мог так ясно и коротко сформулировать задачу. Кузнецы не столько времени ковали, сколько заняты были поисками инструмента, очисткой прутков от окалины, подноской прутков и т. д. Это не только отнимало массу времени, но нарушало ритм работы кузнецов. Полезное время работы кузнечных машин было очень низким, колец выходило очень мало.

А когда дело было организовано по-другому и кузнецы получили возможность с гудком стать к машине и до последней минуты смены ковать и только ковать, производительность, конечно, резко выросла.

Результат быстро сказался.

11 сентября 1935 года смена Юсима отковала небывалое количество колец — сорок тысяч.

Цифра сорок тысяч была вызовом всем, кто еще рассчитывал, что можно полагаться на «авось да небось». Вот о чем говорил успех инженера-новатора Якова Юсима.

Его почин горячо поддержал народный комиссар тяжелой промышленности Серго Орджоникидзе.

Известие о рекордном выпуске колец одним из пролетов кузницы Первого подшипникового завода застало Орджоникидзе в Кисловодске, где он в то время лечился. Узнав из газет о достижении Юсима, нарком из Кисловодска прислал телеграмму коллективу завода. В ней было

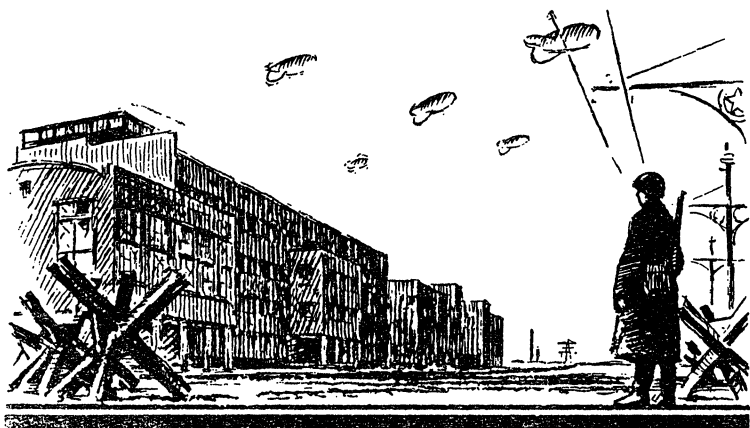
и горячее поздравление победителям и требование к руководителям завода: создать такие условия, чтобы завод изо дня в день работал с такой же производительностью, перестроить все звенья завода и повысить выпуск подшипников.

Достигнутый уровень производства подшипников уже не мог удовлетворить страну. Заводу предстояло взять новый разбег.

Снова началось наступление. Менее чем через полгода после рекорда, поставленного сменой Юсима, завод достиг проектной мощности — он выпускал два миллиона подшипников в месяц. Но только тогда выяснилось, что это вовсе не «потолок». Коллектив поставил другую задачу, более трудную: довести суточный выпуск до ста тысяч подшипников.

В июле 1936 года завод выдал три миллиона подшипников. Проектная мощность была превзойдена в полтора раза.

Так на одном советском подшипниковом заводе начали делать больше подшипников, чем их выпускали все заводы Европы, вместе взятые.



## *Глава восьмая*

### **ИСПЫТАНИЯ**

#### **Прощание**

Родным домом стал для тысяч людей подшипниковый завод. Они его строили. В его цехах они впервые познакомились с механизмами разных станков, с жизнью металла, с техникой «ловли» микронов. Здесь они стали квалифицированными людьми, специалистами своего дела.

А когда человек приобретает профессию, он чувствует себя увереннее и тверже ступает по земле.

На заводе они учились, росли, мужали. Каждый уголок, каждое деревцо и каждая скамейка в сквере напротив завода были им знакомы.

И с этими великолепными солнечными цехами, с чудесной лестницей, с шумными коридорами, с библиотекой, в которой столько интересных книг, со спортивным залом надо было расстаться.

Началась война, цехи затемнили, закамуфлировали. У станков стояли уже не по восемь часов, как раньше, а по одиннадцать.

Летние ночи 1941 года были душными, и в цехах порой нечем было дышать. Но люди работали, не жалея себя. Подшипники нужны были для фронта — для танков, самолетов... И в часы тревог все оставались на рабочих местах.

Бывало, вражеские бомбы падали совсем близко от завода. Люди работали.

Бывало, на крыши завода падали сотни «зажигалок». Люди поднимались наверх и бесстрашно обезвреживали их.

Бывало, то здесь, то там вспыхнет пламя пожара. Рабочие быстро тушили его и возвращались к станкам.

Пришла осень. Враг приблизился к Москве. Налеты вражеской авиации становились все чаще и нахальнее.

Заговорили об эвакуации завода. Сначала это казалось невероятным. Как можно эвакуировать завод? Не верилось, что это возможно и, главное, что это станет необходимым, неизбежным.

И все же это произошло. 16 октября 1941 года было объявлено о закрытии завода и его эвакуации.

Только тогда многим открылось, что завод — это не только здания. Завод — это техника и люди, умеющие обращаться с этой техникой. И каждому стало ясно, что завод — это он, это его сосед по станку, это его бригада.

В считанные часы грузились эшелоны, уходившие на Восток. Одни на Волгу — в Куйбышев и Саратов, другие — на Урал, в Свердловск, третьи — в Сибирь, в Томск.

Замерли, опустели великолепные цехи.

### **„Линдов городок“**

Большую часть оборудования направили в Куйбышев. Ящики со станками, с ценнейшим оборудованием пришлось сгружать прямо под откос в радиусе 30—40 километров от города. Ни на минуту нельзя было задерживать вагоны, они требовались для отправки на фронт



боеприпасов и снаряжения, для эвакуации из районов военных действий всего, что могло попасть в руки наступавшего врага.

Но не для того ведь вывезли из Москвы станки и машины, чтобы они валялись под откосами железнодорожных путей. Стране нужны были подшипники, и притом в еще больших количествах, чем в мирное время. Ведь вся быстроходная военная техника — танки, броневые машины, самоходные пушки, наконец, авиация — не может существовать без подшипников.

Не было времени для того, чтобы строить такие заводы-красавцы, какой был сооружен в Москве. Подшипники нужны были тотчас. Но не под открытым же небом их производить?! Под завод надо было приспособить имеющиеся здания. Однако все пригодные для производственных целей помещения были уже заняты ранее прибывшими в Куйбышев тоже весьма важными предприятиями. Уже стали раздаваться голоса, что станки придется снова погрузить в вагоны и везти дальше, в другой город. Но это значило бы потерять много времени.

И тогда кем-то были произнесены два слова: «Линдов городок».

«Линдовым городком» были когда-то названы расположенные далеко за окраиной города склады и конюшни расквартированного там кавалерийского полка. Возможно ли зимой, в холодных складах, узких и темных конюшнях организовать производство подшипников?..

Находчивость и смекалка подсказали путь к решению невероятно трудной задачи. Конюшни стояли рядами, на одинаковом расстоянии одна от другой. Родился план — сменить крыши, перебросить перекрытия между рядом стоящими конюшнями, и тогда они превратятся в длинные цехи. Распланировка была произведена тут же, на месте. Генплан набросали на листке клетчатой бумаги. Только для кузницы не нашлось подходящего помещения в «Линдовом городке», ее пришлось разместить в другом месте, в двадцати километрах от основных цехов.

Подшипниковцы вновь превратились в строителей. «Линдов городок» в несколько недель преобразился, на его месте возник завод.

Через два месяца он уже начал выпускать подшипники. Они отвечали самым высоким требованиям.

В тяжелое время родился Куйбышевский завод — ныне одно из крупных предприятий подшипниковой промышленности. Под Москвой шли суровые бои с немецкими фашистами. Тогда же на базе оборудования, вывезенного из Москвы, возникло еще несколько подшипниковых заводов — в Свердловске, Томске. Еще до войны началось строительство Саратовского завода.

## **Вторая жизнь московского „Шарика“**

В марте 1942 года небольшая горсточка работников завода вернулась в пустые, холодные московские цехи. Прошло десять лет со дня пуска завода, но подшипниковцам не пришлось отпраздновать свое десятилетие. Вступление в цехи было совсем неторжественным (не до празднеств и торжеств!), но зато уверенности было больше, чем в марте 1932 года.

За десять лет удалось накопить большой опыт, который позволял по-иному решить много технических проблем.

Вторая жизнь подшипникового завода и началась иначе и развивалась иначе, чем первая. Все, что казалось непостижимым в производстве подшипников, давно было раскрыто и постигнуто. Но это уже не могло удовлетворить, и потому возрождение завода не было простым повторением пройденного, а сопровождалось новым взлетом творческой мысли конструкторов и изобретателей, инженеров и новаторов.

Те самые рабочие, которым отказывали в праве заглядывать во внутренности станков, от которых требовали, чтобы они лишь автоматически повторяли одни и те же движения, эти рабочие взялись за улучшение методов производства подшипников, они внесли в это дело много нового.

А иные из тех, кто в 1932 году занял место у станков, успели стать инженерами. Среди них был Анатолий Александрович Громов. Бывший токарь инструментального цеха, он получил высшее образование, стал инженером;

его поставили во главе группы подшипниковцев, вернувшихся к своим родным пенатам.

Нет, напрасно сжимались у них сердца, когда они осенью 1941 года бросали последние взгляды на родные цехи. Страна не отдала столицу на растерзание гитлеровцам. Подшипниковый, так же как и другие заводы, которыми славилась столица, уцелел.

Высоким творческим подъемом был отмечен труд рабочих и инженеров, вновь заполнивших цехи. Почти все технологические процессы были критически осмыслены.

### Снова геометрия!

Подшипник — это сумма сферических тел: кольца, шарики, ролики.

Поковки колец, получавшиеся на ковочных машинах, оказывались мало похожими на кольца, они были очень далеки от геометрической формы, которую им следовало придать. Поковки выходили разностенными: одна половина поковки нередко оказывалась толще второй, посредине бугор — шов. Говорили, что это результат нарушения технологической дисциплины. На самом же деле это было не совсем так.

Формование кольца происходит, как мы уже знаем, в двух надвигающихся одна на другую полуматрицах. Малейшее смещение подвижной полуматрицы и приводило к разностенности, делало кольцо уродливым. С кузнечной заготовки приходилось стачивать весь лишний металл. А лишнего оказывалось больше половины. Тысячи тонн высококачественной стали превращались в стружку.

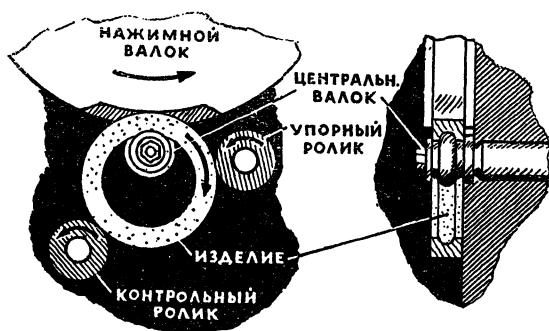
Было над чем задуматься!

Возникла идея: заготовки колец раскатывать. В основе этой идеи лежит все то же ценнейшее свойство стали — пластичность. Если заготовку достаточно нагреть, надеть ее на валик и начать быстро вращать и одновременно давить на нее другим вращающимся в противоположном направлении валиком, то мягкая заготовка начнет расширяться, металл равномерно распределится вокруг оси, исчезнут разностенность и следы швов.

Форма заготовки значительно приблизится к форме геометрически правильной окружности.

А не исказится ли форма? Не превратится ли заготовка в нечто вроде кренделя?

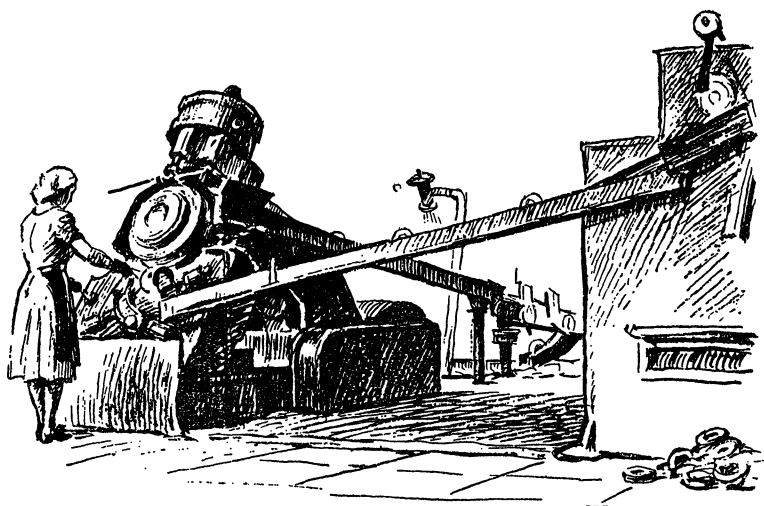
Эту опасность можно предупредить, если в сфере вращения установить ограничители.



Раскаточная машина (схема).

Знала ли техника что-нибудь подобное? Да, знала. Таким методом производят бандажи для железнодорожных вагонов. Но бандажи делают из обыкновенной стали, а подшипниковые кольца делаются из легированной, хромистой стали. Она ведет себя иначе, чем обычная сталь. Взявшиеся за создание раскаточной машины изобретатели этого не учли и терпели одну неудачу за другой. Несколько лет продолжались поиски, эксперименты. И наконец машина была сделана.

Откованное кольцо снова нагревают и надевают на валик. Над ним — другой валик. Он быстро вращается и нажимает на кольцо. За счет силы трения начинает вращаться и валик, на который надето кольцо. Стенки кольца подвергаются сильному давлению, и оно начинает растягиваться, все время увеличиваясь в диаметре. А чтобы оно не потеряло формы, на машине имеются еще два ролика — упорный и контрольный. Когда кольцо достигнет заданного размера, оно коснется контрольного ролика. Таким образом, кольцо оказывается в состоянии



Раскаточная машина (общий вид).

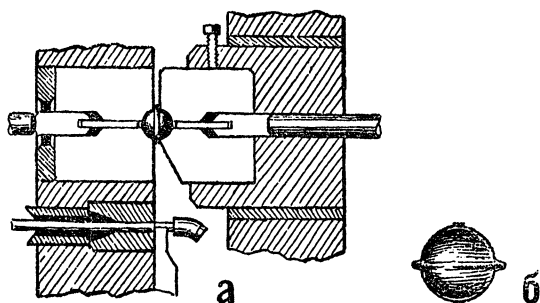
касания к трем окружностям (см. рис. на стр. 111). Это и обеспечивает абсолютную правильность геометрической формы. Припуск на таком кольце минимальный.

Это только одно из решений «проблемы кольца». Одновременно появились и другие решения: вместо разъемной матрицы — закрытый штамп, литые кольца, холодная штамповка колец, горячая калибровка.

И методы изготовления шариков не могли считаться вполне удовлетворительными. Слишком продолжителен цикл производства шариков и всё из-за того, что первоначальная форма их, получаемая путем штамповки, весьма далека от геометрического шара. По диаметру шара получается выступ, который называют «сатурновым кольцом». Сколько хлопот доставляет «сатурново кольцо»!

Холодная штамповка приводила к огромному перерасходу металла, при этом естественное строение металла нарушалось и шар терял в прочности.

Разрешить проблему шара помогли соседи подшипникового завода — работники Научно-исследователь-

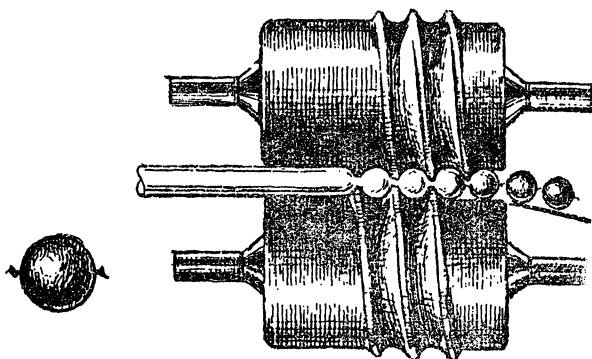


Производство шариков методом штамповки:  
а) схема штамповки; б) шарик с «сатурновым кольцом».

ского института технологии машиностроения. В этом институте имеется конструкторское бюро, где создаются разные прокатные станы.

Известно, что прокатка металла, то есть придание металлу необходимой формы за счет использования пластических свойств металла, — это самый удобный, легкий, выгодный способ.

Однако методом прокатки до недавнего времени удавалось получать лишь металл простейшей формы: лист, балку, рельс. Давнишняя мечта прокатчиков —



Производство шариков методом прокатки (схема).

получить пластическим методом металл более сложной формы: оси, шары. Над этой задачей давно работает видный советский конструктор член-корреспондент Академии наук СССР А. И. Целиков.

При обычной прокатке нагретый металл пропускают через систему калибров, и он постепенно приобретает требуемую форму. А. И. Целиков предложил другой способ, который он назвал поперечновинтовым.

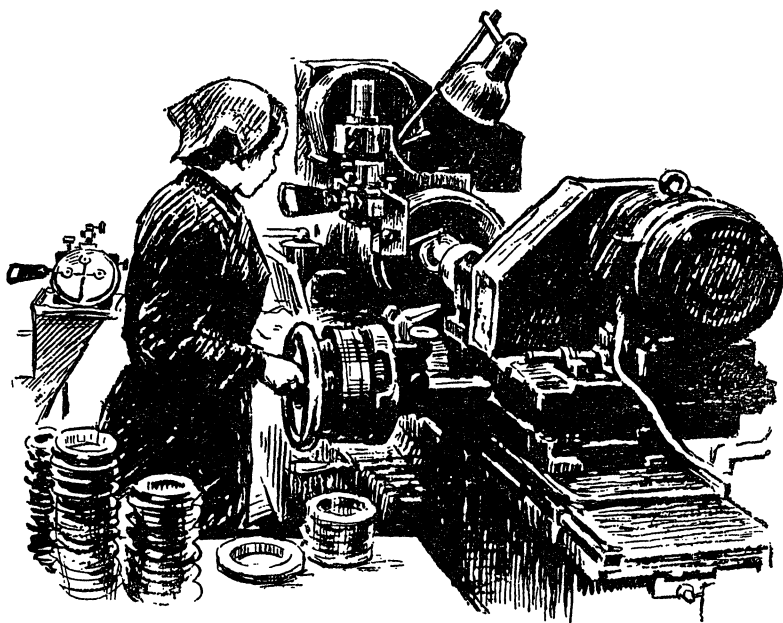
Название это вполне оправдано. Прокатка происходит следующим образом: стальной пруток поступает в приемный желоб стана и вталкивается во вращающиеся валки. Валки напоминают винты с разной нарезкой. Пруток как бы ввинчивается между валками и, двигаясь по ручьям, постепенно округляется. Как только валки закончат формирование заготовки в шар заданных размеров, он выбрасывается из агрегата. Весь процесс образования шара проходит очень быстро — за один оборот валков. Стан не имеет холостого хода. За одну минуту он делает до ста двадцати шаров. Винтовые калибры (или точнее — ручьи) придают заготовке настолько правильную форму и точные размеры, что на дальнейшую обработку можно оставить минимальный припуск, экономия металла достигает 20—25 процентов.

Этот способ оказался в три — пять раз более производительным, чем штамповка.

### **Новые горизонты**

В кузнице стало светлее и чище. Нефтяные нагревательные печи заменили газовыми. В годы войны был построен мощный газопровод Саратов — Москва. Газ внес значительные перемены не только в быт москвичей, но и в производство.

...Сорок часов продолжался отжиг на старых печах. За это время металл окислялся, и поверхность кольца портилась. Вместо старых шахтных печей появились советские конвейерные печи. Цикл отжига сократился вдвое. Повысилось качество. Окисление металла значительно снизилось. Из печи стали выходить кольца устой-



Внутришлифовальный станок с прибором Часовникова.

чивой твердости и однородной структуры. И энергии сэкономлено порядочно.

...Цех мелких серий — это цех, где производятся огромные подшипники для прокатных станов и других крупных машин. Кольца некоторых таких подшипников диаметром в полтора — два метра. Их делали способом так называемой свободнойковки. Так работали еще при Петре и даже раньше. Кольца, конечно, были очень далеки от геометрически правильной формы. Могучие токарные станки сдирали с них лишний металл, а лишнего было столько, что его хватило бы еще на два кольца.

Раньше этот участок был самым узким местом завода. Обточка каждого кольца требовала высокого искусства токарей. Уборщицы едва справлялись с вывозкой стружки.



В цех поступили раскатанные кольца, и токари облегченно вздохнули. Они перешли на высокие скорости резания.

...Шлифовальный цех. Огромный парк станков. Рабочие непрерывно загружают их кольцами, роликами. Вот участок бесцентровых станков. Кольцо проходит шлифовку не один, а несколько раз. По одной стороне станка рабочий, загружающий кольцо, по другой — рабочий-приемщик. Третий в тележке везет кольца с одной стороны станка на другую.

Сколько напрасного труда!

Небольшое приспособление — и кольцо, прошедшее шлифовку, падает не в ящик, а на конвейер. По нему оно продельывает путь вокруг станка и возвращается в исходное положение.

Внутренняя шлифовка. Это тончайшая ювелирная работа. Работница стоит у станка и все время в тревоге: не срезала ли она лишнее, не испортила ли деталь? А это случалось часто — ведь сотую долю миллиметра глазом не увидишь; пятнадцать — двадцать процентов колец шло в брак.

Работницам помог заводской изобретатель Георгий Часовников. На подшипниковом заводе он начал работать с первых дней его пуска. Сначала был учеником слесаря, потом стал специалистом по измерительным приборам.

Часовников присматривался, как идет шлифовка колец. Он увидел: не успеет работница закрепить кольцо и пустить станок, как его надо остановить. Она снимает кольцо, несет к прибору, чтобы проверить, не готово ли оно. Но нет, работница поспешила. Кольцо снова закрепляется, шлифуется. Иногда это повторялось четыре — пять раз. И все же под конец случалось, что кольцо «выходило из размера». Пропадал труд десятков людей, которые делали это кольцо: кузнецов, термистов, токарей.

Часовников сделал прибор, который автоматически выключает станок, как только кольцо доведено до необходимого размера.

Отличный прибор! Работницы не могли нарадоваться — так облегчилась их работа.

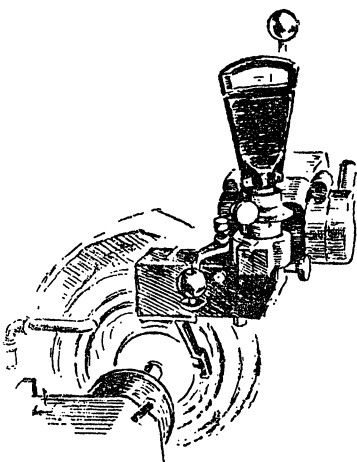
Стрелка дрогнула — и кольцо готово. А раньше у шлифовщиц сердце дрожало: как тут угадаешь, готово кольцо или нет.

...Вторая жизнь подшипникового завода началась под знаком высокого подъема творческой активности всех участников производственного процесса.

В странах, где хозяиничают капиталисты, всячески стремятся уменьшить влияние рабочих на ход производства — чем меньше оно зависит от индивидуальных качеств рабочего, тем больше можно из рабочего выжать соков. Да и рабочие вовсе не заинтересованы в применении новых, более совершенных методов производства. Горький опыт показал, что любые усовершенствования капиталисты используют не для облегчения труда рабочего, а для усиления его эксплуатации. Если технологический процесс оказывается более производительным, то это означает, что вырастет безработица. Если новый процесс освобождает, скажем, одну руку рабочего, то, будьте спокойны, будут найдены средства, как дополнительно загрузить эту руку.

Иное дело в нашей социалистической стране. У нас движущей силой прогресса является забота о народном благосостоянии и в совершенствовании технологических процессов участвуют все — рабочие и мастера, инженеры и ученые.

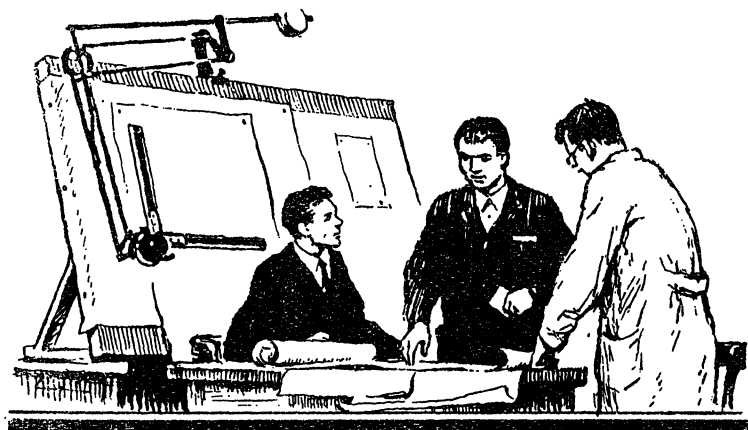
...Четверть века назад, когда Первый подшипниковый завод в нашей стране вступил в действие, все искренне восхищались его станками, планировкой цехов. Простой электрокар тогда был новинкой. На страницах газет печатались портреты электрокарщиц. Тогда будто



Прибор Часовникова.

бы и не замечали, что рабочим, занятым у автоматических или полуавтоматических станков, по многу раз в день приходится нагибаться, чтобы поднять тяжелые ящики с кольцами или шариками, и столько же раз ставить их на электрокары. Не замечали и многого другого.

Пришла зрелость. И в глаза все больше стали бросаться несовершенства технологического процесса, все активнее развернулись поиски новых, лучших методов. Перестали удовлетворять и средства связи между отдельными станками. Люди задумались над вопросами автоматизации.



## *Глава девятая*

### **СМЕЛЫЕ ШАГИ**

#### **Советский завод не злая мачеха**

Вспомните, что сказала шлифовщица Оля, когда синьор Габато уличил ее в том, что она неправильно, не той стороной опустила ролик в станок. «Я ведь только человек. К концу смены ролики начинают плясать у меня в глазах. Я их больше не вижу. Я перестаяю себя контролировать... Неужто это и есть передовая техника?! Лучше уж подвозить песок к бетономешалкам...»

То же самое могли бы сказать и многие другие рабочие и работницы подшипникового завода: разве менее утомительна работа браковщиц шариков?

В различных сказках злые мачехи заставляют своих падчериц разбирать смесь овса и пшена, перебирать пушинки, и т. п. Какая же злая мачеха придумала такую работу: «кормить» станки, глазной осмотр шариков и

многие подобные операции, уживавшиеся рядом с действительно передовой техникой?

«...человек представляет собою крайне несовершенное средство для производства однообразного и непрерывного движения».

Слова эти принадлежат основоположнику научного коммунизма Карлу Марксу. Шлифовщица Оля никогда не брала в руки толстые тома «Капитала» Маркса, она и не подозревала, что почти в точности повторила если не слова, то мысль Маркса.

И в самом деле. Что может быть ужаснее однообразия труда, лишенного какого-либо творческого начала?!

Бесконечен поток шариков, роликов, колец, которые надо определенным образом забрасывать в станки или же, легко поворачивая, осмотреть. За какие же такие «грехи» обрекли многих рабочих и работниц нового завода на эту работу? Разве нельзя было придумать ничего лучшего?

С первого дня пуска подшипникового завода начались поиски лучших путей. Женя Каганова нашла выход, она перешла на многостаночное обслуживание. Этим она не только повысила производительность своего труда — он наполнился смыслом. Женя не только ставила кольца, она регулировала скорости резания... Но не всюду так могли решить задачу. Да и путь, избранный Женей, вряд ли являлся наилучшим. А какой иной путь?

Издrevле люди мечтали о машинах, которые работали бы сами: о волшебных мельницах, прялках, о сохе, которая сама обрабатывает поле.

Какая же «волшебная сила» заставит ролики «прыгать» в станки? Какой маг сможет выхватить из потока шариков негодные или сумеет их рассортировать по размерам? Какой механизм сумеет заменить человеческую руку, непрерывно выполняющую одни и те же операции?!

То, что когда-то было только мечтой (еще древнегреческий философ Аристотель мечтал о том, чтобы «каждое орудие по приказанию или предвидению могло исполнить подобающую ему работу, подобно тому, как создания Дедала двигались сами собой или как треножники Гефеста по собственному побуждению приступали

к священной работе»), в наше время становилось реальностью.

Наука и техника вплотную подошли к созданию самодельствующих, думающих, видящих, считающих машин и «зрячих» приборов для измерения и сортировки деталей. Это стало возможным благодаря успехам физики, электроники и других наук.

Поисками средств механизации и автоматизации всех этих процессов занялись практические работники производства, прямые наследники тех русских механиков, которые еще два века назад изобрели самоходные повозки и самодельствующие машины.

Одним из первых этим благородным и важным делом занялся слесарь Иван Иночкин.

### **Первая в мире...**

Иночкин работал не в Москве на подшипниковом заводе, а в Сталинграде на тракторном заводе. И перед тракторостроителями и перед автомобилестроителями стал тот же вопрос, какой волновал подшипниковцев: каким механизмам поручить функции питания автоматических станков и другие однообразные работы? Нам придется поэтому на время покинуть цехи «Шарика» и отправиться на берег Волги, в Сталинград.

В настоящее время Иван Иночкин широко известный человек. Его имя можно найти чуть ли не в любом учебнике по автоматизации, он упоминается в технических и общих энциклопедических словарях. Иночкин признанный пионер автоматизации, он создал первую в мире линию автоматических станков. Об этом надо рассказать подробнее.

Иночкин работал на тракторострое грузчиком, когда из США стало прибывать оборудование для первенца советского тракторостроения. Иночкин аккуратно вскрывал ящики, помогал такелажникам водворять станки на предназначенные места. Молодой рабочий с любопытством присматривался к новым механизмам с замысловатыми названиями. Часто, уже после рабочего дня, он оставался в цехе, наблюдал за монтажом.

Заинтересовавшись машинами, которые он разгружал (это были гидравлические станки — тогда последнее слово техники), Иночкин добился того, чтобы его перевели в монтажный цех.

Завод пустили, и Иночкин остался работать в отделе главного механика, он стал слесарем участка гидравлических машин. Чтобы станки работали бесперебойно, надо было хорошо их изучить. Инструктор фирмы, поставившей это оборудование, сам часто не мог с ним совладать и неделями бился над неполадками. Машины простаивали. Пришлось вызвать из Америки другого инструктора, он оказался более сведущим.

Прошло немного времени, и Иночкин уже сам стал разбираться в новых станках. Они были довольно сложны для наладки, но обслуживание их было упрощено до крайности. Роль рабочего сводилась к установке и снятию деталей. Одним словом, это были такие механизмы, обслуживание которых не требует никакой квалификации. И над этим советский рабочий Иночкин глубоко задумался.

Ставить и снимать детали — раз и навсегда усвоенный цикл движений. Нельзя ли для этого приспособить механизм?

До поступления на Тракторострой Иночкин был на военной службе. Ему посчастливилось попасть в Сестрорецкие военные мастерские, известные своей высокой технической культурой. Там он ремонтировал пулеметы известной системы «Максим». И это было первым знакомством Иночкина с автоматическими механизмами. «Максим» заменял десять — пятнадцать стрелков, стрелявших из ружей.

На загрузке и выгрузке каждого гидравлического станка стоит рабочий. Каждый станок, рассуждал Иночкин, подобен винтовке старого образца: один заряд — одна деталь.

Если бы удалось создать «ленту», которая питала бы станки, наподобие того, как двигающаяся лента питает ствол пулемета. Однако мысль о «ленте» явилась и исчезла, это показалось нереальным.

Иночкин задумал сделать «механическую руку». Судя по первым эскизным наброскам, рука была похожа то на

хобот слона, то на «робота», изображения которого он мог увидеть в разных журналах.

Попытка механически воспроизвести цикл движений человеческой руки была вполне естественной. Иночкин шел тем же путем, каким шли многие создатели новых машин. Вспомним, что предшественник степенсоновского локомотива имел ноги, которые он попеременно поднимал, как лошадь.

Сделать «механическую руку» оказалось не простым делом. Изобретатель познал много горьких поражений, но не сдался. Первая «механическая рука» оказалась слишком сложной. И вторая была не намного проще.

Снова думы, наблюдения, догадки; и явилась новая, удивительно простая идея: использовать в качестве средства транспортировки деталей обыкновенную цепную передачу.

Иночкин обратил внимание на конфигурацию деталей (это были пальцы гусеницы) — они имели форму тел вращения. Раз так, то они могут сами переходить, точнее, перекачиваться со станка на станок.

Столь же простое, сколь и оригинальное, предложение Иночкина долго и придирчиво обсуждалось. В конечном счете оно получило полное одобрение. В сообщении, которое было послано в вышестоящие органы об изобретении Иночкина, бывший главный инженер Сталинградского тракторного завода А. Демьянович писал:

«Предложение т. Иночкина представляет из себя автоматизацию целой линии станков для обработки детали от первой операции до последней. Транспортировка деталей от станка к станку, загрузка и базировка, зажим и, наконец, разгрузка станка производятся автоматически при помощи гидравлических устройств. На обязанности рабочего только пуск (нажатием электрокнопки) и наблюдение за нормальной работой механизмов. Данный метод можно применить для обработки большого количества различных деталей трактора».

Предложение Иночкина было внесено в начале 1938 года. На его осуществление ушло еще более года. Первая автоматическая линия вошла в строй в 1940 году. Труд рабочих облегчился, производительность намного выросла, избавились от брака.



Так был сделан первый шаг, чтобы освободить рабочих от изнурительного, однообразного труда.

А теперь вернемся на московский «Шарик», войдем в цех, где работает шлифовщица Оля, подойдем к ее станку. Но что произошло? Станок работает, и соседний станок в действии, и третий за ним, но кто их теперь «кормит»?

Работниц возле станков нет. Лишь время от времени к первому из четырех стоящих в одном ряду станков подходит рабочий и высыпает в воронку ящик роликов. Вот и всё. А затем ролики сами переходят со станка на станок. Как это удалось сделать?

Познакомимся с еще одним беспокойным человеком — наладчиком Андреем Ивановичем Волковым: это он освободил шлифовщицу Олю и ее подруг от утомительного труда по «кормлению» станков, и достиг он этого при помощи обыкновенной... трубки.

### Трубка Волкова

Мы знаем, в чем состояла работа Оли, — она забрасывала в станок ролики, причем она должна была это делать определенным образом.

Познакомимся поподробнее с процессом изготовления роликов. Ролики небольших размеров (диаметром от 4 до 17 миллиметров) штампуются на прессах, а больших размеров (свыше 17 миллиметров) обтачиваются на четырехшпиндельных автоматах. После очистки и термической обработки они поступают на шлифование, оно производится в четыре приема. Например, первоначальный диаметр ролика К-28—14,62. После первого прохода сошлифовывается 0,31 миллиметра с расчетом, что при втором проходе сошлифовывается 0,15 миллиметра и при третьем — 0,12. При четвертом — 0,08. Окончательный размер — 13,96 миллиметра. Таким образом, каждый ролик последовательно по несколько раз пропускается через станки.

Каждый станок, шлифующий коническую поверхность, пропускает за смену свыше тридцати тысяч роликов. У каждого станка стояла работница. Ее обязан-

ность, как мы уже знаем, заключалась в том, чтобы непрерывно подавать ролики в станок. Она брала ролики из ящика и по одному опускала их в трубку, ведущую в станок. За смену она должна была спустить в трубку несколько десятков тысяч роликов.

Стоит работница и кормит станок. В пригоршне левой руки ролики, правой она по одному опускает их в трубку.

Тридцать — тридцать пять тысяч стальных роликов! Тридцать — тридцать пять тысяч раз за смену большой и указательный пальцы человеческой руки берут ролик и бросают его в трубку. К шлифовке работница непричастна.

Отшлифованные ролики автоматически выталкивались в кассету (ящик), стоящую с задней стороны станка. Когда кассета наполнялась, подсобный рабочий относил ее ко второму станку для дальнейшей шлифовки — второй проход.

И опять работница брала в пригоршню ролики и один за другим опускала их в трубку.

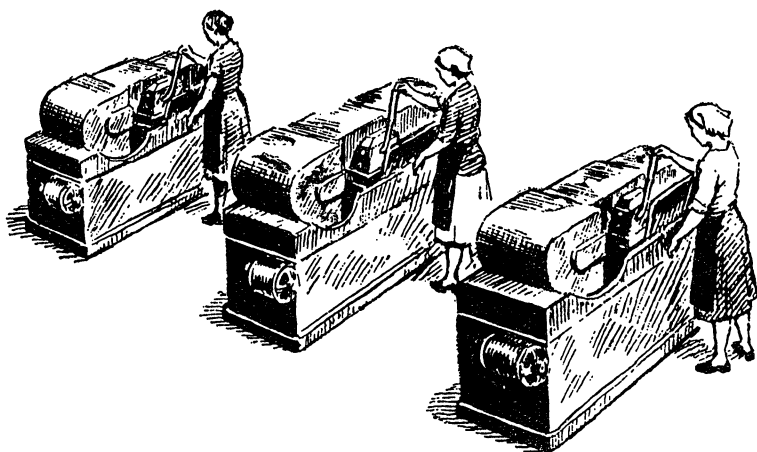
Тридцать — тридцать пять тысяч штук в смену! Семьдесят роликов в минуту. В секунду ролик. Ни на секунду нельзя отвернуться. Чуть замедлил подачу роликов, станок «голодает».

В этом цехе работал Андрей Иванович Волков. Некоторое время он сам стоял у станка, затем стал наладчиком. На станках остались работницы. Говорили: «Не мужское это дело забрасывать ролики в трубку». Волков сам испробовал эту работу, и он знал, что это и не женская работа. Это вообще работа не для человека, ее надо перепоручить механизму.

Какому? Какая сила заставит ролик переходить со станка на станок, как заставить ролик ложиться в надлежащем положении?

Задача эта решилась в результате творческого сотрудничества двух работников подшипникового завода — Волкова и инженера-конструктора Григория Григорьевича Домокурова.

Конструктор Домокуров создал приспособление, при помощи которого ролик направлялся в станок в нужном положении. Ролики сами прыгали во входную трубку



Шлифовка роликов до создания линии Волкова.

станка-автомата, и станок сам выбрасывал их через выходную трубку. Но это было только половиной дела. По-прежнему тяжелую кассету с роликами приходилось таскать от станка к станку. Как быть?

Первая мысль — использовать для транспортировки рольганг, но и при этом засыпать ролики в приспособление должен был рабочий. Поднять кассету с роликами, перенести ее — для этого требуется солидная физическая сила. Нет, рольганг не мог решить проблему. Нашлось другое решение — простое и не требующее никаких затрат. Никаких!

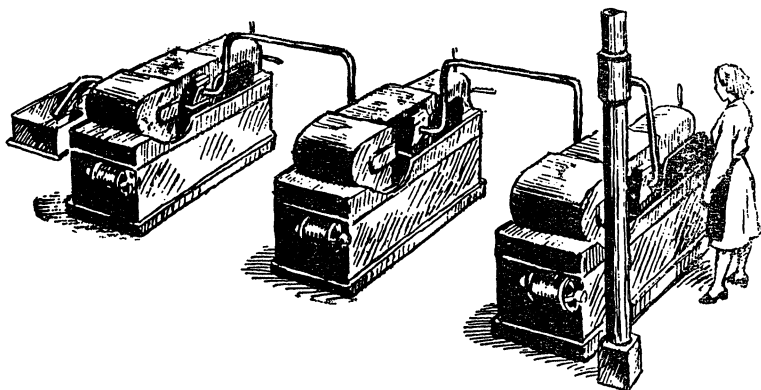
Волков подолгу наблюдал за тем, как ролики выскакивают из станка. Станок «стрелял» роликами, они часто падали мимо кассеты.

А что, если соединить выходную трубку первого станка и входную трубку второго? Выходную трубку второго и входную третьего? Ролики пойдут сквозь станки, двигаясь той же силой, которая сейчас «выстреливает» их в железные ящики возле станков. Не надо будет перетаскивать тяжелые кассеты с роликами.

«Я решил присоединить один конец простой водопроводной трубы небольшого диаметра к выходу ролика из станка первой операции, а другой конец — к вводу в станок второй операции. И ролики сами побежали от станка к станку».

Это было просто, неожиданно и высокоэкономично.

Трубка Волкова и прибор Домокурова породили линию Волкова — первую автоматическую линию на «Шарике».



Линия Волкова.

### Турин — Детройт — Москва

Создание линии Волкова решило вопрос только для одного небольшого участка.

Мысль создать механизм, который смог бы заменить человеческую руку, не давала покоя многим советским людям — механикам, изобретателям, рационализаторам. За это дело взялся механик подшипникового завода Александр Иванович Соколов. Он тогда не знал и не подозревал, что над конструкцией «механической руки» уже несколько лет работал сталинградец Иночкин.

А. И. Соколов был участником строительства подшипникового завода. Незадолго до его пуска его послали для практики в Италию, в город Турин, на завод фирмы «РИВ».

Соколов внимательно изучил методы работы на этом передовом капиталистическом предприятии, и ему, конечно, не могло не броситься в глаза то, что роль рабочих на этом заводе сведена к положению придатков к машинам.

В Коломне, на старом машиностроительном заводе, на котором Соколов учился и приобрел профессию, каждый рабочий имел свое индивидуальное лицо, гордился своим умением.

На заводе «РИВ» лицо рабочего, за редкими исключениями, было стерто. Квалификация рабочего имела относительную ценность.

И так было не только у «РИВа». Со слов итальянцев, работавших у Форда в Детройте, Соколов узнал, что там, в Америке, квалификация, знания рабочего больше не нужны. Только тренировка. Рабочий должен проделывать лишь ограниченные заученные движения, и ничего больше.

«Капиталистам требуются шимпанзе», — говорили итальянцы.

Передовая техника и... шимпанзе.

Соколова не покидала мысль доказать, что рабочий создан не для того чтобы миллионы раз повторять одни и те же движения, а для более осмысленного труда.

После возвращения из Италии Александр Иванович Соколов оказался вовлеченным в круговорот текущих дел по освоению производства. Труды Соколова были высоко оценены правительством: за успешное освоение производства его наградили орденом Ленина. Немногие удостоились такой награды.

До отказа загруженный текущими делами, Соколов не оставлял мысли о создании механизма, который заменит однообразный труд рабочих, занятых на специализированных станках.

Иночкин автоматизировал станки «Ингерсолл»; Соколов взялся за автоматизацию четырехшпиндельных полуавтоматов «Шютте». Много вариантов испробовал Але-

ксандр Иванович, прежде чем пришел к мысли в качестве «мускулов» применить сжатый воздух. В этой работе Соколову помогали инженеры завода А. В. Дербишер и Л. Н. Булгаков.

В июне 1940 года на полуавтомат поставили механическую руку. Поглядеть, как действует «механическая рука», собралось много народу.

Вот механизм пущен в действие. Пальцами (захватами) он берет из магазина кольцо, разворачивается на 180 градусов, устанавливает кольцо в патрон станка. Станок пущен. «Рука» отходит к магазину, забирает второе кольцо, снимает с патрона отработанное и ставит новое. И так далее.

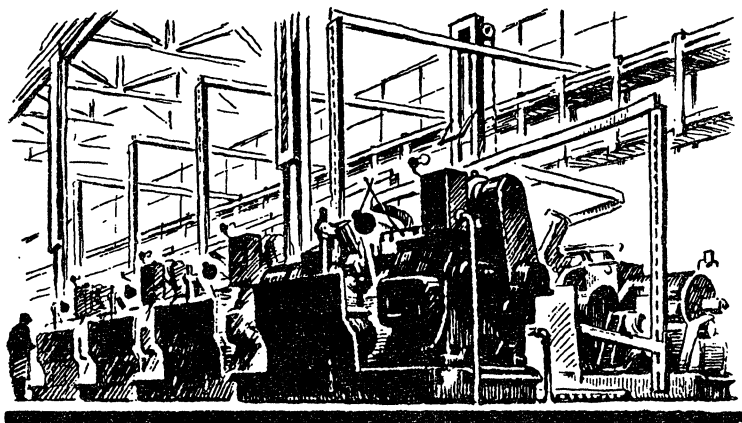
Все с удивлением смотрели за тем, как действовала «механическая рука». Она почти полностью повторяла движения человеческой руки.

По окончании испытания к Соколову подошел один из инженеров и сказал то, что было в мыслях всех присутствовавших на испытании:

— Вы знаете, товарищ Соколов, чем мне нравится ваше изобретение? У нас больше не будет малоквалифицированных людей, которые занимаются только загрузкой и съемом колец со станка. Когда мы все станки сумеем оснастить такими механизмами, характер труда станочников в корне изменится. Вернее, станочников вовсе не будет, они превратятся в механиков, наладчиков.

Простое транспортное устройство соединило два рядом стоявших станка «Шютте». Получилась линия для обработки колец конических подшипников. Вслед за Соколовым за создание такой же «механической руки» взялся другой рационализатор подшипникового завода, Микешин.

Это были первые шаги на пути автоматизации.



## *Глава десятая*

# **МЕЧТЫ И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ**

### **Анатомия станка**

Путь был найден. Давнишняя мечта о самодействующих машинах, то есть о машинах, которые работали бы сами, без помощи человека, становилась действительностью. Дело было только за тем, чтобы подобрать ключ к тем или иным станкам.

В линии Иночкина таким ключом является цепная передача, в линии Волкова — трубка, в линии Соколова — «механическая рука».

Разные станки — разные решения. Что же общего между станками и что отличает одни станки от других?

На нашем подшипниковом заводе мы видели специализированные станки разного назначения, но мы встретились и с универсальными станками.

Наступило время подробнее разобраться в этом важном вопросе.

Универсальный — значит разносторонний, для всего пригодный. Действительно, на таких станках можно обрабатывать детали из разного материала, различной конфигурации. Это и является преимуществом таких станков, но в этом преимуществе заключен и крупнейший их недостаток.

Конструкции универсальных станков сложны, выработка же их очень низка. В самом деле, на универсальном станке рабочий вынужден каждый раз устанавливать и закреплять деталь, подводить инструмент, включать мотор, а после выполнения операции выключать его, снимать готовую деталь и устанавливать заготовку уже в другой позиции.

Обработка деталей, как правило, включает в себя десятки операций — иной раз они производятся на одном станке, в других случаях деталь путешествует со станка на станок, но последнее обстоятельство дела не меняет.

Затраты времени на установку и съем детали часто намного превышают время, в течение которого универсальный станок работает, то есть режет металл.

Задача, стало быть, заключается в том, чтобы максимально сократить затраты времени на установку и снятие деталей и увеличить длительность машинного времени, когда станок режет металл.

Добиться этого можно, если станок будет специализирован для выполнения определенных операций, то есть, если станок перестанет быть универсальным (разносторонним).

Это позволяет также упростить конструкцию станка; с него можно снять все лишние приспособления; один специальный станок обрабатывает в десять — двадцать и более раз больше деталей, чем универсальный.

Казалось бы, выход найден, но вскоре встретились с новыми затруднениями, и вот с какими.

Предположим, что станок специализирован для обработки какой-либо детали колесного трактора. Проходит время, и тракторный завод переключается на производство тракторов другого типа. Для изготовления деталей нового трактора требуются уже иные специализированные станки.



Выходит, что специализированные станки позволяют намного ускорить (и стало быть, удешевить) производство, но они становятся препятствием для перехода с выпуска одного типа машины на другой тип.

Выход из положения был найден. Станки начали делать из стандартных узлов. В самом деле, стоит посмотреть к любому станку, чтобы убедиться, что он состоит из ряда устройств (узлов), каждое из которых имеет определенное назначение: патрон служит для крепления детали, шпиндель — для того чтобы ее вращать, суппорт — для установки резцов, а механизм подачи — для их перемещения. Если умело подобрать узлы, то из них можно составить станок определенного назначения.

В чем преимущества этих станков?

А в том, что в случае необходимости станок может получить иную специальность, чем он имел раньше. Для этого достаточно заменить лишь его рабочую головку; основные узлы (агрегаты) останутся те же.

### **„Конструктор“ для конструкторов**

Идея эта не нова. В начале XIX века тульский механик Павел Захава сделал из стандартных узлов станки разного назначения: фрезерные, токарные, нарезные, опилочные. Машины, построенные Захавой, помогли в Отечественную войну 1812 года значительно увеличить выпуск оружия для русской армии.

Однако агрегатные станки в то время не привились. Ни в XVIII, ни даже в XIX веке еще не было и речи о массовом производстве, а для индивидуального более удобны универсальные станки, на которых можно делать всё.

Строительство агрегатных станков в нашей стране стало развиваться с середины тридцатых годов, то есть в то самое время, когда Иночкин, Волков, Соколов искали пути автоматизации заграничных станков. Главным штабом, где сосредоточены были научная и конструкторская работа, явился Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков.

Возглавлял эти работы инженер советской школы, ныне академик, директор института машиноведения Академии наук СССР Владимир Иванович Дикушин.

Первая партия таких станков была предназначена для Сталинградского и Харьковского тракторных заводов и должна была обеспечить переход этих заводов с производства колесных на гусеничные тракторы.

Большинство станков на этих заводах были специализированными (или, как их еще называют, операционными). Стал вопрос об их замене. Институту поручили разработать конструкции необходимых станков, причем это надо было сделать в очень короткий срок.

Если начать конструировать каждый станок в отдельности, то это заняло бы слишком много времени. Чтобы выиграть время, В. И. Дикушин применил принцип конструирования станков из узлов (агрегатов). В нем много общего с популярной детской игрой «Конструктор».

Как известно, «Конструктор» состоит из набора различных угольников, пластинок, шкивов, из которых собирают различные «машины». Конструктору агрегатных станков не приходится иметь дела с таким большим количеством деталей, как в игрушечном «Конструкторе». В распоряжении конструктора станков ограниченное количество узлов (агрегатов), но они, конечно, гораздо сложнее. В число этих агрегатов входят:

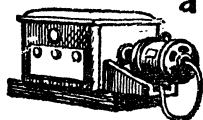
**Шпиндельная коробка**, допускающая установку большого числа (иной раз до семидесяти) инструментов. Для каждой новой детали приходится собирать свою коробку;

**Самодельствующая агрегатная головка**. Она подводит к детали инструменты, сообщает им необходимую скорость, после обработки отводит инструмент. На универсальном станке эти работы выполняет рабочий вручную.

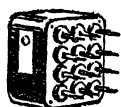
Головки этой конструкции дают возможность обрабатывать любые детали. Поэтому головки можно изготовлять заранее, впрок, меняя лишь размеры: для больших нагрузок — большие, для маленьких — поменьше.

Для перемещения инструментов применяют разные механизмы, а во многих случаях жидкость (масло) или сжатый воздух;

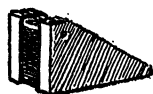
**Станина** для горизонтального размещения станка или колонна — для вертикального;



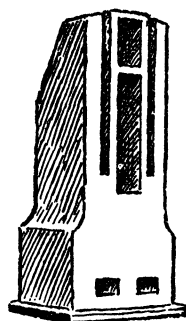
**а** **Приспособления** — планки, призмы, штыри, а также подставка или круглый стол для закрепления детали. При этом стол может быть многопозиционный (для размещения нескольких деталей) или вращающийся. В этих случаях вокруг стола размещается несколько головок.



**б** Из таких агрегатов удается в самые короткие сроки — в недели — сконструировать весьма сложные станки. Некоторые агрегатные станки по существу являются целым цехом. Так, например, на Горьковском автозаводе установлен агрегатный станок с десятью головками. По подсчетам инженеров, один этот станок заменяет двести семьдесят шесть универсальных, а один рабочий заменяет почти триста рабочих (для обслуживания двухсот семидесяти шести универсальных станков требуется двести семьдесят шесть рабочих и двадцать восемь наладчиков).



**в**

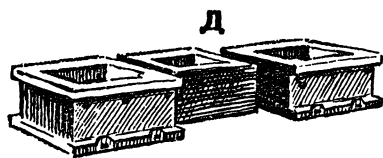


**г**

Но это станки-уникумы.

Простые однопозиционные агрегатные станки устанавливают в ряд; в этих случаях возникает необходимость в специальных транспортерах, которые могли бы переносить детали со станка на станок, и в приспособлениях для установки.

По-своему эту задачу, как мы видели, решили Иночкин, Волков и Со-



**д**

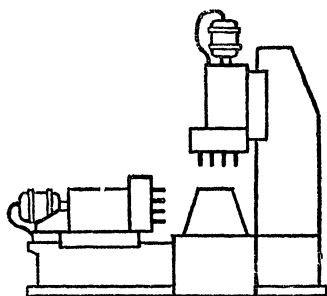
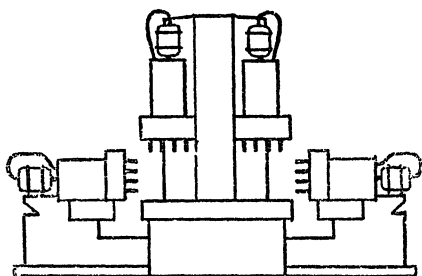
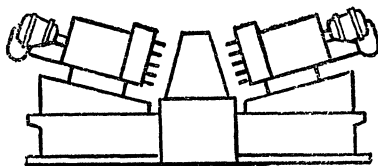
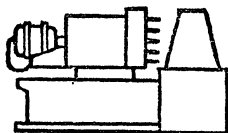
Основные узлы станков:

а) шпиндельная головка; б) агрегатная головка; в) клин; г) колонна; д) подставка.

колов. Работники института металлорежущих станков располагали, конечно, гораздо более широкими возможностями и большим запасом знаний, чтобы решить задачу на более высоком уровне. И вот, вслед за внедрением агрегатных станков развернулась работа по строительству автоматических линий.

В этом деле удалось достигнуть серьезных успехов. Так, автоматическая линия для обработки блока цилиндра грузовой автомашины, выпускаемой Московским автозаводом имени Лихачева, состоит из сорока семи станков, снабженных пятьюстами двадцатью восьмью инструментами разного назначения — резцами, сверлами, зенкерами и т. п. Длина этой линии 60 метров.

Другая линия — для обработки головки дизеля — состоит из 33 станков. Для приведения линии в действие требуется 258 киловатт электроэнергии. Линия эта обслуживается двумя высококвалифицированными механиками.



Типы агрегатных станков, собранных из основных узлов (схема)

## Снова о механической руке

Создатели этих автоматических линий были в гораздо более выгодном положении, чем Иночкин или подшипниковцы. Станки, вошедшие в эти автоматические линии, делались в расчете, что они войдут в линию; все узлы их располагались с расчетом на автоматическое действие.

Иначе обстояло дело на подшипниковом заводе. Состав станков был пестрый, и к ним надо было приспособить специальные транспортные и загрузочные системы. Как тут было не вспомнить «механические руки» Соколова и Микешина? Осенью 1941 года их вместе со всем оборудованием вывезли в Куйбышев, но на станки не установили. Война отвлекла внимание к другим неотложным вопросам.

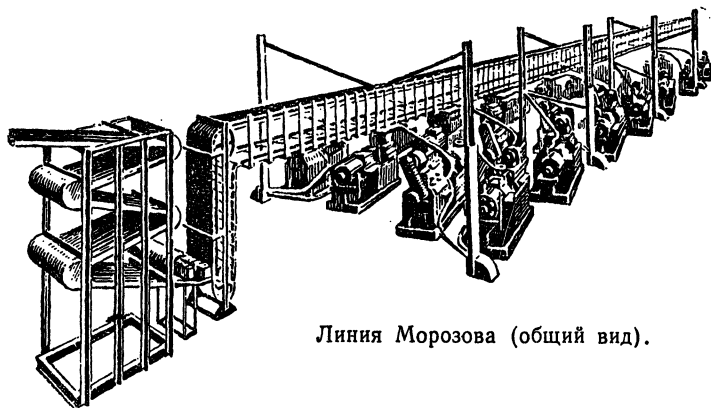
А когда спустя десять лет стали рассматривать старые чертежи «механических рук», то оказалось, что они слишком сложны и громоздки. Накопленный опыт позволял решить задачу гораздо более простым путем. Так часто случается и в жизни и в учебе. Иной раз хоть и решишь математическую задачу, но столько лишнего наворишь, что потом диву даешься.

Подумали, потолковали между собой конструкторы (а это были наши старые знакомые, участвовавшие в проектировании «механической руки» Соколова, — Дербисер, Булгаков и другие) и решили создать совсем иной, гораздо более простой механизм, который мог бы захватить кольцо, поставить его, затем снять и поставить другое. Вовсе не требовалось, чтобы механизм походил на человеческую руку. Важно, чтобы он мог выполнять функции, которые раньше выполняла рука человека. Механизм этот они называли автооператором.

В качестве основы был принят первоначальный проект Микешина. Создание автооператора отняло больше года, но конструкторы все же добились успеха.

## Кольца катятся сами

Еще до того, как работа над автооператором завершилась, на заводе начали готовиться к решительному бою за автоматизацию. Инициатива исходила от инже-



Линия Морозова (общий вид).

нера Василия Алексеевича Морозова. В то время Морозов работал в Государственном институте по проектированию автомобильных заводов. Он был главным инженером проекта Первого подшипникового завода.

— Позвольте, — может сказать читатель, — завод существует уже столько лет, и вдруг проект.

Но в этом ничего странного нет. Хотя завод и существует, но над его проектом непрерывно продолжают работать. Ведь завод растет, развивается, и этот процесс не может быть произвольным, случайным. О том, как, в каких направлениях завод должен развиваться, каким он станет через пять, десять, пятнадцать лет, и заботится главный инженер проекта.

Морозов выдвинул смелую идею: автоматизировать группу токарных полуавтоматов — при помощи автооператора превратить их в автоматы, соединить транспортной системой и таким образом освободить значительную группу людей от работы по загрузке и съему колец. С момента поступления колец в автоматическую систему до выдачи их на контроль человеческая рука не должна прикасаться к кольцу. Всё должны делать механизмы. Линию должны обслуживать лишь наладчики, они вмешиваются в работу механизмов только в случаях каких-либо неполадок. На наладчиков возлагается и выборочная проверка точности обработки.

Станки расположили в четыре ряда. Над ними протянулся транспортер длиной в семьдесят метров. Он похож на большой железнодорожный мост. Для транспортировки использовали особую цепь, которая заставляет кольца катиться по желобам.

Таким образом, в линии Морозова заложен тот же принцип качения цилиндрических тел, какой применил Иночкин.

Освоение линии продолжалось более трех лет. Дело долго не ладилось, на заводе создали специальное бюро, в состав которого вошли Лев Николаевич Булгаков, Николай Михайлович Князьков, Лев Михайлович Квартин и другие.

...Подойдем к этой линии, посмотрим, как она действует.

В начале большой бункер. Он похож на огромный сундук. В его крышке пятнадцать продолговатых отверстий разной ширины и длины для опускания колец торцом.

Кольцо попадает в наклонный желоб и скатывается вниз, к основанию колонны-подъемника; его высота около четырех метров. Сам подъемник состоит из ряда поставленных вертикально и тесно сомкнутых своими бортами желобов. Снизу вверх по краям стойки движутся две бесконечные цепи. Кольцо попадает в вертикальный желоб, подхватывается прутом и двигается вверх.

Наверху путь колец изгибается, кольца попадают в главный падающий магазин линии. Здесь имеется особое приспособление, так называемый ритмопитатель. Через равные промежутки времени (для разных желобов различные) поднимается затвор и пропускает одно кольцо.

Так поочередно происходит выдача колец.

Кольца катятся по воздушному мосту, проложенному над станками. Над каждой парой станков устроены люки. Когда соответствующее кольцо подойдет к люку, оно в него провалится, попадет в извивающийся петлей желоб, который и подведет его к загрузочному магазину бункера станка. А тут начинает действовать автооператор.

Автооператор берет кольцо, устанавливает его в зажимной патрон, после чего начинается обработка. С первого станка кольцо, также автоматически, по желобам передается на второй станок, оттуда транспортируется на контроль, а затем на термическую обработку.

### Путь открыт!

Еще в то время, когда эта линия налаживалась, инженер Н. М. Князьков приступил к конструированию линии иного типа. Она тоже объединила сорок токарных многошпиндельных полуавтоматов, изготовленных на Киевском станкозаводе. Станки эти расставлены в два ряда, они также оснащены автооператорами и соединены с транспортерами.

На линии Князькова обрабатываются кольца роликовых и шариковых подшипников одиннадцати типов и размеров. Транспортировка производится на ленточном транспортере. Детали подаются к станкам непрерывно, а партиями, в каждой двадцать пять — тридцать колец одного типа. Когда запас колец иссякает, станок начинает посылать на центральный распределительный пункт сигналы — вызовы.

Если морозовскую линию можно назвать «механической», то линия Князькова в значительной мере «электрическая»: для «вызова» колец на станки Князьков применил электронику. Если станок ломается или кольца попадут не по назначению, особые электрические устройства остановят всю работу.

В создании этой линии активное участие приняли наладчик Уваров, слесарь Борис Смирнов. Ценными идеями обогатил конструктор станочник Александр Солодовников. В этом, впрочем, нет ничего удивительного. Солодовников был хорошо подготовлен к встрече с новой техникой. Незадолго до войны он окончил десятилетку, в армии служил в танковых и в военно-воздушных частях. Естественно, что Солодовников мог оценить достоинства и недостатки новых киевских станков и внести полезные предложения, как эти станки автоматизировать.



Автоматизацией шлифовальных работ занялся другой заводской конструктор, А. А. Сигодзинский. Четыре линии установлены в цехе роликовых подшипников. В каждой от двадцати до двадцати шести станков. На них осуществляются две операции: предварительное и окончательное шлифование беговой дорожки колец роликовых подшипников.

Сигодзинский создал новый загрузочный механизм, снабдил его такими устройствами, при которых на каждый станок поступает только по одному кольцу. На приемнике установлен контрольный прибор, ощупывающий заготовку и предотвращающий попадание в станок неправильно ориентированных колец.

Станки этой линии оснащены загрузочными и разгрузочными лотками, которые соединены с транспортером и подъемником.

Очень прост по конструкции транспортер — распределитель линии. Это лоток с двумя стенками, сходящимися под углом в 45 градусов к вертикали. Общая длина транспортера 65 метров.

...Семейство станков подшипникового завода разноплеменное. Одни станки работают на пневматике, другие — на гидравлике. На одни можно удобно и легко надеть новые автоматические приспособления, на других это сделать очень трудно.

Для разных станков требуются разные приспособления, разные автооператоры.

За конструкторскую работу взялись десятки людей — среди них и опытные инженеры и рабочие-практики. Удачным оказался автооператор инженера Квартина, превративший полуавтомат «ТОП-200» («ТОП» означает: токарный полуавтомат) в «ТОА-200» (токарный автомат). Этот оператор надевает кольца на патрон. Снимают же кольца специальные выбрасыватели. Устанавливаются и снимаются кольца на ходу.

До автоматизации рабочие тоже снимали и устанавливали кольца на ходу, но это требовало большой ловкости, рабочие часто ранили себе руки. С применением автооператора Квартина работа стала совершенно безопасной, и каждый рабочий стал обслуживать уже не по два станка, как раньше, а по четыре.

На основе нового автооператора Л. М. Квартина завод изготовил несколько десятков токарно-отделочных станков.

Автооператоры Квартина знают не только на Московском, но и на других подшипниковых заводах страны.

Не только специализированные станки объединяются в автоматические системы, но и универсальные. Два заводских работника, Лушечкин и Уваров, создали для универсальных станков автоматический суппорт и автооператор.

Суппорт — это механизм станка, несущий режущий инструмент. В универсальных станках он подводится к изделию вручную, рабочие теряют много времени, чтобы отвести суппорт в исходное положение.

Автоматический суппорт Лушечкина и Уварова ликвидирует эти потери. Выработка рабочих возросла в пять — шесть раз.

...Если бы сегодня на подшипниковом заводе оказались его проектировщики, они бы его не узнали.

В пятую пятилетку в строй вошли первые автоматические линии, сотни рабочих освободились от утомительного однообразного труда.

В шестой пятилетке продолжаются работы по автоматизации всех процессов производства на заводе. Кроме автоматических линий для обработки деталей, в строй вводится много сборочных конвейеров с автоматами и другими механизмами, призванными освободить рабочих от однообразного труда.

### **Автоматический штамповщик**

И на первоначальных этапах производства подшипников автоматы вытесняют физический труд людей. Например, в кузнице проводились испытания первых автоматических штамповщиков.

Слово кузница обычно ассоциируется с работой у источника жар горна. Одетый в кожаный фартук кузнец (он обязательно должен быть атлетического сложения) тяжелым молотом бьет по нагретому металлу. Снопы искр. Игра мускулов кузнеца лучше всяких слов гово-

рит о том, что профессия его требует большой физической силы.

Кузница подшипникового завода и раньше мало походила на только что обрисованную нами обычную кузницу. И все же и в этой кузнице было дымно и чадно от нефтяных печей. Перенос прутков из нагревательных печей к ковочным машинам требовал тяжелого человеческого труда. Обстановка в кузнице значительно улучшилась, когда нефтяные печи заменили газовыми. Затем появились раскаточные машины, а вслед за ними установки для нагрева токами высокой частоты.

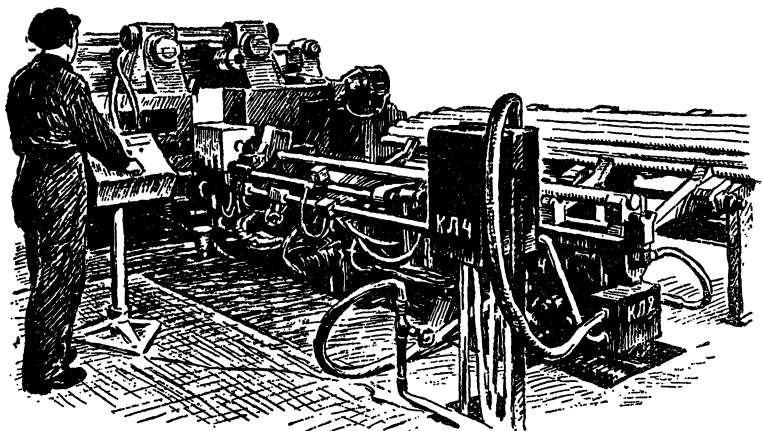
ТВЧ — это индукционные вихревые токи. Всего лишь двадцать лет прошло с тех пор, как этот метод начали применять для термической (тепловой) обработки металла. Основоположником этого дела является член-корреспондент Академии наук СССР Валентин Петрович Вологдин.

Позднее индукционный метод стали применять для нагрева кузнечных заготовок; возникли кузницы, которые можно было бы назвать индукционными.

Кузница Первого подшипникового завода со временем тоже станет индукционной. Это не только приведет к коренному изменению внешнего облика кузницы и рабочего персонала ее (кузнец или штамповщик в белоснежном халате), но позволит избавиться от такого нежелательного явления, как обезуглероживание поверхности металла, уменьшить припуски на последующую обработку, увеличить срок службы штампов. В цехе станет свободнее, так как для размещения установок ТВЧ требуется значительно меньше площади, чем для обычных печей. Вот что несет с собой ТВЧ.

Посмотрим, как работает автоматический штамповщик, или, как его называют, манипулятор.

Назначение манипулятора такое же, как автооператора на токарных полуавтоматах. Все операции, которые во времяковки колец производят бригады-штамповщики — подача прутка вперед, вправо, вверх, в следующий ручей, опять вправо и, наконец, после отковки кольца вниз, в исходное положение, — выполняет автомат-манипулятор. Чтобы привести его в действие, надо всего лишь нажать кнопку.



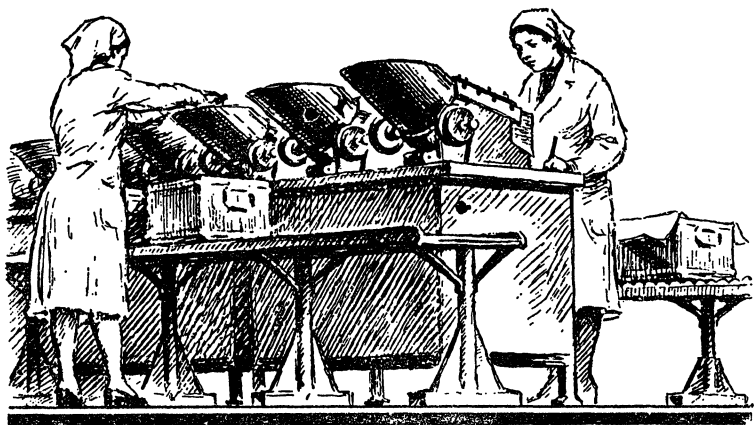
Автоматический штамповщик.

Опытный манипулятор был устроен так. В передней части его помещен индуктор (электромагнит). К его трубчатым виткам подведен электрический ток высокой частоты. Нагрев прутка происходит внутри витков индуктора. Нагреваясь, пруток постепенно продвигается вперед. В момент, когда пруток доходит до штампа машины, температура его достигает 950—1100 градусов.

Когда пруток становится таким коротким, что штамп его уже не может захватить, манипулятор подает следующий пруток, который автоматически сваривается с остатком предыдущего. Для этого в манипуляторе имеется отдельный индуктор. Таким образом машина должна работать безостановочно и отковки не должно оставаться никаких отходов.

Главное же, конструкторы стремились облегчить труд штамповщиков, чтобы им не приходилось тащить, перекладывать, поднимать и опускать прутки металла. Когда нагрев производится на глаз, по цвету, в штамп часто попадает недостаточно нагретый металл, что вызывает преждевременный выход штампов из строя. Автоманипулятор должен избавить от этих нежелательных явлений.

Решить эту трудную задачу еще не удалось. Конструкции манипуляторов оказались несовершенными. Это задача, которая стоит перед работниками подшипниковых заводов.



## *Глава одиннадцатая*

### **НАУКА У СТАНКА**

#### **„Фотоглаз“ сортирует шарики**

«Люди в белом». Так назывался французский фильм, который демонстрировали на наших экранах. Это была картина о врачах. На подшипниковом заводе много людей, одетых в белое, но они ничего общего с медициной не имеют. Это контролеры, сборщики особо точных подшипников.

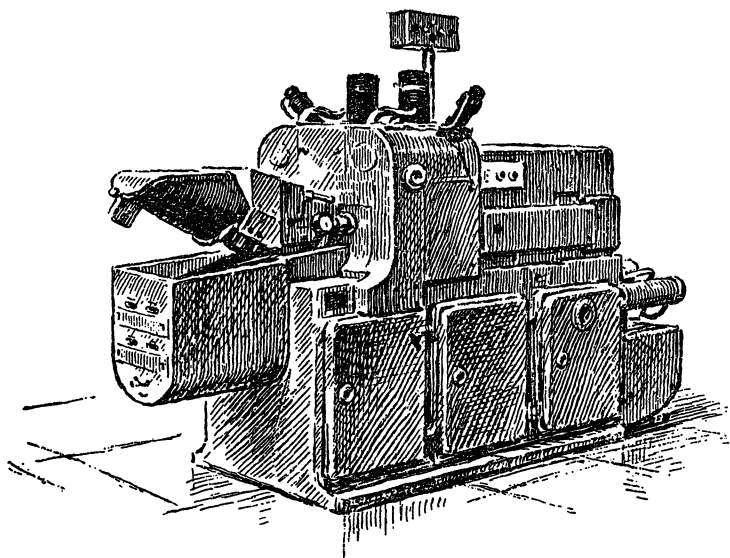
Из коробочки вынимают крохотный подшипник. Он так мал, что сразу и не догадаешься, что это такое. Но возьмите лупу, и вы увидите, что это самый настоящий подшипник и в нем все свойственные подшипнику детали: кольца, шарики, сепаратор. Шарики настолько малы, что их едва рассмотришь простым глазом. Но и эти шарики, так же как и огромные шары в гигантских подшипниках, должны иметь идеальную геометрическую форму и быть износоустойчивыми.

Отшлифованные и отполированные шарики, ролики и кольца перед сборкой проходят последний контроль. До настоящего времени контроль шариков в основном остается визуальным, то есть глазным. На небольшой лоточек насыпаны шарики. Глаз должен выловить дефектные. По сто тысяч шариков в смену должны просматривать работницы, занятые визуальным контролем. Но даже при самом остром зрении и максимальном напряжении за один просмотр не выловишь все дефектные шарики. Поэтому каждая партия шариков проходила два — три, а иногда и четыре контроля. Шарiki, предназначенные для особо ответственных подшипников, просматриваются еще в микроскоп, дающий увеличение в тридцать раз, но и это также отнюдь не самый лучший способ контроля.

Очевидно, многие из читателей этой книги слышали об «электрическом глазе». Напомним коротко историю



Сортировка шариков на глаз.



Контрольный автомат с «фотоглазом».

его рождения. Фотоэлектрический эффект был впервые замечен известным немецким физиком Генрихом Рудольфом Герцем. Это произошло в конце XIX века. Герц на опыте доказал существование электромагнитных волн, он показал их способность отражаться и преломляться подобно световым волнам. На основе этого учения появились так называемые фотоэлементы, появился «электрический глаз».

Если вы занимаетесь фотографией, то вам, наверно, знаком электрический экспонометр, или «фотоглаз», при помощи которого легко найти необходимую выдержку для съемок при том или ином освещении и добиться того, чтобы снимки не были ни «передержаны», ни «недодержаны».

Так почему не применить «фотоглаз» для осмотра шариков и не освободить людей от этой утомительной работы?! К тому же он чувствительнее человеческого глаза и производительность была бы во много раз выше. Одна-

ко «фотоглаз» довольно долго не получал доступа в цехи подшипникового завода. Создание прибора с «фотоглазом» представляет известные конструктивные трудности, и они еще окончательно не устранены.

И теперь за столами, на которых просматривают шарики, становится все меньше людей. Значительная часть работы передана новым приборам.

Осмотрим их. В бункер засыпают партию шариков. На дне бункера сделаны отверстия, в которые один за другим попадают шарики. Шарик проворачивается таким образом, чтобы «фотоглаз» мог осмотреть всю его поверхность. Если на шарике окажется хоть малейшая царапина, ожог или какой-нибудь другой дефект, фотоэлемент срабатывает и шарик сбрасывается в ящик брака.

Автомат этот — плод творческого труда работников завода, научных работников Московского станкоинструментального института и Московского высшего технического училища.

Рядом — другой прибор того же назначения, тоже с фотоглазом. Он сконструирован работниками Института сельскохозяйственного машиностроения. Опыт покажет, какой из них более совершенный, но ясно одно, что визуальный контроль, там где он еще существует, уйдет в область преданий.

### **Двух одинаковых шариков не бывает**

Шарики, ролики, иглы надо еще рассортировать по размерам.

Разве не все шарики одинаковы? Оказывается, что даже при самой совершенной технологии добиться того, чтобы все шарики были абсолютно одинаковыми, невозможно. Да и слишком дорогим оказалось бы производство абсолютно одинаковых шариков, роликов или колец. Поэтому технологический процесс допускает отклонения от номинального размера.

Разумеется, простым глазом не отличишь, какой шарик больше, какой меньше. Возьмем, например, один очень распространенный размер шарика. Номинально его



диаметр должен быть равен 14,288 миллиметра. По техническим условиям отклонения от этого размера допускаются: вниз — на 30 микрон и вверх — на 20 микрон. Стало быть, одинаково годными считаются шарики диаметром от 14,258 до 14,308 миллиметра. Разница между самым маленьким и самым большим шариком 50 микрон, пять сотых миллиметра!

Представим себе, что в одном подшипнике окажутся шарики разных размеров, да еще и кольца будут с отклонениями от номинального размера. Такой подшипник ни на что не годен. То, чего не заметил глаз, быстро почувствует машина. Подшипник будет «бить», он скоро выйдет из строя.

Чтобы этого не случилось, шарики, ролики, иглы сортируются по группам. Диаметры шариков одной группы не могут разниться больше чем на два микрона, а в некоторых случаях устанавливается градация в один микрон. Стало быть, все шарики надо рассортировать на двадцать пять или на пятьдесят групп.

Каким образом это сделать?

Человеческий глаз бессилён. В свое время на завод привезли приборы для сортировки шариков. То были приборы Черутти, они и поныне стоят в цехе, но ими давно не пользуются. Чуть ли не в первые же годы существования завода выяснилось, что приборы Черутти, во-первых, малопроизводительны и, во-вторых, не очень надежны. Понятно, что второе обстоятельство имеет даже более важное значение, чем первое. Пришлось заводским людям взяться за создание приборов своей конструкции.

Инженер Михаил Петрович Попов создал прибор для сортировки шариков, который оказался в два раза более производительным, чем «Черутти», и более надежным.

Прибор Попова предельно прост. Шарик пропускается между двумя линейками. На дорожке, по которой катится шарик, — отверстия. В начале пути они соответствуют наименьшему диаметру шарика, а в конце — наибольшему. Под дорожкxй ящички для шариков разного размера. Чем больше диаметр шариков, тем дальше они продвигаются. Задача состоит лишь в том, чтобы сделать очень точные линейки (рейки) и также точно их установить.

Попов не только создал конструкцию прибора, но собственноручно сделал первые образцы. О таких, как Попов, говорят, что это люди со светлой головой и золотыми руками. До поступления на подшипниковый завод Попов никогда подобных приборов не видел, его специальностью были сельскохозяйственные машины (в 1931 году Попов окончил сельскохозяйственный институт). На подшипниковом заводе Попов работает с 1934 года; он был сначала контрольным мастером, затем механиком отдела технического контроля. Ему приходилось подолгу возиться с приборами Черутти, и он пришел к твердому убеждению, что положенный в основу их конструкции принцип неверный, что он не может обеспечить правильной рассортировки шариков.

Каким образом родилась идея Попова? Очевидно, в основу ее легли размышления о параллельных и непараллельных линиях. Доказать, что предложенный им прибор гораздо лучше, можно было только одним способом — сделать такой прибор. А чтобы его сделать, надо было стать лекальщиком самого высокого класса. И Попов им стал.

В соревновании с Черутти Попов вышел безусловным победителем: пропускная способность его прибора оказалась в два раза выше прибора Черутти.

Но это было только началом. Попов сконструировал приборы для сортировки различных деталей — роликов, игл.

У Попова появилось много последователей, создавших свои оригинальные приборы как для сортировки уже готовых шариков, роликов, игл, так и для контроля деталей в процессе их изготовления. А тем временем стали поступать приборы со специализированных заводов, прежде всего с завода «Калибр».

Мы уже знаем, что шарики одного и того же наименования, предназначенные для одних и тех же подшипников, как правило, бывают различного размера. Это различие может быть уничтожено при умелом комплектовании шариков с кольцами. От этого зависит качество, класс подшипников.

«Подборка колец с шариками основана исключительно на чувствительности рук сборщика», — так было

записано в технологии, составлявшей одну из тайн подшипникового производства.

Но достаточно ли надежен такой «инструмент», как руки? Одинакова ли чувствительность рук даже двух рядом сидящих сборщиков? Ручной способ сортировки колец, конечно, крайне несовершенен и ненадежен. Конструкторы создали автоматы, способные сортировать кольца не на глаз и не на ощупь, а с помощью современных технических средств.

В бункере медленно ходит ползун. Он выталкивает кольца к измерительному устройству. На панели машины электронные лампы, они рассортировывают кольца по диаметру беговой дорожки. Так выглядит новый автомат для сортировки колец. Он сортирует кольца по группам с разницей в два микрона. Автомат этот создан на Куйбышевском подшипниковом заводе.

Более ста пятидесяти автоматов пятнадцати различных конструкций применяются на контрольно-сортировочных операциях в цехах завода. Каждый шарик и почти каждая игла и конический ролик (девятью из ста) проходят на автоматах контроль по диаметру. Девятью шесть процентов игл автоматически сортируются по длине.

В любой машине имеются детали, играющие первостепенную роль, и есть детали второстепенные, то есть такие, которые не требуют особо точной обработки. В подшипнике нет второстепенных деталей. Поэтому здесь введен почти стопроцентный контроль всех колец, всех шариков, роликов, игл. А ведь только на одном Московском подшипниковом заводе в год делается много десятков миллионов подшипников, а число деталей к этим подшипникам измеряется цифрой с девятью нулями — то есть миллиардами. И каждая деталь проверяется по многу раз.

Что, если бы их приходилось измерять вручную?!

Контроль контролем, но главная задача состоит в том, чтобы предупреждать брак при производстве деталей, добиться, чтобы размер преобладающей массы колец, шариков, роликов был наиболее близок к номинальному. Для этого автоматическим станкам придают-ся контрольные приборы. Такие приборы на ходу могут

исправить неточности наладки и предупредить выпуск неполноценной продукции.

Окончательная доводка беговых дорожек колец осуществляется вручную. Эта работа требует большой физической силы и к тому же очень грязная. Два новатора Куйбышевского подшипникового завода — инженер Горбов и слесарь Новиков занялись автоматизацией этой операции. Они задумали создать специальные станки-автоматы. Пять лет продолжались их поиски, которые увенчались успехом. Двое рабочих обслуживают одновременно шестнадцать станков-автоматов. Удалось высвободить рабочих. Производительность повысилась.

### Ультразвук и электроника

Промывка подшипников, сушка, смазка, упаковка — все это очень трудоемкие работы. Их облегчила передовая техника.

Промывка подшипников как будто бы одна из самых простых операций. Однако дело это не такое уж простое и над ним долго бились. Окончательная полировка колец осуществляется с помощью пасты, содержащей парафин. Как бы тщательно кольца ни промывались в различных растворителях, на поверхности беговой дорожки остается налет парафина толщиной в один—два микрона, каждое кольцо приходится протирать салфетками или специальной бумагой, и все же нельзя поручиться, что кольцо совсем чистое. Но то, чего нельзя было добиться при помощи растворителей, легко достигается, если пропустить кольца через установку, основанную на использовании ультразвука, то есть не слышимых человеческим ухом звуковых колебаний.

В технике ультразвук начали применять относительно недавно. Чтобы вызвать его, существуют специальные приборы, позволяющие создать так называемые магнитострикционные эффекты.

Простейший магнитострикционный излучатель — это металлический стержень, на который намотана проволока. Если через обмотку такой катушки пропускать высокочастотный переменный ток, то в ней возникает пере-

менное магнитное поле. При этом стержень будет периодически сжиматься и растягиваться с частотой тока, подводимого к катушке, а концы стержня будут излучать ультразвуковые колебания.

Инженер Куйбышевского подшипникового завода Вера Владимировна Калитова использовала магнито-стрикционный излучатель для промывки подшипниковых колец.

Так в подшипниковое производство проникла еще одна область науки.

На всех этапах изготовления подшипника труд человека должен быть освобожден от таких операций, какие могут выполняться механизмами. Задержавшись на каком-нибудь «неблагополучном» с этой точки зрения участке, творческая мысль смелых людей находит все новые и новые решения. Вот еще один трудоемкий участок — упаковка готовых подшипников. Изобретатель инженер-конструктор Григорий Григорьевич Домокуров (вы помните его — он участник создания линии Волкова) сконструировал упаковочный автомат. Домокуров работает теперь в Куйбышеве, а в Москве слесарь Виктор сделал свой оригинальный аппарат для упаковки роликовых подшипников.

...От линии Волкова до автоматической линии Морозова, Князькова, Сигодзинского, до электронных сортировочных автоматов, до ультразвуковых моечных установок — вот какой путь прошла механизация на советских подшипниковых заводах.

И чем значительнее были успехи на отдельных участках, тем неотложнее становилась генеральная задача — перестроить все производство на новых научных основах, перейти к сплошной автоматизации и автоматическому регулированию процессов труда.



## Глава двенадцатая

# ЧЕЛОВЕК И МАШИНА

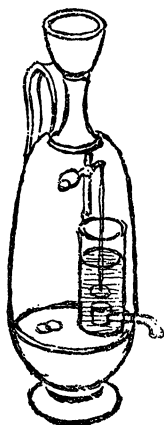
### Чудеса механики

У слова «автоматизация» — греческий корень *auto-* *matos*, что означает самодвижущийся; суффикс — «изация» выражает процесс внедрения, распространения. Стало быть, автоматизация — это внедрение самодействующих механизмов.

Человек с давних пор не только мечтал о создании автоматов, но и строил их. В одних случаях они служили для забавы, в редких случаях для работы.

Широко известны чудеса Александрийского храма в Египте. Тяжелые двери храма по утрам открывались сами; при открывании ставен раздавалось пение; спустив в щель монету, молящийся получал определенную порцию священной воды.

В дошедшей до нас книге «Пневматика» Герона-старшего (I век до н. э.), который был чем-то вроде



Автомат Герона. Общий вид и схема.

главного механика при Александрийском храме, приводится описание многочисленных самодействующих аппаратов, в которых движущей силой был сжатый воздух либо жидкость.

Много внимания уделяли строительству автоматов средневековые механики. Известный немецкий философ, алхимик и механик Альберт сотворил железного швейцара. Часовщик Пьер Дро и его сын Арни создали механические фигуры писца, художника и пианистки.

Впоследствии Арни Дро дорого расплатился за свои создания. Он имел неосторожность появиться с ними в Мадриде. Понятно, что толпы любопытных захотели увидеть «механических людей». Святая инквизиция усмотрела в этом подрыв веры, и многие тысячи людей были осуждены к сожжению. Сам Арни Дро был после жестоких пыток брошен в темницу, и лишь спустя много лет ему удалось из нее вырваться.

Многие инженеры и механики средних веков строили автоматы, способные подражать движениям человека. Это так называемые андроиды, их теперь можно увидеть в западноевропейских музеях.

В основе конструкций всех этих разновидностей железного человека лежали часы с маятником, изобретенные выдающимся механиком XVII века Христианом Гюйгенсом (1629 — 1695 гг.). Изучение колебаний маятника привела Гюйгенса к ряду важных открытий в области математики, механики и астрономии. Им, в частности, было установлено наличие Сатурнова кольца.

«Не подлежит... ни малейшему сомнению, — писал К. Маркс, — что в XVIII веке часы впервые подали мысль применить автоматы (и в частности заводные, пружинные) к производству».

В ленинградском Эрмитаже хранятся созданные знаменитым русским механиком Иваном Павловичем Кулибиным часы «видом и величиной между гусиным и утиным яйцом». Часы эти состояли из тысячи мельчайших деталей, заводились раз в сутки и отбивали половины и четверти. На исходе каждого часа в этом яйцеобразном автомате отворялись створчатые дверцы и у золоченого чертога разгрызвалась мистерия.

Часы были первым автоматом, на основе которого, как писал Маркс, «развилась вся теория о производстве *равномерных движений*» — одна из предпосылок автоматизации.

В Москве на станциях метро автоматы «продают» билеты. Вы опускаете в щель серебряные монеты определенного достоинства, в общей сумме пятьдесят копеек, и автомат выбрасывает

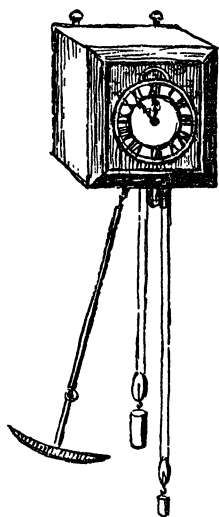


Писец-автомат.



Часы Кулибина.





Маятник Гюйгенса.

билет. Опуская в щель монеты, вы приводите в действие механизмы, отрывающие билет и транспортирующие его к специальному окошку выдачи.

В ближайшее время в нашей торговой сети появится много подобных автоматов. Вы опустите одну или несколько монет и получите тетрадь, или карандаш, или конфету. Автоматы «продают» почтовые открытки и конверты. Автоматы чистят ботинки, отмеривают сироп для газированной воды и выдают бутерброд или пирожное.

Действие многих автоматов, применяемых на производстве, основано на тех же принципах. Взять хотя бы уже знакомую нам автоматическую линию Волкова. Для передвижения роликов со станка на станок изобретатель использовал силу, выталкивающую ролик из станка. По тому же пути пошел и Иночкин. Для передвижения детали он использовал ее сферическую форму. И в автоматической линии Морозова кольца «подгоняются» прутком, совсем так, как ребята гоняют обручи.

### Работают электроны

Иной принцип заложен в конструкции линии Князькова. Станки, входящие в эту линию, могут «вызвать» необходимые кольца, и соответствующее устройство — командоаппарат — принимает вызов и удовлетворяет его. Если одновременно поступят вызовы с нескольких станков, командоаппарат «запомнит» их и установит живую «очередь», запросы станков будут удовлетворены в порядке их поступления.

Здесь мы встречаемся с качественно иным явлением: автомат не только исполняет известный цикл движений, автомат наделен «памятью». Это функция, в какой-то

мере напоминающая мозговую деятельность живого организма.

Автомат получил сведения, что таким-то станкам не хватает колец; эти сведения восприняты управляющей системой, она передает приказание исполнительному устройству: подать кольца сначала в такую-то пару станков, затем в следующую, и так далее.

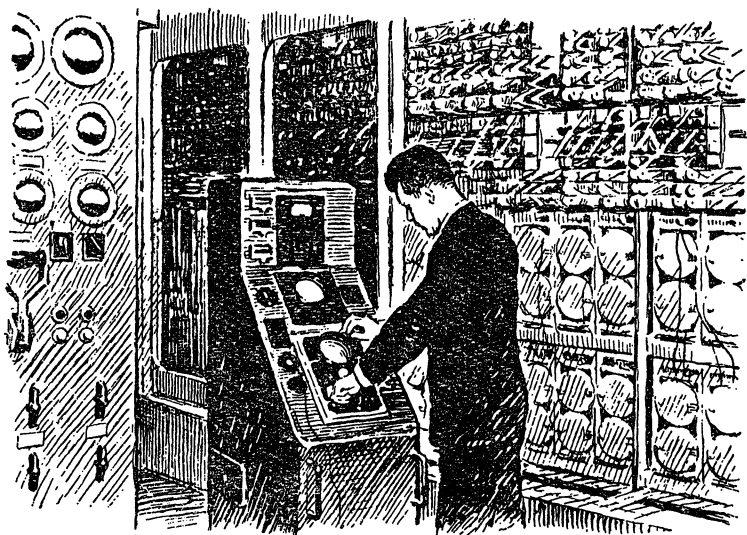
Кто же принимает заказы и кто их исполняет? Приемщиками являются электронные лампы, исполнителями — реле.

На вооружение конструкторов автоматических систем поступило новое могучее средство — электроника. Она-то и совершила переворот в системе связей производственного организма. Открылась возможность поручить машинам ряд функций, которые до сих пор относились исключительно к сфере умственной деятельности человека.

Высшим достижением в этой области являются электронные вычислительные машины. Наиболее совершенные способны за одну секунду сделать до тридцати тысяч арифметических действий. На электронных вычислительных машинах можно решать и логические задачи. Например, на этих машинах переводят тексты с одного языка на другой. Эти машины даже играют в шахматы.

Эти примеры показывают только, какими большими возможностями «логически действовать» располагают подобные машины. Понятно, что основное назначение таких машин заключается не в том, чтобы избавиться от необходимости изучать языки. Люди гораздо лучше справятся с переводами, и это не та область, которая в самом деле нуждается в автоматизации. Шахматы выдуманы около полутора тысяч лет назад. Игра в шахматы является большим искусством, она доставляет человеку огромное удовольствие. Любителями шахмат были величайшие люди, в их числе В. И. Ленин. «Автоматические» партнеры вряд ли способны повысить интерес к игре.

Существуют целые области науки, ряд производств, в которых действительно необходимы электронные машины.



Электронная счетно-решающая машина.

Современная электронная вычислительная машина представляет собой сложный комплекс из электронных ламп, электронно-лучевых трубок, фотоэлементов, разных кристаллических элементов. В любую электронную машину входят арифметическое и запоминающее устройства.

Подобно тому, как часы дали толчок к применению «механических» автоматов, успехи электроники позволили по-новому решить вопросы автоматизации и управления производством, создавать уже не отдельные автоматы, а целые цехи и заводы, которые могут работать по заранее заданной программе, причем для машин выбирают наиболее выгодные режимы.

### **Информация, команда, исполнение**

Непременное условие автоматизации — установление четкой системы связей между отдельными элементами автоматической системы с тем, чтобы каждое звено ее

быстро и безотказно реагировало на те или иные изменения условий, в которых протекает процесс. Возьмем самый простой пример: в электрической печи закаливают детали. На приводимых трех схемах показано, как это осуществляется.

В первом случае (рисунок на стр. 160) за ходом процесса наблюдает рабочий. Он обязан поддерживать температуру, необходимую для успешного хода закалки. Для измерения температуры в печи поставлена термопара (прибор для измерения высоких температур). Показания термопары передаются стрелкой прибора. Рабочий-термист, обслуживающий печь, следит за движением стрелки. В зависимости от того, в какую сторону температура отклонилась от заданной — упала она или поднялась, — человек перемещает в ту или другую сторону движок реостата, то есть подает в печь больше или меньше электроэнергии.

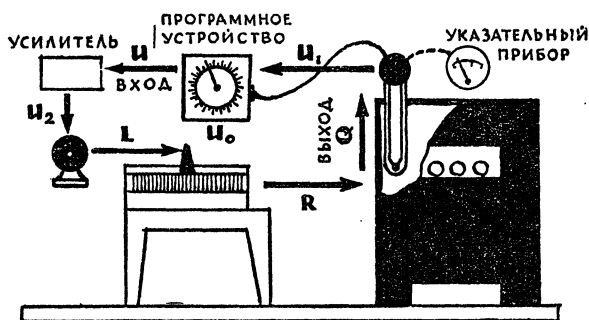
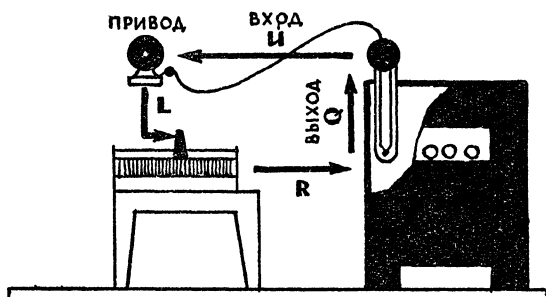
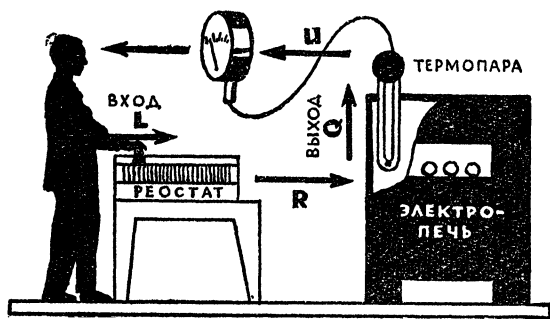
Роль рабочего-термиста, как видим, здесь весьма несложная. Так нельзя ли передать его функции какому-нибудь механизму?

Посмотрите на средний рисунок. На этой схеме реостат соединен с термопарой при помощи привода (это может быть простейший двигатель). Можно быть уверенным, что система будет действовать вернее и точнее. Ведь человек может отвлекаться, он может на некоторое время отлучиться или просто не заметить отклонения температуры. Привод немедленно среагирует на самые малейшие отклонения.

Это простейший вид автоматического регулирования. Такой привод называют сервоприводом или сервомотором. Если первоначальный толчок, который дает термопара, недостаточен, чтобы произвести необходимое переключение, то его можно пропорционально усилить.

Перед нами, таким образом, определенная система. Она в какой-то мере напоминает нервную систему человека. В этой системе есть «вход» и «выход», прямая и обратная связи. **Прямая связь** — сила тока влияет на температуру; **обратная связь** — температура регулирует силу тока.

Коренным образом изменилась роль измерительного прибора — термопары. При ручном регулировании она



«Азбука автоматизации».

служила только для **регистрации** температуры; при автоматическом регулировании термopара не только регистрирует температуру металла в печи, но и отдает команду реостату.

Но ведь в нашей печи кольцо должно нагреваться постепенно и также постепенно надо снижать температуру.

Можно ли и эту работу возложить на автомат?

Посмотрим на схему, изображенную на нижнем рисунке. Чем пополнилась наша автоматическая схема? Программным устройством. Прибор, регулирующий питание печи энергией (потенциометр), будет передвигаться сначала в одну сторону (температура поднимается), затем в другую (температура снижается).

Если над этой системой подумать, то легко увидеть, какое здесь осуществлено «разделение труда». Термopара воспринимает информацию о положении в печи — не слишком ли в ней высокая или, наоборот, низкая температура: привод дает соответственную команду, а роль исполнителя лежит на реостате.

Связь установлена — действие обеспечено. Так в принципе устроена простейшая автоматическая система.

### **Человек не справляется: слишком много информации**

В данном случае автоматизация все же не была абсолютно необходимой. Но есть много примеров, когда без автоматизации невозможно обойтись. Это те случаи, когда человек оказывается неспособным переработать все количество получаемых сведений (информации) и поэтому не в состоянии уверенно управлять процессом.

Может случиться, что информация окажется противоречивой, а производственная обстановка такова, что решение надо принять моментально. Неверное решение повлечет за собой расстройство процесса, а то и аварию. Приведем пример.

Чугун выплавляют в доменных печах. Еще недавно процесс вели на глаз в буквальном смысле этого слова. Мастер принимал те или иные решения, руководствуясь

исключительно той картиной, которую он мог наблюдать в глазки, имеющиеся в фурмах доменных печей. (Через фурмы в домны подают воздух.) Понятно, что решения мастера были чисто субъективными, никаких расчетов ему делать не приходилось.

На современных доменных печах установлены десятки приборов: одни измеряют температуру в разных точках, на разных горизонтах печи, другие — влажность дутья, третьи — давление, четвертые анализируют газы, и так далее и так далее. Информация поступает непрерывно и в изобилии.

Чтобы избрать наиболее рациональный режим работы доменной печи, мастер должен сопоставить получаемую им различную информацию, иногда произвести довольно сложные расчеты. Но пока он сделает расчеты, исходные данные резко изменятся.

Выходит, что какая-то часть полученной информации бесполезна, она не воспринята, и никаких оперативных выводов из нее мастер не сделал. Раз это так, то существование приборов становится бессмысленным.

Какой выход? Вернуться к старинке, к работе на глаз? Вряд ли это можно назвать лучшим выходом.

Еще более убедительный пример представляет метеорологическая служба. Чтобы прогноз погоды на следующий день был надежным, необходимо переработать огромное количество информации, получаемой с различных метеорологических станций. При обычном методе на вычисления должно уйти несколько суток и они потеряют всякий смысл.

В таких случаях совершенно необходимым становится применение скородействующих вычислительных машин, а такими являются электронные машины. Их уже применяет служба погоды. И на доменных печах вводится автоматическое управление процессом.

На подшипниковом заводе на автоматической линии Князькова применение электроники связало воедино станки, транспортную систему и питатель. Представим себе эту систему без электронного запоминающего устройства; как бы она тогда работала?

Предположим, что какая-то группа станков перестала получать кольца. Чтобы это стало известным на пер-

вом этапе процесса, надо держать особый штат наблюдателей (информаторов), которые по телефону или другим способом могли бы передать информацию. И на начальной позиции надо держать одного или нескольких человек, которые примут информацию, разберутся, почему перестали поступать кольца, и сделают соответствующие выводы. Иными словами, линия перестанет быть автоматической.

Сейчас эти функции выполняют электронные лампы и реле. Это как бы нервы и мускулы системы. Включение в автоматические системы счетно-решающих устройств принципиально отличает их от даже самых сложных, самых замысловатых автоматических систем старого типа. Те могли только исполнять какой-то цикл движений; новые автоматические системы обладают способностью логически мыслить, оценивать положение, сравнивать различные возможные решения, выбирать наилучшие.

Отсюда уже один шаг к созданию управляющей машины, машины, которая в известной мере воспроизводит действия человека, основанные на определенных, заранее разработанных инструкциях поведения.

Если вернуться к примеру с доменной печью, то в инструкции для машины, управляющей домной, будет указано, как поступить, например, в случае, если поднимется температура на колошнике и одновременно будут те или другие отклонения от нормы. Управляющая машина использует всю информацию и, действуя по инструкции, найдет наилучшее в данных условиях решение.

В дальнейшем откроется возможность создания самонастраивающихся и самосовершенствующихся автоматических устройств.

### **Человек и машина**

Между процессами, происходящими в такого рода автоматических системах, есть много схожего с тем, как протекают процессы управления и связи в живых организмах.



Изучение этих «подобий», несомненно, может очень много дать для дальнейшего совершенствования автоматических систем. Этими вопросами занимается сравнительно молодая наука — кибернетика.

Кибернетика — это плод содружества многих областей науки: физики, математики, электроники, радиотехники, логики, а также физиологии и медицины. Ее появление подготовлено трудами многих выдающихся ученых разных стран: Гиббса (США), Павлова и Колмогорова (СССР) и других.

Слово «кибернетика» и очень старое и очень молодое.

Древнегреческий философ Платон (IV век до н. э.) применил термин «кибернетика» для характеристики науки о кораблевождении. Это было вполне закономерным. «Кибернетес» — по-гречески значит кормчий, рулевой.

Современные ученые использовали это название для науки, рассматривающей вопросы управления и связи в живых организмах и в машинах.

Вот пример.

Больной входит в клинику. Он передвигается неуверенно, причем его глаза смотрят вниз на землю и на ноги. Каждый его шаг сопровождается выбрасыванием ноги вперед. Если ему закрыть глаза, то он не может стоять и валится на землю. Что с ним?

Другой больной. Пока он сидит, кажется, что у него все в порядке. Однако предложите ему папиросу, и при попытке взять ее он промахнется. Его движения будут представлять собою беспорядочные колебания. Дайте ему стакан воды, и он разольет его, прежде чем поднесет ко рту. Что с ним?

Оба страдают определенными формами расстройства согласованности в движении различных групп мышц организма (атаксией). Мускулы их сильны, но эти люди не могут управлять действиями своих рук и ног. У первого поврежден спинной мозг, получающий сигналы от органов чувств. У второго поврежден мозжечок.

Если информация, или команда, не доходит до адресата, то ни к чему и крепкие мускулы.

И точно так же: условием успешной работы автома-

тических систем машин является наличие прибора, воспринимающего информацию, командующего аппарата и исполнительного механизма. Нарушение связей ведет к параличу всей системы.

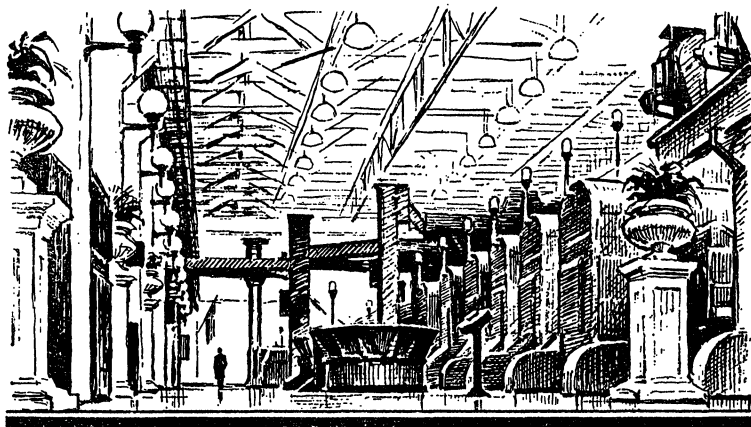
Можно привести сколько угодно примеров успешного действия таких систем. На основании сигналов, передаваемых особыми устройствами, сами включаются или выключаются мощные турбины, снимаются или присоединяются потребители энергии, останавливаются или включаются химические агрегаты.

### **Фантасты отстали**

Всего лишь несколько лет назад все рассказанное выше могло бы послужить материалом для фантастического романа. Но фантасты серьезно отстали от нашей действительности, и, что очень важно, эти достижения науки уже стали достоянием производителей.

Процесс автоматизации — это высшая и завершающая степень механизации труда. Автоматизация совершенно необходима там, где нельзя более полагаться на субъективное восприятие человека, на его глаз, на его осязание или другие органы чувств. При автоматизации на долю человека остается лишь наблюдение за действием машины и регулирование самодействующих систем контроля и управления.

Человеку остается одна и, несомненно, самая важная функция — создание новых, все более сложных систем. Для такой работы требуется большое творческое воображение, то, чем нельзя наделить ни одну, даже самую совершенную, самую «умную» машину.



## *Глава тринадцатая*

### **ОКНО В ЗАВТРА**

Триста инженеров несколько лет трудились над проектом цеха-автомата для производства шариковых и роликовых подшипников.

Ученые Станкоинструментального института, Высшего технического училища и многих других высших учебных заведений и научных учреждений принимали деятельное участие в разрешении научных проблем, ставших перед проектантами цеха-автомата.

Наука взяла на себя небывало смелую задачу: в корне изменить ход производственного процесса, передать машинам-автоматам все операции, которые совершались руками людей. Таких автоматов еще не знала мировая практика. Их надо было сконструировать, сделать, убедиться в их работоспособности.

На четырнадцати заводах страны были размещены заказы на станки, приборы, инструменты и разное оборудование. Двадцать одна организация принимала участие в монтаже и отладке оборудования.

## Без людей

...Входишь в это помещение и останавливаешься в недоумении. Ряды одетых в серые кофухи станков. Нельзя понять, что здесь происходит — работают ли станки или чего-то ждут. Над станками высоко подняты светофоры. В них тусклый свет. Выделяются только немногие ярко освещенные. Ага! Там люди. Стало быть, там идет какая-то работа.

Подходим, но оказывается, именно те станки, возле которых ярко горит свет и можно увидеть людей, не работают. А работают те, где свет горит тускло, точно ночью в купе вагона. Яркий свет — это сигнал о неполадках.

Станки работают сами. Все, что необходимо для работы, само приходит к станку.

Обработанные изделия сами куда-то уходят.

За прозрачным, сделанным из плексигласа, щитком видны механизмы станка. Вот один из них захватил кольцо, зажал его, подошел инструмент и начал снимать с кольца тонкую стружку. Будто молоко, льется охлаждающая жидкость. Вьется, дробится и падает вниз стружка.

Работа окончена. Механизм поворачивается, освобождает кольцо, оно покатилося по транспортеру.

Да, цех работает. Цех в действии, но все происходит без людей. Лишь изредка кольца выплывают наружу, чтобы снова нырнуть в чрево станков или в закалочные агрегаты. И вот в окошко по транспортеру плывут кольца — обыкновенные и конические.

В этом цехе делают подшипники двух типов: шариковые и роликовые. Сложен путь колец, и, чтобы в нем разобраться, войдем в диспетчерскую.

## В диспетчерской

На светящемся щите—маленькие лампочки. Станок—лампочка. Так же, как на светофорах, эти лампочки горят тускло, когда станок в действии, и загораются ярко, как только станок по той или иной причине остановится.

Под щитом — серия счетчиков; они показывают, сколько изделий прошло через те или иные этапы производства.

Все спокойно. Диспетчер рассказывает, как организовано производство в этом необычном цехе.

Цех состоит из двух автоматических линий. Одна предназначена для выпуска шариковых подшипников, другая — для роликовых. Это подшипники массового потребления. Они нужны для самых различных машин и поэтому изготавливаются в огромном количестве. Цех рассчитан на выпуск полутора миллионов подшипников в год — девятьсот тысяч шариковых и шестьсот тысяч роликовых. Кольца шариковых подшипников нарезают из труб, кольца роликовых подшипников — из поковок, доставляемых сюда из кузнечного цеха. Начинка — шарики, ролики, сепараторы — поступает из соответствующих цехов основного производства. В этом цехе производится обработка колец, включая их термическую обработку. Здесь собирают подшипники. Подшипники выходят из цеха запакованными в вощеную бумагу и уложенными в картонные коробочки.

Всё делают машины. Люди только налаживают работу механизмов и наблюдают за ними.

Площадь цеха относительно невелика — три тысячи квадратных метров. В нем несколько сот видов различного оборудования. Все установленные в этом цехе станки и приборы сконструированы и изготовлены в нашей стране.

Свыше десяти тысяч электроприборов служат для всякого рода испытаний и контроля. Цех окутан электропроводами. Общая длина их двести километров. Семьсот электродвигателей потребляют две тысячи киловатт электроэнергии.

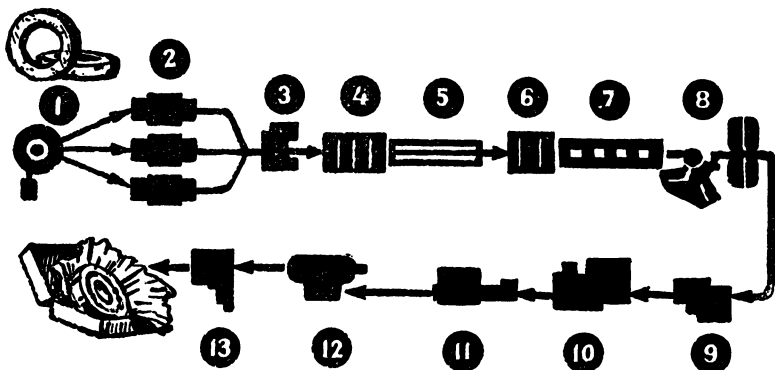
Цех построен по параллельно-последовательному методу. Это значит, что в каждой линии имеются все машины и установки, требуемые для полной механической и термической обработки колец. А для того чтобы перебои в каком-либо одном звене не вызвали остановки всего производства, на пути следования колец устроены запасные автоматизированные магазины.

Вооруженные этими сведениями, вернемся в цех.

## Всю токарную обработку за пятьдесят шесть секунд!

Начало линии конических колец. Недалеко от дверей — бункер. В него как попало засыпают кольца. Бункер вмещает двести пятьдесят — триста колец. Отсюда кольца попадут на транспортер, но предварительно их необходимо определенным образом ориентировать, то есть положить более широкой частью вниз. Это делает специальный механизм. Кольца попадают на подъемник, а затем через транспортер-распределитель к станку.

Первые операции — обточка. Они осуществляются параллельно на трех станках-автоматах. На них фирменная дощечка московского станкостроительного завода «Красный пролетарий». Электрический мозг станков — реле времени — заставляет все исполнительные механизмы уложиться в пятьдесят шесть секунд. Это было бы невозможно, если бы резцы действовали поочередно. Кроме того, частые путешествия детали от резца к резцу нарушили бы заданную точность, а она довольно высокая. Уже на токарной обработке точность измеряется сотыми долями миллиметра. В станке-автомате



План цеха-автомата:

- 1) бункер для загрузки поковок; 2) токарные станки-автоматы; 3) клеймение колец; 4) электронагревательные печи; 5) закалочные баки; 6) обработка холодом; 7) отпускные печи; 8) шлифовальные станки-автоматы; 9) моечные и сушильные установки; 10) автоматы-контролеры; 11) сборка подшипников; 12) размагничивание; 13) упаковка.

определенным образом установленные инструменты действуют одновременно. На языке технологов это называется «высокой концентрацией инструмента».

Вся токарная обработка осуществляется лишь при четырех положениях детали — два на левом блоке, два на правом, но при этом кольцо поворачивается разными своими сторонами двадцать раз, оно то подставляет станкам свои бока, то резцы обрабатывают внутреннюю поверхность, то прорезают дорожки для шариков.

С блока на блок деталь переносит гидравлический командоаппарат, он подчинен реле времени.

Резцы, действующие на этих автоматах, сделаны из твердых сплавов. Они специально сконструированы научными работниками Всесоюзного научно-исследовательского института инструментов.

Кольцо становится серебристым, блестящим, оно идет дальше.

Но мы не сказали, куда девается стружка. Оказывается, к нижней полости станка подходит особого рода транспортер. Он называется шнековым. Это вал с непрерывно вращающейся винтовой лопастью. Он немного напоминает машины для очистки улиц от снега, только здесь лопасть сгребает не снег, а стружку. Стружка падает на транспортеры, расположенные в специальном канале под полом цеха. Оттуда она поступает в особые подземные помещения, а затем, по мере накопления, наклонным транспортером подается вверх.

После токарной обработки кольца передаются на пресс для клеймения; отсюда они поступят в автоматический магазин.

На параллельной линии таким же образом обрабатываются кольца шариковых подшипников.

### **Кольца принимают горячие и холодные ванны**

Магазины — это большие металлические башни, вмещающие от тысячи до трех с половиной тысяч колец. Здесь они задерживаются в ожидании очереди, чтобы попасть в закалочный агрегат.

Поднимаются затворы магазинов, и кольца выкатываются на автоматические раскладчики, которые укладывают кольца рядами в закалочные печи (по пять — шесть штук в ряд). Для экономии места раскладчики линии шариковых колец вводят внутренние кольца в наружные; таким образом, в каждом ряду пять пар колец.

Печи электрические. Около часа кольца выдерживаются при температуре в 850 градусов. Напомним смысл этой операции: сталь проходит через «критические точки», а затем при охлаждении переходит в новое физическое состояние, изменяется кристаллическая решетка.

Из печи кольца попадают в заполненные маслом закалочные баки. Отсюда конвейеры выносят их в моечные машины (горячая вода и сода). Встречная струя воздуха осушает кольца. Но это еще не конец. Дальше кольца попадают в холодильник. Глубоким охлаждением (двадцать градусов ниже нуля) предупреждается самопроизвольный рост колец (вспомните «тепловую лестницу»!).

Из холодной, ледяной ванны снова в горячую — отпуск. Здесь снимаются все возникшие при быстрой смене тепла и холода напряжения в металле, уменьшается его хрупкость, повышается вязкость. Металл становится добротнее и надежнее.

Дальше снова охлаждение воздухом из вентиляционной установки, и кольцо снова попадает в магазин. Металл стабилизирован, и теперь за кольца возьмутся автоматические «ювелиры», чтобы довести их до необходимых размеров.

### „Ювелиры“

Три московских станкостроительных завода и один ленинградский делали станки специально для этого цеха.

Оборудование для плоского шлифования справляется с суточной программой всего лишь за три часа. В первую половину смены шлифуют наружные кольца, во вторую половину — внутренние. В зависимости от этого в магазине задерживаются либо внутренние, либо наружные кольца. Перестройка производится автоматически.



Следующий этап — шлифование отверстий и дорожек качения. Поток делится на четыре ручья. На двух шлифуются кольца шариковых подшипников, на двух — роликовых. Шлифование осуществляется за два прохода. В старых цехах это делается за семь — десять проходов.

Но вот уж закончены все шлифовальные операции. Автоматические ювелиры порядком потрудились. На кольцах осталась пыль металла и абразивных кругов; чтобы ее снять, им задается освежительная ванна.

Обмытые, освеженные, они через окошко проходят в другое помещение — на сборку. Но сначала все кольца надо тщательно измерить, и они поступают на контрольно-измерительную станцию.

### Строгий судья

Станция эта создана коллективом работников Бюро взаимозаменяемости бывшего Министерства станкостроения и учеными Московского станкоинструментального института.

Здесь мы встречаемся со всем арсеналом средств, которыми наука вооружила производство. Контрольные автоматы имеют так называемые пневмо-электрические датчики. Каждый автомат делает от двадцати до тридцати трех измерений с точностью до 0,5 микрона. Не будем заглядывать внутрь этих приборов; рассказ об этом оказался бы очень сложным. Посмотрим, как это делается.

Транспортер вносит кольца в остекленное помещение. Вот кольцо попало на первый автомат. Он его подержал и отпустил дальше. Кольцо попадает на второй автомат. И этот автомат незаметно проводит свою работу и пропускает кольцо на третий автомат. Кольцо сделало уже четыре остановки — его измерили и ощупали со всех сторон.

Стало быть, все хорошо? Кольцо годное? Можно его отправить на сборку?

Нет, это вывод преждевременный. Результат измерений, произведенных каждым из автоматов, нам неизве-

стен, но его знает электромагнит. Он верховный судья, который решит, годно ли кольцо. Кольцо подходит к электромагниту. Сейчас будет установлено, не ошиблись ли токарные, закалочные, шлифовальные и другие автоматы.

Все данные о кольце, его характеристика переданы промежуточными испытательными автоматами электромагниту. Полученную информацию он взвесит и решит, можно ли пустить кольцо на сборку или его следует послать на исправление, а может быть, и вовсе списать в брак.

Повисев на магните, кольцо ложится на транспортер, который везет его к сборочному автомату. Все ясно: размеры выдержаны, кольцо годное. И второе кольцо проходит, и третье, и четвертое, и, может быть, десятое.

Приходит еще одно кольцо, и магнит как будто даже и не желает к нему притронуться. Он сразу бросает его на «штрафной» транспортер; кольцо отправляется в изолятор, оно взято под подозрение.

На каком из четырех автоматов обнаружена неточность? Мы не знаем. Импульсонакопитель «запомнил» это кольцо, и кольцо вывели из потока. В изоляторе брака разберутся: окончательно потеряно это кольцо для производства и его надо списать в убыток или его еще можно исправить.

Оставим, однако, бракованные кольца и направимся к сборочным автоматам.

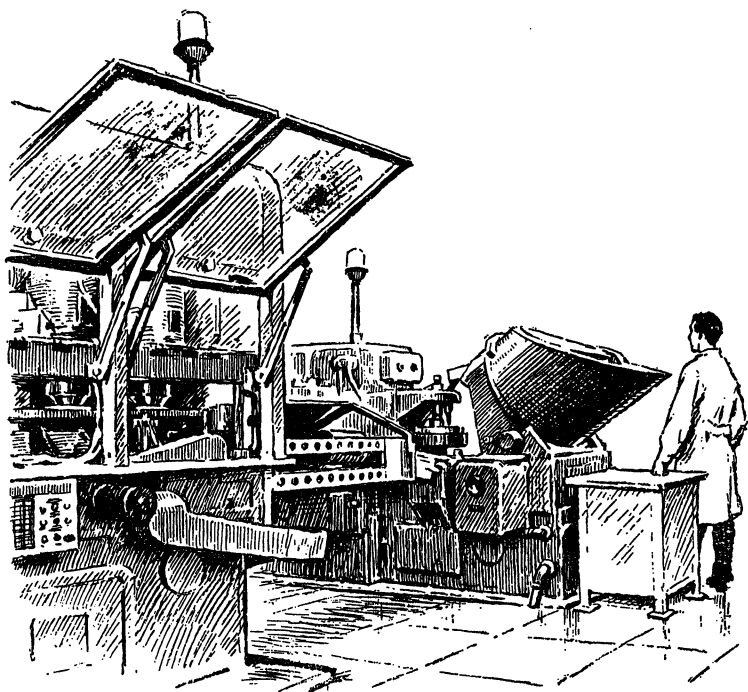
## **В действие вступают электроны**

На одних автоматах собирают роликовые подшипники, на других — шариковые.

Машина — сборщик роликовых подшипников — это четырехпозиционный вертикальный автомат.

Первая позиция — из загрузателя поступает сепаратор, «механическая рука» кладет его на место;

вторая позиция — из бункера по круглому желобу катятся ролики, они становятся на предназначенные для них места; вводится внутреннее кольцо;



Контрольно-измерительная станция и сборщик-автомат.

третья позиция — специальная «головка» ощупывает ролики, все ли на месте;

четвертая позиция — пресс обжимает сепаратор, собранный блок отправляется на стол контролера — это первый человек на всем длинном пути. Он соединяет поступивший блок с наружным кольцом, проверяет собранный подшипник.

Более сложный и «образованный» сборочный агрегат для шариковых подшипников. Он состоит из четырех машин-автоматов.

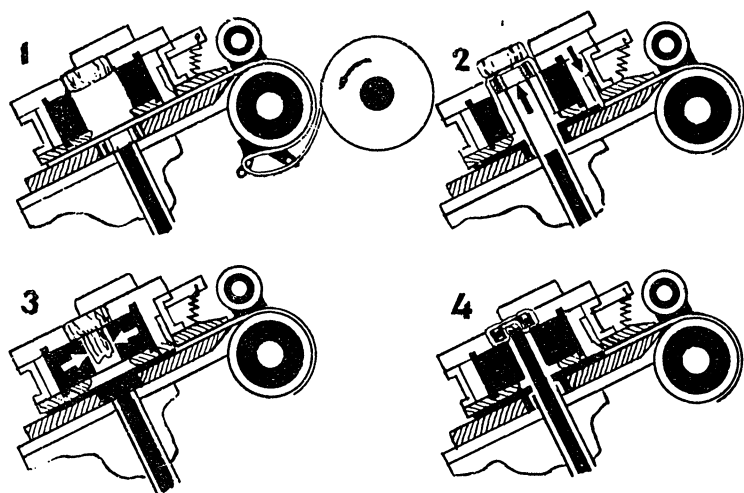
Первый аттестует кольца, второй — выдает шарики, третий автомат — это, собственно, сборочная машина, и четвертый — контролер.

Сборочная машина, в свою очередь, имеет ряд позиций: подача колец, насыпка шариков, укладка полусепаратора, разбивка шариков, контроль зазора, подача второго полусепаратора, опрессовка.

Почему этот агрегат «более образованный»? Во время знакомства с технологией сборки шарикоподшипников мы видели, как важно подобрать к шарикам определенного размера соответственные кольца. На автоматической сборке применен обратный принцип: по зазору колец подбираются шарики.

Как мы знаем, в процессе изготовления шарики сортируются по группам. В бункерах хранятся шарики пятидесяти групп. Каждому размеру шарика отведен специальный бункер.

Дальше процесс сборки осуществляется так: автомат измеряет внутренний диаметр наружного кольца, поступившего на сборку, и наружный диаметр внутреннего



Автомат-упаковщик:

1) подшипник вошел в канал, рулон подал бумагу; 2) подшипник вошел в верхнюю часть канала и вытеснил ранее завернутый подшипник; 3) бумага собрана в пучок; 4) пучок бумаги обертывает подшипник.

кольца. Это делается мгновенно. Затем путем соответствующих исчислений определяется, какие шарики подходят к этим кольцам. Если бы эти исчисления должен был сделать человек, то сборка подшипника задержалась бы долгое время.

Но сборщик умеет сам считать: он снабжен счетно-решающим устройством, и расчет осуществляется так же мгновенно, как измерение.

На автомате выскакивает цифра: это номер бункера, где хранятся необходимые шарики.

Одновременно автомат передает бункеру команду, и из него выкатывается необходимое число шариков. Вот они уже спешат на сборку и расходятся по своим местам.

Дальнейший процесс аналогичен вышеописанному методу сборки роликовых подшипников, только в данном случае все проверочные операции доверены автомату.

Сойдя со сборочного автомата, шариковые подшипники попадают на контрольный автомат, где проверяются на шум и легкость вращения.

Подшипники готовы. Но с ними еще надо повозиться. Подшипники поступают в демагнитизаторы. Затем в антикоррозийные агрегаты. Они покрываются слоем масла. Дальше упаковочные автоматы. Подшипник заворачивают в промасленную бумагу и укладывают в изящную фирменную коробочку, на ней стоит дата рождения подшипника.

## **В светофорах тусклый свет**

Цех работает в полную мощь. Результат работы цеха зависит от исправности оборудования.

Чем реже зажигается яркий свет в светильниках, тем лучше.

Для того чтобы обеспечить четкую работу оборудования, наладчики должны быть хорошо знакомы со схемами станков, электроникой и даже вычислительной механикой.

Насколько же наладчик цеха-автомата стоит выше рабочего, занятого на операционном станке! Именно

этим полнее и лучше всего измеряется путь, пройденный Первым подшипниковым заводом, — от рабочего-операционника до наладчика счетно-решающего устройства автомата-сборщика!

— Цех-автомат — это окно в завтрашний день техники, — сказал один из сторожилов завода, наладчик группы токарных станков.

Мы встретились возле одного из токарных автоматов.

Наладчик группы оказался одним из тех, кто еще в конце тридцатых годов начал бой за автоматизацию, за освобождение рабочих и работниц от однообразного утомительного труда.

— Мечты сбываются, — сказал он, обрадованный неожиданной встречей, и стал вспоминать первые годы существования «Шарика», конфликт с Олей-шлифовщицей: — Она теперь инженер и неплохой инженер, только работает не у нас, а в Саратове. Творит, немного фантазирует. А фантазировать надо. Разве наш цех совсем недавно не представлялся несбыточной фантазией? А теперь?!

Цех-автомат — убедительное доказательство высокой зрелости советских ученых и инженеров. Коллективу инженеров, создавших этот удивительный цех-автомат, в котором все делают машины, были в 1957 году присуждены Ленинские премии.

Восемь ведущих конструкторов и организаторов производства удостоены Ленинской премии. Назовем их фамилии. Это Н. А. Волчек, С. Н. Власов, А. П. Никольский, В. И. Гончаров, Я. С. Соловейчик, В. П. Бобров, А. А. Громов и Е. Н. Копаневич.

Выдающийся успех советских ученых и инженеров вынуждены признать и те, кто совсем недавно — четверть века назад — пытался окружить методы производства подшипников глубокой тайной. С цехом-автоматом подробно ознакомился видный американский инженер из фирмы «Форд мотор компани» Невиль Л. Бин. Он побывал в цехе вскоре после его пуска. Вернувшись в США, он напечатал статью в газете «Нью-Йорк таймс» и затем дал обстоятельное интервью влиятельному американскому журналу «Машинэри». «Автоматизация,

применяемая на русском шарикоподшипниковом заводе, — заявил Невиль Л. Бин, — сделала бы честь любой группе инженеров».

Вся мировая печать отметила этот успех советской технической мысли.

### **Две цели автоматизации**

А как обстоит дело на капиталистических предприятиях? Ныне и там широко осуществляется автоматизация, но цели ее совсем иные, чем те, которые преследуются у нас, в нашей социалистической стране.

Монополисты используют любое усовершенствование техники для увеличения прибылей и еще большего усиления эксплуатации. Прибыли крупнейших автомобильных, тракторных, электротехнических и других компаний в последние годы удвоились и утроились.

Автоматизация вызвала так называемую «технологическую безработицу». Тысячи людей выбрасываются на улицу, и у них нет никакой надежды устроиться где-либо на другой работе.

Американские газеты сообщали об одной весьма любопытной стычке, происшедшей между крупным американским предпринимателем Уотсоном и профсоюзным лидером Уолтером Рейтером.

Как известно, американские профсоюзы не очень энергично защищают интересы рабочих, но на сей раз им пришлось это сделать. Дело дошло до крайности. Кажалось бы, есть простой выход из положения: чтобы не оставлять людей без работы, перейти на сокращенный рабочий день. Против этого не возражали и капиталисты, но при этом они рассчитывали пропорционально сократить заработную плату рабочим. Иными словами говоря, они хотели всю выгоду от автоматизации положить в свой карман.

Рейтер стал протестовать: ведь рабочие и без того не бог весть как обеспечены, а их зарплату хотят еще урезать.

— Пить-есть рабочие должны каждый день, — доказывал Рейтер.

— А нам до этого нет дела. Не зря же мы тратили деньги на новое оборудование. . .

Так они ни до чего и не договорились. Между тем, если автоматизация будет развиваться нынешними темпами, то четыре пятых рабочих автомобильной промышленности в течение ближайших десяти лет должны лишиться работы. А по подсчетам, сделанным одним из выдающихся деятелей коммунистической партии Америки Уильямом З. Фостером, автоматизация уже вытесняет ежегодно один миллион рабочих.

В Англии автоматизация вызвала крупные забастовки. Рабочие добиваются обеспечения своих прав на сносное существование.

— Каковы же будут последствия автоматизации — создания работающих механизмов, которым не нужно будет покупать новых ботинок для своих детей или ходить с женой в кино и которые не будут, конечно, требовать повышения заработной платы? — с тревогой спрашивал председатель комитета цеховых старост «Бритиш мотор компани» Дик Этеридж.

Борьба между капиталистическими монополиями и рабочими все более обостряется. Это борьба за существование!

Иначе обстоит дело у нас. Лишь на одном Московском подшипниковом заводе автоматизация позволила высвободить 2200 человек. А если бы завод продолжал работать старыми методами, с такой производительностью, с какой работали на нем до войны, то ему потребовалось бы еще 11 тысяч рабочих.

Если бы детали, выпускаемые роликовым цехом, пришлось по-прежнему сортировать вручную, то для этого потребовалось бы 800 контролеров. На самом же деле на контрольных работах в этом цехе занято всего лишь 30 человек. Государство на этом экономит 5 миллионов рублей в год. 770 человек освобождены от изнурительного занятия.

Но никто не остался без работы. Производство на заводе растет, и на нем не только не оказалось лишних рабочих, но пришлось еще набирать новых.

Готовясь к встрече XXI съезда КПСС, коллектив подшипникового завода принял решение в течение 1959—



1965 годов полностью автоматизировать производство крупносерийных и массовых подшипников и, таким образом, еще в полтора раза увеличить мощность своего завода. А это значит, что будет сделано еще 10 автоматических линий, модернизируют еще 500 единиц оборудования, создадут еще ряд новых автоматов, которые окончательно вытеснят трудоемкие операции.

В условиях социалистического хозяйства исчезают противоречия между успехами техники и формами ее применения. В нашей стране автоматизация несет рабочим только блага: освобождение от однообразного отупляющего труда, сближение умственного и физического труда, повышение уровня жизни, обилие товаров, процветание.

Именно поэтому советские рабочие смотрят на автоматизацию, как на избавительницу от наиболее утомительных видов трудовой деятельности человека.

«Окном в завтра» назвал цех-автомат один из тех рабочих, которые с первого дня пуска Первого подшипникового завода искали путей лучшей организации производства.

Наши советские рабочие дрались за это «завтра», они хорошо знали, что оно им несет, и в своих расчетах они не обманулись.

Это «завтра» становится сегодняшним днем. Будущее завода в том, чтобы сделать его заводом-автоматом. Какая захватывающая, интересная работа ожидает тех, кто будет работать на подшипниковом.

\* \* \*

По случаю своего двадцатипятилетия работники Первого московского подшипникового завода собрались в большом спортивном зале центрального стадиона имени Ленина в Лужниках. Оказалось, что и этот зал не смог вместить весь коллектив. Это явилось причиной многих обид — ведь каждому хотелось попасть на это собрание. В некоторых случаях пришлось даже прибегнуть к жеребьевке.

— Хорошо еще, что на заводе развивается автоматизация, — пошутил кто-то. — А то бы и двух таких залов не хватило.

Было время, когда советские люди ездили в другие страны, чтобы научиться делать подшипники. Ныне советские специалисты помогают проектировать и строить такие же заводы в Китае и других странах народной демократии.

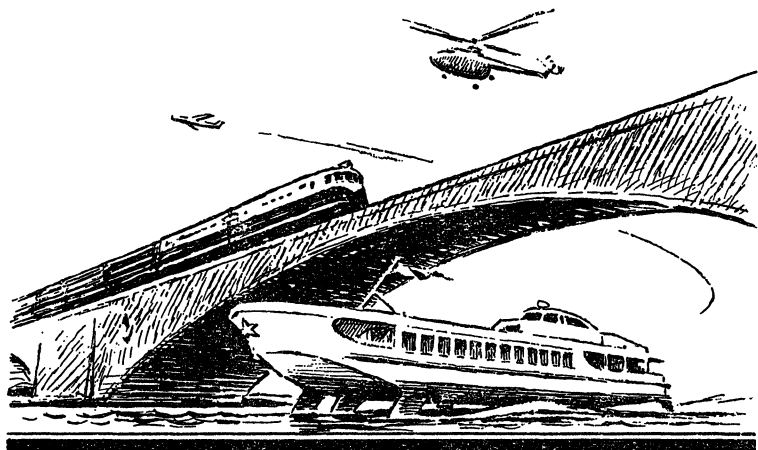
Благодарные ученики горячо поздравили москвичей со славным юбилеем.

«Дорогие друзья!

Ваш завод героически прошел славный 25-летний путь, накопил богатый опыт, — писали заводской и профсоюзный коллективы шарикоподшипникового завода в городе Лоянь. — Спроектированный вами на основе этого опыта Лоянский шарикоподшипниковый завод нашей страны скоро вступит в строй. Но наш завод еще молод и поэтому является как бы вашим младшим братом. А как важна дружеская помощь для младшего брата!

По случаю 25-летия вашего завода просим принять поздравления и пожелания больших успехов в деле строительства коммунизма. Пусть наша дружба с каждым днем растет и крепнет!»

Дружба в труде ради процветания мирной жизни! Такая дружба крепка, как самая лучшая закаленная сталь!



## *Глава четырнадцатая, заключительная*

### **НА ПОРОГЕ ЖИЗНИ**

...труд создал самого человека.

Ф. Энгельс.

На этом закончим наш рассказ о стальном шарике.

Вам, юные читатели, наверняка знакомы книги о раскрытии тайн морских глубин и земных недр, зеленого листа и строения вещества.

Оказывается, и в простом стальном шарике заключено много тайн. Чтобы сделать обыкновенный стальной шарик, надо очень много знать. В цехах подшипникового завода скрещиваются самые различные отрасли науки, и только в тесном сотрудничестве с ними можно решить практические задачи, ежедневно встающие перед работниками производства.

Жизнь человека немислима без производства материальных ценностей. Человек не может существовать без

хлеба и воды, без металла и других материалов, из которых делают орудия труда, жилища и средства транспорта, одежду и обувь.

«Труд создал самого человека». Эти гениальные слова принадлежат Фридриху Энгельсу. Невозможно найти лучшее определение значения труда.

В решении задач, которые встают перед работниками тех или иных предприятий, раскрываются их способности, таланты.

Производство — это ведь не нечто вполне определенное, законченное, вечное.

Производство — это академия, в которой совершенствуются технологические процессы, делаются разные открытия.

Производство — это непрерывное движение вперед, это борьба.

Возьмите на выбор любой процесс, и вы убедитесь, что не то что тысячелетия или века, но даже десятилетия накладывают свой отпечаток на методы производства, на применяемые орудия труда, на способы получения тех или иных материалов или видов энергии.

В течение одной человеческой жизни произошли грандиозные перемены — в способах добычи топлива и в выплавке металлов, в видах энергии, которыми мы пользуемся.

Не прошло еще и ста лет, как электрическая энергия начала вытеснять паровую. Теперь мы находимся в преддверии атомного века.

В конце прошлого века были заложены научные основы производства и обработки стали, в начале этого века были найдены надежные средства получения алюминия, а теперь на сцену выходит конкурент стали и алюминия — титан.

Так во всех областях. Литье металлов является одним из древнейших методов. Развитие станкостроения привело к тому, что литейщики на некоторое время оказались отодвинутыми на задний план. В наше время литейные методы вновь берут верх, возвращая себе потерянные позиции.

И на подшипниковом заводе вы видели, как изменялись способы изготовления колец, шариков и роликов.

Здесь так же, как и на всяком производстве, идет непрерывная борьба за совершенствование методов производства. Зачинщиками этой борьбы явились люди беспокойные, в которых сильно развита тяга к творчеству.

Тяга к творчеству присуща каждому человеку, и если этому никто и ничто не мешает, то новаторская деятельность отдельных лиц превращается в мощное народное движение, в котором всякий работник производства находит применение своим способностям, своим талантам.

И в этом вы также могли убедиться на примере работников Первого подшипникового завода. Среди тех, кто упорно и настойчиво искал новые, лучшие методы производства, вы видели рядовых рабочих и инженеров, изобретателей и ученых. Это Соколов и Булгаков, Волков и Дербисер, Викторов и Квартин, Микешин и Лушечкин, Попов и Часовников. И многие, многие другие.

Тяга к творчеству тогда плодотворна, когда она подкреплена знаниями, опытом.

Эта книга адресована в первую очередь юношам и девушкам, стоящим на пороге жизни, юношам и девушкам, которым предстоит выбрать себе профессии. Это ответственный шаг, и от того, насколько верно он рассчитан, очень часто зависит весь жизненный путь человека.

Вполне понятно, что каждый стремится выбрать себе такую профессию, которая в наибольшей мере соответствовала бы его природным склонностям, интересам, способностям.

Выбор профессии! В капиталистических странах возможность выбора предоставлена только богатым.

Но что такое богатство? Откуда богатство у молодого, скажем, восемнадцатилетнего человека?! Его богатство — чужой труд, труд рабочих, батраков, которые работали на его отца, деда, прадеда. Его богатство — результат эксплуатации других, тех, кто продает свой труд.

Но богатым не приходится задумываться над выбором профессии. Для чего? Их существование обеспечено, и они всегда найдут средства убить свое свободное время.

Другое дело люди неимущие. Им действительно приходится задумываться над выбором профессии, но им не дано выбирать. Они идут туда, где их берут, где есть спрос на рабочую силу, где они могут рассчитывать на более или менее сносные условия существования. Людям часто приходится менять профессии и заниматься совсем не тем, к чему их влечет, на что они способны.

Иначе обстоит дело у нас в СССР и в других социалистических странах.

Молодой человек имеет возможность избрать любую профессию, ничто ему не заказано, если он хочет честно трудиться на благо Родины. Кругом много дел. Тысячи и тысячи увлекательных профессий ждут каждого.

На чем же остановить свой выбор, чему отдать предпочтение?

Направиться ли после школы на текстильную фабрику или подшипниковый завод, в лабораторию или в медицинское учреждение, на стройку или стать педагогом?

Но и на текстильной фабрике, на подшипниковом заводе, на строительстве, на электростанциях, в больницах и школах — много профессий. И прежде чем выбрать себе профессию, надо хорошенько присмотреться к ней.

У молодого человека нашей страны имеется много возможностей познакомиться с условиями, или, как принято говорить, со спецификой труда на разных производствах. Тут и экскурсии, и встречи со старыми производственниками, и книги о профессиях, о различных производствах.

Я долго размышлял, прежде чем приступил к работе над этой книгой. Возможно, что читателя скорее заинтересовал бы рассказ о том, как делают самолеты, тепловозы, автомобили, шагающие экскаваторы. Это ведь сложные машины. И все же я не жалею, что выбрал как будто такое невыигрышное изделие, как подшипник.

Знакомство с производством подшипников привело нас к ряду областей науки. Здесь молекулярная физика и оптика, металловедение и метрология, автоматика и электроника.

Всюду у нас кипит творческая работа; подъем технической культуры наложил особый отпечаток на характер

труда людей: одни профессии отмерли, нарождаются новые. И кем бы вы ни стали — пойдете ли вы на подшипниковый или металлургический завод, будете ли вы делать станки или строить дома, будете ли вы разведчиками недр или вашей специальностью станет одна из многих отраслей химии, — помните, знайте, что всюду нужны глубокие знания. Настоящего удовлетворения можно добиться, если отдаешь себя делу до конца. В созидательном труде смысл жизни, счастье жизни человека.

И если этот рассказ об одном небольшом участке производственной деятельности человека поможет вам лучше ориентироваться в окружающем мире и найти свое подлинное призвание, то автор будет считать свою цель достигнутой.

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Глава первая. Неодолимая сила*

Польза и вред от трения . . . . .	5
Как преодолеть силы трения . . . . .	8
Путешествие «Грома» . . . . .	10
Сколько лет колесу? . . . . .	14
От чего зависит трение? . . . . .	15
Поиски русских механиков . . . . .	17
От самоката к велосипеду и автомобилю . . . . .	20
Самая распространенная деталь . . . . .	21
За советские подшипники! . . . . .	23

### *Глава вторая. Это было в первой пятилетке*

В СССР — индустриализация, в странах капитала — кризис! . . . . .	26
Проект . . . . .	29
Знаете ли вы, что такое грабать? . . . . .	31
Селезневцы . . . . .	32
«Завод должен быть готов в срок!» . . . . .	35
Станок на... капле масла . . . . .	37
Завертелся . . . . .	39
Есть первый завод советских подшипников! . . . . .	40



### **Глава третья. От прутка до подшипника!**

Памятный день . . . . .	42
Маршрут кольца . . . . .	43
Маршрут шариков . . . . .	45
На сборке . . . . .	48

### **Глава четвертая. Отчего шарики растут**

Своими руками . . . . .	50
Смысл обыденных слов . . . . .	52
Опасные строчки . . . . .	55
На родине русского булата . . . . .	56
Вверх и вниз по «тепловой лестнице» . . . . .	58
Жизнь металла . . . . .	65
Отчего растет кольцо . . . . .	68

### **Глава пятая. Охотники за микронами**

Учиться мерить! . . . . .	72
Системы мер и их значение . . . . .	73
Кадмиевая радуга . . . . .	75
Чудесные плитки . . . . .	77
Штаб борьбы за точность . . . . .	80

### **Глава шестая. Начало начал**

Рождение формы . . . . .	84
«Это вам не блоху подковать» . . . . .	86
Биография Роберта Робинсона . . . . .	88
Хозяин микронов . . . . .	93

### **Глава седьмая. Путь в гору**

Станки и люди . . . . .	95
Синьор Габато и комсомолка Оля . . . . .	97
У конвейера... Чарли Чаплин . . . . .	99
Учиться! . . . . .	101
События в кузнице . . . . .	102

### **Глава восьмая. Испытания**

Прощание . . . . .	106
«Линдов городок» . . . . .	107

Вторая жизнь московского «шарика» . . . . .	109
Снова геометрия! . . . . .	110
Новые горизонты . . . . .	114

## *Глава девятая. Смелые шаги*

Советский завод не злая мачеха . . . . .	119
Первая в мире . . . . .	121
Трубка Волкова . . . . .	124
Турин — Детройт — Москва . . . . .	127

## *Глава десятая. Мечты и действительность*

Анатомия станка . . . . .	130
«Конструктор» для конструкторов . . . . .	132
Снова о механической руке . . . . .	136
Кольца катятся сами . . . . .	136
Путь открыт! . . . . .	139
Автоматический штамповщик . . . . .	141

## *Глава одиннадцатая. Наука у станка*

«Фотоглаз» сортирует шарики . . . . .	144
Двух одинаковых шариков не бывает . . . . .	147
Ультразвук и электроника . . . . .	151

## *Глава двенадцатая. Человек и машина*

Чудеса механики . . . . .	153
Работают электроны . . . . .	156
Информация, команда, исполнение . . . . .	158
Человек не справляется: слишком много информации . . . . .	161
Человек и машина . . . . .	163
Фантасты отстали . . . . .	165

## *Глава тринадцатая. Окно в завтра*

Без людей . . . . .	167
В диспетчерской . . . . .	—
Всю токарную обработку за пятьдесят шесть секунд! . . . . .	169
Кольца принимают горячие и холодные ванны . . . . .	170
«Ювелиры» . . . . .	171

Строгий судья . . . . .	172
В действие вступают электроны . . . . .	173
В светофорах тусклый свет . . . . .	176
Две цели автоматизации . . . . .	178
<i>Глава четырнадцатая, заключительная. На по-</i> <i>роге жизни . . . . .</i>	182

---

ДЛЯ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

*Пешкин Илья Соломонович*  
**ИСТОРИЯ СТАЛЬНОГО ШАРИКА**

Ответственный редактор *В. С. Мальт.*  
Художественный редактор *Е. М. Гуркова.*  
Технический редактор *Г. Н. Шевченко.*  
Корректор *А. Б. Стрельник.*

Сдано в набор 6/VIII 1958 г. Подписано  
к печати 25/XI 1958 г. Формат 84 × 108<sup>1/32</sup>  
12,25 печ. л. = 10,67 усл. печ. л. (9,26 уч.-  
изд. л.) Тираж 30 000 экз. А-09860.

Цена 3 р. 80 к. Зак. № 349.

Детгиз. Москва. М. Черкасский пер., 1.

---

2-я фабрика детской книги  
Детгиза Министерства просвещения РСФСР.  
Ленинград, 2-я Советская, 7.

В ГОСУДАРСТВЕННОМ ИЗДАТЕЛЬСТВЕ  
ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
В 1958 ГОДУ ВЫШЛИ И ВЫХОДЯТ В СВЕТ  
*С Л Е Д У Ю Щ И Е*  
*НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ КНИГИ:*

*Вальдгард С.*  
**ЧТО НАДО ЗНАТЬ О МАШИНАХ.**  
*Перля З.*  
**ЧЕЛОВЕК РЕЖЕТ МЕТАЛЛ.**  
*Вебер Ю.*  
**ПРОФИЛЬ НЕВИДИМКИ.**  
*Анфилов Г.*  
**ИСКУССТВЕННОЕ СОЛНЦЕ.**  
*Штейнгауз А.*  
**ЗАВОД БЕЗ ЛЮДЕЙ.**  
*Ларионов Л.*  
**РЕЧНЫЕ МИЛЛИОНЫ.**

*Э т и к н и г и*  
*в ы м о ж е т е п о л у ч и т ь*  
*в школьной и местной библиотеках.*

**3 р. 80 к.**