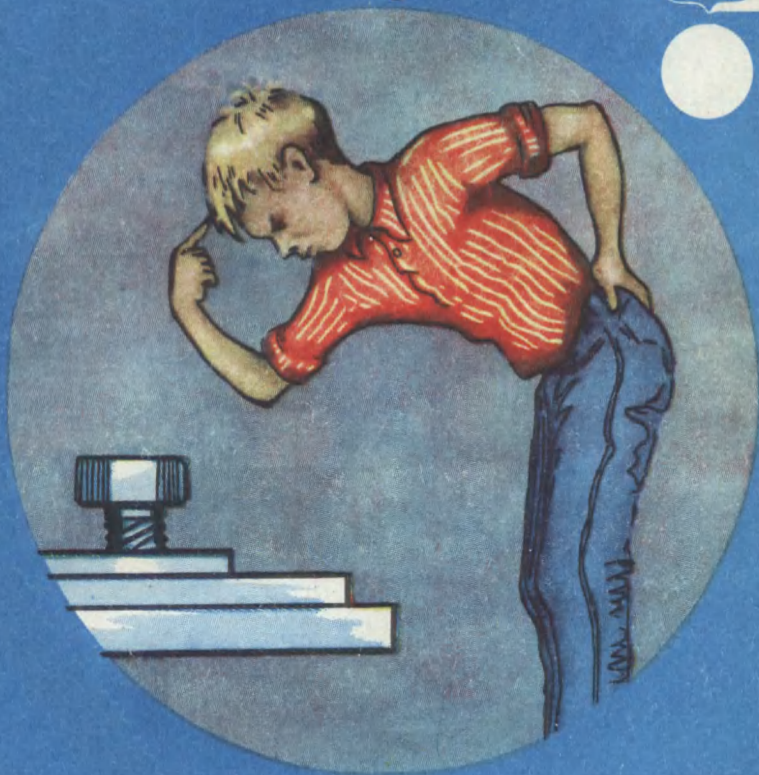


ЧЕМ БЫТЬ?!



Г. Л. ШИХЕЛЬМАН

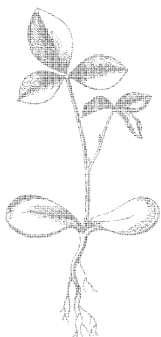
# ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

СЕРИЯ **„КЕМ БЫТЬ?„**

---

Г. Л. ШИХЕЛЬМАН

# **ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**



МОСКВА  
« МАШИНОСТРОЕНИЕ »  
1987

ББК 34.5  
Ш65  
УДК 621.01

Рецензент инж. *О. М. ЛЕОНТЬЕВ*

**Шихельман Г. Л.**  
**Ш65** Занимательная технология машиностроения. —  
М.: Машиностроение, 1987. — 176 с.: ил. — (Кем  
быть?).

(В обл.). 30 к.

В книге в популярной форме изложены сведения по технологии машиностроения и рассказано об остроумных решениях многих технологических проблем. Приведены интересные данные из истории создания и совершенствования машин, металлорежущих станков и инструментов. Освещены некоторые вопросы метрологии, стандартизации и экономики.

Для учащихся школ, техникумов и технических училищ.

**Ш** 2704010000-227  
227-87  
038(01)-87

**ББК 34.5**

© Издательство «Машиностроение», 1987

*«Экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими средствами труда»<sup>1</sup>.*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Перед вами небольшая книга. На ее страницах вы найдете рассказы из истории машиностроительного производства, «биографии» некоторых металлорежущих станков и инструментов, описание новых прогрессивных технологий и информацию о поисках и находках ученых и инженеров, изобретателей и рационализаторов. Они решают одну из основополагающих задач технического прогресса: как и какими средствами производства изготовлять детали и механизмы, машины и агрегаты, как делать это добротнo, высокопроизводительно и с минимальными затратами материальных и трудовых ресурсов.

XXVII съезд КПСС поставил задачи «значительно ускорить развитие машиностроения. Осуществить коренное повышение технического уровня выпускаемой продукции. Обеспечить создание и освоение производства техники новых поколений, позволяющей многократно повысить производительность труда, улучшить его условия, существенно снизить материальные затраты».

Важная роль в осуществлении этих задач принадлежит технологам. «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» предусматривают «осуществить комплекс мероприятий по совершенствованию технологии производства. Расширить в двенадцатой пятилетке в 1,5—2 раза применение прогрессивных базовых технологий. Обеспечить широкое внедрение в народное хозяйство принципиально новых технологий — электронно-лучевых, плазменных, импульсных, биологических, радиационных, мембранных, химических и иных, позволяющих многократно повысить производительность труда, поднять эффективность использования ресурсов и снизить материалоемкость производства».

<sup>1</sup> Маркс К. Капитал. М.: Политиздат, 1978. Т. I. С. 191.

В двенадцатой пятилетке предусмотрено широко внедрять гибкие переналаживаемые производства и системы автоматизированного проектирования, автоматические линии, машины и оборудование со встроенными средствами микропроцессорной техники, роботизированные технологические, роторные и роторноконвейерные комплексы.

Для решения этих задач необходимо обеспечить опережающий выпуск металлорежущих станков с числовым программным управлением типа «обрабатывающий центр» (многоцелевые станки) и существенно расширить выпуск станков высокой и особо высокой точности, повысить в 3—4 раза выпуск высокопроизводительного режущего инструмента и расширенно использовать упрочняющие технологии.

Многие из этих вопросов в той или иной мере находят отражение в предлагаемой книге.

Совершая путешествие по технологическим маршрутам, вы встретитесь со многими любопытными задачами и интересными вопросами, которые дадут вам возможность поразмыслить и проверить свои эрудицию и технический кругозор.

Вы найдете немало полезных советов опытных технологов и новаторов, а также описания некоторых сравнительно простых устройств, которые могут быть сделаны, как говорят, «своими руками», а затем успешно использованы в практической деятельности.

Автор рассчитывает на активность читателя при решении предложенных технологических задач. Что же касается приведенных в конце книги ответов и решений, комментариев и разъяснений, то их не следует рассматривать как помеху на пути самостоятельной работы читателя, так как они, хотя и несут определенную информационную нагрузку, выполняют лишь роль «страхового троса» — при необходимости, а также служат для самопроверки. Нельзя, конечно, запретить читателю книги, ознакомившемуся с вопросом или задачей, не задумываясь, тут же начать поиск на последних страницах готового ответа или решения. Но следует помнить, что это лишь снизит его интерес и он очутится в положении телевизионного болельщика, которому еще до трансляции состязания стал известен счет игры. Не зря же в этих случаях диктор предупреждает: «Приглушите

звук телевизора, после небольшой паузы мы сообщим результат матча».

Основная цель предлагаемой книги — помочь читателю легко усвоить довольно обширное количество информации по машиностроению. Именно для этого выбрана занимательная форма изложения материала.

Те, кто впервые встречаются с затронутыми в книге вопросами, смогут в определенной мере познакомиться с общими и частными задачами, которые решает технология машиностроения, с увлекательным творческим трудом инженеров-технологов, а также квалифицированных рабочих, которым нередко приходится самостоятельно решать довольно сложные технологические задачи.

Материал в книге расположен не в строгой последовательности (во избежание монотонности), тем не менее в ней прослеживаются все этапы машиностроительного производства, начиная с металлургических и заготовительных переделов и кончая сборочными и другими заключительными работами. Внимательный читатель, наверняка, заметит, что на всех этапах этого, часто довольно сложного, пути творчество ученых, специалистов и рабочих, в процессе которого не только совершенствуются орудия труда, но и существенно меняются сами люди, является основой производства. И сколько бы не модернизировалось производство, какие бы «умные» машины не появились, человек всегда был и будет его ведущим звеном. Но для этого необходимы знания. Нужно учиться систематически и настойчиво, чтобы не отставать от требований времени.

Даже бегло знакомясь с машиностроительным производством, можно заметить, какими ускоренными темпами происходит в нем процесс сближения физического и умственного труда и какие благоприятные условия созданы для этого в нашем развитом социалистическом обществе. Естественно, что это сближение идет, как и предсказывали основоположники марксизма-ленинизма, вверх и только вверх. Уже сегодня можно встретить рабочие профессии, требующие не только среднетехнического, но и высшего образования (например, наладчики ЭВМ и станков с ЧПУ, обслуживающий персонал гибких производственных комплексов и т. п.). Вот что такое современное машиностроительное производство!

И если романтика технического творчества пробудит у молодых читателей, выбирающих свой жизненный путь, желание стать в ряды машиностроителей, они об этом никогда не пожалеют. Их ждут много увлекательных дел, особенно теперь, когда наша экономика все круче поворачивает на рельсы интенсификации, когда все отрасли народного хозяйства нуждаются в быстром техническом перевооружении производства и оснащении его новейшим оборудованием, интересной, творческой работы для машиностроителей — непочатый край.

А те, кто уже вступил в ряды многомиллионной армии создателей машин, читая книгу, получают возможность не только проверить свои знания, память и эрудицию, но и познакомиться с некоторыми новыми вопросами, чтобы над ними поразмыслить и решить: нельзя ли использовать полученную информацию на своем производственном участке. Если же эти почерпнутые знания станут импульсом для разработки изобретения или рационализаторского предложения и вы сможете внести свой посильный вклад в ускорение технического прогресса, основой которого является машиностроение, автор будет, считать, что задача, которую он перед собой поставил, в значительной мере выполнена.

Раздел I  
ФРАГМЕНТЫ ИЗ РОДОСЛОВНОЙ МАШИН  
И ИНСТРУМЕНТОВ

*Человек и машина. — Две матери-  
альные основы машинной индустрии.  
— Любопытные страницы из био-  
графии металлорежущих станков и  
инструмента*

1. **Что такое машина?** Среди бесчисленного множества выдающихся творений ума и рук людей машины занимают особое место. Можно смело сказать, что без машины человек никогда не стал бы тем, кем является теперь — самым могущественным представителем живого мира, властелином природы. Ныне невозможно представить себе человеческое общество без машин и механизмов, окружающих нас повсюду — на работе и в быту, на отдыхе и в пути. Их число, достигающее миллионов, непрерывно растет, их разнообразие — чрезвычайно велико: от микроскопических двигателей и миниатюрных ручных часиков — до гигантских гидротурбин и огромных атомных лайнеров. Машины — это самолеты и космические корабли, прокатные станы, металлорежущие станки, мощные гидравлические прессы и другие хитрые устройства. Современный человек привык к машинам, как к солнцу, появление которого он часто даже не замечает. Мы пользуемся их услугами, не задумываясь над тем, как и кем они созданы. Не будет преувеличением сказать, что машины стали неотъемлемой частью нашего бытия. А ведь сам процесс их создания — это увлекательнейшая история тысячелетнего творческого труда человека.

Между тем, многие даже никогда не задавали себе вопроса: «Что такое машина?» А вопрос этот вовсе не так прост, как может показаться на первый взгляд. Итак, что такое машина?

Машина — это устройство, создаваемое человеком для замены его производственных функций с целью повышения производительности труда и его облегчения.

Ныне успешно работают контрольно-управляющие машины и машины математические, выполняющие логические операции, а также кибернетические устройства, заменяющие подчас отдельные органы человека (маши-



ны для опознания образа, протезные устройства, искусственные сердце, почки и т. д.).

По назначению машина может быть определена как устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации. В зависимости от этого различают машины трех видов: энергетические, рабочие и информационные. Энергетические машины (машины-двигатели) предназначены для преобразования любого вида энергии в механическую (электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания, турбины, паровые машины, электрогенераторы и т. п.). Рабочие машины, в свою очередь, подразделяют на технологические и транспортные. Технологические машины (металлообрабатывающие станки, прокатные станы, ткацкие станки, типографские, швейные, упаковочные и другие машины) предназначены для преобразования материала (твердого, жидкого, газообразного), т. е. изменения его формы, свойств, состояния. Транспортные машины (теплоходы и электровозы, автомобили и самолеты, конвейеры и экскалаторы, подъемные краны и т. п.) предназначены для изменения положения и направления перемещения предметов и материалов. Информационные машины (механические интеграторы, счетные полуавтоматы и автоматы и др.) предназначены для преобразования информации.

В условиях современной научно-технической революции постепенно осуществляется переход от отдельной машины к автоматической системе машин, представляющей собой совокупность неразрывно связанных энергетических, транспортных, технологических, контрольно-управляющих и логических машин.

Характеризуя принципиальную структуру любой машины, К. Маркс писал: «Всякое развитое машинное устройство состоит из трех существенно различных частей: машины-двигателя, передаточного механизма, наконец машины-орудия, или рабочей машины»<sup>1</sup>. Следует заметить, что во многих современных машинах особая роль принадлежит контрольно-управляющим устройствам (например, в станках с числовым программным управлением), имеющим первостепенное значение в характеристике этих машин и поэтому ставшим их четвертой основной частью. Рассматривая понятие «ма-

---

<sup>1</sup> Маркс К. Капитал. М.: Политиздат, 1978. Т. 1. С. 384.

шина», нельзя обойти проблему взаимоотношений человека и машины.

**2. Человек и машина.** Накопленный опыт, а также теоретические и экспериментальные исследования по кибернетике и другим наукам свидетельствуют о целесообразности органического сочетания человеческого мышления с непрерывно растущими возможностями новых поколений электронно-вычислительных машин. При этом, однако, в системе «человек — машина» ведущим является человек, чья основополагающая и руководящая роль неоспорима. Машина же способна лишь в той или иной степени дополнять физические и интеллектуальные возможности человека, помогая ему решать его задачи.

Здесь уместно напомнить высказывание «отца кибернетики» выдающегося ученого и замечательного писателя Норберта Винера: «Отдайте же человеку — человеческое, а вычислительной машине — машинное. В этом и должна, по-видимому, заключаться разумная линия поведения при организации совместных действий людей и машин. Линия эта в равной мере далека и от устремления машинопоклонников, и от воззрений тех, кто во всяком использовании механических помощников в умственной деятельности усматривает кощунство и принижение человека. В наше время мы остро нуждаемся в объективном изучении систем, включающих и биологические, и механические элементы».

**3. Предыстория машинной индустрии.** Чтобы лучше понять путь развития машиностроения, следует напомнить об основных вехах создания и совершенствования этих материальных основ.

История развития машиностроения началась с создания часов. Каких только часов не было изготовлено за пять тысяч лет! Цветочные и солнечные, водяные и песочные, механические и электрические, электронные и атомные... Известны часы гигантских размеров (например, для изготовления часов, установленных на высотном здании Московского Государственного университета, было израсходовано около 9 т коррозионно-стойкой стали, каждая их стрелка весит 80 кг) и часы миниатюрные, величиной с горошинку. О часах можно было бы написать немало интересных рассказов.

И действительно. Если внимательно проследить путь развития машиностроения и отдельных его отраслей, то

нетрудно заметить многочисленные случаи (как в элементах конструкции, так и в технологических процессах) успешного использования опыта мастеров часовых дел. Например, конструкция пружин, методика изготовления и обеспечение постоянства действия этих капризных деталей, а также способы обработки мелких зубчатых колес, технология компактной сборки большого количества частей в относительно малом корпусе и многие другие важные технические решения были позаимствованы машиностроителями и приборостроителями у часовщиков.

Еще за 3000 лет до н. э. в Индии, Египте, Китае для измерения времени начали пользоваться солнечными часами. Вплоть до XVIII в. солнечные часы не потеряли своего практического значения. Следы их сохранились до наших дней. Например, солнечные часы с вертикальным циферблатом и поныне можно видеть в Москве на здании историко-архивного института и на старом здании МГУ. Да и сегодня, например, часы американской фирмы «Реджен Пресиши индастриз» получают энергию от батарейки, которой достаточно побывать на солнце 10—15 мин для полной зарядки и последующей работы в течение года.

В I в. до н. э. были созданы водяные часы, в которых о времени судили по количеству равномерно вытекающей из сосуда воды. Это был важный шаг вперед, так как ими в отличие от солнечных часов можно было пользоваться как днем, так и ночью. Водяные часы широко применяли до средних веков. Следует отметить, что на принципе равномерного движения, используемом в этих часах, работают также песочные часы, которые кое-где применяют и в наши дни (например, в медицинских учреждениях).

Значительным скачком в часовой промышленности было изобретение механических часов. Рассматривая путь совершенствования мельниц с древних времен до наших дней, можно убедиться в справедливости замечания К. Маркса: «Вся история развития машин может быть прослежена на истории развития мукомольных мельниц»<sup>1</sup>.

Ветряные мельницы, которые появились в Европе в X в., содействовали созданию и эффективному исполь-

---

<sup>1</sup> Маркс К. Капитал. М.: Политиздат, 1978. Т. 1. С. 361.

зованию машин различных видов. Однако в мануфактурный период (приблизительно до середины XVIII в.) в основном производстве применяли главным образом машины-двигатели, а рабочие машины (машины-орудия) использовали лишь в подготовительных и вспомогательных процессах. В это время рабочие, боясь потерять заработок, ломали машины, считая их своими врагами. Против внедрения машин выступали также ремесленники, опасаясь разорения. История сохранила немало законодательных документов, запрещающих применение машин в Голландии, Германии и других странах, а также приговоров различных инстанций, жестоко осудивших изобретателей машин.

Лишь в середине XVIII в. в связи с началом промышленной революции положение изменилось. Упомянутые законы были повсеместно отменены, а создание и применение машин стало поощряться. Именно в это время особенно понадобился технический опыт, накопленный при создании часов и мельниц. При зарождении капиталистических предприятий началась «погоня» за изобретениями. Изобретать стало буквально модой. Этим делом занимались не только соответствующие специалисты, но и люди разных профессий. В таких условиях началось создание новой отрасли промышленности — машиностроения, ставшей в дальнейшем сердцевиной всего промышленного производства. Правда, машины, особенно сложные, еще изготовляли полукустарным способом. Но вскоре уже стали появляться различные машины для изготовления машин — зарождалось станкостроение.

*Вопросы:* А. Где и когда были впервые установлены механические башенные часы, которые приводились в движение грузом, подвешенным на канате к барабану? Б. Кто и когда впервые использовал в часах вместо гирь стальную пружину? В. Общеизвестным изобретением механических часов является Х. Гюйгенс, который предложил (1657 г.) применить маятник в качестве их регулятора. Однако у этого талантливого механика не возникла бы эта идея, если бы он не воспользовался замечательным открытием Галилео Галилея. О каком открытии идет речь? Г. Кем и в каких странах (независимо) была предложена идея, обеспечивающая практическое устранение влияния колебаний температуры ок-

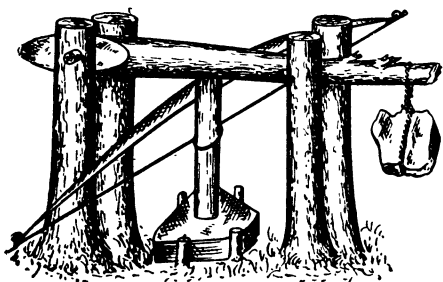


Рис. 1. Сверлильный снаряд для добывания огня и образования отверстий в орудиях труда древним человеком (3 тыс. лет до н. э.)

ружающей среды на точность работы маятниковых часов? В чем суть этой идеи?

4. Страницы из жизни станков. Некоторые считают, что сверлильные станки — это разновидности токарных станков. Между тем первые сверлильные устройства появились в далекой древности, когда человек еще даже и думать не мог о токарном деле. На рис. 1 показан снаряд для сверления отверстия первобытным человеком с помощью вращающейся палки (прообраз сверла), торец которой он прижимал к обрабатываемому камню. Подобным способом древние люди не только добывали огонь, но и создавали себе разные орудия труда (молот, топор и т. п.). Сегодня группа сверлильных станков охватывает весьма обширный диапазон типоразмеров, а используемые в них инструменты имеют диаметр от сотых долей до нескольких сотен миллиметров.

В старых энциклопедических словарях понятие «токарное дело» поясняется как «искусство производить обработку дерева, кости, металла и других материалов режущим инструментом на машине, называемой токарным станком, вращающим обрабатываемую деталь». В этой характеристике — частица истории токарного оборудования, на основе которого создано немало современных станков. Токарное дело вполне можно причислить к искусству. Петр I, как утверждают его современники, среди 14 ремесел, которыми он владел, больше всего любил и ценил токарное дело, а знаменитый токарный станок, созданный в XVIII в. для царской мастерской выдающимся русским ученым и мастером Андреем Нартовым совместно с механиком Юрием Курносовым, называли машиной, которая изготавливает розы. Кстати, А. Нартов выдвинул немало идей, усовершенствовавших токарный станок, в том числе знамени-

тое устройство для механической подачи инструмента — «держалку», которая была прообразом суппорта — механизма, заменяющего руку человека и, таким образом, превращающего токарный станок из сложного орудия в рабочую машину. Лишь в конце XVIII в., когда появилась необходимость расширить машиностроительное производство в наиболее развитой в то время Англии, была разработана и усовершенствована конструкция крестового суппорта, в котором использовались идеи «держалки» Нартова и некоторых других устройств. Это, однако, не умаляет заслуги создателя суппорта — сына бедного плотника, замечательного английского механика и станкостроителя Генри Модсли, на счету которого немало оригинальных изобретений.

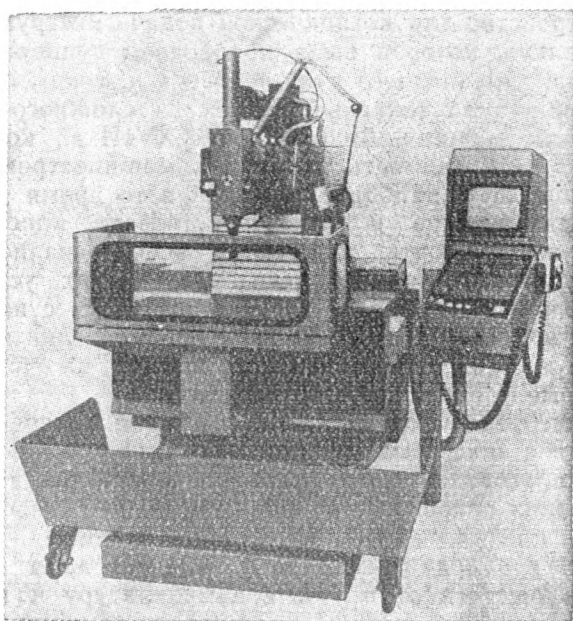
Во второй половине XIX в. на базе токарно-винторезного станка был создан ряд специализированных станков (горизонтально-расточной — для растачивания внутренних поверхностей, лоботокарный — для обработки больших плоскостей, карусельно-токарный — для обработки громоздких изделий и др.), что дало возможность существенно увеличить номенклатуру и точность изготавливаемых деталей, а также производительность этого оборудования.

Оснащение устройствами числового программного управления (ЧПУ) и другими открывает новые технологические возможности и перспективы для эффективного использования токарных станков. Это говорит о том, что токарная обработка еще надолго останется одной из наиболее распространенных операций при изготовлении деталей машин.

Среди металлорежущих станков универсально-фрезерный дал, пожалуй, самое большое потомство. Это зубофрезерные, шлицефрезерные, шпоночно-фрезерные, резьбофрезерные и другие станки.

Фрезерные станки впервые были изготовлены еще в XVI в. Первые многозубые фрезы по своему внешнему виду напоминали ягоду земляники (по-французски *Fraise* — земляника). Кстати, и поныне подобный инструмент в виде шарошки применяют, например, при обработке полостей штампов.

Однако изобретателем первого фрезерного станка считают иезуита Фердинанда Вербста, который известен еще тем, что, по поручению китайского императора, создал в XVII в. новый календарь. Ближе по конструкции



**Рис. 2. Широкоуниверсальный фрезерный станок с микроЭВМ Одесского завода фрезерных станков им. Кирова**

к современным фрезерным станкам созданная в 1818 г. англичанином Э. Витнейем машина для обработки металла многозубым инструментом. В дальнейшем развитие фрезерных станков шло по пути повышения их точности и степени механизации, так как потребность в них особенно выросла в прецизионном (высокоточном) машиностроении и инструментальной промышленности, приборостроении, в научно-исследовательских организациях. Фрезерные станки были среди первых металлообрабатывающих машин, в которых стали применять числовое программное управление.

На рис. 2 показан современный широкоуниверсальный фрезерный станок, оснащенный микроЭВМ. Его рабочий стол может перемещаться с заготовкой вверх и вниз, а также влево и вправо (продольный ход).

Обработка осуществляется цилиндрическими и торцовыми фрезами по трем координатам.

Шлифовальные станки занимают особое место в машиностроении. Они стали одной из важнейших групп металлорежущих станков и успешно используются для точной абразивной обработки и отделки различных поверхностей, а также для разрезки заготовок, заточки и доводки инструмента и других работ.

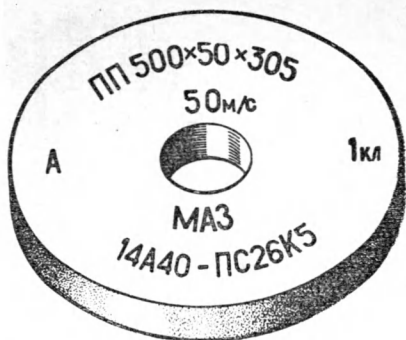


Рис. 3. Маркировка шлифовального круга

На рис. 3 приведен пример маркировки шлифовального круга.

В зависимости от назначения и способа обработки шлифовальные станки делят на обдирочно-шлифовальные, круглошлифовальные, внутришлифовальные, универсально-шлифовальные, бесцентрово-шлифовальные, плоскошлифовальные, карусельного типа и др. В настоящее время шлифовальные станки все больше становятся основным видом оборудования при финишной обработке в машиностроении и нет сомнений в том, что им принадлежит большое будущее в прецизионном машиностроении.

Проверьте ваши знания и эрудицию

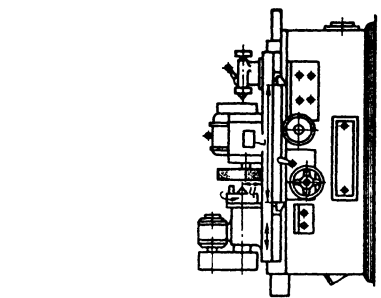
5. **Какие это станки?** На рис. 4 показаны пятнадцать металлорежущих станков отечественного производства. Определите наименование и назначение каждого из них.

6. **Чем отличается...** А. Станок-автомат от станка-полуавтомата? Б. Автоматическая линия от станка-автомата? В. Станок с числовым программным управлением (ЧПУ) от традиционных металлорежущих станков, включая полуавтоматы и автоматы?

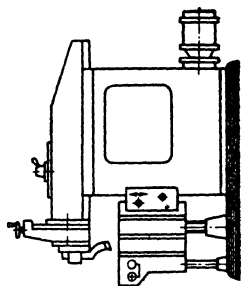
По страницам летописи инструмента

7. **В поисках идеального резца.** Ученых, инженеров и рабочих-новаторов, отдавших многие годы жизни настойчивым поискам оптимальных конструкций металлорежущего инструмента, можно по одержимости сравнить лишь с алхимиками, искавшими заветный «фило-

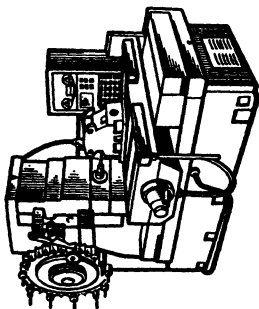




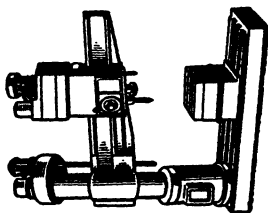
2)



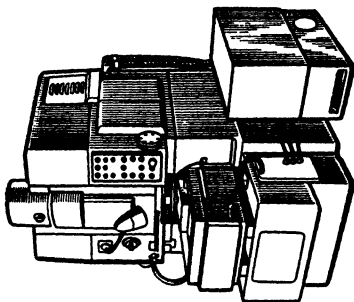
3)



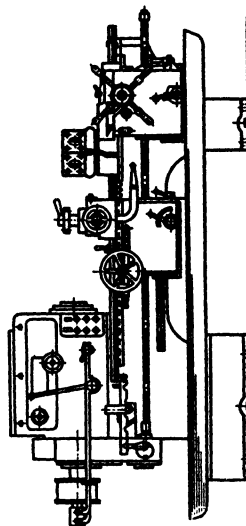
4)



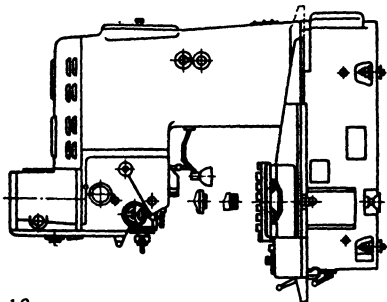
5)



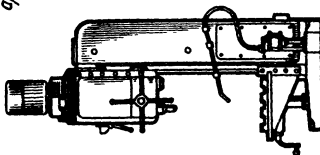
6)



7)



8)



9)

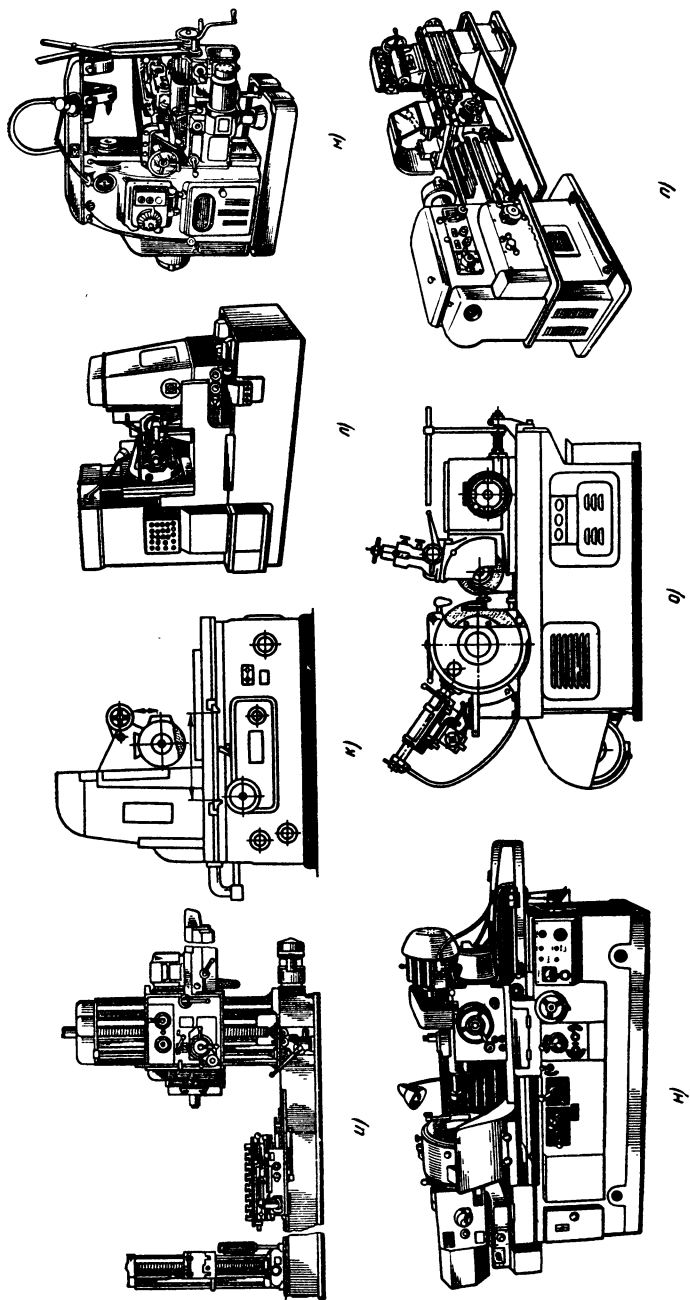


Рис. 4. Металлорежущие станки

софский камень». Однако разница между ними весьма велика. Речь идет не только о реальности цели. Создателей инструмента неизменно подхлестывали насущные потребности развивающегося машиностроения и его основы — металлообработки. Инструмент должен был соответствовать требованиям времени. От него многое зависело. И прежде всего — производительность труда, являющаяся, как известно, мерилom уровня развития человеческого общества. Еще в начале XX в. известный американский инженер и экономист Ф. В. Тейлор отметил, что вся экономия обработки лежит на острие резца. Статистикой установлено, что в современном машиностроительном производстве расходы на инструмент составляют 25—30% общей стоимости механической обработки. В истории развития станкостроения известны резкие скачки производительности труда, вызванные созданием и освоением новых более прогрессивных режущих инструментов. Каждый раз, когда казалось, что наступила пора сдавать резец в музей, он преобразовывался и снова становился лидером. Известно, что в настоящее время непрерывно расширяется применение бесстружечных методов металлообработки, в том числе горячей и холодной штамповки, точного литья, порошковой металлургии и т. д. Эти методы способны снизить трудоемкость, а также сократить потери металла, электроэнергии и других ресурсов. Однако, как показывает анализ современного производства, они еще не в состоянии соперничать со всеми процессами резания металла, а лишь могут их дополнять. По оценке многих прогнозистов технического прогресса, полное исключение резания из состава основных технологий металлообработки не предвидится. Вот почему в технически развитых странах не ослабевает внимание к работам по созданию новых металлорежущих станков и параллельно с этим — к совершенствованию режущих инструментов и созданию их новых видов.

Нельзя рассматривать обработку резанием односторонне. Это вовсе не «перевод» металла в стружку, как его иногда изображают. Основной задачей этого процесса является окончательное формирование детали, причем с максимальной точностью и при очень высоком качестве обработанной поверхности. А то, что из-под металлорежущих станков приходится убирать немалое количество стружки, не следует связывать с недостат-

ками технологии механообработки. Причиной этого (как ни парадоксально) является недостаточно широкое применение прогрессивных технологий в заготовительном производстве. На современном этапе развития металлообработки резание металла все больше и больше выступает в качестве финишной операции. При этом, несмотря на появление новых технологий, включающих ряд чистовых и доводочных операций (лазерная и ультразвуковая обработка, химическое шлифование, алмазное выглаживание и т. п.), традиционная металлообработка не потеряла своего значения. Наглядным свидетельством этого является высокий уровень точности (H6 и h5) и качества обработанной поверхности ( $Ra = 0,02$  мкм), которые достигаются при обработке деталей (например, дисков памяти) на современных станках, созданных на московском заводе «Красный пролетарий».

Особо следует отметить непрерывное «соревнование» по технологическим возможностям между новыми станками и применяемыми на них резами. С усовершенствованием оборудования инструмент стал отставать от него по стойкости. И тогда были созданы новые резы из углеродистых инструментальных сталей. Между тем конструкторы станков тоже не почили на лаврах, Соревнование продолжалось. И вот уже из механических цехов выбрасывают трансмиссии, в лом уходят морально устаревшие станки типа «самоточек», над которыми рабочие уже посмеивались: «Тихий ход, малый самоход и тоненькая стружка». Их место занимают новое металлорежущее оборудование с индивидуальными электродвигателями, коробками скоростей и коробками подач. Но и создатели инструментов также не желали отставать: они стали внедрять в промышленность резы из специальных быстрорежущих сталей. В эти годы станкостроение уже сформировалось как отдельная отрасль народного хозяйства. Базируясь на лучших достижениях науки и техники, станкостроительные заводы начали выпускать металлорежущее оборудование повышенных мощности и жесткости и резы из «самокала» (так в обиходе называли быстрорежущую сталь) опять перестали удовлетворять возросшим потребностям металлообрабатывающего производства. Но к этому раунду уже были подготовлены инструментальщики. В их заделе оказались совершенно новые резы из металлокерами-

ческих твердых сплавов, получивших в Советском Союзе название «победит». Теперь уже станкостроителям пришлось более интенсивно поработать, чтобы обеспечить возможность повышения скорости резания при работе на выпускаемых станках. В стране началось массовое соревнование за внедрение скоростного резания металла, что сулило огромное повышение производительности труда. Совершенствовались и создавались новые конструкции резцов, исследовались и внедрялись прогрессивные виды инструмента, изыскивались эффективные способы доводки режущих кромок и т. д. В это время (1948 г.) сказали свое веское слово новаторы производства. Именно тогда первыми среди рабочих, лауреатов Государственных премий СССР, стали токари-скоростники. Этот огромный творческий подъем и пример рабочих-новаторов не только сыграли колоссальную роль в эффективном использовании станочниками инструмента из твердых сплавов, но и содействовали преодолению психологического барьера боязни работы «на больших скоростях». Ведь было же тогда и немало людей, привыкших к стальным резцам и не веривших в целесообразность применения твердых сплавов и внедрения скоростных режимов резания. Однако новое взяло верх.

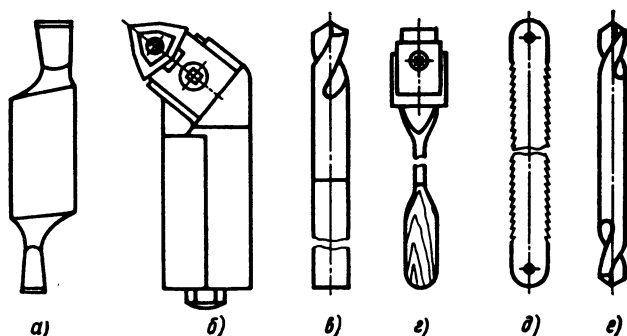
А время шло, и скорости резания, обеспечиваемые твердосплавным инструментом, постепенно становились недостаточными. Развернулись широкие поиски и научные исследования в целях создания еще более эффективных инструментальных материалов: керамических материалов, синтетических алмазов, нитрида бора и других сверхтвердых материалов (СТМ).

Так инструментальщики опять утвердились на передовых позициях. Но эстафета, продолжающаяся уже много лет с переменным успехом, не прекращается. Вряд ли создателям инструмента удастся найти «самый лучший», «идеальный» резец, а станкостроителям, вероятно, тоже еще далеко до создания «самой совершенной» конструкции металлорежущего станка.

Итак, соревнование продолжается, и еще не одно поколение машиностроителей сможет принять активное участие в этом увлекательном деле.

Проверьте ваши знания и эрудицию

8. Почему такие зубья? А. Зубья на полотне ручных ножовок бывают крупными и мелкими, но вершинами



**Рис. 5. Экономичные конструкции режущего инструмента**

они при работе всегда направлены в одну сторону. Как следует установить полотно в станке: вершинами зубьев вперед или назад? Б. На ножовочных полотнах производится развод зубьев (по одному или группами). Отгибаются они поочередно в разные стороны. Для чего это нужно и почему на круглых отрезных фрезах этого не делают?

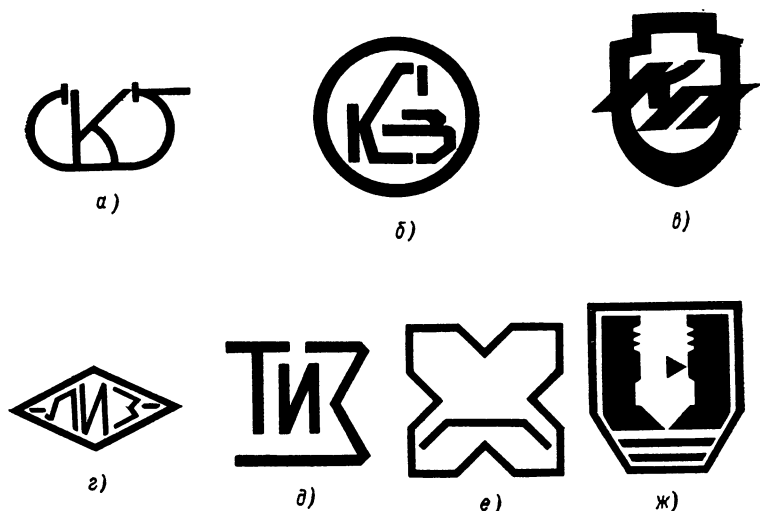
**9. Какой из перечисленных ниже инструментов является режущим?** А. Фреза. Б. Сверло. В. Дорн. Г. Зенкер. Д. Шлифовальный круг. Е. Хонинговальная головка. Ж. Алмазный выглаживатель. З. Шевер. И. Раскатник. К. Долбяк. Л. Притир. М. Прошивка. Н. Развертка. О. Протяжка. П. Зубило. Р. Валки прокатного стана. С. Шабер. Т. Фильер.

**10. В чем секрет экономии?** На рис. 5 показаны несколько образцов разнообразного металлорежущего инструмента. У них есть одна общая особенность — все обеспечивают экономию дефицитных инструментальных материалов.

Назовите каждый инструмент и укажите, благодаря чему он создает экономию?

**11. Можно ли водой резать металл?** Этот вопрос на первый взгляд кажется странным — вода в роли резака!? А каково ваше мнение?

**12. Геральдика станков и инструмента.** В былые времена именитые рыцари изображали на своих латах цветок, животное или другой символ, пояснявшим друзьям и противникам, с кем они имеют дело. Теперь эта форма информации нашла совсем другое применение.



**Рис. 6. Товарные знаки некоторых станкостроительных и инструментальных заводов СССР**

Каждое промышленное изделие — станок это или мясорубка, электровоз или утюг — отмечено своеобразным символом — товарным знаком изготовителя. Здесь борьба за честь заводской марки принимает открытый характер.

С 1965 г. в СССР была введена обязательная маркировка промышленных образцов соответствующими товарными знаками, которые утверждаются и регистрируются Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий. Знаки бывают словесные, художественные, комбинированные, объемные. Часто они изображаются в виде аббревиатуры — сочетание первых букв названия предприятия. На рис. 6 приведены товарные знаки советских станкостроительных и инструментальных заводов.

*Задание.* Расшифруйте, кому принадлежит каждый товарный знак, показанный на рис. 6, и сделайте эскизы товарных знаков, изображенных на различных станках и инструментах, с которыми вам приходится встречаться.

**Раздел II**  
**ПУТЕШЕСТВИЕ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ**  
**МАРШРУТАМ**

*Ответственная роль заготовки. —  
Этюды прогрессивных технологий. —  
ЭВМ в роли технолога. — Добрые  
советы новаторов. — Встреча с ро-  
ботом. — Рождение и перспективы  
гибких производственных систем*

**13. Начало начал машиностроения.** Технология литья металлов человеку известна давным давно. Археологи находят литые изделия, свидетельствующие об огромном искусстве древних мастеров. С тех пор прошло немало времени. Однако и сегодня изготовление деталей литейным способом по-прежнему занимает первостепенное место в технологии машиностроения. Конечно, новые веяния научно-технической революции (НТР) неуклонно врываются в литейное производство. В цехи приходит автоматизированное оборудование, меняются условия труда, и сами литейщики стали совсем другими людьми. Электроника и автоматика, чистые, бесшумные формовочные участки, электрогидравлическая и лазерная очистка литья, рентгеновская и спектральная аппаратура для контроля и многие другие симптомы НТР стали теперь характерными чертами литейных предприятий.

Традиционная технологическая схема изготовления литой детали (формовка, заливка расплава и затем извлечение остывшей отливки, ее очистка и ручная обрубка) постепенно уступают дорогу новым технологиям. Вместе с устаревшими технологиями литейного производства уходит в прошлое тяжелый и опасный труд литейщиков, грязь и пыль, духота и жара, грохот и мрак старых «литеек».

**14. Металл течет в литейный цех.** Чтобы отлить деталь, необходимо прежде всего доставить металл в литейный цех. При этом тратится масса труда не только на транспортирование чушек, но и на вторичное плавление металла. Получается так: доменщики держали у себя металл, пока он не остыл, а затем литейщики снова его греют до плавления. Нельзя ли избежать этого напрасного труда и без задержки переправить жидкий металл непосредственно в литейные цехи? Но как осу-



ществить эту идею? В длительных поисках специалисты и изобретатели все же нашли несколько реальных вариантов решения этой сложной задачи. Вот некоторые из них.

В тех случаях, когда нет возможности непосредственно сблизить литейные заводы с доменами, целесообразно создать специальные вагоны-цистерны для перевозки жидкого чугуна, снабдив их достаточной изоляцией в виде асбестовой рубашки с подкладкой из огнеупорного кирпича. Именно такой оригинальный проект был успешно осуществлен. Опыт показал, что температура 1400°С при перевозке 200 т металлического расплава, помещенного в одной цистерне, на 36-колесной платформе, снижается за каждый час пути всего лишь на 5°С.

Если же литейный завод размещен вблизи доменного комбината, лучше всего было бы прямо по трубам отправлять расплавленный материал. Идея великолепная, но не слишком ли она фантастична, стоит ли ученым и инженерам ломать голову над ней, а тем более тратить немалые средства и труд для проверки ее реальности? Результаты экспериментально-исследовательских работ превзошли все ожидания.

Советские ученые, создав оригинальный индукционный насос, практически доказали возможность и эффективность перекачки металлического расплава по огнеупорным трубам. Здесь уже не фантастика, а реальный инженерный расчет и практическое подтверждение. Жидкую массу металла увлекает за собой движущееся магнитное поле. При этом не только обеспечивается перекачка расплавленного металла, но и благодаря наведенному на него вихревому бегущему магнитному полю он не остывает на всем пути следования в литейный цех. Успех окрылил новаторов, и они решили пойти дальше, превратив индукционный насос в литейную машину, что значительно упростило литье в металлические формы (кокили) точных и сложных изделий.

Так в результате творческого труда изобретателей еще одна «сказка» стала былью.

**15. Жидкость вместо земли.** Как избежать порочной славы старой «литейки», как избавиться от пыли, грязи и шума? Эта задача давно стоит перед учеными и специалистами. Анализ показал, что главным источником этих неприятностей является формовка, при которой

земля предварительно просушивается и затем утрамбовывается посредством грохочущих и пылящих устройств-виброуплотнителей. Поисками путей устранения этих пороков литейного производства занималось немало людей, но безрезультатно.

Лишь недавно советским ученым и специалистам удалось разработать и внедрить оригинальную технологию формовки, в которой земля заменена самотвердеющей жидкостью. Эту жидкость, в которую введены специальные добавки, разработанные на основе последних достижений физической и коллоидной химии, заливают в литейную форму вместо земли. При этом она самоуплотняется, превращаясь на воздухе в твердый монолит. Таким образом, вместо старых пыльных грохочущих машин в литейные цехи пришли блистающие чистотой компактные установки, легко встраивающиеся в автоматические линии. Так была решена еще одна важная проблема, что значительно улучшило условия труда литейщиков.

**16. Деталь из порошка.** Это было в 1976 г. В Советском Союзе собрались выдающиеся ученые-металлурги и другие специалисты многих стран мира на Международный симпозиум, посвященный юбилею создания оригинального технологического процесса — порошковой металлургии.

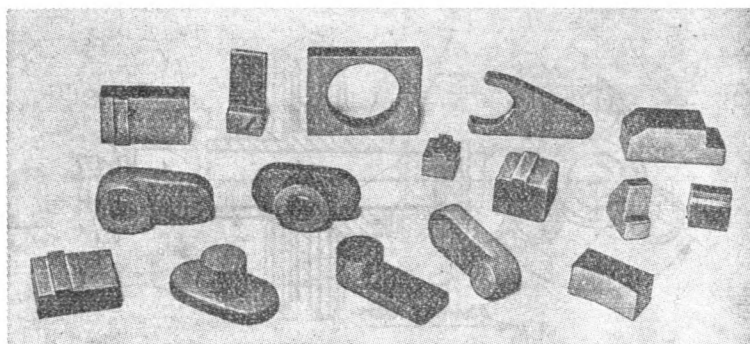
Ровно 150 лет до этого, в 1826 г. на петербургском Монетном дворе под руководством автора этого замечательного изобретения — талантливого русского ученого и инженера П. Г. Соболевского была изготовлена первая партия монет из порошка тугоплавкого металла — платины методом прессования с последующим спеканием. Это и стало началом внедрения современной порошковой металлургии.

Следует заметить, что подобные процессы металлообработки использовались человеком за тысячи лет до нашей эры. Не имея возможности поднять температуру в своей примитивной печи до значения, необходимого для плавления железа, древний металлург шел другим путем. Он засыпал в печь смесь раздробленной руды и древесного угля. Получив в результате нагрева так называемое «кричное железо», он извлекал из печи эту горячую рыхлую массу и подвергал ее длительной ковке до получения необходимой плотности «монолитного» металла.

Это был сложный и весьма трудоемкий процесс, от которого металлурги отказались, как только научились плавить железо. После этого порошковая технология надолго была забыта. Но, столкнувшись при литье изделий из тугоплавких металлов с непреодолимыми трудностями, о ней снова вспомнили. Недаром говорят, что всякое новое — это хорошо забытое старое. Однако методика, предложенная П. Г. Соболевским, вовсе не возрождала древний процесс, а была принципиально новой технологией, включавшей изготовление металлического порошка (химическим способом) и прессование в специальных формах, изготовленных в соответствии с размерами и конфигурацией готовых изделий, и последующее «спекание» их при нагреве до температуры, равной двум третям температуры плавления данного металла. Такая технология (принцип которой и поныне применяют) не только решала задачу обработки тугоплавкого металла, но и оказалась весьма производительной и экономически эффективной.

Тем не менее порошковая металлургия, теснимая другими способами изготовления деталей, не получила тогда широкого распространения. И к ней обращались лишь в тех случаях, когда обычная металлургия оказывалась беспомощной перед новыми проблемами.

Исследования и опыт применения порошковой технологии открыли новые области ее эффективного применения, в частности, для создания сложных композиционных материалов с уникальными качествами. Например, для соединения «несоединимого»: вольфрам — медь (композит, необходимый для контактов высоковольтных передач), металл — стекло (оригинальный материал для подшипников), кварцевый песок (для тормозных накладок) и т. п. Что касается экономии черных и цветных металлов, а также других ресурсов, то результаты оказались совершенно неожиданными. Каждая тысяча тонн «спеченных» изделий позволила сэкономить 2500 тонн металла и 1,5 млн. рублей, высвободить до 100 металлорежущих станков и более 80 рабочих. Таким образом, порошковая металлургия открыла реальные возможности для успешного внедрения малоотходных и во многих случаях безотходных технологий. Чтобы оценить важность этого вопроса, достаточно сказать, что для получения металла, который ежегодно уходит в стружку в масштабах нашей страны, необходимо допол-

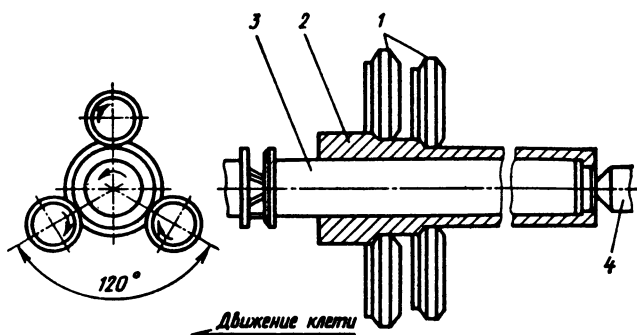


**Рис. 7.** Детали, изготовленные методом порошковой металлургии

нительно добывать 20—24 млн. тонн сырья. И этих огромных потерь можно в значительной мере избежать путем широкого внедрения порошковой металлургии. В последнее время на многих машиностроительных заводах уже созданы специальные участки и крупные цехи по изготовлению деталей методом порошковой металлургии. А потребность в металлокерамических деталях (рис. 7) непрерывно растет. Например, только в одном легковом автомобиле «Жигули» их число уже превышает семьдесят наименований.

О перспективности порошковой металлургии свидетельствует даже одно перечисление характеристик различных изделий, созданных по этой технологии. Они тугоплавкие и успешно переносят космические и термоядерные нагрузки, обладают малой плотностью алюминия и значительной прочностью титана, пористые и пригодные для тончайших фильтров, «глухие» — гасят вибрацию, «немые» — не издают повышенных звуков при работе, «жирные» — не требуют смазывания в подвижных соединениях. Тончайшая пленка из некоторых порошковых смесей, образованная плазменным напылением, защищает металлические детали от нагрузки и в 2—3 раза повышает их износостойкость и долговечность.

Можно еще продолжать перечисление преимуществ изделий, полученных методом порошковой металлургии. Однако внедрить ее нелегко. Детали современных машин — это не гончарные горшки. Технические требования к машиностроительным изделиям непрерывно



**Рис. 8. Ротационная вытяжка тонкостенных оболочек**

растут и расширяются, например, по геометрической точности и качеству поверхности деталей, их обрабатываемости и другим параметрам, являющимся важными при внедрении порошковой металлургии. Поэтому не следует ожидать, что скоро будут ликвидированы доменные печи и демонтированы прокатные станы. Вместе с тем очевидно, что порошковая металлургия становится большим резервом подъема эффективности производства и снижения себестоимости продукции в машиностроении, а также важным средством экономии металла. Сегодня мы лишь на старте использования огромных возможностей порошковой металлургии. Впереди — широкая дорога для творческой деятельности будущих поколений машиностроителей.

**17. Ротационная вытяжка.** Представьте себе тонкостенную деталь, наружная поверхность которой имеет ступенчатую форму (рис. 8). Немало труда нужно потратить, чтобы выточить такое изделие. Теперь эта работа упрощена благодаря применению нового рабочего процесса — ротационной вытяжки. Его технологическая схема примерно такова: заготовка 2 (отрезок горячекатаной трубы) надевается на оправку 3, поджимается задним центром 4, затем к ней подводятся рабочие валки 1, расположенные в одной плоскости под углом  $120^\circ$  друг к другу. После этого включается двигатель и начинается вращение оправки, а также рабочая подача валков, в которой встроены блоки валков. При получении заданной длины обрабатываемой заготовки клеть стана (на рисунке не показана) автоматически останавливается, валки разводятся, вращение оправки прекращается.

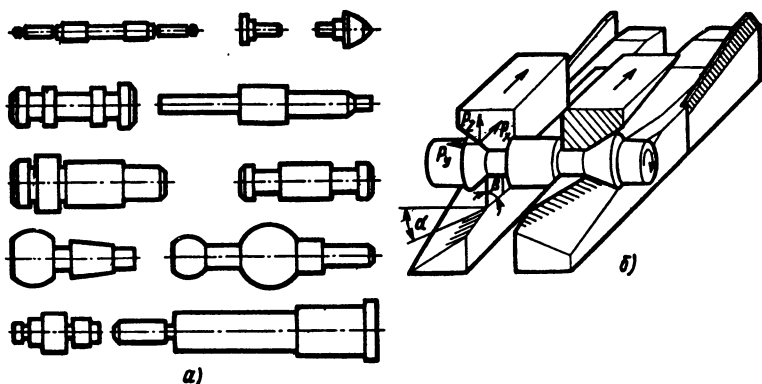
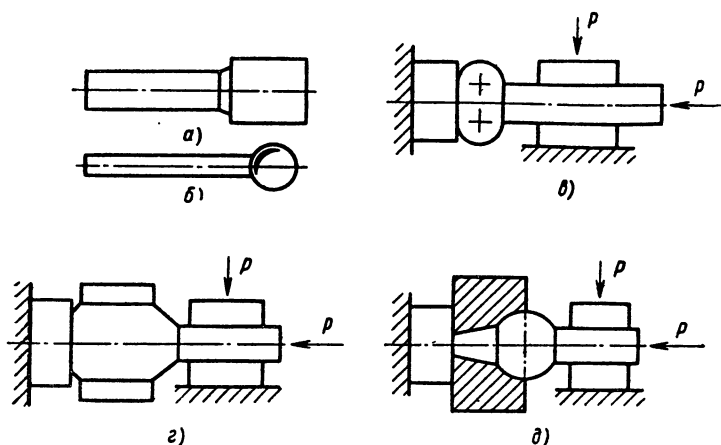


Рис. 9. Поперечная вальцовка ступенчатых валов

Задний центр 4 отводится в сторону, готовая деталь снимается с оправки съемником и передается на разгрузочный лоток. Новый процесс сокращает длительность технологического цикла в 1,5—2 раза, а коэффициент использования металла увеличивается с 0,3 до 0,62.

18. Поперечная вальцовка. В машиностроении очень часто используют валы с различным ступенчатым профилем (примеры показаны на рис. 9, а). Обычно такие детали изготавливают на токарных автоматах или универсальных станках. При этом значительная часть металла, превращается в стружку. Нельзя ли сократить его расход и при этом еще снизить трудоемкость обработки ступенчатых валов? Можно, утверждают специалисты, если заменить токарную операцию поперечной вальцовкой. На рис. 9, б показана схема устройства, посредством которого осуществляется этот малоотходный технологический процесс. Заготовка, зажата между двумя инструментами, которые при движении относительно друг друга внедряются в нее на заданную глубину, приобретает профиль, обратный профилю инструмента. Весь процесс автоматизирован и продолжается всего 2—10 с, что примерно в 10 раз меньше времени, расходуемого на токарных автоматах, а потери металла составляют менее 20% (вместо 60% при токарной обработке).

Опыт показал, что поперечной вальцовкой можно обрабатывать практически любые конструкционные и



**Рис. 10.** Применение электровысадки для изготовления деталей машин:

*а, б* — заготовки, полученные соответственно по старой технологии и электровысадкой; *в* — схема свободной электровысадки; *г, д* — схемы принудительного деформирования металла

даже жаропрочные и инструментальные стали, а также цветные металлы. В разработанной учеными физико-технического института АН БССР автоматической линии для прокатки осей ткацких станков весь процесс, включая загрузку посредством вибробункера и индукционный подогрев заготовки, автоматизирован. Следует добавить, что хотя инструмент, применяемый при вальцовке, дорогостоящий, благодаря его высокой долговечности (до полумиллиона деталей) это мало отражается на себестоимости изделий. Необходимо также учесть, что у прокатанных деталей высокое качество поверхностного слоя, который упрочняется в процессе обработки.

Таким образом, внедрение новой технологии поперечной вальцовки ступенчатых валов не только обеспечило значительную экономию металла, но и сократило трудоемкость, а также улучшило эксплуатационные качества этих деталей.

**19. Многогранный эффект электровысадки.** При изготовлении фасонных заготовок в целях их максимального приближения по форме и размерам к готовым деталям успешно применяют электровысадку (рис. 10).

Первый переход этой операции — нагрев заготовки, который осуществляется при пропускании через нее пе-

ременного тока напряжением 4—7 В непосредственно на электровысадочной машине. Второй переход — деформирование заготовки под действием осевой силы. Высадка продолжается по мере проскальзывания заготовки в радиальных контактах. При достижении нужной деформации ток отключается и действие осевой силы прекращается. На этом заканчивается электровысадка методом свободного деформирования (табл. 1).

Более совершенна электровысадка с принудительным формообразованием (рис. 10, *г* и *д*), которая осуществляется посредством ограничительных втулок, обеспечивающих требуемые форму и размеры заготовки. Применяют также электровысадку с последующим точным формообразованием в штампах под прессом

Опыт показывает, что изготовление заготовок электровысадок не только сокращает цикл и трудоемкость обработки фасонных деталей, но в значительной мере снижает расход металла.

**20. По принципу детской игрушки.** История техники знает немало случаев, когда принцип работы детских игрушек был успешно использован при решении важных технических задач. Например, «танцующие балерины» или «кующие кузнецы» на старинных часах, как и многие другие самодействующие безделушки, созданные замечательными механиками прошлого, стали предшественниками сложных автоматов.

В настоящее время в машиностроении широко используют технологическую оснастку, прототипом которой является известная детская игрушка. Как называют эти приспособления, в чем их преимущества и какую игрушку можно считать их предшественником?



































**21. Счастливая судьба одной технологии.** Волочение — далеко не новая технология формообразования металлических изделий. В России она получила промышленное применение еще в середине XVIII в. после того, как в небольшом уральском селении Белорецке были получены первые мотки металлической проволоки методом протягивания через постепенно уменьшающиеся отверстия калибровочной плиты.

В старое время это был сложный и невероятно тяжелый труд, к тому же — весьма опасный для рабочих-волочильщиков. Современное же производство проволоки далеко ушло вперед. Вместо многократного нагре-



Таблица 1

## Изготовление рукоятки электробысадкой

Старая технология			Новая технология		
№ операции	Эскиз	Наименование	№ операции	Эскиз	Наименование
1		Правка	1		Правка
2		Врезание	2		Отрезание
3		Отрезание			
4		Заточивание под сварку	3		Подрезание
5		Электросварка	4		Галтование
6		Отжиг	5		Электробыссадка и штампование
7		Центрование	6		Обрезание облоя
8		Обтачивание предварительное	7		Шлифование
9		Обтачивание шара предварительное	8		Нарезание резьбы
10		Обтачивание рукоятки начисто	9		Сверление отверстия
11		Обтачивание хвостовика под резьбу	10		Зенкование отверстия
12		Нарезание резьбы	11		Протягивание отверстия
13		Обтачивание шара начисто, срезание центра	12		Сверление под штифт
14		Срезание прибыли	13		Зачистка заусенцев
15		Сверление отверстия	14		Полірование
16		Зенкование отверстия			
17		Протягивание отверстия			
18		Сверление под штифт			
19		Зачистка заусенцев			
20		Полірование			

вания металлического бруска теперь его нагревают один раз. Затем он проходит через ряд фильеров (твердосплавных или алмазных инструментов с точными отверстиями, диаметры которых постепенно уменьшаются). Обработка происходит в автоматическом режиме, включая очистку от окалины (травление) и намотку проволоки на катушку. Благодаря внедрению новой технологии обеспечивается полная безопасность волоочильщиков и ликвидирован тяжелый ручной труд, значительно повышена производительность работы и качество изделий, существенно сокращено количество отходов металла и расширены возможности изготовления прутков и проволоки с различными сечениями. Так волочение прочно вошло и вероятно надолго останется в ряду наиболее прогрессивных технологических процессов металлообработки.

*Вопрос.* Кто впервые применил в России алмазные фильеры при волочении металла? Какое звание ему было присвоено Советских правительством?

**22. Сага о втором пришествии бога огня Гефеста.** Весной 1881 г. 39-летний иностранец, приехавший в Париж, публично демонстрировал оригинальный технологический процесс. Присутствовавшие при этом специалисты с изумлением наблюдали, как с невиданной быстротой прочно свариваются два куска металла. Это был новый метод получения неразъемного соединения — дуговая электрическая сварка. В нем успешно использовалось явление, открытое в 1802 г. В. В. Петровым (1761—1834 гг.) — выдающимся русским физиком и электротехником. Оно заключается в том, что между сближенными угольным и металлическим электродами возникает пламя огромной температуры, расплавляющее металл. Демонстрировавшийся в Париже оригинальный метод дуговой электрической сварки оказался простым и надежным. Он вызвал огромный интерес среди специалистов, и его автор вскоре получил на него патенты во Франции, Бельгии, Англии, Германии, России, Испании, Австро-Венгрии, США, Швеции и других странах. Однако никто в те далекие годы не мог предвидеть то колоссальное воздействие, которое окажет это замечательное изобретение на весь ход развития промышленности, что оно станет началом целого ряда прогрессивных технологических процессов в машиностроении и других отраслях индустрии.

Автор назвал свое детище «электрогефестом» в честь мифического древнегреческого бога огня и кузнечного ремесла Гефеста, который как бы еще раз пришел на помощь человеку, подарив ему, кроме кузнечного дела, еще один метод обработки металла — сварку.

Следует подчеркнуть, что идея электродуговой сварки не пришла к автору по «щучьему велению». Это был результат долгих утомительных поисков.

Огромная роль в развитии науки и техники сварки металлов в Советском Союзе принадлежит замечательному ученому академику Евгению Оскаровичу Патону (1870—1953 гг.) — создателю и первому директору (1934—1953 гг.) института электросварки Академии наук УССР. Коллектив этого крупнейшего научного центра особо отличился в годы Великой Отечественной войны при решении жизненно важной задачи — максимального ускорения и расширения выпуска танков и другой военной техники.

В наше время сварка металлов различными способами стала доминирующей технологией при изготовлении многих машин, транспортных средств, мостов, доменных печей, тысячекилометровых трубопроводов и т. п. По уровню сварочного производства СССР давно уже занял ведущее место среди наиболее развитых промышленных стран мира. Сварку успешно применяют не только на земле, но и под землей, в космосе и под водой. Сегодня отлично сваривают различные металлы толщиной от тысячных долей миллиметра до нескольких метров. Профессия сварщика в нашей стране является одной из самых почетных.

Более ста лет прошло со дня изобретения нового технологического процесса, впервые продемонстрированного в парижской аудитории. Появился целый ряд разновидностей сварки, сущность которой заключается в нагреве или пластическом деформировании соединяемых частей (а также совместном воздействии того и другого процесса), вплоть до установления межатомных прочных связей указанных частей.

Напомним, что к этим разновидностям, кроме упомянутой выше дуговой электросварки, относятся еще ряд других методов сварки металлов, в том числе: плазменная (нагрев осуществляется сжатой электрической дугой); газовая (свариваемые части нагреваются пламенем сжигаемых газов); электрошлаковая (тепло

выделяется при прохождении электротока через расплавленный электропроводный шлак); электронно-лучевая (используется тепло, выделяемое при электронной бомбардировке зоны сварки); термитная (осуществляется посредством тепла, полученного при сжигании термитпорошка, состоящего из алюминия и окиси железа); контактная (используется тепло, выделяемое при прохождении электротока через соединяемые части, находящиеся в контакте, под определенным давлением); диффузионная (выполняемая под давлением, благодаря взаимной диффузии атомов свариваемых частей, при длительном воздействии повышенной температуры); механическая холодная (достигается при значительном давлении без внешнего нагрева соединяемых частей); сварка взрывом (осуществляемая соударением быстро сближающихся частей, вызванным взрывом); ультразвуковая (получается в результате воздействия ультразвуковых колебаний); сварка трением (происходит благодаря теплу, вызванному трением частей, перемещаемых относительно друг друга под определенным давлением).

Все эти достижения в области сварки несколько не умаляют заслуги первооткрывателя электросварки.

«Изобретение века», по словам Президента Академии Наук УССР, директора института электросварки им. Е. О. Патона, Бориса Евгеньевича Патона, стало для техники изобретением на века.

Кто же тот человек, который впервые в мире произвел сварку электрической дугой? Откуда и по какому поводу он приехал в Париж в начале 80-х годов прошлого века? Ответьте на эти вопросы. Кроме того, назовите два-три изделия, при изготовлении которых болтовые и другие методы соединения можно заменить электросваркой, и укажите, какой эффект может быть при этом получен (снижение трудоемкости, повышение качества, экономия металла и т. п.).

**23. Комплексная деталь** (технологическая задача). Когда необходимо изготавливать десятки и сотни тысяч одинаковых деталей, иными словами, при массовом производстве, требуемое оборудование может быть установлено по технологическому маршруту. Но такая поточная линия будет экономически выгодной лишь в том случае, когда возможна полная загрузка применяемого оборудования. Если же выполнить это условие не-

возможно из-за отсутствия соответствующего числа одноименных деталей, разрабатывают типовую технологию для изготовления нескольких деталей, которые могут быть обработаны на установленном оборудовании в последовательном порядке. Такие линии принято называть переменными и используются они достаточно эффективно при крупносерийном производстве. Однако, когда партии изделий сравнительно невелики, эти линии экономически невыгодны. В этом случае успешно применяют групповой метод обработки, который способен, как и при типовой технологии, привести процесс обработки деталей к определенному единообразию и, таким образом, сократить трудоемкость их изготовления, улучшить организацию труда и рабочего места. Прежде всего заготовки должны быть сгруппированы по отдельным идентичным операциям или по всему технологическому процессу. Затем для осуществления групповой обработки необходимо предварительно подготовить операционную технологию на одну комплексную деталь, предусмотрев все переходы, обеспечивающие изготовление каждой детали, входящей в группу.


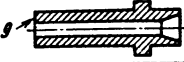
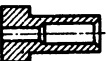
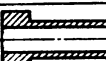
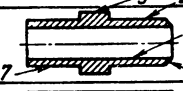
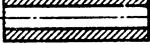
В табл. 2 приведены эскизы шести деталей, которые намечено обрабатывать по переходам: 1 — подрезка торца, 2 — обточка, 3 — обточка, 4 — сверление отверстия, 5 — сверление отверстия, 6 — расточка конуса, 7 — обточка поверхности, 8 — обточка фаски, 9 — обреза.

*Вопрос.* Какой должна быть конфигурация комплексной детали для данной группы? Сделайте эскиз.

**24. Алмазное выглаживание.** Требования к шероховатости поверхностей деталей машин непрерывно растут. Известно немало технологических приемов, обеспечивающих эти требования: притирка, хонингование, суперфиниширование, тонкое шлифование и др. Однако трудоемкость этих операций слишком высока. Поиски рациональных решений проблемы отделочной обработки привели к созданию нового метода доводки поверхности точных деталей — алмазному выглаживанию. Сущность процесса заключается в следующем. Представьте себе стальной вал, параметр шероховатости поверхности которого  $R_a$  не должен превышать 0,1 мкм. Это требование вполне может быть достигнуто выглаживающей обкаткой наружной поверхности посредством устройства

Таблица 2

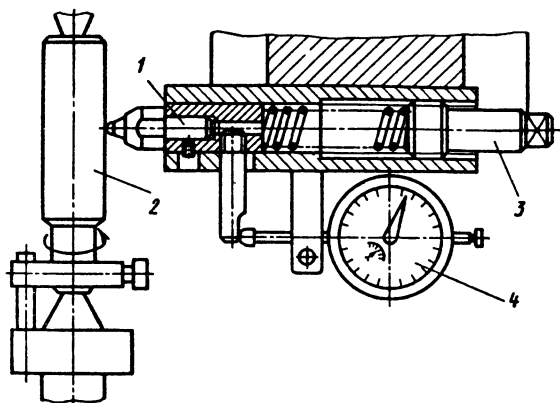
## Эскизы группы деталей и обрабатываемые поверхности

Эскизы деталей	Переходы и номера поверхностей								
	Поверхность торца 1	Обточка поверхности 2	Обточка поверхности 3	Стержение поверхности 4	Сверление поверхности 5	Расгонка конуса 6	Обточка поверхности 7	Обточка фаски 8	Обработка поверхности 9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

со специальным наконечником (рис. 11), в котором запрессовано алмазное зерно с закругленной по определенному радиусу полированной вершиной. Токарный или другой станок, на котором выполняют эту операцию, должен быть достаточно жестким. В зависимости от твердости обрабатываемого материала и требований к шероховатости выбирают режимы выглаживания, например, подача 0,02—0,15 мм/об (чем меньше подача, тем ниже шероховатость обработанной поверхности). Давление наконечника на вращающуюся деталь осуществляется посредством оправки с тарированной пружиной.

Следует отметить, что выглаживание называют алмазным лишь традиционно. В настоящее время наконечники в основном оснащают искусственными сверхтвердыми материалами (например, карбонадо).

Преимуществом алмазного выглаживания по сравнению с абразивной доводкой является не только простота и высокая производительность операций, но и высокое качество обработанной поверхности. Глубина наклепа при выглаживании достигает 0,2—0,3 мм. А



**Рис. 11. Устройство для алмазного выглаживания:**

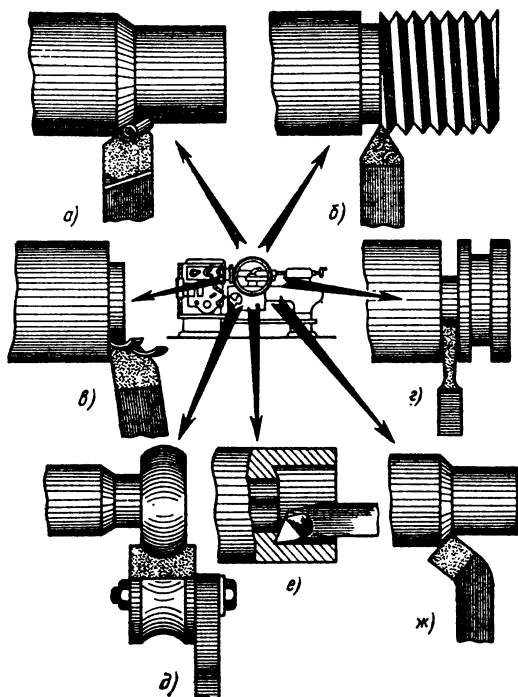
1 — наконечник с алмазом; 2 — обрабатываемая заготовка; 3 — винт поджимной; 4 — индикатор

в упрочненном поверхностном слое создаются благоприятные остаточные напряжения сжатия, что значительно снижает первичный износ и повышает усталостную прочность детали, увеличивая срок ее службы.

25. **Какими резцами работает токарь** (задача в рисунках)? На рис. 12 приведены схемы семи механических операций, выполняемых на токарно-винторезном станке. Определите наименование каждого из используемых при этом резцов.

26. **Как установить пружинное кольцо?** При сборке многих механизмов приходится устанавливать в круглые канавки валов разрезные пружинные кольца, не имеющие отверстий для захвата. Разжать такое кольцо — дело сложное и даже опасное. Стандартный слесарный инструмент для этого не пригоден. Предложите простое приспособление, обеспечивающее надежное и безопасное выполнение указанной задачи.

27. **Термокриотерапия чугуна и стали.** Кто не знает, что холодом лечат? Еще древний человек, покалечив себе руку, останавливал кровотечение льдом или холодным компрессом. И поныне, чтобы утолить боль при ожоге или предотвратить отек при ушибе, делают то же самое. Современная медицина широко пользуется криотерапией (крио-холод) при хирургических операциях. Ну а лечение теплом уж и подавно знакомо каждому человеку. Благотворное воздействие солнечных



**Рис. 12.** Технологические операции, выполняемые на токарно-винторезном станке

ванн и водяного пара, грелок и других средств термотерапии многие испытали на себе. И так, холод и тепло способны лечить человека. А может быть эти дары природы могут также помочь «больному» металлу? Подобный вопрос с давних пор волнует технологов. Оказывается, что это вполне возможно.

Приведем несколько примеров. Представьте себе чугунную отливку, ее обрубали и пофрезеровали, рассверлили отверстия и отшлифовали рабочие плоскости, проверили геометрические формы и размеры — оказалось, что все в полном порядке и готовую корпусную деталь для высокоточного станка отправили на сборку. Но увы! Станок собрать невозможно: базовая плоскость упомянутой детали потеряла точность, в ее середине появился «горб». Конечно, невооруженным глазом его нелегко заметить (ведь речь идет о нескольких тысяч-



ных долей миллиметра), однако контрольной линейкой определить появившийся дефект совсем нетрудно. Но откуда же он взялся? Ученым и специалистам давно известно, что главной причиной нарушения первоначальной точности литых деталей является коробление, связанное с возникшими в них остаточными напряжениями в процессе остывания отливок. Эти напряжения приводят к упругим деформациям, переходящим в пластические деформации, которые в свою очередь, вызывают постепенное снижение указанных напряжений — иными словами, к релаксации внутренних напряжений. А следствием этого является деформирование детали и нарушение ее геометрической формы и размеров.

Существенной причиной коробления деталей может быть также воздействие на них внешних нагрузок (например, грубая черновая механическая обработка). Для предотвращения этих вредных явлений применяют естественное старение, при котором прошедшие черновую обработку корпусные детали выдерживают в течение шести—двенадцати месяцев, что требует не только наличия больших заделов корпусных деталей, но и соответствующих площадей для их хранения. Для устранения этих недостатков был разработан ряд ускоренных процессов так называемого искусственного старения (статическая перегрузка, вибрационное старение, низкотемпературный отжиг, упрочняющий отпуск, термоудар, ускоренный отжиг). Среди этих методов стабилизации деталей наиболее распространенным является искусственное старение низкотемпературным отжигом в термической печи с использованием электрического, газового или другого источника подогрева (основные режимы для чугуна: скорость нагрева  $200^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ ; время выдержки 2 ч на каждые 25 мм толщины стенки; температура выдержки  $520\text{--}620^{\circ}\text{C}$  в зависимости от марки чугуна; скорость охлаждения — не более  $10\text{--}30^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ ; температура в печи при выгрузке  $150\text{--}200^{\circ}\text{C}$ ).

Значительный эффект дает также другой метод искусственного старения — термоудар, например, коробчатых чугунных деталей типа станин, корпусов коробок скоростей и т. п. Режимы должны быть следующие: максимальная температура нагрева печи не менее  $700^{\circ}\text{C}$ , время загрузки не более 3 мин в разогретую ( $400\text{--}600^{\circ}\text{C}$ ) печь, длительность выдержки 15—40 мин в зависимости от толщины стенки (8—24 мм). Производи-

тельность искусственного старения термоударом значительно выше, чем низкотемпературным отжигом. Однако выполнить его намного сложнее. Для стабилизации размеров ответственных стальных деталей рекомендуется не позже, чем через 6 ч после закалки, обрабатывать их холодом (стали ШХ15, 20Х, 18ХГТ при температуре —30...40°С и стали ХВГ, 7ХГ2ВМ, Х6ВФ, 40Х13 при температуре —70...80°С).

Интересную технологию использования глубокого охлаждения для упрочнения инструмента предложили советские ученые. После нагрева до температуры закалки (примерно 1260°С) инструмент опускают в жидкий азот (—196°С). При этом происходит удар холодом. Результат такой необычной обработки оказался поразительным — стойкость резцов повысилась в 5—10 раз.

**28. Здравствуй, друг наш робот!** При слове «робот» у многих перед глазами возникает образ этакого «железного человека» с длинными руками и большими ногами, блестящими глазами и угловатым ртом, словом, что-то вроде искусственного человека. И это не случайно. Уж слишком мало времени пролегло от возникшей фантастической идеи до действительности. А это, безусловно, мешает нам преодолеть психологический барьер. Однако внешний вид современного промышленного робота весьма далек от фигуры человека. Правда, названия отдельных частей автоматически действующих электронных устройств (роботов) во многих случаях взяты из терминологии живой природы — рука, нога, глаза, память и т. п. Да и сходство функций роботов с действиями человека все больше увеличивается.

Само понятие «робот», как известно, позаимствовано из романа «Р. У. Р.» («Расумские универсальные роботы»), написанного в двадцатых годах XX в. выдающимся чешским писателем Карелом Чапеком. Любопытная деталь из истории роботов. Еще в 1937 г. на Всемирной выставке в Париже, в Советском павильоне, демонстрировался квадратноголовый «человек-робот», на котором была загадочная надпись «В2М». Оказалось, что это инициалы изобретателя этого оригинального устройства, автоматически выполнявшего ряд человеческих функций. Однако никто не мог и подумать, что его создателем является шестнадцатилетний ученик восьмого класса средней школы — Вадим Мациевич — впоследствии известный советский изобретатель и ученый. Было и до

этого немало попыток создания «железных людей-автоматов».

Однако лишь в начале 60-х годов появились первые промышленные роботы (в современном понимании этого слова), которые в настоящее время завоевали важные позиции на многих заводах. И как не жалко расставаться с поэтическим образом робота, созданным замечательным художником слова, приходится мириться с весьма прозаическим определением этого термина. Итак, промышленный робот — это управляемое электронно-вычислительной машиной техническое устройство, автономно функционирующее и предназначенное для воспроизведения некоторых двигательных и умственных функций человека при выполнении вспомогательных и основных операций. Напомним, что еще К. Чапек указывал на большую важность взаимоотношений между человеком и роботом. Эта социальная проблема особенно обострилась теперь, когда наступила эра роботизации различных видов производства.

Приведем два показательных примера. На одном из советских приборостроительных заводов привлекает внимание оригинальный плакат, на котором изображено рукопожатие двух рук, одна — человека, другая — робота. Так советские рабочие выражают свое отношение к этому замечательному творению науки и техники. Они не сомневаются в том, что промышленные роботы являются их настоящими друзьями и помощниками, особенно при выполнении трудных, утомительных, монотонных технологических операций и работ в особо сложных и опасных, экстремальных условиях (например, при ремонте атомных реакторов, под водой, в космосе и т. п.).

Другой пример. Как известно, в настоящее время в Японии больше, чем в других странах, применяют различные роботы. О том, что думают об этом японские рабочие, можно судить по сочиненной ими песенке:

Робот-компьютер, надеясь, любя,  
Мы радостно ждали тебя.  
И думали — ты нам поможешь  
И время свободное дашь.  
Принес же ты нам только слезы.

Чем больше роботов внедряют в капиталистическом производстве, тем меньше становится там рабочих мест, следовательно, растет число безработных. Однако эта

модернизация оказалась неясным источником повышения прибыли предпринимателей.

Так обстоит дело с социальным аспектом проблемы «человек—робот».

А тем временем роботостроение продвигается вперед ускоренными темпами. В СССР этому вопросу в настоящее время уделяют особое внимание. Одно поколение промышленных роботов сменяется другим.

Роботы первого поколения, которые действуют по заданной программе, определяющей жесткую последовательность выполнения операций, оказались неспособными решить растущие задачи автоматизации производства. Они хороши лишь для неизменных условий загрузки технологического оборудования, межстаночного транспортирования и складирования изделий и других простых работ. При малейшем нарушении, например расположения заготовок, робот «теряется» и дает сбой. На выручку пришло второе поколение роботов, обладающее способностью адаптации, иными словами, возможностью автоматически корректировать свое поведение в зависимости от состояния окружающей среды. Благодаря оснащению их тактильными датчиками, сигнализирующими о прикосновении захвата с предметом, «рука» робота в состоянии брать детали независимо от их положения, т. е. она приспосабливается к непредвиденным условиям, внося поправку в свои действия и запоминая ее для последующих операций. Эти роботы (например, ПР-1-1600) оснащены также техническим «зрением», что позволило их использовать при окраске изделий. Адаптивные роботы второго поколения используют для загрузки деталей на конвейере, переключения режимов работы механизмов и других вспомогательных операций. Они легко встраиваются в автоматизированные производственные системы.

Но и эти роботы, в ряде случаев, не удовлетворяют потребности современного производства. И им на смену кое-где уже приходит третье поколение — так называемые «интеллектуальные» роботы. Большая насыщенность этих устройств различными датчиками позволяет им воспринимать окружающую среду и посредством ЭВМ строить достаточно полную ее модель. Затем, сравнивая ее с поставленной задачей, они определяют свои действия, планируют их порядок и отдают необходимые команды своим органам. Эти роботы также обладают

элементами самообучения и способностью координировать свои действия в зависимости от протекающих процессов и действий других агрегатов.

Казалось бы, чего еще можно требовать от роботов? Однако ученые уже создают роботы четвертого поколения — так называемые «экспертные системы», имитирующие работу человеческого мозга. Пользуясь роботом четвертого поколения, можно решать ряд сложнейших задач. Например, можно планировать производственные операции, чтобы на предприятиях свести к минимуму узкие места, связанные с товарными запасами и выпуском продукции, заменяя, таким образом, инженеров-экономистов. С их помощью можно быстро и успешно выявлять технические дефекты в сложных машинных комплексах, пользуясь не только обычными знаниями, но и многогранной информацией о накопленном опыте высококвалифицированных специалистов, т. е. их специальными знаниями — этим бесценным активом человеческой цивилизации.

Нужно ли еще что-то от робота? Тем не менее ученые и изобретатели уже ломают голову над пятым поколением роботов, обладающих сенсорными способностями, позволяющими выполнять инспектирование, сортировку и сборку сложных изделий. Если обычно первое поколение ЭВМ работает на электронных лампах, второе — на транзисторах, третье — на микросхемах и четвертое — на сверхбольших интегральных схемах, то на пятом поколении предполагается применить такое расположение сверхбольших интегральных схем, чтобы робот мог одновременно выполнять множество операций. Это дает значительное увеличение его эффективности.

Итак, робототехника развивается гигантскими темпами. Теперь уже никто не сомневается в том, что роботы представляют собой жизненно важные элементы заводов будущего, выполняющих весь цикл создания изделия, начиная с проектирования и конструирования и кончая упаковкой и складированием. Уже сегодня есть все возможности эффективного использования роботов для автоматического выполнения таких операций, как литье под давлением и окраска распылением,ковка и штамповка, сварка и транспортирование, сборка узлов и механизмов, контроль качества и многие другие. В Советском Союзе уже создан ряд специализированных предприятий по изготовлению робототехники. В XII и после-

дующих пятилетках эта работа получит еще больший размах.

Таким образом, широкое применение роботов становится одним из важнейших факторов ускорения технического прогресса, повышения культуры производства. Оно также создает необходимые предпосылки для комплексной автоматизации производства и внедрения автоматизированных, так называемых «безлюдных» технологий.

## Новые технологии

**29. В строй вступают гибкие производственные системы (ГПС).** На заре машиностроения мастер сам полностью изготовлял машину или механизм. Он был конструктором и технологом, литейщиком и кузнецом, токарем-универсалом и слесарем-сборщиком. Вспомните, как работал замечательный русский механик «мельничных и часовых дел мастер» Иван Кулибин, заслуживший благосклонность императрицы Екатерины II за оригинальные часы, которые он сам придумал и целиком изготовил. Таким же путем создавались различные станки и другие машины. Производительность труда была весьма низкой. Вначале это соответствовало общественному развитию, но постепенно стало его тормозить. Начались поиски путей повышения производительности труда.

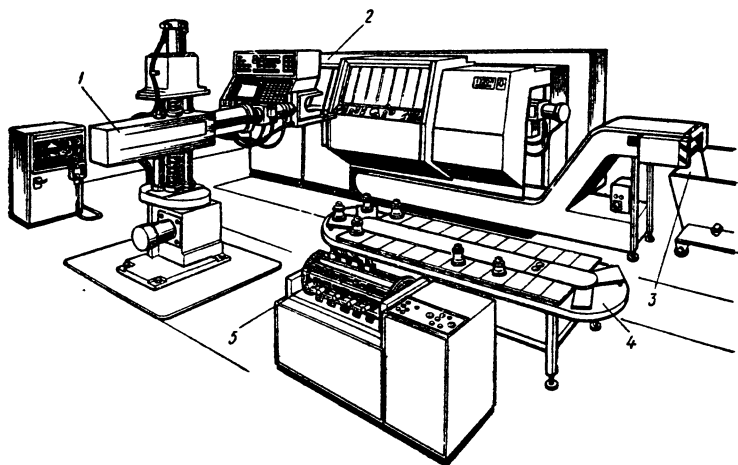
У мастеров росло число помощников, которые постепенно стали самостоятельно выполнять отдельные узкие операции. Это упрощало работу исполнителей и вырабатывало автоматизм, резко поднимало производительность труда, который, однако, становился тяжелей и тяжелей, так как теперь рабочему почти не требовалось думать, и его загружали еще больше. Зарождавшийся капитализм с успехом воспринял эту форму «выжимания пота» особенно на конвейерных и других системах. (Вспомните Чарли Чаплина в его знаменитом фильме «Новые времена»).

Специализация на всех уровнях стала главной тенденцией развития машиностроения. Массовое производство настойчиво вытесняло не только единичную, но и мелкосерийную форму изготовления машин. Выпуск новых изделий стал исчисляться сотнями, тысячами и даже миллионами. Для выполнения этих задач наиболее эффективной оказалась максимальная специализация технологического оборудования. Жесткая операционная

технология, сугубо специальные станки, включая автоматы и полуавтоматы, предназначенные для предельно узких функций, стали главным признаком прогрессивности производства. И, казалось, что лучшего быть не может.

Но научно-техническая революция выдвинула иные требования. Уровень серийности многих традиционно массовых изделий (в том числе даже автомобилей, сельскохозяйственных машин и т. п.) снизился. И вместе с ним стал падать престиж узкоспециализированных станков и автоматов. Частые смены параметров и типов продукции привели к огромным потерям, вызванным необходимостью замены дорогостоящего специализированного оборудования. Но на помощь машиностроителям пришли электроника и вычислительная техника. Обладая преимуществами специальных станков-автоматов, новые станки с ЧПУ достаточно быстро могут быть переналажены на изготовление разнообразных изделий. Оснащение этих станков роботами и создание гибких производственных систем (ГПС) резко подняло производительность труда и создало необходимые предпосылки для внедрения безлюдной технологии.

Гибкие производственные системы (рис. 13) в определенной степени завершают современный процесс ав-



**Рис. 13. Автоматизированный технологический комплекс станко-строительного завода «Красный пролетарий»:**

1 — робот; 2 — токарный полуавтомат 1720ПФ30 с ЧПУ; 3 — устройство для отвода стружки; 4 — стол для заготовок и деталей (конвейеры не показаны); 5 — инструментальный барабан с инструментальным монитором

томатизации машиностроительных предприятий, начавшийся в пятидесятых годах созданием станков с ЧПУ, с последующим использованием ЭВМ для управления технологическими комплексами, а также внедрением систем автоматизированного проектирования (САПР) изделий и технологических процессов.

На современных предприятиях ГПС в основном состоит из управляющих ЭВМ, станков и другого оборудования с ЧПУ, роботов, автоматически выполняющих транспортировочные и другие функции. Все эти элементы связаны единой системой электронного управления, обеспечивающей также наблюдение и замену изношенного (сломанного) инструмента и автоматический контроль изделия в процессе обработки. При необходимости производится автоматическая корректировка режимов работы оборудования, вызванная непредвиденными обстоятельствами (например, нестабильностью качества обрабатываемого материала). Итак, если обычной (негибкой) автоматизацией машиностроительного производства наибольшая экономия трудовых затрат достигается при максимальной массовости продукции, то ГПС обеспечивает аналогичную экономию на любой партии, при любом виде производства вплоть до единичного. Такая «масштабная экономия» в корне меняет основные принципы, на которых основаны традиционные методы организации машиностроительного производства. Резко уменьшается количество необходимого рабочего персонала, повышается уровень рационального использования мощностей и производственных площадей, сокращается производственный цикл и т. п.

Вот краткое описание работы одного из заводов, изготавливающего на основе ГПС детали машин 900 типоразмеров, партиями 20—1000 комплектов. В 60 секциях механической обработки действует более ста роботов. Люди здесь бывают лишь днем, когда выполняют технический уход. А роботы работают всю ночь в тишине, нарушаемой лишь «воздухом» гидравлических прессов и жужжанием автоматических тележек, которые, словно призраки, двигаются в полумраке. Ночью за ходом механической обработки наблюдает лишь один оператор, проверяя на дисплее действия машин. При выходе какой-либо машины из строя он может отключить ее без нарушения работы других участков.



В заключение отметим, что, хотя гибкие производственные системы еще не получили достаточно широкого распространения, специалисты единодушно сходятся на том, что они — будущее машиностроительного производства. Над их созданием и совершенствованием интенсивно трудятся научно-исследовательские институты и конструкторско-технологические подразделения заводов и объединений. Учебные заведения готовят кадры рабочих-наладчиков, техников и инженеров, необходимых для успешного внедрения и эффективного использования этого замечательного достижения науки и техники. И если молодой человек, задумавшись над вопросом: «Кем быть?», решит стать специалистом по ГПС, перед ним откроется широкий простор для творческой деятельности на долгие годы, он никогда не пожалеет о своем выборе профессии.

Технолог напоминает

**30. Равномерная подача инструмент бережет.** Одна из причин быстрого затупления сверл — резкое изменение подачи инструмента в процессе работы. Особенно это заметно при сверлении хрупких материалов. Экспериментальные исследования показали, что при постоянной скорости подачи сверла можно обеспечить десятикратное увеличение срока его службы.

**31. Лазер в руках машиностроителей.** За каких-нибудь двадцать лет оптические квантовые генераторы (ОКГ) или лазеры (от аббервиатуры слов английской фразы, означающей: «Усиление света в результате вынужденного излучения») получили широкое распространение в науке и заняли важное место в производстве машин и механизмов, приборов и других устройств.

Лазерная резка твердых сплавов благодаря повышению скорости обработки, а также сокращению потерь материала и трудоемкости на зачистку среза обходится на 75 % дешевле других методов выполнения этой операции. А сверление алмазных фильеров лазером занимает 2—3 мин вместо 2—3 рабочих смен, затрачиваемых на эту операцию старыми способами. Современные промышленные установки ОКГ обеспечивают надлежащую сварку тугоплавких металлов толщиной до 4 мм, а резку металла толщиной до 10 мм и неметаллических материалов — толщиной до 100 мм. Скорость лазерной резки в обычных условиях 4—8 мм/с, а в атмосфере кислорода

да — 75—500 мм/с. С большим эффектом применяют лазерную термообработку, предложенную впервые в СССР. ОКГ успешно используют для местной закалки штампов, пресс-форм и металлорежущего инструмента. При этом эти изделия получаются без какой-либо деформации и с более высокой стойкостью, чем при закалке другими способами.

В машиностроительной промышленности постоянно повышаются требования к точности. В некоторых случаях допуски так малы, что контроль изделий традиционными методами становится чрезвычайно трудным или вовсе невозможным. Лазерная техника оказалась способной выполнять и эту задачу. Так, например, лазерные интерферометры, которыми оснащены некоторые координатно-измерительные машины, обеспечивают контроль перемещений рабочих органов с точностью до 0,01 мкм. При этом сигнал с интерферометра преобразуется в цифровые показания, что значительно сокращает время на проведение контрольных замеров и в комплексе с ЭВМ создает условия для полной автоматизации всего процесса. Промышленность выпускает также лазерные приборы для контроля параметров шероховатости обработанных поверхностей и выявления мельчайших поверхностных дефектов (раковин, царапин и т. п.). Можно привести еще и другие примеры эффективного использования лазера. Однако это лишь начало широкого применения этого замечательного изобретения, открывшего новые перспективы ускорения технического прогресса. Лазерный луч настойчиво входит в технологию машиностроения.

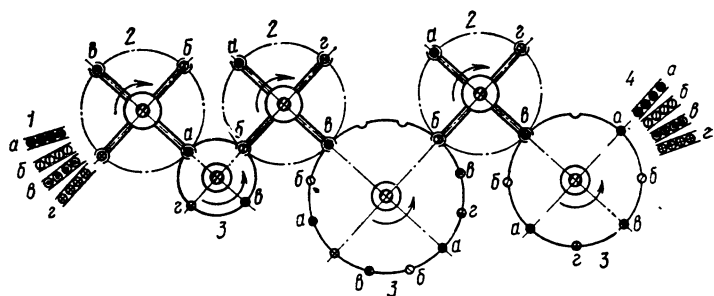
**32. Технологический «вальс» рабочих машин.** Если вам случится побывать на Рижском производственном объединении «Латвбытхим», загляните в цех, где работает одна из первых в стране роторно-конвейерных литейных линий. Понаблюдайте за ходом процесса, и вы будете поражены огромной производительностью этого оригинального машинного комплекса, который обслуживается всего одним человеком — оператором-наладчиком. За смену здесь выпускается продукции больше, чем выпускал раньше целый участок, на котором трудились десять рабочих на термопластавтоматах. В этом объединении могут вам показать и другую высокопроизводительную роторную линию, заменившую одиннадцать станков и обеспечивающую полную автоматизацию сбор-

ки клапанов. Эта линия обошлась в несколько раз дешевле старого комплекта оборудования, а качество изготовленных на ней изделий и ее производительность значительно выше, чем при работе традиционными методами. Автоматические роторные линии (АРЛ) не новинка, однако широкое распространение в машиностроении они получили лишь за последнее время.

В сентябре 1984 г. на очередном заседании Политбюро ЦК КПСС отмечалось, что «...Широкое внедрение таких автоматических линий, характеризующихся точностью, устойчивостью и непрерывностью технологических процессов, дает возможность резко повысить уровень интенсификации промышленного производства. Обеспечивается значительный рост производительности труда, сокращение производственных площадей, высвобождается большое количество персонала, улучшаются условия труда работающих».

Что же представляет собой автоматическая роторная линия, как она работает и в чем ее преимущества?

Автоматическая роторная линия — это комплекс рабочих машин, транспортных устройств и приборов, объединенных единой системой автоматического управления, в котором одновременно с обработкой заготовки перемещаются по дугам окружностей совместно с воздействующими на них орудиями. Представьте себе вращающийся диск, по дугам окружности которого расположены органы с инструментами, например, пуансонами и матрицами для штамповки или сверлильными головками для обработки отверстий и т. п. Это и есть рабочие роторы. Непрерывно вращаясь, они захватывают заготовки и за каждый оборот выполняют, например, штамповку — высадку, размыкание штампа и выталкивание детали, которая передается через транспортный ротор на следующий рабочий ротор для выполнения второй операции. Инструмент АРЛ монтируется комплектно в предварительно налаженных вне рабочей машины блоках, сопрягаемых с исполнительными органами рабочих роторов преимущественно осевой связью, что облегчает замену этих блоков. Примечательно, что на АРЛ можно успешно выполнять операции различной продолжительности (прессовые, термические, контрольные и др.), а также одновременно изготавливать несколько различных деталей.



**Рис. 14.** Схема многономенклатурной автоматической роторной линии:

1 — питающее устройство; 2 — транспортный ротор; 3 — рабочий ротор; 4 — приемное устройство; а, б, в, г — номенклатурные индексы обрабатываемых заготовок

На рис. 14 показана принципиальная схема многономенклатурной АРЛ для изготовления четырех различных деталей (а, б, в, г). Указанные выше преимущества АРЛ обеспечивают их весьма эффективное использование не только в массовом, но также в серийном и даже единичном производстве. АРЛ особенно выгодно применять для выполнения непродолжительных технологических операций при изготовлении сравнительно небольших деталей. Производительность этих линий определяется транспортной скоростью роторов и шаговым расстоянием между деталями в рабочих роторах. Опыт показывает, что по сравнению с традиционными автоматическими линиями АРЛ сокращают производственный цикл в 10—15 раз и существенно высвобождают производственные площади, в 20—25 раз сокращают необходимые межоперационные запасы заготовок и в несколько раз повышают производительность труда, обеспечивают высвобождение для других работ значительного количества обслуживающего персонала.

Диапазон использования АРЛ в машиностроении непрерывно расширяется. Кроме штамповки и других упомянутых выше операций они находят эффективное применение для нанесения покрытий, спекания порошков, упаковки деталей, сборки отдельных механизмов технического контроля и т. п. Даже операции, связанные с резанием металла, которые прежде считались неподходящими для АРЛ, уже на некоторых заводах успешно выполняются на этих комплексах.

Многие специалисты предсказывают автоматическим роторным и роторно-конвейерным линиям большое будущее, называя их «техникой века». Выполнение программы по развертыванию значительных научно-исследовательских и конструкторско-технологических работ, несомненно, приведет к еще более широкому применению этих прогрессивных систем, характеризующихся независимостью технологических функций от транспортных, так как эти функции выполняются не последовательно, как это происходит в традиционных рабочих машинах, а параллельно (обработка заготовки выполняется во время вращения рабочего ротора).

В заключение отметим, что многим читателям, особенно молодежи, если их трудовой путь будет связан с машиностроением, наверняка придется встречаться с автоматическими роторными и роторно-конвейерными линиями. Поэтому более подробное ознакомление со специальной литературой по этому вопросу им будет интересно и полезно.

*Вопрос.* Кто является автором автоматических роторных линий, что вы о нем знаете?

**33. Электрофизико-химическая обработка.** Широкое применение в современной технике изделий из сверхпрочных и других труднообрабатываемых материалов привело к разработке новых эффективных технологических процессов. Среди них особое место занимают электрофизические и электрохимические методы обработки. Для их осуществления разработано значительное число новых типоразмеров оборудования. Все это дало возможность выполнять такие работы, как изготовление сложных штампов и пресс-форм, формообразование миниатюрных и маложестких изделий с весьма узкими пазами, обработка поверхностей, к которым нельзя подойти обычным инструментом (резцом, сверлом, фрезой) и т. д. Таким образом, электрофизико-химические методы обработки дополняют или в отдельных случаях полностью заменяют традиционные технологические процессы.

Советским ученым принадлежит приоритет в создании и разработке наиболее универсальных и эффективных методов обработки: электрохимической (В. Н. Гусев, Л. А. Рожков); лазерной (В. А. Фабрикант, Г. Н. Басов, А. М. Прохоров); электроискровой (Б. Р. и Н. И. Лазаренко; Л. Г. Перфилов, Б. В. Бауэр). Следует, однако, отметить, что серийный выпуск станков для обра-

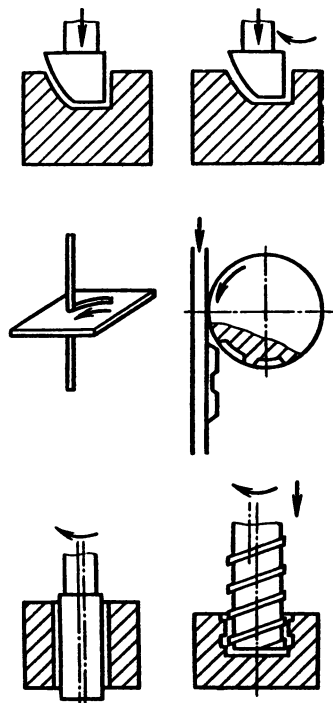
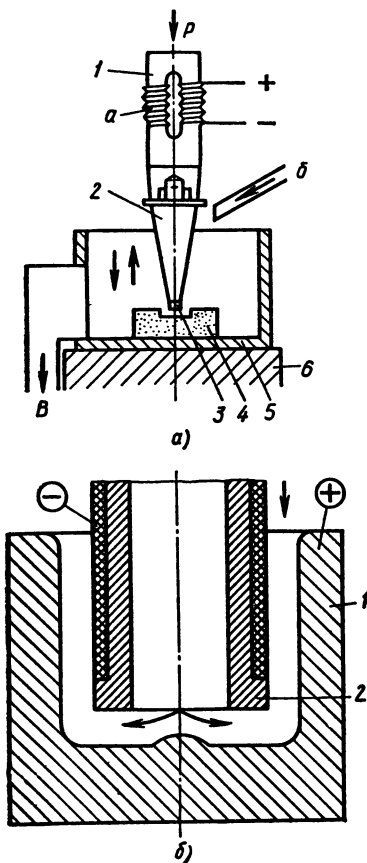


Рис. 16. Схемы формообразования при электроискровой обработке

Рис. 15. Схемы ультразвуковой (а) и электрохимической (б) обработки

ботки этих видов начался лишь в 1960 г. на одном заводе. Сейчас оборудование для указанных работ выпускают многие предприятия. Важным вкладом в создание и развитие электрофизико-химической технологии и в проектирование соответствующих станков были теоретические разработки и исследования, успешно выполненные в экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности СССР. В результате этого на ряде отечественных предприятий было налажено производство электроискровых, лазерных и других станков для электрофизико-химической обработки.

На рис. 15 и 16 приведены принципиальные схемы наиболее распространенных электрофизико-химических методов обработки.

*Ультразвуковая обработка* (рис. 15, а) основана на механическом ударном воздействии на обрабатываемый материал. Электрические колебания ультразвуковой частоты ( $20 \pm 5$  кГц) посредством никелевого преобразователя 1 превращаются в механические и затем через акустический концентратор 2 воздействуют на инструмент 3, прижатый к заготовке 4 силой  $P$ . При этом через подвод б в рабочую зону поступает абразивная суспензия (взвесь зерен абразива в воде). Ударяя по абразивным зернам с ультразвуковой частотой, инструмент постепенно разрушает в соответствующем месте обрабатываемую заготовку 4 и, как бы копируя себя, формирует деталь, находящуюся в ванне 5, установленной на столе б ультразвукового станка. Питание поступает через подвод а от ультразвукового генератора. Продукты процесса и суспензия удаляются по отводу В. Ультразвуковой метод успешно применяют при обработке твердых и хрупких материалов, в том числе керамики, алмаза, стекла и других нетокопроводящих материалов, а также для очистки различных изделий.

*Электрохимическая обработка* (рис. 15 б) основана на явлении анодного растворения, заключающемся в том, что при прохождении тока через электролит (например водный раствор хлористого натрия) электрод, подключенный к положительному полюсу (аноду), растворяется. При этом частички металла заготовки 1 в виде ионов поступают в зазор между электродами и выносятся проточным электролитом из зоны обработки. Благодаря тому, что участки заготовки, которые находятся ближе к поверхности инструмента 2, быстрее растворяются, профиль этого инструмента копируется на обрабатываемую деталь. Электрохимический метод также применяют для активизации шлифования абразивным или алмазным инструментом (комбинированная электроабразивная и электроалмазная обработка).

*Электроискровая (электроэрозионная) обработка* (рис. 16) нашла наибольшее распространение среди электрофизических методов обработки. Электроискровая обработка основана главным образом на тепловом действии импульсов электрического тока, непрерывно подводимых непосредственно к соответствующим участкам

заготовки, в целях ее размерного формирования или изменения структуры и качества поверхностного слоя. Первичными при этом являются электрические импульсы (электрические разряды), преобразуемые в зоне обработки в тепловые, которые непосредственно снимают частички металла заготовки.

*Плазменная технология.* Любопытный случай произошел в Тамбове. Построили новый завод для выпуска важной продукции — гальванического оборудования. Ведь гальваническая обработка металла — хромирование и никелирование, анодирование и меднение, цинкование и кадмирование — это технологические процессы, которые необходимы, пожалуй, каждому машиностроителю, да и многим другим предприятиям. И когда новый завод уже работал в полную силу, оказалось, что один из цехов — механический — лишний. Но как же это могло случиться? Ошибка проектировщиков? Нет, ничего подобного. «Виновниками» этого казуса оказались рационализаторы завода. Это по их инициативе был внедрен новый высокоэффективный и малоотходный технологический процесс — плазменная резка, при которой отпала необходимость в последующей механической обработке деталей.

В чем же сущность этой технологии? Напомним, что плазма — это ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы. Ионизация газа может произойти, например, при его нагреве до высокой температуры, в результате чего молекулы распадаются на составляющие их атомы, которые затем превращаются в ионы. Плазменная обработка (резка, нанесение покрытий, наплавка, сварка) осуществляется плазмой, генерируемой дуговыми или высокочастотными плазмотронами. Эффект достигается как тепловым, так и механическим действием плазмы (бомбардировкой изделия частицами плазмы, движущимися с очень высокой скоростью). Плазменную резку успешно применяют при обработке хромоникелевых и других легированных сталей, а также меди, алюминия и других металлов, не поддающихся кислородной резке. Большая производительность и высокое качество плазменной резки не только дают возможность эффективно использовать этот прогрессивный процесс на автоматических линиях, но и позволяют исключить ряд до-



полнительных операций, а также сократить отходы и, следовательно, сэкономить металл.

Именно благодаря всему этому и отпала необходимость в механическом цехе на Тамбовском заводе, о чем говорилось в начале нашего рассказа. Плазменная обработка металлов (а также других материалов, например, керамических) с каждым днем получает все большее распространение. Об этом свидетельствует ее применение в космическом пространстве и в других экстремальных условиях. Этот процесс также успешно используют на созданных в Советском Союзе установках «Булат» для нанесения упрочняющих покрытий нитридом титана режущего инструмента, что значительно повышает его долговечность. Прогнозисты предсказывают плазменной обработке большую жизнь.

**34. Наш помощник — ультразвук.** На одном из приборостроительных заводов возникла проблема: миниатюрные шарикоподшипники, которые были получены для комплектации продукции, нарушали точность изготавливаемых приборов. Проверка показала, что причиной погрешностей является загрязнение подшипников. На шариках была обнаружена не только металлическая пыль, но и абразивные зерна, которые увеличивали их износ. Тщательная промывка и продувка не обеспечивали полной очистки колец и шариков. Что же делать? Выход был вскоре найден. Помогли новаторы соседнего завода, предложив промыть подшипники в ультразвуковой ванне, которая у них успешно работала. Это лишь один из примеров применения ультразвука на производстве.

Следует отметить, что изучение и попытки использовать упругие колебания и волны с частотами 15—20 кГц и более, названные ультразвуком (так как не улавливаются ухом человека), были сделаны еще в XIX в. Но лишь в 1916 г. знаменитый французский физик П. Ланжевен успешно использовал ультразвуковые колебания для измерения глубин моря, обнаружения подводных лодок и других научных и практических целей. Поиски практического применения ультразвука особенно усилились в 20-х годах. В это время в Советском Союзе было предложено использовать ультразвук для обнаружения раковин, трещин и других дефектов в твердых телах без их разрушения. Это положило начало ультразвуковой дефектоскопии.

Однако широкое техническое и промышленное применение ультразвука началось лишь в 50—60-х годах. Сварка металлов и пластмасс, резание твердых сплавов, стекла, керамики и других материалов, пайка, лужение алюминия, титана, молибдена и многие другие технологические операции с использованием ультразвука заняли значительное место на многих производствах. Ультразвуковая чистка, о которой говорилось выше, также оказалась весьма полезной, особенно при изготовлении прецизионных деталей в машиностроении. В настоящее время советская промышленность выпускает ряд универсальных ультразвуковых станков для изготовления твердосплавных матриц штампов, обработки линз из оптического стекла, гравирования и вырезки деталей из кремния и германия, прошивания отверстий и узких пазов и для многих других работ. Изготавливают также специальные ультразвуковые станки для выполнения определенных операций, например, для нарезания внутренних резьб в заготовках из труднообрабатываемых материалов.

Ультразвуковым методом можно обеспечить высокую точность обработки круглых и фасонных отверстий, а также криволинейных каналов. Ультразвук, подведенный посредством волноводного концентратора к сверлу, рецу, валкам, фильеру, штампу и другим инструментам, повышает интенсивность резания и улучшает условия деформирования металла. Для интенсификации очистки деталей от загрязнения ультразвуком в рабочую жидкость добавляют некоторые поверхностно-активные вещества, а для снятия заусенцев — абразивные порошки.

При сверлении ультразвуковым методом инструмент, изготовленный из мягкой стали, совершает колебания с частотой примерно 20 кГц. Эти колебания передаются абразивной жидкости, воздействующей на заготовку.

*Вопрос.* Кто из советских ученых впервые предложил использование ультразвука для обнаружения дефектов в твердых телах без их разрушения?

**35. Маленькие технологические «хитрости».** Чтобы преодолеть многочисленные препятствия, встречающиеся при работе технолога, нередко требуются огромные затраты труда и времени, умственных усилий и материальных средств. Между тем известно немало случаев, когда профессиональная смекалка и небольшие технологические «хитрости» открывали дорогу к успешному ре-

шению сложных технических задач, от которых нередко зависит работа целого коллектива бригады, участка и даже цеха. Вот некоторые примеры.

*Как сберечь режущую кромку.* Для защиты режущего инструмента от механических повреждений может быть успешно применена паста ПХВ, в которую входят следующие компоненты: ПХВ-Е62, дибутилвтилат и кальций стеариновоокислый. Режущую часть инструмента на несколько секунд окунают в расплавленную пасту, нагретую до температуры не более 160° С, и затем подвергают сушке. Созданная таким способом защитная пленка обеспечивает длительное хранение и надежное транспортирование инструмента без отдельной упаковки.

*Простой метод удаления ржавчины.* Чтобы удалить ржавчину с детали при отсутствии специальных средств, достаточно мягкими стальными опилками, смоченными жидким машинным маслом, тщательно протереть ржавую поверхность до металлического блеска посредством тампона из ветоши. Затем, удалив остатки опилок, следует вытереть деталь и покрыть ее слоем антикоррозионного смазочного материала.

*Риски находчивого слесаря.* Если вам необходимо согнуть металлический лист и нет возможности его подогреть, не огорчайтесь. Эта задача может быть успешно решена, если в зоне сгиба, на внешней поверхности листа, вы предварительно нанесете поперечные риски.

*Как ускорить приработку.* Для повышения надежности и точности работы трущейся пары в процессе их изготовления обычно включают операцию приработки, которая существенно удлиняет технологический цикл. Этот недостаток может быть в значительной мере устранен, если при обкатке пропустить через трущуюся пару постоянный электрический ток небольшого напряжения.

*Устранение окалины.* Очистка окалины сравнительно небольших деталей, например после различных термических операций, осуществляется пескоструйной обработкой, химическим травлением, виброгалтованием и другими способами. Но как удалить прочную окалину с непрерывно движущейся стальной полосы или катанки?

Уральские машиностроители решили эту проблему, встроив в линию для непрерывной очистки индукционный нагреватель, который периодически включается.

**Рис. 17. Поддержка винта посредством проволочной петли**



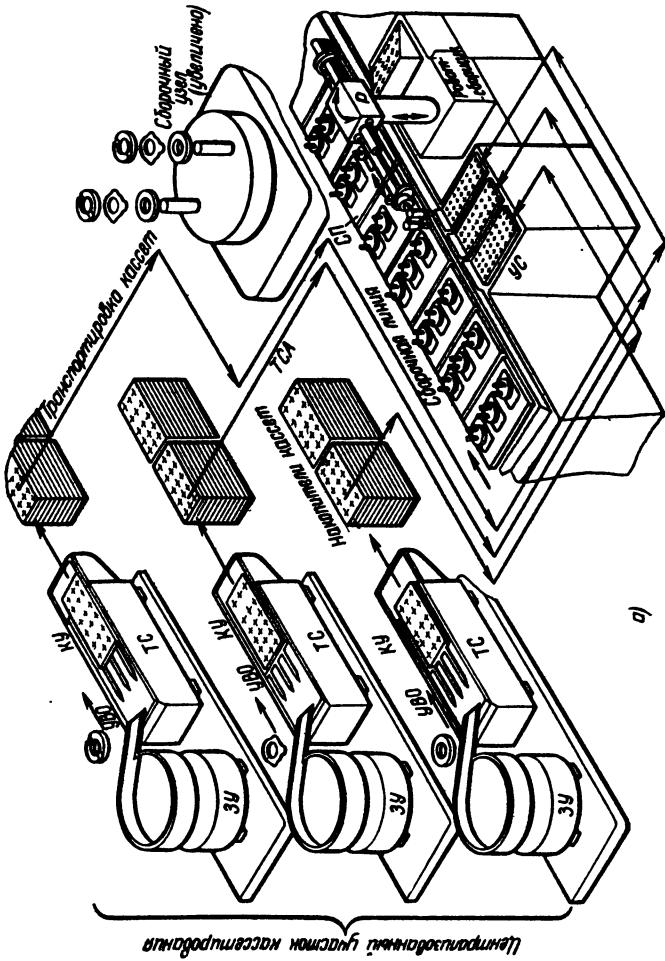
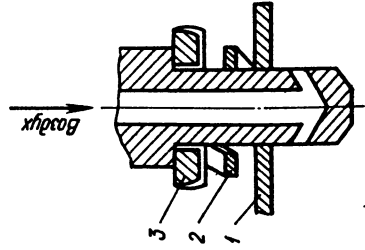
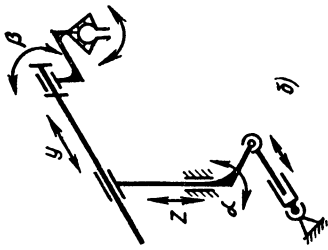
При этом под действием быстрого нагрева прочность сцепления металла с окалиной резко падает и ее легко можно удалить механическим путем.

Еще один интересный и сравнительно простой способ удаления окалины предложили днепропетровские ученые. Для успешного решения этой задачи оказывается достаточно пропустить прокатанную полосу через конические валики.

*Винт на крючке.* Для облегчения завинчивания мелких винтов в неудобных и труднодоступных местах (например снизу) применяют магнитные или другие специальные отвертки. Если же их нет, эта задача может быть легко и просто выполнена обычной отверткой при помощи согнутого из тонкой, мягкой проволоки крючка (рис. 17), которым поддерживают винт, пока он не войдет в резьбовое отверстие на несколько ниток. После этого достаточно потянуть проволоку, чтобы петля раскрылась и освободила винт для его окончательной затяжки отверстий.

*Простое средство против самоотвинчивания.* Для обеспечения достаточной прочности болтовых соединений металлоконструкций применяют специальные высокопрочные болты, стоимость которых весьма значительна. Однако и обычные достаточно дешевые болты вполне могут обеспечить требуемую прочность соединения металлоконструкций, если на сопрягаемые поверхности нанести клеевые прослойки из эпоксидных смол.

**36. Переналаживаемая сборочная система.** Выше уже упоминалось о трудностях, которые встречаются при автоматизации сборки. Они связаны прежде всего с весьма большим разнообразием сборочных операций и сложностью взаимного ориентирования многочисленных деталей, а также необходимостью выполнения ряда вспомогательных операций (промывка, смазывание, уплотнение стыков и т. п.). Тем не менее уже достигнуты определенные успехи в механизации и автоматизации многих сборочных работ.



Примером автоматизации изготовления сравнительно простой сборочной единицы, состоящей из обычной шайбы, пружинной шайбы и гайки с базовой деталью, может служить типовая переналаживаемая сборочная система (ТПСС), схема которой показана на рис. 18, а. В этой системе используется универсальный промышленный робот. Как видно из кинематической схемы робота (рис. 18, б), он имеет четыре степени свободы: поступательное радиальное перемещение  $Y$ , подъем  $Z$ , поворот  $\alpha$  колонны и поворот  $\beta$  кисти. Робот способен выполнять различные производственные операции: обработку и сборку, лужение и пайку, мойку и покраску, правку и др.

Различные манипуляции робота осуществляются по средству многопоршневого пневматического привода. В качестве программносителя используется штеккерная панель, набор программы осуществляется по перфокартам. Конструкция кисти, для поворота которой применяются сменные пневматические устройства, обеспечивает использование различных захватов, например струйного (рис. 18, в), позволяющего удерживать струями воздуха разное число деталей с отверстиями — шайб, гаек и т. п. Точность позиционирования привода  $\pm 0,1$  мм. Наличие значительного числа программируемых точек и возможность быстрой переналадки (гибкость) позволяет использовать робота как в массовом, так и в серийном производстве. При этом достигаются большая производительность, высокое качество и полная автоматизация процессов сборки.

**37. Центробежная сборка.** При сборке различных машин и механизмов нередко приходится осуществлять посадку деталей с большим натягом. При этом обычно разогревают наружную деталь (например, кольцо) или охлаждают внутреннюю (вал). Однако эти операции трудоемки и их неудобно выполнять в сборочном цехе. Здесь на помощь сборщикам могут прийти центробежные силы. Достаточно раскрутить охватываемую деталь до определенной частоты вращения (например,

---

**Рис. 18. Переналаживаемая сборочная система:**

а — схема общего вида комплекса; б — кинематическая структура робота; в — струйный захват с деталями; 1 — шайба; 2 — пружинная шайба; 3 — гайка

670 мин<sup>-1</sup>), и она «разожмется» настолько, что вал свободно войдет в отверстие. После остановки наружная деталь, стремясь восстановить свои прежние размеры, прочно охватит шейку вала.

Применение центробежного способа посадки в значительной мере сокращает цикл сборки соединений с большим натягом, поскольку из технологического маршрута исключается сложная и неудобная операция — подогрев (охлаждение). Приспособления, необходимые для осуществления центробежной сборки, несложны в изготовлении и характеризуются простотой в эксплуатации.

**38. Воздух помогает сборщику.** Сборочные работы в машиностроении, как указывалось, очень трудно поддаются механизации и автоматизации. Вот почему во многих сборочных цехах еще преобладают ручные операции. Но трудно — это не значит, что невозможно. Внедрение роботов, управляемых ЭВМ, в значительной мере способствует решению этой проблемы. Но и при отсутствии роботов некоторые сборочные операции вполне могут быть автоматизированы.

Попробуйте решить такую задачу. При автоматической сборке форсунки дизельного двигателя необходимо обеспечить ориентирование детали (см. рис. 44) типа стержня с фланцем в глубоко расположенное отверстие парной детали. Обычный питатель с наклонным или вертикальным лотком не гарантирует в данном случае удовлетворительного ориентирования хвостовика одной детали в отверстии другой детали. Применение автоматической руки здесь затруднено, так как на загружаемой детали отсутствует базирующая поверхность. А встряхивание при загрузке чрезвычайно усложняет технологический процесс и не обеспечивает достаточной надежности.

Итак, требуется сориентировать регулировочный винт относительно резьбового отверстия форсунки, обеспечивая их соосность.

Специалисты одного из институтов успешно решили эту задачу, используя аэродинамический эффект.

**Задание.** Попробуйте и вы пойти этим путем или предложите другой метод автоматического взаимного ориентирования указанных деталей при их сборке (набросайте эскиз для технического задания конструктору оснастки).

**39. Диапазон работ заводского технолога.** Технологом машиностроительных заводов приходится выполнять весьма широкий круг работ. Ниже приводится перечень элементов их труда. Однако в нем отсутствует несколько весьма важных функций.

Продумайте перечисленные и добавьте упущенные работы, которые необходимо, по вашему мнению, включить в обязанности заводского технолога.

1. Получение (выдача) заданий.
2. Разработка технических планов и заданий (кроме заданий на оснастку).
3. Согласование и корректировка планов и заданий.
4. Проведение (получение) консультаций по разрабатываемому технологическому процессу.
5. Поиск и анализ технической информации.
6. Продумывание (подготовка) технологических и других решений.
7. Технологическая отработка (согласование) конструкторской документации.
8. Разработка карты технологического процесса.
9. Доработка технологического процесса.
10. Расчет (проверка) режимов резания, норм времени, расхода материала.
11. Выполнение эскизов.
12. Копирование чертежа и текста (выдача и получение заказов).
13. Составление заданий на проектирование оснастки.
14. Нормализационный контроль технологической документации.
15. Согласование: технологического процесса, заданий на проектирование оснастки, чертежей на оснастку.
16. Технологические исследования и испытания оснастки.
17. Проверка обеспеченности технологической оснасткой и инструментом.
18. Подготовка и оформление извещений на изменение документации и карточек разрешений на отклонение от чертежа и технологического процесса.
19. Сбор и анализ данных о качестве и трудоемкости изготовления продукции.
20. Выявление операций, участков, подлежащих механизации.
21. Составление ведомостей, спецификаций, отчетов, докладов, справок, актов, писем, часто употребляемого текста (который может быть заранее отпечатан).
22. Комплектование, передача техдокументации для подписи.
23. Проверка оригиналов документов и копий документов.
24. Внесение изменений в копии документации.
25. Консультации, составление заключений по рационализаторским предложениям и изобретениям.

**40. ЭВМ в роли технолога.** Разработка технологических процессов является сложной и трудоемкой работой. Стремясь сократить время технологической подготовки



производства, на многих заводах и в проектных организациях стали применять электронно-вычислительные машины для автоматического проектирования конструкторских работ и технологических процессов. Дело это не простое. Чтобы передать ЭВМ проектирование технологии механических, слесарных, разметочных и других операций, необходимо выполнить большую подготовительную работу. Прежде всего нужно провести унификацию деталей, сократив до минимума их разновидности по конструкции, а также осуществить типизацию самих технологических процессов. Затем все детали необходимо разбить по типам и свести в специальные таблицы. После этого разрабатывают алгоритмы (точнее предписание, отображающее элементарные акты технологического процесса, их последовательность и взаимосвязь, выраженные на языке математических символов и предназначенные для ЭВМ) и программу, позволяющую проектировать заданный технологический процесс. Исходной информацией для выполнения этой работы на ЭВМ служит чертеж и технические условия детали. Конструктивные и технологические данные чертежа детали кодируются для того, чтобы был возможен их ввод в соответствующую электронно-вычислительную машину по специальной системе кодирования с использованием кодировочной таблицы. В этой таблице записываются, во-первых, информация, относящаяся к детали (коды изделия, номер детали, ее наименование, материал, размеры, масса и т. д.), и, во-вторых, дополнительная информация об особенностях детали (пазы, фаски, отверстия и т. п.). Кодировочную таблицу обычно заполняет технолог. Затем она передается программистам для перенесения информации о детали на программноноситель, который может быть прочтен ЭВМ.

В настоящее время системы автоматического проектирования (САПР) технологических процессов еще имеют ограниченное применение. Это связано не только с недостатками применяемой ныне техники и ее слишком большим разнообразием, но и необходимостью коренной организационной перестройки всех технических служб и преодоления психологического барьера специалистами предприятия. САПР в сочетании с ГПС — это высшая степень системной автоматизации, которая невозможна на заводах с низким уровнем организации труда и слабой производственной дисциплиной. Тем не менее уже

накопленный опыт свидетельствует о большой перспективности этого прогрессивного направления использования вычислительной техники.

Ученые-прогнозисты считают, что в самом начале XXI в. подавляющее число технологических процессов, применяемых в машиностроении, будут разрабатывать посредством систем автоматического проектирования, обеспечивающих сокращение трудоемкости этой работы в 4—6 раз и освобождающих технологов от рутинной, «бумажной» работы, так как САПР выдает всю техническую документацию в готовом виде. Следует учесть, что преимущества автоматизации проектирования технологии с помощью ЭВМ, кроме этого, проявляются также в возможности использования методов, дающих оптимальное решение поставленной задачи независимо от сложности применяемых расчетных формул и другой многогранной информации, т. е. безошибочно делать то, что чрезвычайно трудно или невозможно выполнять человеку.

### Раздел III МАЛЕНЬКИЕ РАССКАЗЫ О БОЛЬШИХ ПРОБЛЕМАХ

*Новые материалы. — Тепло и холод  
— Воздух в упряжке. — Новые роли  
старого магнита. — Пожиратель  
металла. — Оптимальный профиль.  
— Космический цех вступает в строй*

**41. Металлурги — «композиторы».** Кто такой композитор? На этот вопрос, пожалуй, каждый ответит: человек, сочиняющий музыку. Но есть и другие композиторы. В этом не трудно убедиться, побывав в лаборатории тугоплавких и редких металлов института металлургии им. Байкова. Здесь можно встретить немало «композиторов». Однако их деятельность никакого отношения к музыке не имеет за исключением творческого характера труда. В этом храме науки создан целый ряд оригинальных материалов, состоящих из различных элементов. Эти материалы, как правило, обладают новыми важными качествами, которые отсутствовали у каждого из их «родителей». Составляющими таких композиций бывают

палладий и ниодим, ниобий и свинец, ванадий, индий и многие другие редкие элементы. Учитывая, что кристаллические решетки определяют физико-механические свойства материала, их тщательно изучают и результаты фиксируют (уже известны сотни типов кристаллических решеток). Затем используя ЭВМ, в памяти которой заложены сведения об атомах всех элементов таблицы Менделеева, «заказывают» необходимые материалы в зависимости от типа кристаллических решеток.

Авторов этих новых оригинальных материалов — композиций — ученых-металлургов нередко вполне заслуженно называют «композиторами».

#### Любопытная информация

**42. «Гибриды» профессора Казакова.** Представьте себе бронированную сварочную камеру. Оператор помещает в нее две заготовки — одну из титана, другую из керамики — это части будущей двуединой детали. И вот уже наглухо закрыт люк. Заработал насос, откачивающий воздух из полости камеры. Оператор включает сжимающую систему, и заготовки плотно придавливаются одна к другой. Затем вступает в действие источник тепла. Проходит определенное время, и оператор извлекает из камеры готовую деталь — «гибрид». Самое интересное, что это не биметалл — изделие из двух металлов, а двуединая деталь из «антиподов» — не совместимых материалов — титана и керамики. Но попробуйте разделить заготовки? Это вам не удастся. Деталь, если даже и разорвется, то не в районе шва, а в каком-либо другом месте. Что же произошло, как был преодолен барьер несовместимости? Ведь ни лазерным лучом, ни каким-либо другим способом еще никому не удавалось выполнить подобной операции и сделать такую деталь. Есть, конечно, эпоксидные и другие клеи, посредством которых можно соединить разнородные материалы. Однако склеивание, хотя и нашло широкое применение, еще не может конкурировать со сваркой по прочности и надежности соединения.

Итак, мы являемся свидетелями новой технологии, называемой диффузионной сваркой материалов в вакууме, которая разработана в Московском авиационном технологическом институте.

Путь исследователей был сложным и трудным. В процессе изучения физической природы соединений раз-

личных материалов ученые выявили первостепенную роль явления межатомных связей. Было установлено, что мягкие металлы (медь, алюминий) могут быть успешно соединены без нагрева, а твердым материалам (жаропрочные сплавы, керамика и т. п.) для надежного соединения необходим нагрев до определенной температуры. Однако при этом в открытом воздухе происходит окисление и азотирование стыкуемых поверхностей, в результате чего появляются пленки, препятствующие соединению. Вот почему было предложено производить сварку в вакууме при соответствующих давлении, нагреве и выдержке. Оказалось, что именно в этих условиях практически любые материалы могут легко обмениваться атомами, как бы вращая друг в друга и образуя таким образом высокопрочное соединение.

Этот процесс мы и наблюдали, когда оператор изготовлял деталь из двух антиподов — керамики и титана. Так была решена сложная проблема по совмещению материалов, считавшихся до последнего времени несовместимыми. Следует добавить, что диффузионная сварка в вакууме не только позволяет получать из разнородных материалов весьма сложные по форме детали, обладающие высокой прочностью и надежностью соединения, но и в значительной мере исключать механические работы по очистке окалина или шлака после сварки. Это является еще одним примером, когда умелое использование успехов современной науки наряду с высоким качеством обеспечивает существенное сокращение трудоемкости.

**43. Странная история одного металла.** В наше время алюминий и его сплавы широко применяют в машиностроении и многих других отраслях народного хозяйства. А в 80-х годах прошлого века этот замечательный металл лишь в редких случаях использовали для деталей машин, хотя его ценные конструкционные свойства уже были известны специалистам. Главной причиной этого «невнимательного» отношения к алюминию были сложность и дороговизна его выплавки. Лишь после разработки (независимо во Франции и Америке) достаточно эффективного способа получения алюминия из руд, стало возможным широкое и рациональное применение этого металла в конструкциях различных машин. Любопытно, что изобретатели этого способа родились и умерли в одни и те же годы.

Ныне, спустя сто лет, алюминий (и его сплавы) является одним из важнейших конструкционных материалов, с которыми приходится иметь дело машиностроителям.

*Вопрос.* Кто является авторами указанного способа получения алюминия. Назовите годы их жизни.

**44. Твердые сплавы и сверхтвердые материалы.** Повышение производительности труда при работе на металлорежущих станках связано с интенсификацией режимов резания, от которых непосредственно зависит стойкость инструмента, а чтобы ее обеспечить, необходим соответствующий инструментальный материал. При этом следует также учесть экономическую сторону вопроса. Так, например, наличие вольфрама в составе материала значительно повышает его стоимость.

Инструментальные материалы, называемые твердыми сплавами, обладают весьма большой твердостью (HRC<sub>2</sub> 86—92) и рядом других важных качеств, могут быть спеченными или литыми. Спеченные твердые сплавы производят методом порошковой металлургии из карбидов вольфрама или титана, тантала или других карбидов и баридов, которые цементируют кобальтом, или сплавом никеля с молибденом.

Впервые твердые сплавы были получены в 1923 г. в Германии и внедрены там в производство в 1926 г. под названием «видиа». В 1929 г. в СССР был создан твердосплавный материал «победит» (90% карбида вольфрама и 10% кобальта).

Вольфрамокобальтовые сплавы ВК8, ВК6В, ВК60М, ВК3М и другие (В — крупнозернистые, М — мелкозернистые и ОМ — особомелкозернистые карбиды вольфрама) широко применяют в машиностроении для обработки чугуна, а титановольфрамовые твердые сплавы Т30К4, Т15К6 и другие — для обработки стали. В целях экономии дефицитных материалов за последнее время создан ряд безвольфрамовых твердых сплавов. Во многих случаях инструмент, оснащенный пластинами из них, получил эффективное применение в металлообработке. Твердые сплавы используют в машиностроении не только для оснащения режущего инструмента, но и для изготовления штампов, пресс-форм, фильеров и т. п., а также для изготовления некоторых деталей машин и приборов.

Благодаря высокой стойкости инструмента, оснащенного твердым сплавом, стало возможным внедрение ско-

ростного резания, повысившего производительность труда (в 3—5 раз по сравнению с обработкой инструментом из быстрорежущей стали).

В середине 50-х годов одновременно в СССР, США, Швеции и других странах были получены синтетические алмазы, внесшие новую струю в развитие металлообработки. Однако эти новые материалы, как и природные алмазы, оказались непригодными для обработки чугуна и стали. Начались интенсивные исследования, в результате чего были созданы новые инструментальные материалы на основе нитрида бора, которые при повышенной температуре остаются химически инертными к соединениям железа с углеродом (чугун, сталь).

Новые поликристаллические материалы — эльбор (за рубежом — боразон), гексанит-Р и др. — дают возможность обрабатывать на сверхвысоких скоростях закаленные высоколегированные стали ( $v=50\text{...}160$  м/мин) и чугуны ( $v=200\text{...}700$  м/мин). Сверхтвердые материалы (СТМ) на основе синтетических алмазов и кубического нитрида бора (эльбор, гексанит и др.) успешно используют не только для оснащения резцов, фрез и т. п., но и для изготовления шлифовальных кругов, стойкость которых значительно выше стойкости обычных абразивных инструментов.

*Задание.* А. Пользуясь табл. 3, определите, из какого материала должен быть изготовлен инструмент для успешной обработки: а) стального закаленного вала со шпоночными канавками из стали 40Х; б) направляющих чугунной станины; в) бронзового стержня (с минимальной шероховатостью); г) деревянных валиков; д) твердосплавной плиты для штампа.

Б. Под чьим руководством впервые были получены синтетические алмазы в СССР?

**45. Профилактика «заболеваний» смазочных материалов.** О том, что смазочные материалы играют первостепенную роль в работе машин и механизмов, знают многие. Если бы сегодня вдруг прекратилось снабжение народного хозяйства смазочными материалами, была бы полная катастрофа: остановились бы поезда и автомашины, умолкли бы станки и швейные машины, самолеты не могли бы подняться в воздух, а горожане вынуждены были бы ходить пешком, с огорчением поглядывая на неподвижные трамваи и троллейбусы. Словом, это был бы смертельный удар для всей техники, создан-

## Инструментальные материалы

Инструментальные материалы	Марки	Области применения, особые качества
Углеродистые стали	У8, У10А, У12А	Для изготовления деревообрабатывающего и металлорежущего инструмента; не допускают высоких режимов резания
Легированные стали	9ХС, ХВГ	То же, но стойкость несколько выше, чем у стали У12А
Быстрорежущие стали	Р18, Р6М5 и др.	Для изготовления режущего инструмента для обработки стали, серых чугунов, цветных металлов
Безвольфрамовые быстрорежущие стали	11М5Ф	То же, но на высоких скоростях (точение более 35 м/мин) не рекомендуется. Для изготовления сверл, разверток, метчиков и т. п.
Твердые сплавы спеченные: вольфрамокобальтовые	ВК2, ВК3М, ВК8	Для обработки чугуна, коррозионно-стойкой стали при ударных нагрузках
титановольфрамовые	Т30К4, Т15К6, Т15К10	Обработка сталей, включая жаропрочные
безвольфрамовые	ТМ-1, ТН-20, КНТ-16	То же, для изготовления резцов с механическим креплением многогранных пластин
Твердые сплавы литые (реалиты, стелиты, сормайт)	—	Для наварки, наплавки в целях упрочнения инструмента

Керамические материалы	В-3, ВОК-60	Для обработки закаленных сталей при высоких скоростях ( $v = 100 \dots 500$ м/мин) и малых подачах ( $S = 0,15 \dots 0,3$ мм/об)
Алмазы:	ЦМ-332	Для обработки стальных деталей с гладкими поверхностями; большой разброс стойкости
природные	—	
синтетические	АСБ («баллас»), АСПК («карбонадо»), АСМ28, АСВ125/100 и др.	Для обработки цветных металлов, титановых сплавов, стеклопластиковых пластмасс, твердых сплавов, алюминиевых сплавов. Для шлифования твердых сплавов (для черных металлов не рекомендуется)
Кубический нитрид бора (КНБ):	Л6С1С10, Л10КСТ1 и др.	Для изготовления абразивного инструмента, предназначенного для шлифования закаленных сталей и чугуна. Не дает прижогов
эльбор-Р	Композит 01 Композит 02	Для чистовой обработки сталей (конструкционных инструментальных закаленных), чугуна, цветных металлов (без удара)
	Композит 05	То же, с глубиной резания 2,5—3 мм
	Композит 10	То же, кроме быстрорежущей стали. Обладают повышенной стойкостью при точении с ударами



ной многовековым трудом человека. Но, к счастью, такого быть не может. И так, детали действующих машин требуют смазывания. В противном случае они не только ржавеют, но и при трении без смазывания ускоренно изнашиваются. А спасает их от этого, казалось бы ничтожная масляная пленка.

Однако не всякое масло может выполнять такую ответственную роль. Вот почему ученые и специалисты промышленности создали специальные сорта смазочных материалов в зависимости от их функций. Но если полученный вами смазочный материал даже полностью соответствует назначению, он будет выполнять свою роль лишь в чистом виде. Между тем в процессе работы, находясь среди трущихся тел, он все время загрязняется. Углеродистые частички, попадая в масло, входят в соединение с кислородом воздуха — возникают кислоты, смолы и различные продукты их химического взаимодействия. В результате этого масло теряет необходимые качества, что немедленно отражается на работе машины. Чем же лечить эту «окислительную болезнь»?

Такие «лекарства» созданы азербайджанскими учеными. Это небольшие прибавки органических веществ, например, полимерные соединения ИХП-234, ИХП-476 и др. Добавление указанных присадок в смазочно-охлаждающую жидкость, применяемую на металлорежущих станках, не только улучшают гигиенические условия на рабочих местах, но и повышает стойкость инструмента. Такова роль присадок — этих чудесных средств химической гомеопатии.

**46. Первое рационализаторское предложение, или рассказ о том, как знание побеждает невежество.** Однажды в механосборочный цех одного из машиностроительных заводов пришел устраиваться на работу парень. Звали его Саша. Получил он направление в слесарно-сборочную бригаду. Саша оказался любознательным и аккуратным, упорным и дисциплинированным. Видно было, что он поставил перед собой задачу стать настоящим мастером своего дела. В бригаде его встретили хорошо. Но нашелся один «шутник» по фамилии Зубилкин, который решил «разыграть», как он выразился, «желторотого новичка», просто так, ради смеха. И такой случай вскоре подвернулся, когда Саша к нему обратился с вопросом:

— Скажите, пожалуйста, как предотвратить просачивание жидкости в резьбовых соединениях бака? Я и резиновые подкладки положил, и сколько мог затянул болты, но ничего не помогает.

Услышав этот вопрос, Зубилкин обрадовался:

— Эх, парень, простых вещей не знаешь. Сбегай в кузню, принеси немного «кузнечного клея», и все будет в полном порядке.

Саша чуть задумался, затем повернулся и пошел к выходу, а Зубилкин громко захохотал. Но почему-то никто его не поддержал. А ветеран бригады дядя Ваня с негодованием сказал:

— Зубилкин, зачем ты разыгрываешь парня, ведь он всего-то две недели, как в цех пришел, стыдно так поступать.

— Ничего, ничего, — ответил Зубилкин, — если не работает голова, пусть ноги потрутся, а мы посмеемся. Слышали, что по телевизору сказали: смех — залог здоровья.

— Слышал, слышал, — сказал дядя Ваня и добавил, — но не забудь, что хорошо смеется тот, кто смеется последним. Саша, — парень смывленный и грамотный.

Через двадцать минут вернулся Саша. В руках у него была небольшая баночка с густым серым раствором, а также две бутылочки с прозрачной жидкостью.

— Ну что достал, — недоуменно воскликнул Зубилкин, — что это такое?

— Потом расскажу, сейчас надо торопиться, — ответил Саша и быстро стал вывинчивать болты из бака. Затем достал из тумбочки чистую ветошь, смочил ее бензином из одной бутылочки и тщательно протер резьбовые части болтов и отверстий. После этого повторил то же ацетоном из другого пузырька. Закончив таким образом обезжиривание деталей, он через несколько минут смазал резьбы раствором из баночки и прочно завинтил болты в баке. Товарищи по бригаде молча наблюдали, как Саша ловко выполнял эту работу. Молчал и Зубилкин. Но в конце концов не выдержал:

Что же это такое, если не секрет, конечно?

— Во-первых, это не «кузнечный клей», — как бы между прочим ответил Саша, вытирая руки, — а анаэробная клеевая композиция марки Анатерм-6 — отличное средство для стопорения и уплотнения резьбовых

соединений. И, во-вторых, получил я этот клей не в кузне, а в центральной заводской лаборатории.

— И долго ли будет держать твой «аробный» клей, — не унимался Зубилкин.

— Анаэробный, — поправил его Саша, — надо готовить правильно, а держать он будет долго и надежно.

Зубилкин стоял в замешательстве.

— Ну, что, «шутник», кому же теперь смеяться? — сказал дядя Ваня, затем повернулся к Саше и добавил: — Молодец, Александр, теперь писать рацпредложение надо.

— Зачем же писать, ведь здесь ничего нового нет, — смущенно ответил Саша.

— Для других нет, а для нас есть, — закончил разговор дядя Ваня.

Саша, конечно, и раньше знал об успешном использовании различных клеевых композиций, шутка Зубилкина лишь напомнила ему об этом.

Так родилось первое рацпредложение молодого рабочего.

*Вопрос.* А что вы, уважаемый читатель, знаете об использовании клеевых композиций в машиностроении? Приведите примеры.

**47. Очистка пресс-формы.** Если к деталям пресс-формы при литье под давлением прилипли остатки алюминиевого сплава, вовсе не нужно тратить силы на их очистку механическим путем. Эта трудоемкая задача может быть легко решена посредством едкого натра (концентрация 150—200 г/л, температура 80—100°С), который полностью растворяет алюминиевый сплав, не нарушая при этом размеры стальных элементов пресс-формы.

**48. Пластмассы — материал перспективный.** По данным специалистов, современные пластмассы обладают многими качествами, в том числе: низкой плотностью (в 5—8 раз меньшей, чем у стали, меди, цинка, а у газонаполненных пластмасс — в 700—800 раз меньше, чем у стали, в 100 раз меньше, чем у ваты, и в 25 раз меньше, чем у пробки); значительной механической прочностью (в некоторых случаях превышает прочность стекла, дерева, керамики и даже металла); высокими фрикционными, а в некоторых случаях и антифрикционными свойствами; повышенной вибрационной устойчивостью (в 20 раз большей, чем у алюминия, и в 100 раз большей, чем у стали); большой сопротивляемостью аг-

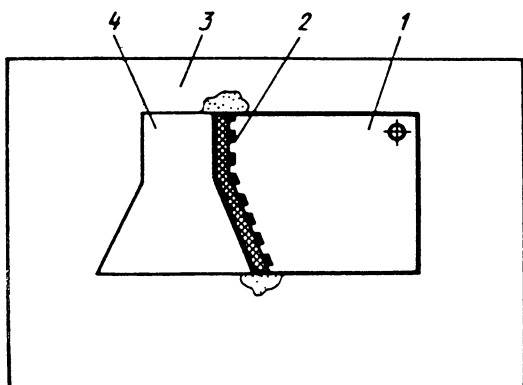
рессивным средам, малой подверженностью коррозии; способностью к формообразованию изделий при минимальном числе рабочих операций; значительными термическими, звуковыми и электрическими изоляционными свойствами: бесцветностью или прозрачностью (в зависимости от вида пластмассы). Но это еще не полный перечень достоинств современных пластмасс. Трудно себе представить, что из пластмассы в настоящее время делают не только кузова легковых автомашин, но даже роторы и статоры.

В ГДР в результате замены стальных роторов и статоров пластмассовыми в буровой турбине, разработанной народным предприятием «Централес репаратурунд Аустряустунгсверк», получен огромный экономический эффект. Не только снижена стоимость запасных частей на 60%, но и благодаря устойчивости пластмассовых деталей к температурам до 110°С увеличен срок службы агрегатов и уменьшены потери давления, что существенно повысило коэффициент полезного действия указанных турбин.

**49. Чем резать пенопласт?** Пенопласт — легкий синтетический материал, используемый для изготовления моделей для литья и некоторых других изделий. Разрезка и вырезка из пенопласта различных фигур ножом, пилой и другими инструментами — дело трудное. Однако эта задача может быть легко решена с помощью струны. Если ее нагревать электротоком, она будет резать пенопласт не хуже, чем стальная проволока режет мыло.

**50. Шаблоны из пластмассы.** Лекальные шаблоны широко применяют в машиностроении. Стоимость этих измерительных средств, изготавливаемых из специальных сталей, довольно высока. В связи с этим в Одессе в одной из лабораторий холоднолитых пластмасс была разработана технология изготовления шаблонов из пластмассовых композиций на основе акриловых и эпоксидных смол. Эти пластмассы при изготовлении из них деталей в отличие от капрона, или полиэтилена, не требуют больших давлений и температур, а также специального оборудования и оснастки, так как они затвердевают при температуре 20—25°С.

Технология изготовления пластмассовых шаблонов проста и доступна. Из стального листа изготавливают точный контршаблон с доведенной рабочей поверхностью



**Рис. 19. Схема изготовления пластмассового шаблона:**  
 1 — шаблон; 2 — слой пластмассы; 3 — плита; 4 — контршаблон

(рис. 19). Затем делают металлическую заготовку для шаблона, на которой со стороны будущей мерительной поверхности фрезеруют зубцы.

После обезжиривания контршаблон и заготовку шаблона кладут на плоское и гладкое стекло, покрытое пленкой из целлофана (или смазанное минеральным маслом), и устанавливают так, чтобы между ними остался зазор 3—4 мм. В этот зазор заливают предварительно приготовленную пластмассовую композицию. Во избежание ее вытекания просвет закрывают с обеих сторон пластилином или гипсом. Учитывая возможную усадку пластмассы, ее заливают с некоторым избытком (выше шаблона). После полного затвердевания шаблон отделяют от стекла и контршаблона, зачищают напильником или шлифуют на плоскошлифовальном станке. В целях повышения долговечности шаблонов во время изготовления раствора в пластмассу добавляют маршалит или металлический песок (50 % массы композиции). В качестве пластмассовой композиции рекомендуется: а) эпоксидная смола ЭД-6 или ЭД-5 (100 частей по массе) и полиэтилен (8 частей по массе) или б) полиэфирная смола (100 частей по массе), гидроперекись изопропиленбензола (3 части по массе) и ускоритель НК — раствор нефтената кобальта в спирте (8 частей по массе).

Точность шаблона из пластмасс составляет 5 мкм, а производительность их изготовления в 15—20 раз выше, чем производительность изготовления обычных шабло-

нов. Металлическая заготовка шаблона при его изнашивании может быть вторично использована.

**51. Капрон — материал конструкционный.** Можете ли вы сегодня найти человека, не видевшего изделия из капрона? Нет, конечно. Однако многие считают, что из него делают лишь чулки и носки, крышки для бутылок и консервных банок, детские игрушки и т. п. Некоторые даже не предполагают, что из этого замечательного материала, выпускаемого в разных странах под различными названиями (в СССР — капрон, в ГДР — перлон, в ЧССР — силон, в США — капролон, в Японии — амилан, в Швейцарии — баданил, в Великобритании — целон и т. д.), изготовляют немалое число деталей машин, в том числе такие ответственные, как зубчатые колеса, подшипники, шкивы и т. п. Сырьем для полиамидных волокон являются продукты переработки каменноугольной смолы и нефти, природные газы и некоторые отходы сельскохозяйственных продуктов. Капрон легко прессуется при соответствующих температуре и давлении. Из него можно изготовлять детали сложной конфигурации, не требующие дополнительной обработки или требующие лишь незначительной доделки. В холодном виде он прекрасно обрабатывается. При точении капрона применяют резцы с передним углом  $\alpha=20^\circ$ , задними углами  $\gamma=10^\circ$ . Скорость резания  $v=180\text{--}200$  м/мин, подача при чистовой обработке  $S=0,1\text{--}0,45$  мм/об. Шлифование капрона выполняют фланелевыми или суконными кругами с применением пасты из пемзы. Сверление производят без охлаждения. Фрезерование осуществляют фрезами с винтовым зубом (угол наклона винтовой линии  $15\text{--}20^\circ$ ), а также стандартными быстрорежущими фрезами. При сварке места соединения нагревают посредством горелки нейтральным газом до температуры  $170\text{--}200^\circ\text{C}$ . Присадочным материалом служат капроновые прутки. Усадка капрона непостоянна. Например, при отливке втулок она составляет по наружному диаметру  $0,7\text{--}2\%$ , по внутреннему —  $1\text{--}2,5\%$ , а по длине —  $1,1\text{--}2,1\%$ . При отливке шестерен усадка по диаметру доходит до  $5\%$ , а по зубу — до  $2\%$ .

Технология изготовления капроновых деталей является практически безотходной. Бракованные детали, обрезки и стружку из капрона можно переплавить для отливки новых деталей. Перед литьем капрон высушивают в течение  $2\text{--}5$  ч при температуре  $100\text{--}110^\circ\text{C}$ .

Псложительными свойствами деталей из капрона являются высокие литейные качества и сравнительно низкая плотность (в 6—7 раз меньше, чем у металла), бесшумность и износостойкость в процессе контактного трения и способность поглощать вибрации, высокие коррозионная стойкость и упругость, технологичность (легко обрабатываются в холодном виде на токарных, фрезерных и других металлорежущих станках) и способность при кипячении в воде окрашиваться в любые цвета (анилиновыми красителями). К тому же капрон является сравнительно дешевым материалом, и его применение дает существенную экономию металлов, особенно цветных, а также снижает общую массу машин и механизмов. По расчетам специалистов, трудоемкость изготовления деталей из капрона в 6—8 раз ниже трудоемкости изготовления аналогичных деталей из металла.

Однако нельзя забывать и о недостатках капрона, которые ограничивают его применение как конструкционного материала. Прежде всего это его неустойчивая прочность (предел прочности резко снижается при температуре 70—80° С, а также при низких температурах). Большая гидроскопичность (вызывает значительное поглощение воды капроном) также отрицательно отражается на точности изделий. Тем не менее объем использования капрона в машиностроении непрерывно растет.

**52. Пойдет ли холод в штамповщики?** О том, что тело при нагревании расширяется, известно всем. Естественно, что это замечательное явление природы не преминули использовать технологи при изготовлении деталей и сборке изделий. Так, например, был создан оригинальный термический пресс, способный развивать усилие более миллиона тонн. Отличительной чертой этой мощной машины является простота ее конструкции. В ней даже двигатель отсутствует. Массивное кольцо-контейнер, опоясывающий оправку-форму, расширяется в результате нагрева посредством электрического тока и вследствие этого производит штамповку помещенных в нем заготовок. Можно привести ряд других примеров использования в машиностроении эффекта расширения тела при повышении его температуры. А нельзя ли для выполнения штамповочных работ применить не нагрев, а охлаждение тела? Ваше мнение?

**53. Помощник сверловщика — холод.** При сверлении слоистого материала часто возникают трещины. Пред-

отвратить это вредное явление можно простым остроумным способом — перед сверлением обрабатываемый материал следует залить водой и заморозить.

**54. Воздух — мастер на все руки** (рассказ — задача). Спросите у любого человека: «Для чего нам нужен воздух?», и он скажет: «Чтобы дышать». Ответ, безусловно, правильный, но далеко не полный. В технике, например, воздух с давних времен широко используют для многих целей. Первобытный кузнец, работая мехами — простейшим воздушным насосом с ручным приводом, — фактически уже положил начало эксплуатации воздуха. И, подняв парус на старинном суденышке, древний рыбак также пользовался воздухом. То же самое можно сказать и о механике первого «ветряка». А винтовой самолет мог бы летать без помощи воздуха? Конечно, нет.

Не будет преувеличением сказать, что в наше время нет ни одной отрасли народного хозяйства, где бы не применялись различные пневматические устройства. И это особенно присуще машиностроению: например, крепежные приспособления и штампы с пневматическим зажимом, пневмозубила, пневмодрели, пневматические шлифовальные головки и т. п. Любопытно отметить, что с появлением новых изобретений устройства, в которых используется воздух, неоднократно объявлялись отжившими свой срок. Однако жизнь опровергла это. Даже парус не «хочет» лежать в историческом музее. Так, например, в некоторых странах и в наше время создаются довольно крупные морские суда с парусами, периодически заменяющими тепловые двигатели, а «ветряки» продолжают служить для получения электроэнергии и других целей. Примечательно, что в патентные организации разных стран продолжается поток заявок на новые типы ветряных двигателей.

*Задание.* Подумайте и назовите двенадцать различных устройств, в которых успешно используется воздух. Поясните, для каких целей (технологических, метрологических, транспортных и др.) они используются?

**55. Вибрация — враг или друг?** (рассказ — задача). Вибрация окружает нас повсюду. Мы ее часто ощущаем в поезде и трамвае, вблизи работающих машин и агрегатов, на металлорежущих станках и т. п. Сколько бед она принесла при освоении сверхскоростных самолетов, нередко разлетавшихся вдребезги, пока был преодолен



«звуковой барьер», как жестоко может сказаться ее действие на космических кораблях, отправляющихся в далекий путь, особенно при их возвращении в плотные слои атмосферы. Стальные мосты часто не выдерживают этого мощного действия природы. От вибрации трудно укрыться. Можно уйти глубоко под землю, чтобы найти покой, необходимый, например, для нормальной работы особо точной аппаратуры. Но и там наиболее чувствительные приборы обнаружат отголоски вибрации. Даже значительные расстояния от ее возбудителя не могут избавить нас от этого вредного действия. А какие недуги приносит она людям, непосредственно соприкасающимся с вибрирующими объектами (например, при работе пневмозубилом), или находящимся вблизи прессов, двигателей и других источников вредных колебаний! Длительное воздействие на человека вибрации приводит к безжалостно разрушающей живые клетки организма, так называемой, «вибрационной болезни».

Недаром в нашей стране установлены строжайшие правила, ограничивающие уровни показателей вибрации. Ни одна машина не может выйти из производства, если при ее работе нарушаются указанные уровни.

Но как же быть? Остается один выход — обуздать это опасное явление природы, найти пути ликвидации или сокращения его до минимума. Необходимо свести на нет болезнетворное действие вибрации на организм человека и его разрушающее влияние на состояние сооружений, машин, транспортных средств и т. п.

Над этим неустанно трудятся многие ученые, инженеры и другие специалисты. Конструкторы изыскивают наиболее рациональные формы и размеры изделий, создают различные виброгасители и виброизоляционные средства; технологи при разработке технологических процессов выбирают режимы, не вызывающие вибрации машин. Но не менее важна в эпоху технического прогресса работа специалистов и в другом направлении. Они стремятся не только обуздать опасного врага человека и техники — вибрацию, но более того «оседлать» ее, а затем направить по нужному человеку руслу, эффективно использовать огромные возможности этого явления, в котором скрыто немало резервов. Можно, например, обеспечить необходимое ориентирование различных заготовок при их загрузке в станок-автомат или приспособить вибрирующий лоток для удаления отходов

из-под штампа, можно с высокой производительностью галтовать и очищать металлические заготовки от окалины и других загрязнений в вибробарабанах или ускорить прохождение через трубопровод нефти в 5 раз, керосина в 10 раз, и воды и бензина в 20 раз; можно обеспечить интенсификацию работы конвейеров и повысить производительность работы различных механизированных инструментов, уплотнить бетонные изделия и т. д. Поле деятельности технологов и новаторов здесь неограниченно.

Итак, вибрация может быть и врагом и другом

*Задание.* А. Приведите несколько примеров вредных вибрационных явлений и укажите, что можно было бы предпринять для их устранения.

Б. Назовите несколько известных вам машин и инструментов, приборов или других устройств, в которых используется вибрация.

В. Назовите пять ручных инструментов, эффективность работы которых может быть повышена посредством вибрации, и поясните свою идею.

**56. Новые профессии старого магнита.** В своем сложном и разнообразном труде технолог-машиностроитель всегда ищет надежных помощников. И среди них особое место занимают магниты. История их использования человеком берет свое начало в далеком прошлом. Однако в машиностроении магнитные устройства применяют сравнительно недавно.

Во многих случаях поиск новых направлений использования магнитов приводит к неожиданным и весьма эффективным техническим решениям. Так, например, для сварки встык деталей их приходится прижимать друг к другу со значительной силой. Для этого сварочную машину обычно оснащают сложными механическими, гидравлическими или пневматическими устройствами, загромаждающими рабочее место. Но можно обойтись без них, используя для прижима свариваемых деталей магнитные силы. Такие индукционно-сварочные агрегаты уже выпускают. В них как бы сочетается собственно сварочная машина с электромагнитным прессом. Эффект оказался колоссальным. Например, по данным американской фирмы «Термомагнетикс», при автоматической подаче деталей производительность достигает тысячи высококачественных сварок в час.

Другой пример. В галтовочном барабане обрабатываются абразивной крошкой мелкие стальные изделия. Засыпать заготовки в барабан не представляет труда. А вот извлечь их из абразивного смесителя значительно трудней. И тут на помощь приходит магнит. Побывав в барабане, он тщательно подбирает обрабатываемые детали, оставляя немагнитную смесь для последующего использования. Правда, тут есть одна загвоздка — остаточный магнетизм. Однако, если он нежелателен для данных деталей, от него нетрудно избавиться, пропустив намагниченные изделия через несложное устройство — демагнетизатор. Кстати, эту операцию можно легко механизировать и автоматизировать.

Примеров эффективного использования в науке и технике магнитных устройств очень много. Современную электротехнику вообще нельзя себе представить без магнитов.

В настоящее время магнитные устройства применяются в технологических процессах на многих машиностроительных заводах. Речь идет не только о широкоизвестных магнитных столах, используемых на шлифовальных и других станках для крепления обрабатываемых заготовок, но и об устройствах, способных производить штамповку разных заготовок для придания им требуемой конфигурации. Любопытно, что формообразование заготовок описанным способом можно производить, даже если они заделаны в оболочку из пластмассы, стекла или другого диэлектрического материала.

Высокая точность дозирования энергии разряда и отсутствие подвижных частей инструмента позволяют механизировать и автоматизировать обработку различных деталей давлением магнитного поля, что является немаловажным преимуществом данного процесса.

О том, что существуют мощные электромагнитные подъемные краны, известно давно. Но что созданы и уже нашли применение «силачи» на постоянных магнитах, которые способны подхватить и перенести груз, масса которого в тысячу раз превышает их собственную массу, многим кажется фантазией. Тем не менее это факт, и в нем можно убедиться, побывав в Свердловском институте физики металлов Уральского научного центра АН СССР, в лаборатории ферромагнетизма. Эти подъемники компактны и весьма удобны в эксплуатации.

Диапазон работ, выполняемых магнитами, непрерыв-

но расширяется. Уже есть сообщения о создании принципиально нового вида транспорта — на магнитной подушке. У такой магнитодороги, например в Алма-Ате, нет колес. Поэтому она работает совершенно без шума и вибраций.

Транспорт движется посредством линейного электродвигателя, отталкиваясь от металлической реактивной полосы с бегущей электромагнитной волной, он не соприкасается с направляющими, а как бы «висит» над ними. Скорость уже ныне может быть доведена до 60 км/ч. Но это только первые шаги. Перспектива у магнитодороги широка, и не исключено, что специалисты машиностроительных заводов возьмут на вооружение этот замечательный вид бесшумного транспорта.

В поисках эффективного применения магнитов создаются новые материалы. Например, японская фирма «Асахи органик кемикал индастри» разработала технологию изготовления из магнитного порошка и специальной пластмассы «пластмассовых магнитов», которые выдерживают действие сильного пламени в течение некоторого времени и при этом не только не загораются, но и не теряют своих магнитных свойств.

Таким образом, создаются предпосылки для использования магнита в экстремальных условиях.

В Советском Союзе ведутся работы по использованию магнитных жидкостей в качестве уплотняющих средств, которые предохраняют подшипники и другие элементы различных машин от изнашивания (например, в насосе при попадании песка, абразивной пыли и т. п.).

Успешные попытки применения магнитов для совершенствования сборочных операций открывают новое важное технологическое направление. Так, ярославские ученые во главе с Г. Я. Андреевым предложили новый способ электромагнитной запрессовки деталей, обеспечивающих ориентирование и «втягивание» вала в отверстие. Магнит-«сборщик» позволяет механизировать одну из самых распространенных операций. А с помощью вращающегося магнитного поля можно укладывать детали в тару, не повреждая их. Здесь магнит уже выступает в роли «упаковщика». А сколько у него еще «профессий»? Много, очень много!

*Вопросы.* А. Молотки, отвертки, ножницы — традиционный слесарный инструмент. Может ли магнит им послужить; с какой целью и каким образом?

Б. Требуется повысить производительность доводки стальной закаленной детали и значительно снизить шероховатость обрабатываемой поверхности. Можно ли для этого использовать магнитное поле? (При положительном ответе разъясните, как это сделать, при отрицательном — обоснуйте его).

В. При прокатывании стальная полоса, выходя из-под валков, отклоняется в сторону. Придерживать ее чем-либо опасно, так как малейшее прикосновение к раскаленному металлу нарушает качество его поверхности. Нельзя ли здесь воспользоваться магнитным полем? Как это сделать?

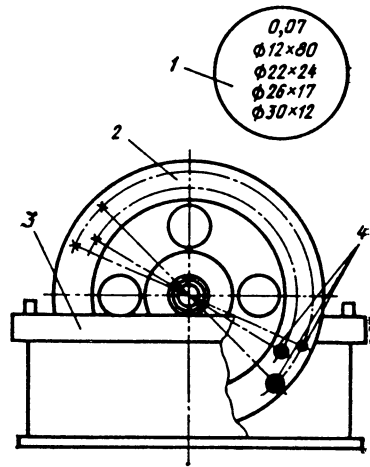
Новаторы советуют

**57. Модернизация электромагнитного крана.** Электромагнит, используемый на некоторых грузоподъемных устройствах, имеет такую мощность, что способен выдержать стальной слиток в несколько тонн. Если же необходимо поднять большое число мелких деталей, для обычного магнитного крана это трудная задача. Конечно можно расширить площадь контактирующей магнитной плиты, но это неудобно и небезопасно. Однако грузоподъемность электромагнитного крана с телескопическим магнитом (подобным складному дорожному стаканчику), имеющим выдвигающиеся вниз полые цилиндры, при подъеме мелких металлических изделий возрастет в несколько раз.

**58. Магнитные помощники балансировщиков.** При балансировке деталей типа дисков, маховиков, шкивов и т. п. приходится их многократно снимать с балансировочного устройства 3 (рис. 20) для высверливания. Значение изымаемой массы металла определяют приблизительно, «на глазок». Трудоемкость такой операции весьма значительна. Однако при отсутствии специальных балансировочных машин эти недостатки могут быть устранены, если воспользоваться магнитными разновесками, выполненными в виде коробочек, внутри которых к доньшкам приклеены постоянные магниты, а снаружи, на их крышках, выгравированы следующие данные: масса, диаметр сверла и глубина отверстия. В процессе балансировки соответствующие разновески 4 устанавливаются на торце детали 2 для ее уравнивания. Затем на диаметрально противоположной стороне торца детали делают отметку мелом для высверливания соответствующей

**Рис. 20.** Схема установки детали для балансировки посредством магнитных разновесок:

1 — крышка разновески с указанием массы, диаметров сверл и глубин сверления; 2 — деталь; 3 — балансировочный стол; 4 — разновески, притянутые магнитом к детали



ших масс металла. Таким образом, имея определенный набор разновесок, можно значительно быстрее определять место высверливания и глубины отверстия, а следовательно, — снизить трудоемкость этого процесса. Из-

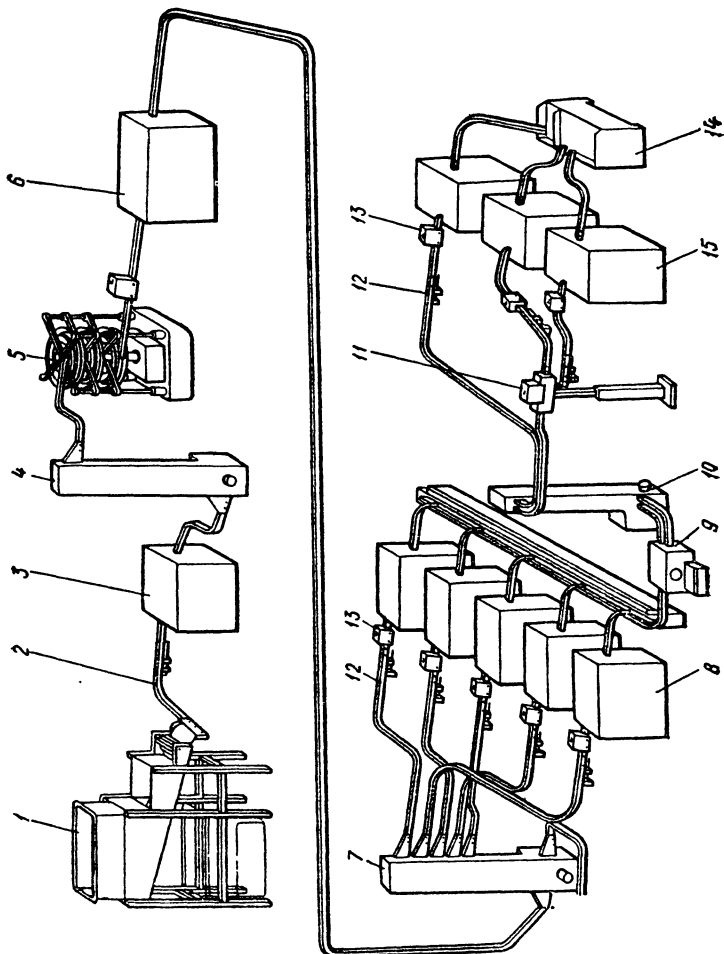
готовление и тарирование магнитных разновесок не представляют большого труда, они могут быть изготовлены в любом инструментальном цехе.

**59. Магнит высвобождает руки.** В Голландии выпущены дрели, оборудованные электромагнитами. Благодаря этому инструмент как бы «прилипает» к металлической поверхности обрабатываемой детали и нет необходимости удерживать его в руках. По окончании работы электромагнит отключается и дрель может быть использована без него. А бельгийский монтажник-высотник М. Ловрара снабдил свой рабочий фартук пятью магнитными брусками, каждый из которых способен удерживать до четырех килограммов. Таким образом, ему не пришлось таскать тяжелую сумку с инструментом, держать его в руках или класть в карманы, откуда он может выпасть. Теперь у находчивого рабочего инструмент всегда под руками, а руки свободны.

**60. Вспомните уроки физики.** Дефекты сварки обнаружить довольно трудно. Для этого необходимо иметь специальные приборы. Эта задача может быть решена довольно легко. Вспомните простейший опыт на уроке физики, когда учитель демонстрировал вам изящный узор магнитно-силовых линий посредством железного порошка — и вы сразу же поймете идею атомкотломашевцев, которые предлагают намагнитить изделие после сварки и посыпать его железным порошком. По полученному рисунку, выявляющему направление магнитно-

**Рис. 21. Автоматическая линия с гравитационной транспортной системой:**

1 — бункер для заготовок; 2 — канал; 3 — станок первичный; 4 — элеватор; 5 — спиральный промежуточный склад; 6 — станок вторичный; 7 — элеватор распределительный; 8 — группа станков; 9 — потокораспределитель; 10 — элеватор; 11 — механизм распределительный; 12 — конечный выключатель; 13 — регулятор подачи деталей; 14 — контролирующей автомат; 15 — группа срабатывающих станков



силовых линий, и по искажению «узора» нетрудно определить место дефекта. Более того, вы сможете судить даже о глубине порока, если будете плавно уменьшать напряженность магнитного поля, пока полностью не исчезнет искажение. Практика подтвердила высокую надежность этого простого способа контроля сварных соединений.

*Вопрос.* Нельзя ли описанный простой метод дефектоскопии использовать и для других целей, например, для определения внутренних раковин, трещин, инородных включений и других дефектов металла? При возможности, проверьте свою идею опытным путем.

**61. Наш помощник — гравитация.** Сила тяжести, или гравитация Земли, успешно используется во многих технологических процессах. Так, например, при эксплуатации межоперационных транспортных систем на некоторых поточных и автоматических линиях (рис. 21) детали движутся по наклонному желобу под действием силы тяжести. Умелое использование гравитации в технологии машиностроения значительно упрощает применяемые устройства и приспособления, существенно сокращает затраты на выполнение трудоемких работ.

*Вопрос.* Где и с какой целью можно было бы использовать гравитационный эффект для облегчения труда, повышения производительности и улучшения качества при механической обработке деталей или сборке машин?

**62. Эффект притяжения пылинок.** Обратите внимание на экран вашего телевизора. Ведь только вчера вы тщательно протерли его, а сегодня он уже снова покрыт равномерным слоем пыли. В данном случае — это явление вредное. Но нельзя ли подобный эффект притягивания распыленных веществ к поверхности твердого тела применять с пользой на производстве?

Можно. Так, например, при окраске деталей распылителем часть краски не только пропадает даром, но еще дополнительно загрязняет воздух производственного участка. Если же распыленные частицы жидкости с краской зарядить от электронной установки отрицательным зарядом, они притянутся к положительно заряженной обрабатываемой детали. Та часть рассеянных капелек, которая не попала по назначению, может быть легко притянута к положительно заряженному экрану-уловителю. Этот прогрессивный способ покраски изделий успешно применяют на многих машиностроительных



заводах. Он значительно снижает расход краски и улучшает качество покрытия, а загрязнение атмосферы сводит до минимума.

*Вопрос.* Где, по-вашему мнению, можно было бы успешно использовать эффект притягивания пылинок?

**63. Удачная неудача.** Однажды в одной из лабораторий Ульяновского политехнического института в баке шлифовального станка замерзла смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ). И как раз в это время инженеру Н. И. Веткасову необходимо было отшлифовать заготовку. О своей неудаче он рассказал доценту В. В. Ефимову, который в шутку предложил ему охлаждать обрабатываемую деталь замерзшей СОЖ. «В каждой шутке есть доля правды», — подумал молодой инженер, открыл бак, вырезал кусок замерзшей СОЖ и прижал его к вращающемуся шлифовальному кругу вблизи обрабатываемой заготовки. При этом шлифование прошло нормально, к тому же в результате охлаждения была получена поверхность с более низкой шероховатостью, повысилась стойкость круга на 40%, а расход СОЖ снизился в десятки раз. Авторы этой идеи впоследствии провели ряд экспериментов и занялись подробной разработкой нового метода охлаждения, который затем был рекомендован не только для шлифовальных, но и для фрезерных, токарных и других работ.

**64. Правка стального листа.** Эта работа связана со значительными трудностями. В процессе выправления одного изгиба листа, уложенного на гладкой плите, на нем появляются другие изгибы. Устранить этот недостаток нетрудно: достаточно плиту-подкладку снабдить большим числом мелких затупленных бугорков, расположенных равномерно на ее рабочей поверхности, — качество правки существенно повысится, а трудоемкость снизится. Этим простым приемом мы как бы помогаем металлу найти себе место под ударами резинового молотка. Маленькие, чуть заметные волны, которые образуются в процессе такой обработки на поверхности листа, будут способствовать более прочному скреплению шпатлевки и краски с металлом. После покрытия изделий неровности станут на нем совсем незаметными. Бугорки на плите-подкладке можно создать, если на ней образовать (на фрезерном или строгальном станке) большое число пересекающихся неглубоких и близлежащих канавок.

**65. Целебная добавка к СОЖ.** Известно, что смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), широко применяемая в машиностроении, теряет свои качества по «вине» микробов. В процессе работы она не только загрязняется, но и загнивает. Новаторы Московского автозавода им. Лихачева советуют ввести в СОЖ 0,13% бактерицидной добавки (гексахлорофена) в 5%-ном растворе каустической соды. Благодаря этому работоспособность эмульсии увеличивается с двух недель до полутора месяцев. Кроме того, новый состав СОЖ, как установили врачи, в значительной мере предохраняет руки обслуживающего персонала от раздражений и различных заболеваний кожи.

**66. Не выбрасывайте ореховую скорлупу!** Чего только не применяют технологи в качестве наполнителя для очистки деталей в дробеструйных аппаратах, вибрационных барабанах и других устройствах — металлическую дробь и абразивные порошки, пластмассовые кубики и глиняные шарики, речную гальку и т. п. Но это никого не удивляет. Однако заключение финских инженеров, рекомендующих как наилучший наполнитель для очистки алюминия и бронзы... скорлупу грецких орехов, может вызвать улыбку. Но факт — упрямая вещь: экспериментом установлено, что кусочки ореховой скорлупы площадью 1—2 мм<sup>2</sup> превосходно очищают с алюминия и цветных сплавов твердую корку окислов. Следовательно, мы зря выбрасываем скорлупу грецких орехов, являющуюся ценнейшим инструментальным материалом. То же самое можно сказать и об отходах, получаемых при обработке деревянных изделий, особенно из твердых пород. Установлено, например, что деревянные гранулы в мыльном растворе являются наилучшим наполнителем при очистке деталей из коррозионно-стойкой стали. Абразивная смесь, широко применяемая для очистки обычных сталей, в данном случае не может конкурировать с этими кусочками обыкновенного дерева. Оглянитесь — и вы увидите еще много разных отходов, которые могут быть успешно использованы в машиностроительном производстве. Над этим стоит подумать!

**67. Как бороться с коррозией?** О том, что «ржа ест железо», известно с древних времен. Эту народную поговорку вполне подтверждает современная статистика, по данным которой ежегодно не менее 10% черных металлов безжалостно разъедает коррозия. Это приводит

к огромным материальным потерям, снижает долговечность и надежность машин и механизмов, кораблей и подземных трубопроводов, мостов и других сооружений.

Во многих странах мира постоянно ведутся поиски причин и средств борьбы с неумолимым врагом металла.

Известно, что коррозия в значительной мере связана с окружающей средой. Например, в районах с повышенной влажностью атмосферы или с очень низкой температурой воздуха коррозия более интенсивна.

Напомним, что коррозия — это переход металла в окисленное состояние. Наиболее распространенным проявлением коррозии в машиностроении является образование ржавчины на поверхности стальных и чугунных деталей под действием кислорода и воды. Немалый ущерб приносит также электрохимическая коррозия, возникающая в результате постоянного соприкосновения металлических изделий с электролитами (растворы кислот, солей и оснований).

Все это вызывает необходимость поиска эффективных средств борьбы с коррозией. В Советском Союзе ряд исследовательских организаций и научно-производственных объединений ведет специальные работы в данном направлении. «Мозговым центром» в этом деле является Институт химии и химической технологии АН Латвийской ССР. Крупные исследовательские работы по данной проблеме ведутся и в других странах.

Ежегодно создаются новые сорта коррозионно-стойкой стали. Однако их применение ограничено из-за дефицита хрома, никеля, вольфрама и других добавок, входящих в их состав. За последнее время советскими и чехословацкими учеными разработаны новые марки низколегированных сталей, содержащих небольшое количество легирующих элементов по сравнению с известными коррозионно-стойкими сталями.

Ученые установили, что разрушение поверхностного слоя в низколегированных сталях все же происходит, однако оно быстро затухает по мере образования на поверхности металла тонкого слоя ржавчины. Это является еще одним примером, когда «враг» становится «другом». Исследования и накопленный опыт подтвердили наличие защитных свойств первоначального слоя ржавчины.

Оригинальный способ защиты металла от коррозии разработан в Японии фирмой «Хитати касэи», предложившей бесцветную пленку «хитарэкс», получаемую из полиолефина, подвергнутого специальной обработке. Эта пленка обладает высокой теплостойкостью, устойчива к действиям различных химических веществ, водонепроницаема и легко наносится на черные и цветные металлы, надежно предохраняя их поверхность от коррозии.

А в Англии предложено использовать для антикоррозионной обработки металлов аскорбиновую кислоту (витамин С). Установлено, что если на очищенную металлическую поверхность нанести аскорбиновую кислоту вместе с молибденовым порошком, это «лекарство» быстро связывается с металлом и образует весьма прочный защитный субстрат, на который можно наносить покрытие любого вида. Замечательная способность предотвращать коррозию металла витамином С уже нашла применение на многих английских фирмах.

А вот еще одно «лекарство» от коррозии. Если шлифованные или полированные стальные детали покрылись ржавчиной, не огорчайтесь. От этого опасного недуга можно избавиться следующим путем. Обезжирьте детали бензином или специальным химическим раствором. Просушите их. Приготовьте раствор, в состав которого входит 20% фосфорной кислоты (плотность 1,7 г/см<sup>3</sup>) и 80% воды. Добавьте 8% по массе хромового ангидрида. Подогрейте полученный новый раствор до температуры 60—65 °С. Опустите в него детали на 10—15 мин. (В зависимости от степени коррозии.) Затем, для нейтрализации промойте их в 5%-ном растворе кальцинированной соды при температуре 80 °С, а также в чистой горячей и затем холодной воде и просушите при температуре 60 °С в термостате или в горячем воздухе в течение 5—10 мин.

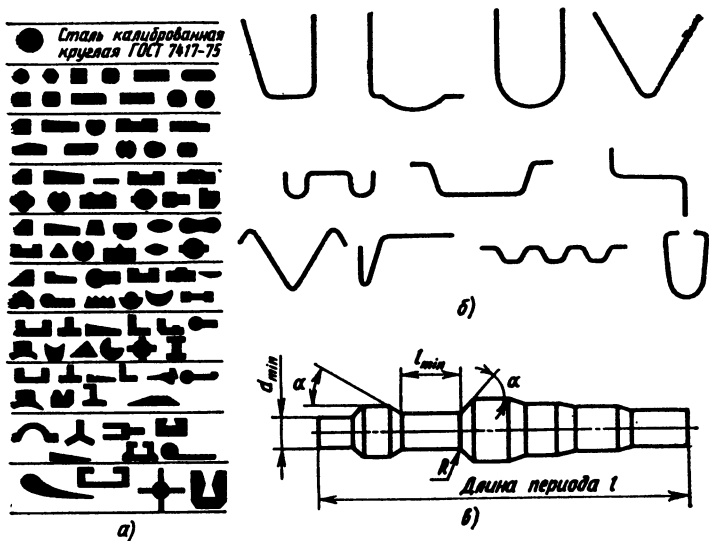
Для предотвращения новой коррозии очищенные детали следует подвергнуть консервации (маслом НГ-203, техническим вазелином и т. п.). Описанный метод не нарушает внешнего вида и точности изготавливаемых очищаемых деталей, что имеет место при использовании наждачной шкурки для удаления ржавчины и при повторном шлифовании (полировании). К тому же при коррозии металла, как и при болезни живого организма, чем раньше начинается лечение, тем меньше будет отрицательных последствий.

Перечень способов и средств, применяемых для защиты металлов от пагубного действия коррозии, можно значительно продлить.

*Задание.* Попробуйте это выполнить, соревнуясь с товарищами. Запишите на листе бумаги все известные вам способы борьбы с коррозией металла. Пусть то же делают все участники игры. Затем, сверяя списки, вычеркните однотипные. После этого пусть каждый изложит сущность оставшихся в его списке способов. Победителем является тот участник, у которого в списке осталось больше способов борьбы с коррозией.

**68. Оптимальный профиль.** Современная металлургическая промышленность выпускает сотни видов и тысячи типоразмеров профильного проката. Миллионы разнообразных деталей изготавливают из этого проката. Многие из них требуют лишь незначительной доработки. Чем разнообразнее прокат, тем легче конструктору-машиностроителю подбирать оптимальный профиль, а технологу — разрабатывать рациональную технологию обработки, предусматривающую наименьшие потери материала и наибольшую производительность труда. Использование профильного проката для изготовления деталей машин, как один из наиболее эффективных путей резкого сокращения отходов, имеет чрезвычайно важное государственное значение. Достаточно сказать, что, по подсчетам статистиков, удельный вес отходов черных металлов на машиностроительных заводах страны составляет 28%, а это приводит к ежегодным потерям 15 млн. тонн проката. Напомним, что полные расходы на миллион тонн проката, считая капиталовложения, достигают 350 млн. рублей. Огромное количество этого «хлеба промышленности», которое выбрасывается на свалку, может быть в значительной мере сокращено, если достаточно хорошо знать технологические возможности профилей фасонного проката и умело подбирать необходимые типоразмеры для соответствующих деталей.

*Вопрос.* На рис. 22 показаны силуэты сечений стандартного и специального проката высокой точности, рассмотрите каждый вариант и скажите: какие из приведенных характерных профилей стального проката могут быть успешно использованы для изготовления известных вам деталей машин в целях сокращения количества отходов и снижения трудоемкости?



**Рис. 22. Профили проката:**

*а* — характерные профили; *б* — виды гнутых профилей; *в* — периодический профиль поперечно-винтовой прокатки

**69. Первые шаги космической технологии.** Приведем два варианта из технологии работ космонавтов.

*Фрагмент 1-й.* «Оператору 1 выйти из люка на наружную поверхность станции, принять от оператора 2 дополнительную панель и инструмент, зафиксировать их на внешней стороне станции, пройти до монтажной площадки, закрепиться и подготовить рабочее место.

Оператору 2 выйти из люка, произвести транспортирование на рабочее место: контейнера, штанги с выдвижным штеком и резака, закрепить инструмент, открыть фиксаторы и наружный поручень.

Оператору 1 совместно с оператором 2 с помощью штыревых фиксаторов установить контейнер на торцевой поверхности основной панели, состыковать разъемы электропитания и соединить наконечник троса основной панели со штырем-держателем дополнительной панели.

Оператору 1, медленно вращая рукоятку (лебедки), развернуть дополнительную панель вдоль полотна основной панели, обеспечивая вход в отверстия последней фиксирующих штырей дополнительной панели.

Оператору 1 совместно с оператором 2 установить на дополнительную панель защитный экран и привести солнечные батареи в рабочее положение.

Оператору 1 и оператору 2 вернуться через люк на станцию».

*Фрагмент 2-й.* «Открыть наружный люк станции, выйти на его поверхность, установить на переходном отсеке УРИ и закрепить его на поручнях; подготовить к работе электронно-лучевую установку, пульт, преобразователь тока и планшеты с деталями испытания; выдвинуть планшет; произвести резку пластины, переключить режим; произвести сварку; проверить шов; подготовить новый образец, произвести пайку; сменить образец, переключить установку для напыления, произвести напыление покрытия».

...Читатель, вероятно, уже догадался, что приведенный выше текст — это фрагменты из технологических карт, описывающих работы, выполняемые на космических кораблях.

Комплекс сборочно-монтажных операций (фрагмент 1-й) предусматривает установку двух дополнительных панелей на солнечных батареях космической станции. Такая работа была впервые успешно выполнена в открытом космосе во время полета комплекса «Салют-7 — Союз Т-9 — Прогресс-18» советскими космонавтами Владимиром Ляховым и Александром Александровым в ноябре 1983 г. Осуществленные при этом технологические операции обеспечили получение большей электрической энергии от солнечных батарей после их сборки с дополнительными панелями, произведенной непосредственно на орбите. Данная работа стала одним из первых шагов по внедрению космической технологии сборки машин и механизмов, обеспечивших более длительное функционирование пилотируемого комплекса в околоземном пространстве. (Напомним, что возможность выполнения сборочно-сварочных работ вручную оператором в скафандре была доказана еще в 1974 г. в советской летающей лаборатории в состоянии кратковременной невесомости.)

Фрагмент 2-й взят из технологического процесса испытания в открытом космосе на поверхности научно-исследовательского комплекса «Салют-7 — Союз Т-11 — Союз Т-12» нового универсального ручного инструмента (УРИ), предназначенного для выполнения ряда техно-

логических операций: резки, сварки, пайки и напыления покрытия на металле посредством портативной электронно-лучевой аппаратуры. Подобная работа была впервые успешно выполнена также советскими космонавтами, сначала Светланой Савицкой с помощью Владимира Джанибекова, а после того, как они поменялись рабочими местами, — В. Джанибековым с помощью С. Савицкой.

Результаты испытания УРИ — замечательного инструмента, разработанного специалистами института электросварки им. Е. О. Патона АН УССР, подтвердили его высокую работоспособность и надежность в экстремальных условиях открытого космоса.

Успешное выполнение экспериментов по монтажу и ремонту космических аппаратов, а также резке, сварке, пайке и напылению металла в космосе открыли новую страницу в технологии машиностроения. Это было крупнейшим шагом после исторических достижений советских космонавтов, которые (также впервые в мире) получили материалы и изделия с новыми или резко улучшенными свойствами при использовании невесомости, вакуума и других факторов космического пространства.

По свидетельству специалистов, знавших академика С. П. Королева, прославленный конструктор космической техники был горячим сторонником проведения на космической орбите ремонтно-монтажных работ и других технологических процессов, особенно тех, которые невозможно или по каким-либо причинам невыгодно производить на Земле.

Теоретики давно говорили о существовании сотен работ, которые целесообразно выполнять в околоземном космическом пространстве, где практически отсутствует земная гравитация. Было немало проектов и конкретных предложений. Но все это требовало практической проверки. Нужен был первый шаг. И его сделали 16 октября 1969 г. на советском космическом корабле «Союз-6» космонавты В. Кубасов и Г. Шонин, которые впервые выполнили сварку и резку металла несколькими способами посредством установки «Вулкан».

Следует напомнить, что до этого ни один космонавт еще не имел дело с расплавленным металлом и вообще с огненным процессом на космическом корабле. Во время полета дело осложнялось еще тем, что напряжение источников энергоснабжения сварочных устройств значи-



тельно превышало принятые до тех пор параметры бортовой электросети. Тем не менее эксперименты окончились благополучно, а их результаты превзошли все ожидания. Оказалось, что в космосе можно, как и на Земле, обеспечивать направленный перенос расплавленного металла в сварочную ванну, формировать сварной шов и локализовать кристаллизирующийся металл по кромке реза.

Первые успехи послужили обнадеживающим толчком для проведения ряда других экспериментов в области космической технологии, которая становилась одним из важнейших направлений практического использования космического пространства при решении насущных задач технического прогресса. С тех пор технологические опыты стали неотъемлемой частью многих космических программ советских орбитальных станций «Салют». В 1973 г. они были повторены на американской орбитальной станции «Скайлэб». При этом эксперименты по электронно-лучевой сварке и резке металлов также дали положительные результаты. Затем, в 1975 г., во время совместного полета советско-американского орбитального комплекса «Союз — Аполлон» были успешно выполнены работы по получению новых материалов в универсальной печи, а также по отработке методов плавки.

Объем технологических исследований в космосе непрерывно растет. Только за 1978 г. на орбитальных станциях «Салют» было выполнено около 90 космических плавов на установках «Сплав» и «Кристалл», где при разных технологических режимах получены полупроводниковые, металлические и оптические материалы. В их числе — пенометаллы и устойчивые конфигурации расплавов, удерживаемых в невесомости силами поверхностного натяжения, которые определяют устойчивость формы жидких тел и способны положительно повлиять на однородность распределения примесей. Достигнутые при выполнении экспериментов успехи дали основание сделать вывод о целесообразности начала подготовительных работ по производству ряда уникальных материалов, которые могут быть успешно получены лишь в космических условиях.

Итак, космический цех начал работать. В 1979 г. советские космонавты В. Ляхов и В. Рюмин успешно выполнили работу по нанесению покрытий в условиях кос-

моса на установке «Испаритель». Большую заинтересованность в проведении технологических опытов в космическом пространстве проявили ученые и специалисты социалистических стран. Во время полета международных экипажей на орбитальной станции «Салют-6» в универсальных печах «Сплав» и «Кристалл» успешно выполнена советско-чехословацкая программа «Мораво» по получению дефицитных кристаллических конгломератов хлористого свинца с хлористым серебром, а также стеклообразного композиционного материала (композит) германий — сера — сурьма. В соответствии с советско-польской программой «Сирена» из расплава выращены сложные соединения ртуть — кадмий — теллур, а из газовой среды получены ртуть — кадмий — селен и свинец — селен — теллур. В совместном эксперименте СССР — ГДР «Берлина» из расплава выращена полупроводниковая смесь висмут — сурьма, а из газовой среды — газовая смесь свинец — теллур — сурьма. Получено также оптическое стекло с примесями редкоземельных элементов, отличающееся особо высокими качествами.

Все эти материалы необходимы для электронной промышленности, машиностроения, приборостроения и других отраслей народного хозяйства. Уникальные свойства полученных в невесомости композитов, особенно их высочайшая однородность, полное отсутствие внутренних дефектов (пузырьков внутри металлов) и другие положительные характеристики, которые невозможно или чрезвычайно трудно обеспечить на Земле, свидетельствуют о большом, не поддающемся предвидению, будущем космической технологии.

И сегодня в лабораториях ученых и на чертежных досках инженеров уже рождаются практические проекты по созданию крупных систем гелиоэнергетики и космических заводов для производства того, что нельзя сделать на Земле. Время осуществления этих идей не за горами, и машиностроители, успешно выполнившие немало трудных задач по созданию космической техники, должны быть готовы к решению новых проблем и, в частности, — технологических операций непосредственно в условиях космического пространства. Не исключено, что в дальнейшем, при создании крупных космических комплексов, возникнет ряд задач, которые потребуют, кроме ремонтно-монтажных работ, большое

количество разнообразных операций по металлообработке. При этом, естественно, потребуются станки и другое оборудование. Какие могут возникнуть задачи при освоении космоса, сегодня трудно предугадать. Тем не менее об этом специалисты уже заботятся теперь.

*Вопросы.* А. Какие по вашему мнению задачи поставил бы технолог-машиностроитель, если бы ему предложили дать заказ-задание на выполнение экспериментального исследования в космосе, используя его уникальные возможности (невесомость, вакуум и т. п.)?

Б. Какими должны быть металлообрабатывающие станки для космического корабля, используемого в качестве ремонтной базы в околоземном пространстве?

#### Раздел IV

#### ПРОБНЫЙ КАМЕНЬ ТЕХНОЛОГИИ

*Эффективность и качество. — Технологичность конструкции. — Стандартизация. — Точность — мерило прогресса. — Технологическая наследственность. — Любопытная статистика*

**70. Проблема номер 1.** На современном заводе трудно найти работника, от которого в той или иной степени не зависело бы качество продукции. Даже автокарщик, от которого, казалось бы, не зависит качество деталей, может при неправильной укладке и транспортировании ухудшить их качество (например, согнуть). Однако главную роль в борьбе за качество продукции играют конструкторы и технологи, метрологи и работники службы технического контроля, рабочие и бригадиры, мастера и другие исполнители технологического процесса.

Вопросам повышения качества продукции всегда уделялось особое внимание. Ведь качество в конечном счете переходит в количество. Так, например, если завод, изготавливающий какие-либо машины, сумеет повысить их долговечность, это будет равнозначно увеличению выпуска изделий.

В деле повышения качества продукции важную роль играют технологичность конструкции и выбор наиболее оптимального технологического процесса, механизация и

автоматизация труда, квалификация рабочих и много других факторов. Необходимо особо подчеркнуть важность строгого соблюдения технологической дисциплины. Следует помнить, что обеспечение надлежащего качества изделий, т. е. совокупности свойств, обуславливающих пригодность продукции для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с ее назначением, является неотъемлемой обязанностью каждого рабочего, инженерно-технического работника и служащего предприятия. Наряду с качеством одним из основных показателей прогрессивности технологического процесса является уровень его экономической эффективности.

Важным вопросом современного машиностроения является установление оптимальных взаимосвязей между конструкцией машин и технологией их изготовления, т. е. обеспечение технологичности конструкции.

В условиях научно-технической революции стала особенно заметна тенденция объединения конструкторско-технологической мысли. Производство современной машины является результатом общего труда конструкторов и технологов, исследователей, метрологов и многих других специалистов. Немалая роль в этом деле принадлежит рабочим — непосредственным изготовителям продукции. У всех одна цель — чтобы у новой машины были требуемые точность и производительность, а также чтобы она была надежной, экономичной в изготовлении и при эксплуатации, ремонтпригодной и удобной в работе.

**71. Поэзия стандарта.** Спросите специалистов: «Что такое стандартизация?», и вы получите четкий ответ: «Это установление обязательных правил, норм и требований, выполнение которых обеспечивает высокое качество продукции, повышение производительности труда и эффективное использование материальных ценностей при соблюдении требований техники безопасности». «Какая проза!» — воскликнет иной читатель. Да, проза, но сколько поэзии рождается под ее влиянием. Гигантский красавец-атомоход и миниатюрные ручные часики, «умный» станок с ЧПУ и оригинальный электроутюг, изящный телевизор и бесшумная электробритва — все это и сотни тысяч других изделий изготовлены в строгом соответствии с установленными стандартами.

О том, что современная техника и производство не могут существовать и развиваться без стандартизации,

известно многим, но прежде всего об этом помнят конструкторы, технологи и другие специалисты, создающие машины, приборы, агрегаты и другие изделия. В наше время ни один чертеж, ни одна технологическая карта не пойдет в цех, на рабочее место, без нормоконтроля, иными словами, — без проверки соответствия каждой линии, каждой буквы действующим стандартам.

«Соблюдение стандарта является незыблемым требованием, и его нарушение преследуется законом». Коротко и строго! Однако о стандартах, оказывается, можно и стихи писать.

Что гайка  
Ерунда! Малость!  
А попробуй-ка  
езжай, ежели сломалась.  
Без этой вещи  
без гайки той —  
Ни взад, ни вперед.  
Становись и стой!  
Наконец отыскали гайку эту...  
Прилаживают...  
Никакой возможности лету!..  
Эта мала,  
та велика, —

словом,  
не приладишь ее никак.  
И пошли пешком,  
как гуляки праздные.  
Отчего?  
Оттого, что гайки разные.  
А если гайки одинаковые  
сломалась — везь,  
новая сейчас же есть.  
И нечего долго разыскивать  
тут:  
бери любую —  
хоть эту, хоть ту!

Железная логика Владимира Маяковского не оставляет сомнений в необходимости стандартизации. Но может возникнуть вопрос: не являются ли стандарты преградой для творческой деятельности инженеров и рабочих-новаторов? Нет, не являются, так как они систематически (через каждые 3—5 лет) обновляются с учетом перспективного развития науки и техники, а также требований международных стандартов.

Приведем пример названия одного из стандартов СССР: «Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. ГОСТ 3.1102—81 (СТ СЭВ 1799—79)». Две цифры (81) в конце номера стандарта означают год его утверждения, а в скобках указан соответствующий стандарт, принятый Советом экономической взаимопомощи социалистических стран.

В Советском Союзе установлены четыре категории стандартов: Государственные стандарты (ГОСТ), которые должны соблюдаться всеми производственными объединениями, заводами, проектными и научно-исследовательскими организациями и учреждениями на всей тер-

ритории СССР; отраслевые стандарты (ОСТ), являющиеся обязательными для предприятий и учреждений соответствующей отрасли, а также для других предприятий и учреждений-заказчиков (потребителей) продукции данной отрасли; республиканские стандарты (РСТ), обязательные для предприятий и других организаций республиканского и местного подчинения данной союзной республики, независимо от их ведомственной принадлежности; стандарты предприятий (СТП), разрабатываемые в производственных объединениях, на заводах и фабриках и действующие в их пределах.

Такая дифференцированная система стандартизации, а также простая и четкая индексация стандартов позволяют специалистам быстро находить нужные стандарты. Большую помощь в этом деле оказывают им современные средства поиска информации, включая ЭВМ.

*Вопросы.* А. Как называется приведенное выше стихотворение В. Маяковского? Б. Чем отличаются ОСТ, РСТ и СТП от ГОСТ?

**72. Государственный Знак качества.** На автомашинах и самолетах, станках и электродвигателях, часах и многих других изделиях можно видеть оригинальный рисунок, окаймленный пятиконечником, — государственный Знак качества СССР, который присваивается при аттестации готовой продукции высшего качества. Первой этого почетного знака была удостоена продукция Московского электромеханического завода им. Владимира Ильича 22 апреля 1970 года — в день 100-летия со дня рождения В. И. Ленина. В изображении государственного Знака качества (рис. 23, вверху) заложена идея «качества», выраженная буквой «К» (повернута на 90°) и уравновешенными весами на острой вершине измеряющего циркуля, символизирующего мысль: от соизмерения — к установлению соответствия.

Получить право изображать на своих изделиях Знак качества совсем не просто. Для этого предприятию, представляющему свою продукцию на Государственную аттестацию, необходимо провести целый ряд организационно-технических мероприятий, в которых принимает участие каждый рабочий и мастер, инженер и техник. Следует также помнить, что аттестационные комиссии периодически проверяют, соответствует ли выпускаемая продукция уже присвоенному ей Знаку качества, в результате чего это право может быть продлено на сле-

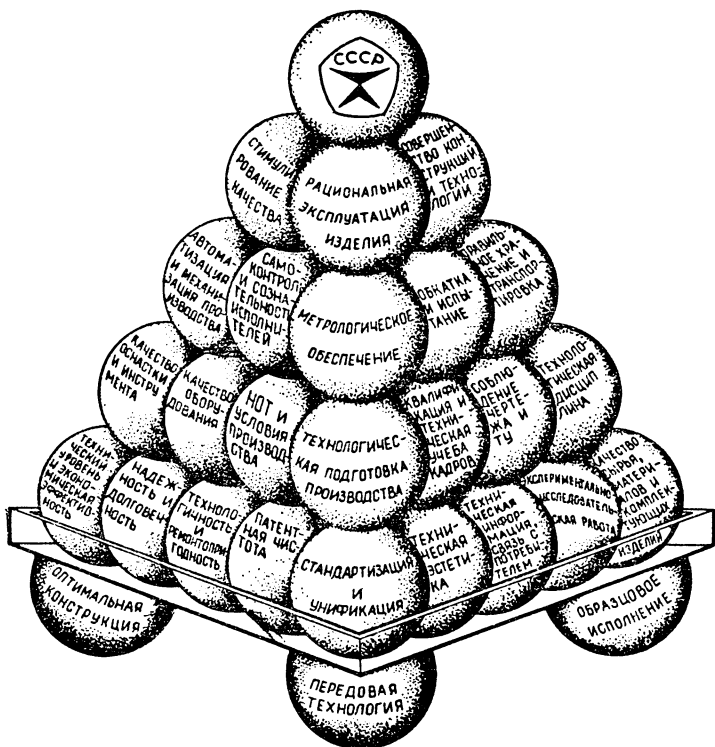


Рис. 23. Пирамида качества

дующий период или продукция может быть лишена этого права.

На рис. 23 приведена наглядная модель в виде «пирамиды качества», в которой указаны основные предпосылки и составляющие качества изделия, а на ее вершине, как уже указывалось, изображен государственный Знак качества. Достаточно изъять хотя бы один из элементов «пирамиды», и право на Знак качества, который не только почетен, но и дает определенные преимущества (например, повышение оптовой цены на продукцию), будет потеряно. Примечательно, что среди трех опор «пирамиды» две связаны с технологией — это «Передовая технология» и «Образцовое исполнение». Что касается «Оптимальной конструкции», следует сказать, что эта предпосылка настолько важна, что во многих отрас-

лях промышленности установлен строгий порядок, при котором проекты новых машин, приборов и других изделий вообще не утверждаются для серийного производства, если они не соответствуют по техническим данным, технологичности, конкурентноспособности и другим важным показателям высшей категории качества.

**Задание А.** Внимательно рассмотрите надписи на каждом шаровом элементе «пирамиды качества» и определите, какова роль технолога и мастера, бригадира и рабочего в выполнении этих задач, от которых зависят получение и сохранение выпускаемой продукцией государственного Знака качества.

**Б.** Если на предприятии, где вы работаете, имеются изделия, которым присвоен Знак качества, проанализируйте факторы, от которых зависит его сохранение при очередной государственной аттестации, и определите, какие из них по своему состоянию представляют опасность для этого? Предложите выход из создавшегося положения.

**73. Точность — мерило прогресса.** Прошло более 200 лет с тех пор, когда Дж. Уатт утверждал, что поршень и цилиндр могут считаться хорошо пригнанными, если между ними с трудом проходит шестипенсовая монета. В наше время, когда мы судим об уровне точности в рамках тысячных долей миллиметра и еще более жестких допусков, утверждение знаменитого изобретателя универсальной паровой машины вызывают улыбку машиностроителей. В свете этого, вполне справедливой является мысль известного американского автомобилестроителя Генри Форда о том, что «Прогресс в машиностроении сводится в существе своем к неуклонному повышению точности... Точность металлообработки, достигнутая в данной стране, есть достояние национальное».

**74. На что способен цвет?** Использование цветовых эффектов получило широкое распространение в науке и технике, на производстве и в быту. Цвет не только украшает то, что мы видим, но и делает более доходчивой и понятной эту информацию. (Ведь по цветному телевизору смотреть передачу не только приятней, но и понятней, чем по черно-белому). С давних пор установлено, что человек далеко не безразличен к цветной окраске окружающих его предметов. Многие выдающиеся ученые (М. В. Ломоносов, Т. Юнг, Г. Гельмгольц и др.) глубоко изучали вопросы цветовосприятия человеком и другими



живыми организмами. Было установлено, что цвет характеризуется длиной волны, насыщенностью и интенсивностью. Выдающийся русский психиатр В. М. Бехтерев предлагал лечить людей цветом. А великий Гете не без основания утверждал, что желтый цветок возбуждает радость, синий — грусть, а зеленый — успокаивает, умиротворяет. Исследования показали, что цвет может поднимать производительность труда и снижать ее. Он способен предостерегать и подсказывать, напоминать и разъяснять, помогать и вредить человеку. Цветоинформация успешно используется во многих отраслях промышленности.

**Задание.** Приведите десять — двенадцать примеров практического применения цветных эффектов в машиностроении.

#### Технологические задачи

**75. В чем причина погрешности?** После обработки цилиндрической заготовки в центрах проверка геометрии (рис. \*24) полученной детали показала:

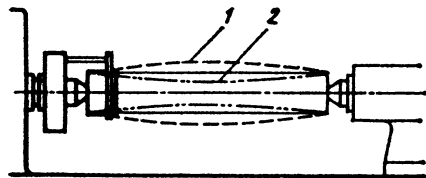
на первом токарном станке 1 — бочкообразность (выпуклость), а на втором станке 2 — корсетность (вогнутость).

**Вопрос.** Из-за каких элементов системы станок — приспособление — инструмент — заготовка произошло нарушение цилиндричности обработанных деталей в одном и другом случаях?

**76. Как обработать нежесткую заготовку?** При обработке зажатой в патроне токарного станка тонкой, длинной заготовки возникают вибрации, которые создают шум и ухудшают качество обрабатываемой поверхности, особенно при использовании отрезных резцов.

**Задание.** Предложите способ (средство) ликвидации или существенного сокращения вибраций при указанных обстоятельствах.

**77. Старые пороки дают о себе знать.** Технологическая наследственность — это свойство обработанной де-



**Рис. 24. Отклонение формы при обработке цилиндрической детали на токарном станке:**

1 — выпуклость (бочкообразность); 2 — вогнутость (корсетность)

тали «запоминать» свое прошлое. Допустим, из термического участка получен закаленный ходовой винт для прецизионного станка. Вы его отшлифовали, проверили точность, все оказалось в норме, и сборщики установили винт на новый станок. Прошло некоторое время, и точность этого станка изменилась. В поисках причины вы снимаете ходовой винт для повторного контроля. Оказывается, что у него значительно повысилось биение. Но почему? При анализе технологического процесса изготовления этого винта выявляется, что после закалки он был сильно деформирован, и чтобы уменьшить биение, его подвергли правке под прессом. Все становится понятным — дефект, полученный при закалке, через некоторое время дал о себе знать. Это и есть технологическая наследственность — коварное свойство металла, которое нередко остается в тени вплоть до последней операции и даже спустя много дней после нее.

Первоисточником технологической наследственности могут быть дефекты выплавки или прокатки, штамповки или сварки, точения или шлифования. Практически любая операция при нарушении технологической дисциплины может вызвать дефект, который затем обнаруживает себя. Недаром старые термисты предостерегают новичков: металл злопамятен и с ним надо обращаться вежливо и осторожно — не перегревать, не переохладить, иначе он зло отомстит. И это предостережение вполне можно отнести не только к термическому процессу, но и к любой другой операции при металлообработке. Лучше всего не допускать дефектов, профилактика всегда эффективнее лечения!

Однако полностью уберечься от порочной технологической наследственности в некоторых случаях не удастся. И здесь возникает вопрос: можно ли «излечить» деталь от порочного наследства? Ведь нельзя же с легкой душой списывать в число бракованных деталь, на которую затрачено немало труда и металла!

Над этим стоит подумать. Особенно в тех случаях, когда потери весьма велики, как, например, при обработке корпусных чугунных заготовок. В настоящее время уже разработан и внедрен ряд эффективных способов исправления литых изделий.

**Вопрос.** Какие вы знаете методы и средства исправления чугунного литья при обнаружении на нем раковин и других дефектов?

78. Как ориентировать заготовку. Если необходимо определить координаты или совместить ось шпинделя с боковой поверхностью  $A$  (рис. 25) посредством индикаторного центроискателя (например, при работе на координатно-расточном станке), вы можете это успешно сделать угольником  $3$  или предложенной рабочим-новатором Одесского завода фрезерных станков им. С. М. Кирова И. В. Постарнакевичем калибровой скобой  $2$ . Угольник прижимают рукой к поверхности  $A$ , от которой ведут отсчет координат. Опорная плоскость угольника проходит через середину его паза. С помощью индикаторного центроискателя ось вращения шпинделя (шарик центроискателя) ориентируют на середину паза угольника и таким образом совмещают с плоскостью  $A$ . При пользовании скобой рабочий прижимает ее к поверхности  $A$  и ориентирует ось вращения шпинделя станка (опуская шарик центроискателя в выемку скобы) на середину паза, образованного плоскостью  $A$  детали и скобой. В данном случае при определении координаты следует вычесть половину ширины паза (5 мм).

79. Выбор места зажима заготовки. Требуется закрепить заготовку на столе высокоточного фрезерного станка. Фрезеровщик выполнил это, как показано на рис. 26.

Однако мастер не согласился с этим и велел ему изменить крепление в целях предотвращения деформирования заготовки и обработки обоих выступов так, чтобы их поверхности лежали в одной плоскости.

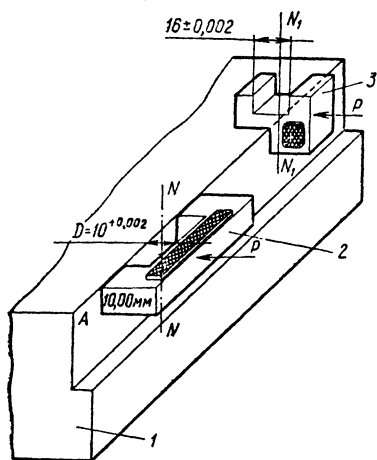


Рис. 25. Приспособления для ориентации обрабатываемой заготовки посредством центроискателя на координатно-расточном станке:

1 — заготовка; 2 — калибровая скоба; 3 — измерительный угольник

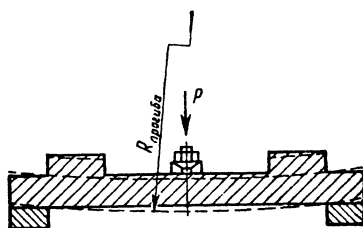


Рис. 26. Неправильное крепление заготовки на столе фрезерного станка

*Вопрос.* Как следует закрепить заготовку?

Новаторы советуют

**80. Чтобы сварщик не сбился с пути.** При сварке стальных листов часто бывают случаи, когда шов «уходит» от стыка, а иногда даже остаются совсем не приваренными отдельные участки. Заметить это отклонение после того, когда изделие уже сварено, довольно трудно. Если же до сварки чертилкой или мелом провести линию параллельно геометрической оси стыка, то сварщику не только легче станет ориентироваться при выполнении операции, но и по окончании ее нетрудно будет определить, есть ли отклонение шва от стыка.

**81. Лекарство от разрывов стального листа.** При глубокой штамповке — вытяжке до 30% стального листа уходило в брак в результате разрывов металла. Специалисты и изобретатели немало потратили сил и энергии в поисках пути сокращения этих потерь, пока не нашли простого и эффективного средства: поверхность стального листа перед штамповкой смазывать касторовым маслом. Успех оказался поразительным — число разрывов было сведено к минимуму. Такие же результаты показала менее дефицитная графитовая смазка, однако она несколько ухудшает условия работы и затрудняет очистку деталей после штамповки. Эти недостатки также были в значительной мере устранены благодаря применению 5%-ного раствора полиэтилена низкого давления в индустриальном масле. Так, простейший прием — предварительное смазывание стального листа, подлежащего штамповке — вытяжке, обеспечил успешное решение сложной задачи и, как следствие этого, — значительную экономию металла.

**82. Нужен ли глазомер?** С древних времен человек пользуется своей природной особенностью определять различные параметры (массу, длину и т. п.) методом сравнения. И поныне, в период бурного развития науки и техники, когда успешно применяются лазерные интерферометры, электронные микроскопы, оптические пирометры и другие точнейшие измерительные средства, глазомер еще остается нашим добрым помощником. При этом мы, конечно, не гарантированы от определенных погрешностей. Но всегда ли при измерениях нужна максимальная точность? Технические условия нередко представляют нам полную возможность успешно пользоваться

ся природными способностями нашего зрительного аппарата и других органов чувств (осознания, обоняния, слуха и т. п.) К тому же погрешности глазомерного метода контроля могут быть значительно снижены при использовании эталонных образцов, которые можно приобрести и в некоторых случаях нетрудно сделать самому.

Но прежде, чем привести конкретные примеры, — несколько слов о самом методе сравнения.

Попробуйте выполнить простейший опыт. Нарезьте двенадцать бумажных квадратов, шесть из которых размером  $100 \times 100$  мм и шесть — размером  $101 \times 101$  мм. Отметьте их соответственно буквами А и Б. Сложите листочки буквами вниз и смешайте их. После этого, вынимая из пачки по одному листку, рассортируйте их по размерам. На левый край стола положите большие, а на правый — меньшие квадраты. (Можете эту сортировку предложить товарищу.) Затем переверните листки

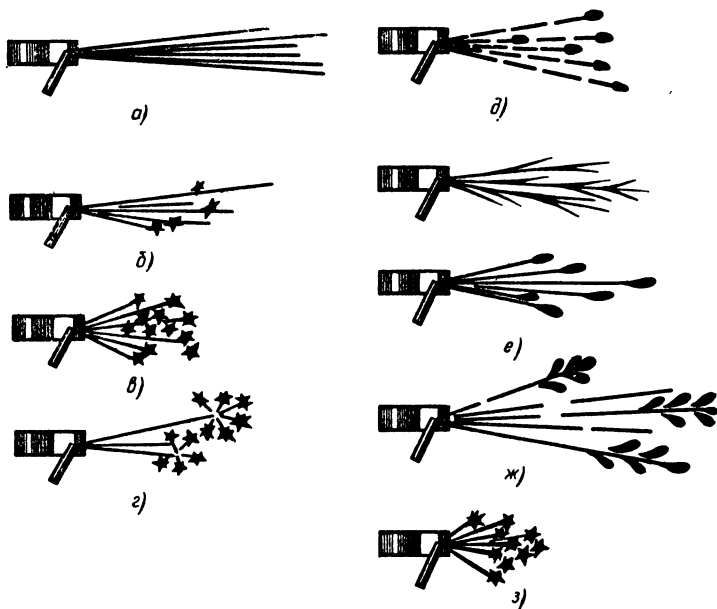


Рис. 27. Схемы искровых лучей и звездочек при определении химического состава различных сталей

*a* — мягкое железо; *б* — сталь с малым содержанием углерода; *в* — сталь с большим содержанием углерода; *г* — марганцевая сталь; *д* — быстрорежущая сталь; *е* — быстрорежущая фосфористая сталь; *ж* — хромовольфрамовая сталь; *з* — углеродистая сталь

бумаги буквами вверх, и вы увидите свои ошибки. А теперь повторите эксперимент, но при сортировке кладите листочки рядом так, чтобы они касались друг друга. Переверните их, вы легко сможете убедиться, что в этом эксперименте ошибок нет. Здесь вам на помощь пришел метод сравнения.

Приведем несколько примеров из производственной практики.

Сравнительный метод давно применяют для приблизительного определения марки стали по искре. Например, термист, обладающий определенным опытом, довольно быстро определит марку стали по размеру и характеру пучка, цвету и размеру искровых звездочек, которые получаются при соприкосновении металла с вращающимся наждачным кругом. Но здесь точность результатов в значительной мере зависит от памяти и тренировки. Поэтому контролеры часто пользуются специальными схемами (рис. 27), которые в определенной степени облегчают работу. Однако для обеспечения более идентичных условий лучше всего сравнивать искровой поток со специальными эталонами. Сделать их нетрудно. Отрежьте образцы прутков из стали различных марок, с которыми вам приходится часто встречаться. Пронумеруйте их и наточите из каждого образца стружку. Разложите ее в соответствии с номерами по отдельным пакетам и сдайте в заводскую лабораторию для химического анализа. Согласно полученным результатам составьте таблицу марок металла по номерам образцов.

Имея такой набор эталонов, вам будет значительно легче определить марку стали прямым зрительным сравнением (а не по памяти). Достаточно найти образец, у которого пучок искр похож на пучок искр проверяемой стали, чтобы с достаточной достоверностью определить ее марку. Такой экспресс-контроль, конечно, не может конкурировать с химическим или спектральным анализом, однако во многих случаях эта информация может быть успешно использована в практической работе (например, для сортировки заготовок из разных сталей).

Метод сравнения может быть также применен при оперативном контроле твердости закаленных деталей. Представьте себе, что вам необходимо проверить твердость нескольких десятков тысяч закаленных изделий (например, пальцев для тракторных гусениц). Сколько

понадобится потратить времени и труда для установки, выдержки и снятия детали при использовании прибора Роквелла? А если еще необходимо выполнять проверку в нескольких местах на каждой детали, трудоемкость будет огромной. К сожалению, вопрос автоматизации контроля твердости во многих случаях еще не решен. В поисках выхода из этого положения, когда диапазон допустимых отклонений твердости достаточно широк, проба на ощупь посредством личного напильника может быть достаточной для приблизительного суждения о твердости металла после закалки. Здесь, как и при контроле марки стали «по искре», целесообразно предварительно подготовить набор образцов из соответствующих металлов разной твердости, испытанных и аттестованных на стандартном твердомере. Это в значительной мере сокращает погрешность контроля, так как оператор получает возможность периодически проверять себя по эталону, предотвращая дополнительные ошибки, связанные с затуплением напильника или снижением своего осязательного чувства вследствие усталости и по другим причинам.

Опыт показывает, что при определенных навыках погрешность сравнительного измерения твердости закаленной стали посредством личного напильника при наличии достаточного числа эталонов с разными твердостями составляет 2—4 единицы по Роквеллу.

Приведем еще один пример сравнительного контроля. Отличается он от предыдущих примеров прежде всего тем, что стандартизован. Речь идет об использовании образцов шероховатости, воспроизводящих на вид и на ощупь натуральные обработанные поверхности (изготавливаемых методом механической обработки, снятием позитивных отпечатков гальванопластикой или нанесением покрытий на пластмассовые отпечатки). Эти эталоны предназначены для оценки шероховатости поверхности изделия визуальным сравнением или на ощупь. Такие образцы шероховатости изготавливают в соответствии с ГОСТ 9378—75.

Указанные образцы выпускаются инструментальными заводами, а при отсутствии эталонов промышленного изготовления вы можете их сами сделать. При этом целесообразно максимально придерживаться принципа идентичности образцов и заготовок по обрабатываемому металлу и методу обработки, режимам резания и при-

меняемому инструменту, форме обрабатываемой поверхности и т. п. После изготовления образцы должны пройти опробование и аттестацию в центральной заводской измерительной лаборатории с использованием стандартных приборов (профилометров). На каждом образце следует сбоку или сзади нанести номер, номинальное значение параметра шероховатости  $Ra$  (в микрометрах), вид механической обработки (сокращенно) и марку материала. Наборы образцов шероховатости следует держать в закрытых пеналах, предохраняя от коррозии и загрязнений, а характеристики образцов, сведенные в таблицу, следует приклеить к крышке пенала.

Необходимо помнить, что сравнительный контроль шероховатости поверхности посредством образцов является приблизительным и в значительной мере субъективным, поэтому он не может целиком заменить проверку шероховатости профилометром. Поэтому наряду с визуальным контролем рекомендуется проводить периодические выборочные проверки шероховатости обработанных деталей соответствующими приборами. Допускаются следующие параметры шероховатости при использовании эталонных образцов для сравнения: при шлифовании  $Ra=0,025...3,200$  мкм; при точении и растачивании  $Ra=0,4...12,5$  мкм; при фрезеровании  $Ra=0,4...12,5$  мкм; при строгании  $Ra=0,8...25$  мкм. Образцы должны быть размагничены.

Итак, мы познакомились с тремя примерами практического использования метода сравнительного контроля для приблизительного определения различных параметров. Подумайте и приведите еще два-три примера эффективного применения этого метода. Изготовьте образцы и используйте их в своей практической работе.

**83. Диагностика машинных недугов.** Служба диагностики машин сегодня уже стала реальностью на многих предприятиях. Интересует она прежде всего работников ремонтных служб и руководителей производственных участков, конструкторов и технологов, исследователей и других специалистов.

В чем же ее суть?

В кибернетике существует особое прикладное направление в применении теории распознавания образов — техническая диагностика машин и механизмов. На основе предварительных практических и теоретических исследований классифицируют различные состояния об-



ектов диагностики. (Например, а — объект полностью исправен; б — определенная неисправность и т. д.) Затем выделяют информативные диагностические признаки, после чего классы состояний описывают на «языке» этих признаков. Наличие такой информации и соответствующей измерительной аппаратуры обеспечивает успешную работу диагностов. Если раньше при выяснении дефекта станка («виновника брака») приходилось частично или полностью его разбирать, то при использовании технической диагностики эта информация может быть получена без разборки станка, на которую уходит не менее 20% времени, необходимого для ремонта. Если учесть, что, по данным статистики, каждый четвертый рабочий в стране занят ремонтом различных машин и механизмов и что для этого используется более одной трети парка металлорежущих станков, то станет ясным огромное экономическое значение безразборного поиска дефектов машин.

Но технологов прежде всего интересуют вопросы использования диагностики в целях более эффективной эксплуатации станков, прессов и другого оборудования посредством выбора и назначения наиболее оптимальных режимов его работы. Кроме того, используя данные диагностики, можно в значительной мере упростить сборочные процессы, которые в современном машиностроении буквально «переплетены» контрольными операциями. Следовательно, можно исключить ряд производительных операций, подчас совсем ненужных разборок, связанных с поиском скрытых дефектов. Особо велико значение технической диагностики при изготовлении и эксплуатации сложных безлюдных машинных комплексов, гибких производственных систем, где бесперебойность работы и быстрая ликвидация дефектов действующего оборудования играют первостепенную роль.

Существуют различные системы технической диагностики. Значительный интерес представляют разработанные в Советском Союзе системы вибродиагностики технологии изготовления и сборки металлорежущих станков и виброакустической диагностики находящихся в эксплуатации машин и механизмов, построенных на базе микропроцессорной техники.

Кто не знает, что живые существа, если им плохо, кричат, рыдают, плачут. Они вздрагивают, когда им

холодно, потеют и меняют цвет кожи, когда жарко, и т. д. и т. п. Так они зовут на помощь свои внутренние резервы и внешние силы природы.

Машины — это, конечно, не живые существа, но и они тоже способны «взывать» о помощи и, таким образом, давать человеку необходимую информацию. Исследования показывают, что даже неподвижно, свободно лежащий металл, прежде чем появится в нем трещина, подает сигнал о грозящем ему бедствии. А в процессе движения и соударения, трения и качения, изгиба и т. п. детали машин тем более не остаются безмолвными. Они «кричат» и «стонут», «свистят» и «гудят» на разные голоса, меняют свой цвет и т. д. Изучив указанные свойства и особенности различных металлов, достаточно найти средства улавливания и анализа этих разнообразных таинственных звуков и других сигналов, присущих каждому механизму и изделию в целом, а также научиться их различать, чтобы затем вступить с ними в диалог и понять их «язык». Человек нашел эти возможности познания и теперь успешно использует их для интенсификации технического прогресса. Нет, это уже не сказка и не фантастика, а живая реальность. И в штатных ведомостях некоторых заводов появились новые специалисты — технические диагносты. Это они ставят диагноз машинам и механизмам. А зная причину недуга и расположение «больного места», значительно легче ликвидировать недостаток. Опытный механик, прежде чем приступить к ремонту машины, тщательно осматривает ее, «выслушивает» и «простукивает», чтобы, проанализировав полученную таким примитивным путем информацию, определить дефекты, спланировать объем ремонтных работ и составить технологию их выполнения. Однако без разборки машины точно определить ее недуги довольно трудно, а порой и вовсе невозможно. И тут на помощь ремонтникам пришла «Большая» наука, в арсенале которой имеется немало надежных и оперативных методов диагностики машинных недугов.

**84. Сверло вопит о помощи. SOS** — это, как известно, сигнал о бедствии в открытом море. Услышав его, надо спешить на выручку, и чуть запаздает помощь, — утонет корабль вместе с командой. А когда погибает инструмент, разве не следует его спасти? Причем весьма срочно, не то он сгорит или поломается, и дефицитный ме-

талл пойдет на свалку, а вместе с ним пропадает труд многих людей, потраченный на его изготовление.

Каким же образом узнать о тяжелом состоянии работающего сверла, ведь в отверстие не заглянешь? Между тем исследования показали, что инструмент, как морской корабль с людьми, не хочет молчать, он зовет о помощи. Но как услышать его тревожные сигналы? Инженеры Одесского конструкторского бюро специальных станков доказали, что это вполне возможно, если использовать созданное ими сигнальное устройство, которое внимательно следит за работой металлорежущего станка. Посредством чувствительных датчиков прибор улавливает звуки и выделяет те из них, которые создает сверло и обрабатываемая заготовка. Полученные сигналы усиливаются и в электронном блоке сравниваются с эталоном. Если они выше контрольного (допустимого) уровня, блок подает команду: изменить режимы резания (подачу или частоту вращения шпинделя). Таким образом предотвращается поломка инструмента.

**85. «Предсмертные вздохи» металла.** Проведенными исследованиями разрушения металла было установлено, что он перед «смертью» издает своеобразные звуки. При этом от начала испускания сигнала до разрушения металла проходит определенное время — 8—10 мин, а этого достаточно для предотвращения аварии машин. Теперь специалисты используют указанное свойство для дистанционного наблюдения за большими самолетами, крупными сварными конструкциями, контурами высокого давления атомных реакторов и другими машинами и агрегатами в целях предотвращения аварий.

**86. Каково искажение формы?** Тонкостенную втулку зажали в трехкулачковом патроне на токарном станке, затем ее расточили. После снятия обработанной детали отверстие потеряло свою круглую форму. Чем это объяснить?

*Задание.* Изобразите примерное сечение втулки:

а) после обработки ее зажатой в трехкулачковом патроне; б) после отжатия патрона.

Любопытная статистика

**87. Темпы технического прогресса.** Тенденция непрерывного сокращения этапа от возникновения идеи до создания на ее основе новой техники и технологии особенно стала заметна в последние годы. Примерами мо-

гут служить следующие сравнительные данные. Идея создать печатные формы (набор подвижными литерами) возникла в Китае в XI в. Однако практическое применение это замечательное изобретение получило лишь спустя 400 лет, в 1440 г., после внедрения метода книгопечатания, предложенного И. Гутенбергом. Первый универсальный паровой двигатель был создан Дж. Уаттом в конце XVIII в., лишь спустя сто лет после того, как французский физик Дени Папен описал пароатмосферный цикл. Первые предложения об электрическом телеграфе были опубликованы в Англии в 1753 г. Однако эта замечательная идея получила практическое применение лишь после работ американского изобретателя Морзе в 1835 г., т. е. через 82 года.

Прототип прожектора — фонарь с зеркальным отражателем — был создан гениальным русским механиком И. П. Кулибиным в 1779 г., а широкое применение эта идея получила лишь более чем через 100 лет, когда прожекторы стали применяться в военном деле.

Первую схему ракетоплана предложил молодой русский ученый и революционер Н. И. Кибальчич в 1881 г., но первые реактивные двигатели были созданы спустя более чем полвека (1933 г.) и применены в летательных аппаратах — еще позже.

От изобретения — до широкого использования радио прошло более 35 лет, радара — 15 лет, телевизора — 14 лет, а лазера — всего 9 лет.

Таким образом время от возникновения идеи до ее практического воплощения непрерывно сокращалось, что является характерной чертой технического прогресса, особенно в нынешний период научно-технической революции.

**88. Это полезно знать.** 1. Ежегодно мировые запасы руды, угля, нефти и других природных ресурсов сокращаются на 100 млрд тонн. Такое интенсивное потребление природных богатств уже привело к значительному истощению запасов и ухудшению их качества.

2. Ежегодно в атмосферу Земли выбрасываются 146 млн. тонн двуокиси серы, 250 млн тонн пыли и 70 млн тонн газа; в различные водоемы попадает 32 км<sup>3</sup> неочищенных промышленных сточных вод, а в Мировой океан — почти 10 млн тонн нефти и нефтепродуктов.

3. Ежеминутно вырубается 20 гектаров леса, что превышает прирост древесины в 18 раз. Специалисты под-

считали, что если все отходы разложить по Земле ровным слоем, то через десять — пятнадцать лет нашу планету мусор покроет слоем толщиной в 5 м.

По расчетам ученых, до 2000 г. объем мирового производства и потребления природных ресурсов увеличится в 2 раза. При существующих сегодня многоотходных технологических процессах это обусловит дальнейшее интенсивное загрязнение окружающей природной среды и деградацию ее ресурсов.

4. С помощью одного киловатт-часа электроэнергии можно: добыть 75 кг угля, прокатать 50 кг стали, выпечь 36 кг хлеба, питать телевизор в течение недели, а электробритву — в течение года.

5. Современные машины нередко состоят из огромного числа частей, например, рельсобалочный стан собран из 1,5 млн, а электровоз из 250 тыс. деталей.

6. Стоимость продукции, изготавливаемой промышленностью СССР за 1 мин, превышает 1,5 млн руб.

**89. Когда стареют машины и отстают профессионалы?** В настоящее время техника и технология обновляются весьма высокими темпами: машины, например, морально стареют менее чем за 10 лет, технологические процессы — за 5 лет, а стандарты — за 3 года.

По научно обоснованным рекомендациям квалифицированному рабочему-машиностроителю приходится пополнять и обновлять свои знания за 25 лет работы не менее 8—10 раз, в противном случае его квалификация не будет соответствовать новым требованиям.

Исследованиями и расчетами установлено, что повышение всего на 10% числа рабочих, получивших специальное образование, дает прирост производительности труда на 15%. Опыт ряда заводов показал, что, например, слесарь-инструментальщик четвертого разряда, имеющий пятилетний стаж работы и восьмилетнее образование, выполняет сменное задание, как правило, на 30—35% быстрее, чем рабочий, у которого образование не более пяти классов. Показатели выработки рабочих, закончивших среднее техническое училище, а также десятилетку, на 20—25% выше, чем их сверстников с восьмилетним образованием. Установлено, что 70% всех поломок инструмента приходится на станочников с образованием менее восьми классов. Рационализаторы из числа рабочих с образованием пять-шесть классов составляют 2%, с образованием семь-восемь — 11%, с об-

разованием девять-десять — 23%. Любопытно, что каждое четвертое изобретение в СССР принадлежит молодым авторам; каждый третий среди молодых изобретателей — рабочий, каждый второй — студент, каждый пятый — школьник. Это свидетельствует об огромных потенциальных возможностях молодых людей. Однако, чтобы стать изобретателем даже при выдающихся способностях, нужно непрерывно накапливать знания. В противном случае можно не только «закопать» свой талант, но и безнадежно отстать.

*Задание.* Начинать комплектовать личную техническую библиотеку, если ее еще нет у вас; пополняйте ее не только интересующей вас литературой, но и вырезками из газет и выписками из книг, записями от увиденном по телевидению, на выставках, при посещении заводов и т. п.

**90. Производительность металлообработки резанием.** Статистики подсчитали, что если в начале XX в. на обработку стального вала длиной 500 мм и диаметром 100 мм уходило 100 мин, то на эту работу при тех же условиях через двадцать лет потребовалось уже всего 50 мин, а в 1930 г. — 10 мин. Теперь такой вал может быть проточен за 1—2 мин. А успехи в применении режущего инструмента из сверхтвердых материалов показывают, что этот уровень производительности труда при резании металла не является предельным. Специалисты считают, что в настоящее время наиболее распространенные скорости резания при металлообработке составляют 30—160 м/мин. Однако уже есть сообщения, что на некоторых предприятиях авиационной промышленности легкие металлы и сплавы обрабатываются со скоростью резания до 1800 м/мин. Это предвещает еще большие сдвиги в производительности металлообработки.

**91. Крупнейшая отрасль промышленности СССР.** В машиностроении Советского Союза занято  $\frac{1}{3}$  всех промышленных рабочих. Более  $\frac{9}{10}$  промышленной продукции страны составляют важнейшие элементы средств производства — машины и агрегаты, станки и электродвигатели, приборы и т. п. Из общего числа машиностроительных предприятий  $\frac{2}{3}$  составляют заводы с мелкосерийным производством. В машиностроении 30% себестоимости изделий составляют затраты на зарплату.

Машиностроение включает около 100 отраслей и подотраслей (энергетическая, транспортная, строительно-дорожная, станкостроение, приборостроение, автостроение и т. д.).

Машиностроение потребляет 60% металла, производящегося в стране.

Из общего количества металла, используемого в машиностроении, 35—45% обрабатывается в литейном производстве, 20—30% — ковкой и штамповкой, около 30—40% — резанием непосредственно на металлорежущих станках. Самыми распространенными заготовками являются чугунные отливки. Они составляют в общей массе металлорежущих станков 70—80%, а тракторов — 40—60%.

Литье в кокиль стали и чугуна по сравнению с литьем в песчаные формы снижает расход металла на 10—11% и себестоимость на 10—20%. Литье под давлением отливок из алюминиевых сплавов по сравнению с литьем в кокиль сокращает расход металла на 30% и трудоемкость в 1,5—2 раза, а себестоимость на 30%. Литье по выплавляемым моделям снижает массу стальных отливок на 30—50% (по сравнению с литьем в песчаные формы).

Штамповка на кривошипно-штамповочных прессах сокращает расход металла (по сравнению с молотовой штамповкой) в среднем на 5—10%, повышает производительность труда на 20—30%.

## Раздел V

### МОЗГОВАЯ РАЗМИНКА

*Предложите идею. — Решите задачи. — Ответить на вопросы. — Сделайте сами*

**92. Обработка торца под углом.** На деталях типа стакана требуется протачивать торцы под определенными углами к оси. Предложите простую универсальную оправку для выполнения этой задачи на универсальном токарном станке.

**93. Предохраните станочный стол от повреждений.** При установке краном тяжелых заготовок или приспособлений на координатно-расточной, шлифовальный

или другой прецизионный станок может быть поврежден его стол. Что бы вы предложили для обеспечения плавного опускания обрабатываемой заготовки (приспособления) в целях предотвращения указанной опасности?

**94. Как закрепить ролики?** Требуется шлифовать в один размер торцы цилиндрических роликов. При этом возникает проблема — как их надежно, без прогиба установить и закрепить на столе плоскошлифовального станка? Предложите идею приспособления, обеспечивающего выполнение этой задачи.

**95. Выпрямление проволоки.** Для изготовления некоторых деталей в машиностроительном производстве нередко применяют толстую стальную проволоку. Со склада в цех она поступает свернутой в бухты. Выпрямить ее — дело сложное. Предложите идею (схему) простого устройства, способного механизировать этот процесс.

**96. Всегда ли нужно снижать шероховатость?** Снижение шероховатости обработанной поверхности является, как известно, одной из важнейших задач при обработке деталей машин. Однако бывают случаи, когда требуется ее увеличить. Приведите пример, когда требуется повысить шероховатость обрабатываемой поверхности, и предложите способ (инструмент) для решения этой задачи.

**97. Внутреннее шлифование тонкостенного цилиндра.** Требуется закрепить тонкостенную втулку для обработки отверстия на внутришлифовальном станке. Использовать для этой цели стандартный трехкулачковый патрон нельзя, так как после отжима нарушается форма отверстия. Предложите устройство, обеспечивающее надежное крепление и высокую точность обработки тонкостенных втулок при внутреннем шлифовании.

**98. Как извлечь заготовку?** Требуется из шестимиллиметрового листового текстолита вырезать заготовку для зубчатого колеса с наружным диаметром 60 мм и диаметром отверстия 12 мм. Эту работу можно выполнить за один рабочий ход с помощью комбинированного сверла. Однако выемка вырезанной заготовки из чашечной части сверла значительно снижает производительность труда сверловщика. Как устранить этот недостаток?

**99. Разметка трубы.** В круглой трубе необходимо просверлить сквозное радиальное отверстие небольшого диаметра. В связи с опасностью «увода» сверла разметку



выполняют керном и сверлят трубу с обеих сторон. Точность при этом низка, а производительность — недостаточна. Предложите идею устройства, повышающего качество сверления трубы.

**100. Фланец из уголка?** Круглые фланцы из угловой стали используют для соединения патрубков воздухопроводов. Получить правильную кольцевую форму из уголка вручную — дело сложное и весьма трудоемкое. Нельзя ли эту операцию выполнить на токарном станке? Подумайте над этим и предложите идею приспособления, обеспечивающего механизацию процесса формирования указанных деталей.

**101. Просверлите шарик.** В стальном незакаленном шарике необходимо просверлить отверстие. В вашем распоряжении имеются сверлильный станок с обычными машинными тисками. Предложите надежный способ закрепления шарика без его повреждения.

**102. Сверление отверстий под углом.** В цилиндрической заготовке необходимо просверлить три отверстия под следующими углами к ее оси:  $30^\circ$ ,  $35^\circ$  и  $40^\circ$ .

Предложите схему универсального крепежного приспособления для выполнения указанной операции.

**103. Отливка со сложным каналом.** Литейщикам заказали отлить вал с внутренним пятимиллиметровым спиральным каналом.

— Решить эту задачу невозможно, — заявил начальник литейного цеха.

Технологи считают, что он не прав. Каково ваше мнение? Предложите свою идею.

**104. Выполнима ли эта работа?** Однажды молодой токарь получил задание изготовить из миллиметровой проволоки спиральную пружину длиной 400 мм при внутреннем диаметре 8,6 мм. Для выполнения этой работы необходима оправка соответствующих длины и диаметра. Но как обработать на токарном станке такую длинную и тонкую деталь и удастся ли на этой весьма нежесткой оправке навить пружину? Токарь долго думал и решил: работа невыполнима. Так ли это? Если вы с ним не согласны, обоснуйте свой ответ и поясните, как выполнить эту задачу.

**105. Каким методом обработать отверстие?** В стальном листе необходимо обработать два отверстия диаметром: а) 20 мм, б) 0,02 мм. Как это сделать? Перечислите методы обработки.

**106. Изымите втулку.** А. На валу напрессована металлическая втулка. При демонтаже механизма ее необходимо снять. Предложите рациональный способ и схему устройства, обеспечивающего съем втулки без ее повреждения или порчи вала. Б. В глухом отверстии детали типа стакана запрессована втулка. Ее необходимо извлечь, а специального инструмента нет. Что делать?

**107. Согласны ли вы с тем, что...** А. Если стальная заготовка закалена до высокой твердости, ее можно лишь шлифовать? Б. Материал применяемого на металлообрабатывающих станках инструмента мягче материала обрабатываемой заготовки? В. Если диаметр вала больше диаметра отверстия сопрягаемого кольца, то его можно установить в это отверстие без пресса? Г. На координатно-расточных станках можно не только успешно растачивать, но и фрезеровать различные детали?

**108. Помогите токарю сверлить.** На обычных токарных станках, когда приходится сверлить отверстие в центре зажатой в патроне заготовки, сверло крепят в пиноли задней бабки. Осевая подача инструмента часто выполняется вручную — вращением рукоятки маховика пиноли. При этом не только утомляется токарь, но из-за неравномерной подачи поверхность отверстия получается с повышенной шероховатостью и снижается долговечность инструмента. Предложите способ (устройство), механизмирующий процесс сверления на универсальном токарном станке?

**109. Хорошо это или плохо?** Биение сверла, установленного в сверлильном патроне, снижает точность и качество поверхности обрабатываемых отверстий — это общеизвестно. То же самое можно сказать и о пальцевых шпоночных фреззах.

*Вопрос.* Всегда ли это так?

**110. Как усилить пружину?** Токарю поручили изготовить партию спиральных пружин растяжения для ответственных механизмов. Он получил соответствующую проволоку, подготовил оправку и навил пружины. После термообработки они были испытаны. Оказалось, что пружины не обеспечивают требуемой силы. Решили удлинить каждую пружину или взять более толстую проволоку. Однако эти предложения по конструктивным причинам были отвергнуты. Металла, обеспечивающего более высокую силу пружин, на заводе не оказалось. Что бы вы предложили в указанной ситуации?

**111. Две задачи по разметке.** А. Дана сложная по форме корпусная деталь. Вам необходимо найти и разметить ее сечение. Установить эту деталь на разметочной плите невозможно. Как бы поступили в данном случае?

Б. Необходимо обеспечить болтовое соединение двух деталей (например, самоцентрирующего токарного патрона и планшайбы). В одной из них имеется ряд глухих резьбовых отверстий, в соответствии с которыми требуется просверлить отверстия в парной детали.

Задача на первый взгляд несложна. Однако практически осуществить ее не так уж просто. Предложите способ, обеспечивающий достаточную точность разметки и высокое качество соединения.

**112. Польза и вред одного эффекта.** Представьте себе спортивный зал. Вы ловко поднялись вверх по канату до самого потолка и решили, не теряя времени, опуститься вниз. Достаточно немного ослабить пальцы рук — и вы уже стоите на полу. Однако тут же осознаете свою оплошность — ваши пальцы оказались не только потертыми, но и обожженными. Все понятно — вы забыли известное физическое явление, знакомое еще первобытному человеку, добывавшему огонь трением, неизменным спутником которого является тепло. Очевидно, этот эффект в одном случае полезен, а в другом — вреден и даже опасен, что вы и почувствовали на собственном опыте, поспешив спуститься по канату.

*Задание.* Приведите примеры: а) рационального использования в машиностроении теплоты, выделяющейся при трении двух тел; б) отрицательного действия этого явления, когда приходится принимать меры для его предотвращения.

**113. Совмещение операций (задача).** Для снятия фаски в резьбовом отверстии требуется специальная операция. Нельзя ли произвести обработку фаски и нарезание резьбы за одну операцию? Как это сделать?

**114. Изготовление бесшовных труб большого диаметра.** Труба, на первый взгляд, кажется примитивным изделием. Но это не совсем так. Ответственные задачи, для выполнения которых применяют некоторые трубы в наше время, выдвигают перед технологами, связанными с их производством, немало сложных проблем. Так, например, трубы, диаметр которых более 1 м, а толщина стенки около 25 мм, обычно изготавливают сварными. Однако бывают случаи (например, для котлов со сверхвысокими параметрами пара), когда сварные трубы

не годятся — нужны только бесшовные. Что же делать? Растачивать их на металлорежущих станках из проката? Но это чрезвычайно дорого и трудно, особенно если диаметр трубы превышает 0,5 м.

В поисках решения этой проблемы был выдвинут ряд технических решений, в том числе оригинальная идея: трубу сначала изготовить с меньшим диаметром отверстия, а затем разжимать ее нагнетаемой жидкостью, газом или посредством внутреннего взрыва. Сложность практического осуществления этой идеи очевидна. Тем не менее, она во многих случаях успешно используется в производстве. В США, например, некоторые фирмы производят бесшовные металлические трубы по следующей технологии. Заготовка трубы изготавливается центробежным литьем. Затем ставят в нее заглушку с обеих сторон и внутрь закачивают воду, которая и разжимает трубу до необходимого диаметра. При этом диаметр трубы увеличивается, а толщина ее стенок уменьшается. Однако в данном случае требуется огромное давление, что не только усложняет и удорожает технологический процесс, но и повышает его опасность.

В целях устранения этих недостатков японские специалисты предложили подогревать заготовку перед накачиванием жидкости. Но и здесь возникли серьезные препятствия. В горячем металле при соприкосновении с водой образуются трещины, что в значительной мере снижает или вовсе сводит на нет основное преимущество бесшовных труб. Попытки раздать заготовки указанных труб посредством взрыва оказались неудачными из-за повышенной опасности.

**Задание.** Предложите эффективное техническое решение по безопасному изготовлению бесшовных труб больших диаметров.

**115. Можно ли согнуть чугунный вал?** О том, что чугун хрупкий материал, известно. А что сделать, если нужно согнуть вал, изготовленный из чугуна? Разумеется, что трещины и другие повреждения — не допускаются. Если вы считаете эту работу выполнимой, обоснуйте свой ответ.

**116. Как измерить периметр ку-**

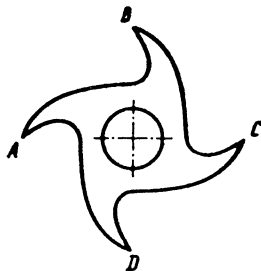


Рис. 28. Кулак, периметр которого требуется измерить по участкам  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$  и  $DA$

**лака.** На рис. 28 показана деталь (кулак) со сложным криволинейным профилем. Требуется измерить периметр и длины его участков  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DA$ . Специальные приборы для откатного измерения длины кривых линий отсутствуют. Как бы вы решили такую задачу?

**117. Знаете ли вы ЕСТД?** Какие два документа в соответствии со стандартами Единой системы технологической документации (ЕСТД) являются обязательными при любом виде производства (единичном, серийном, массовом)?

Проверьте вашу смекалку

**118. Послушные шары.** Однажды фокусник-любитель из заводской самодеятельности показал оригинальный опыт. Он вынул из кармана блестящий металлический шар, поднял его и резко бросил на чугунную плиту. Через мгновение раздался короткий стук и шар подскочил вверх, затем упал и снова подскочил. Никого это, конечно, не удивило. Но фокусник тут же вынул из кармана другой шар, внешне ничем не отличавшийся от первого, и так же бросил его на плиту. На этот раз шар оказался более «покорным». Не сделав ни одного скачка, он на какую-то долю секунды прижался к плите и затем спокойно покатился по ней.

— Второй шар свинцовый,— крикнул кто-то.

— Нет,— успокоил его фокусник,— оба шара, точно родные братья, выполнены из одной и той же стали.

— Значит,— второй магнитный,— заметил еще кто-то из присутствующих

Но фокусник, по-видимому, был готов к такой реакции публики. Он вынул из кармана стальное лезвие для бритвы, тихонько положил его на неподвижный шар. Но лезвие тут же упало на плиту. Значит и вторая версия зрителей оказалась неверной. И тогда фокусник тоном опытного иллюзиониста сказал:

— Секрет здесь невелик, но у меня к вам прежде всего вопрос. Нельзя ли эффект продемонстрированного мною опыта с пользой применить на нашем заводе?

*Вопрос.* В чем все-таки секрет и где может быть на заводе использована идея «покорного» шара? Попробуйте ответить на эти вопросы.

**119. Правка тарельчатой детали.** На тонкостенной металлической детали тарельчатой формы имеются выпуклости. Как устранить эти дефекты? Предложите идею.

**120. Как удержать шарик?** При контроле торцового биения точной детали (например, шпинделя) ее приходится располагать горизонтально и упирать в угольник. При этом в центровое отверстие помещают опорный шарик. Однако удержать его от выпадания чрезвычайно трудно. Предложите выход из этого положения.

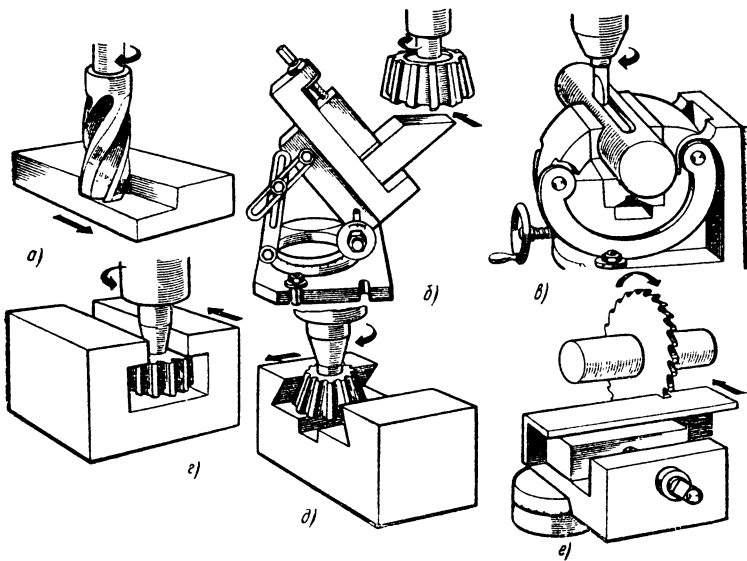
**121. Может ли работать газированная вода?** Чего только технологи не используют в поисках средств повышения производительности труда: тепло и холод, ультразвуковые колебания и лазерные лучи, карбиды бора и синтетические алмазы, мощные прессы и микро-ЭВМ, пороховые смеси и гремучий газ, эпоксидные клеи и многое другое. Но можно ли, например для штамповки, использовать... газированную воду? Станный вопрос, не правда ли? А может быть, идея не такая уж безнадежная, как это кажется на первый взгляд? Каково ваше мнение?

**122. Как предупредить перекося отверстия?** При сверлении отверстия небольшого диаметра сверло часто «уводит», а при работе метчиком нередко наблюдаются перекося резьбовых отверстий. Предложите идею простого приспособления, обеспечивающего прямолинейность осей указанных отверстий и их перпендикулярность опорной поверхности.

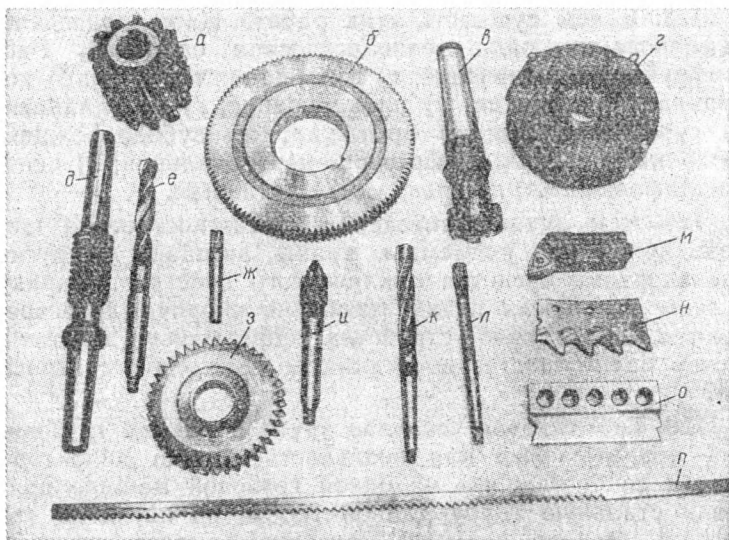
**123. В чем сущность этих работ?** Ниже приведены наименования ряда технологических операций. Расшифруйте их назначение: а) токарно-винторезная; б) координатно-расточная; в) плакирование; г) сверлильная; д) суперфинишная; е) протяжка; ж) зубодолбежная; з) хонинговальная; и) фрезерно-центровальная; к) центрошлифовальная; л) клепка; м) протяжная.

**124. Чем лучше конвейер?** В машиностроении широко применяют подъемные краны, автокары и другие транспортные средства циклического действия. Наряду с этим во многих цехах (особенно сборочных) встречаются конвейерные устройства непрерывного действия. В чем преимущества последних по сравнению с первыми?

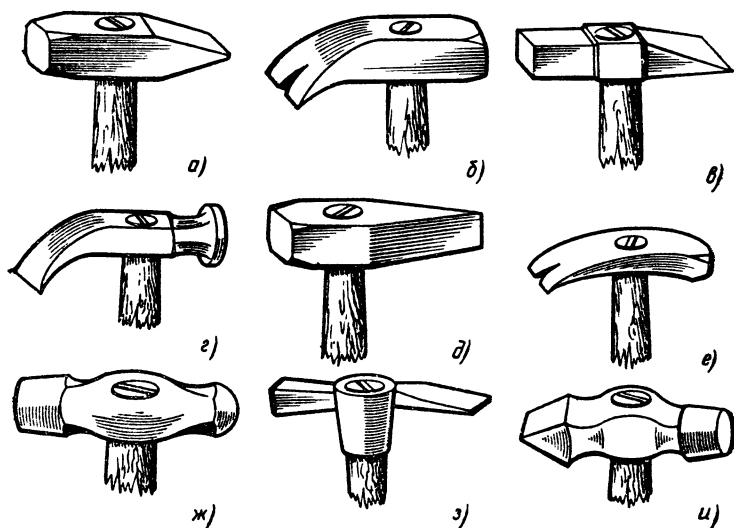
**125. Стометровая стальная труба на одном грузовике** — что это: миф или реальность? Когда директору завода сообщили, что на одной грузовой машине привезли стальную трубу длиной 100 м, он посчитал это шуткой. Однако водитель грузовика вполне серьезно повторил свое сообщение.



**Рис. 29.** Схема фрезерных операций с инструментом для их выполнения



**Рис. 30.** Металлорежущий инструмент



**Рис. 31. Молотки различного назначения**

— Не может быть,— воскликнул директор.

А каково ваше мнение? Это реальность или фантазия?

Задачи в рисунках

**126. Как это операции.** На рис. 29 приведены схемы нескольких фрезерных операций. Назовите их и определите, каким инструментом они выполняются?

**127. Металлорежущий инструмент.** Определите наименования и назначение инструмента, показанного на рис. 30.

**128. Чей это молоток?** На рис. 31 приведен ряд молотков. Все они происходят из самого древнего рода и многочисленного семейства инструмента. Однако у этих собратьев разные профессии, о чем говорят их формы. Определите, для кого предназначен каждый из этих молотков?

Проверьте ваши знания и эрудицию

**129. В чем разница между...** а) технологией и экологией? б) гравитацией и кавитацией? в) миниметром и манометром? г) экскаватором и эскалатором? д) бароскопом и баростатом? е) аккумуляцией и аккумуляцией? Что вы знаете об этих явлениях, изделиях, понятиях?



**130. Расшифруйте часто применяемые в машиностроении аббревиатуры:** а) СОЖ. б) ЕСТД. в) ЕСКД. г) ЕСТПП. д) УСП. е) ППР. ж) ЧПУ. з) УНП. и) НОТ. к) ТВЧ. л) СТП.

**131. «Волшебный ящик» (рассказ-загадка).** В одном из цехов машиностроительного завода мы наблюдали любопытное явление. У токарного станка стоял высокий ящик, наполненный мелкими стальными заготовками. Токарь постепенно брал из него по одной заготовке, обрабатывал ее, а затем готовую деталь укладывал на тележку. Казалось бы, в этом ничего удивительного нет. Однако, когда мы через некоторое время снова подошли к этому станку, ящик был полон и рабочему по-прежнему не приходилось наклоняться за очередной заготовкой. То же было во второй и в третий раз, когда мы подходили к этому рабочему месту. Вместе с тем число блестящих деталей на тележке неизменно росло. «Что за чудо?» — удивились мы. Заметив это, токарь улыбнулся, но промолчал, не желая раскрыть тайну «волшебного» ящика.

В чем же, по-вашему, здесь секрет?

**132. Прав ли технолог?** Молодой рабочий в течение нескольких дней шлифовал большую партию заготовок. Со временем качество обработанной поверхности стало заметно ухудшаться. Технолог объяснил рабочему, что это результаты снижения скорости резания. Однако шлифовщик возразил:

— Я все время работаю на одних и тех же установках, и режимы не могли измениться.

Каково ваше мнение?

**133. Изготовление колец без отходов.** Компенсационные кольца обычно штампуют из листовой стали или вытачивают из проката. Как в первом, так и во втором случае имеют место весьма значительные (до 90%) отходы металла. Нельзя ли их снизить или вовсе избавиться от них?

Предложите рациональную технологию изготовления компенсационных колец.

**134. Куда отнести операцию?** В машиностроении применяют различные виды технологических операций, в том числе: а) литье; б) обработку давлением; в) обработку резанием; г) термическую обработку; д) нанесение покрытий и др.

Ниже перечислен ряд работ. Распределите их по указанным пяти видам технологических операций.

1. Строгальная. 2. Удаление стержней. 3. Золочение. 4. Отрезка. 5. Сверлильная. 6. Заточная. 7. Закалка. 8. Суперфинишная. 9. Выбивка отливки. 10. Фосфатирование. 11. Отрубка. 12. Прошивка. 13. Зубодолбежная. 14. Виброабразивная. 15. Хромирование. 16. Протяжная. 17. Отбортовка. 18. Керновка. 19. Токарная. 20. Притирочная. 21. Никелирование. 22. Шабровочная. 23. Калибровка. 24. Шлифовальная. 25. Отрезная. 26. Отпуск. 27. Хромирование. 28. Хонинговальная. 29. Навивка. 30. Лужение (оловянирование).

**135. Согласны ли вы, что...** (поясните ваши ответы устно, рисунками, примерами). А. При зацеплении двух зубчатых колес и вращении одного из них по часовой стрелке второе также будет вращаться в этом направлении?

Б. Качество — это совокупность свойств, обуславливающих пригодность данной продукции для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с ее назначением?

В. Все четыре категории стандартов, действующих в Советском Союзе — государственный (ГОСТ), отраслевой (ОСТ) республиканский (РСТ) и стандарт предприятия (СТП), — подлежат обязательному соблюдению на всей территории страны?

Г. Шероховатость (микрогеометрия) обработанной поверхности в значительной мере влияет на износостойкость и выносливость, сопротивление ударным нагрузкам и склонность к коррозии, точность сборки и другие эксплуатационные и технологические качества деталей машин, следовательно, всегда нужно добиваться максимального снижения шероховатости?

Д. При автоматизации наружного круглого шлифования применяют прямые методы активного контроля (АК), когда непосредственно измеряются параметры обрабатываемой заготовки и в зависимости от этого подается команда для прекращения или изменения процесса, и косвенные методы АК, когда измеряются перемещения рабочих органов станка и в зависимости от полученных данных в необходимый момент процесс приостанавливают (например, отводят инструмент) или его корректируют?

Е. Контроль размеров деталей целесообразно ли всегда осуществлять сразу же после их обработки?

Ж. При наличии микрометра с ценой деления 0,01 мм

контролер может с достаточной точностью производить измерение параметров детали с допуском 0,005 мм?

З. При термообработке деталей из двух марок стали достижимая твердость стали 20 может быть выше максимальной твердости стали 45?

И. Алмазный шлифовальный круг — наиболее подходящий инструмент для шлифования чугунных и стальных заготовок?

К. Детали из серого чугуна целесообразно обрабатывать инструментом, оснащенным пластинами из твердого сплава Т15К6.

Л. В настоящее время при обработке сложных и точных корпусных деталей концентрация технологических операций на одном станке экономически более выгодна, чем выполнение их на разных специализированных рабочих местах?

М. Взаимозаменяемость — это свойство независимо изготовленных с заданной точностью деталей и сборочных единиц, позволяющее устанавливать их в процессе сборки или заменять без предварительной подгонки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе изделия в целом. В современных условиях без соблюдения принципа взаимозаменяемости не может существовать производство и нормальная эксплуатация машин.

Н. Растущая потребность в том или ином виде технологического оборудования может быть обеспечена без увеличения его выпуска?

О. Если интервал деления шкалы индикатора 1 мм, а цена этого деления 0,01 мм, то чувствительность прибора будет равна 100?

П. Предварительная настройка инструмента усложняет работу оператора, обслуживающего станки с ЧПУ?

Р. Уборку чугунной стружки целесообразно выполнять путем сдувания ее сжатым воздухом?

**136. Музыкальный тест.** О том, что машиностроители любят музыку, свидетельствует ряд терминов, прочно вошедших в их лексикон из музыкального мира. Попробуйте вспомнить некоторые из этих слов.

А. Узел, который используется во многих металлорежущих станках для установки и введения в зацепление сменных зубчатых колес.

Б. Группы однотипных металлорежущих (например, токарно-винторезных, горизонтально-фрезерных и т. п.)

станков, обладающих значительной унификацией деталей и других элементов, из которых они состоят.

В. Средство, применяемое для контроля прямолинейности направляющих станин высокоточных станков.

Г. Число изделий определенного наименования, типоразмера и исполнения, выпускаемых в единицу времени.

Д. Интервал времени, через который периодически осуществляется выпуск изделий определенного наименования, типоразмера и исполнения.

Е. Печь для нагрева металлов перед ковкой, оснащенная трубопроводом для дутья с коническим каналом.

Ж. Совокупность рычагов, расположенных в определенном порядке и служащих для ручного ввода исходных данных и управляющих программ, например, при настройке станков с ЧПУ.

З. Изделие, выполненное в виде цилиндра, в большинстве случаев с диаметром, превышающим его высоту.

И. Вид оплаты труда.

**137. Какие работы не дают отходов?** Ниже приведены пятнадцать известных методов обработки металлов. Вспомните их сущность и выберите безотходные технологические операции: а) точение; б) фрезерование; в) суперфиниширование; г) алмазное выглаживание; д) накатывание; е) сверление; ж) прошивание; з) развертывание; и) накатывание; к) протягивание; л) прокатывание; м) абразивная притирка; н) шлифование; о) хонингование; п) раскатывание.

**138. Измерительный прибор или единица измерения?**

А. Какая единица измерения длины носит наименование прибора, предназначенного для измерения размеров в других единицах?

Б. Как раньше называлась эта единица и когда ее переименовали?

В. Какое устройство служит преобразовательным механизмом в упомянутом приборе и с какого времени известны подобные механизмы?

**139. Найдите синонимы.** Внимательно прочитайте названия станков и инструмента, технологических процессов и материалов, приведенных в левом столбце. Большинство из них устарело и давно забыто, а некоторые и поныне еще можно услышать в цехах машиностроительных заводов и особенно в небольших мастерских. В правом столбце приведены современные термины. Найдите синонимы устаревших названий.

- |              |                            |
|--------------|----------------------------|
| А. Самоточка | а) Быстрорежущая сталь     |
| Б. Бормашина | б) Миниметр                |
| В. Райбер    | в) Сверлильный станок      |
| Г. Рихтовка  | г) Твердый сплав           |
| Д. Цековка   | д) Зенковка цилиндрическая |
| Е. Самокал   | е) Оксидирование           |
| Ж. Воронение | ж) Токарный станок         |
| З. Микротаст | з) Правка                  |
| И. Победит   | и) Поводок                 |
| К. Хомутик   | к) Развертка               |

**140. Загадка «композитора».** Как-то на завод пришел аспирант металлургического института и показал нам оригинальный опыт. Он попросил бутылку и чайник с кипящей водой. Рядом с бутылкой гость поставил проволочную скульптуру.

— Этот журавль «бессмертный»,— сказал аспирант и добавил,— вот, смотрите!

На наших глазах он снял проволочную фигуру и затолкнул ее в бутылку. Затем понемногу стал заливать в нее кипяток. Когда бутылка наполнилась водой, он прикрыл ее газетой, и, посмотрев на часы, разъяснил:

— Вы, конечно, понимаете, что я не фокусник, однако попробуйте угадать,— тут он поднял газету, и, показывая на бутылку, сказал,— вот это?

К нашему удивлению, в бутылке во весь рост стояла скульптура. Затем он вылил воду и поставил на стол бутылку, из которой на нас безмятежно поглядывал проволочный журавль, как это показано на рис. 32. Но в чем же все-таки секрет и при чем тут «композитор»?

#### Групповые игры

**141. Когда жили эти выдающиеся люди?** За каждую точно указанную дату (год рождения и год смерти) участник получает 5 очков, при ошибке до 5 лет — 4 очка, от 6 до 8 лет — 3 очка, от 9 до 11 лет — 2 очка, от 12 до 15 лет — 1 очко, более 15 лет — 0 очков. За дополнительные сведения об указанных людях добавляется 1 балл за каждого.

Победитель определяется по сумме очков.

А. Значительный вклад в разработку и технологию изготовления точных механизмов внес замечательный русский изобретатель-самородок И. П. Кулибин.

Б. Одним из основоположников науки, изучающей процессы хранения и переработки информации, управле-

Рис. 32. «Оживающая» фигура

ния и контроля — кибернетики, — является выдающийся американский ученый — математик Норберт Винер.

В. Маятник был впервые применен в часах в качестве регулятора замечательным голландским механиком, физиком и математиком Х. Гюйгенсом.

Г. В 1718—1729 гг. разработал и впервые внедрил механический суппорт («держалку»), значительно облегчивший труд и повысивший точность работ, выдающийся русский механик и изобретатель А. К. Нартов.

Д. В 1794 г. предложил оригинальный крестовый суппорт, существенно расширивший технологические возможности токарных станков, талантливый английский механик Генри Модсли.

Е. Микроскоп, сыгравший выдающуюся роль в развитии науки и техники и не потерявший своего значения в настоящее время, изобрел великий ученый Г. Галилей.

Ж. Одну из первых книг по теории резания металла «Работа и усилие, необходимые для отделения металлических стружек», написал в 1893 г. известный русский ученый К. А. Зворыкин.

З. Основные законы резания металлов впервые сформулировал замечательный русский ученый И. А. Тиме.

И. При определенных температурах нагрева стали изменяется ее структура и свойства: каждая сталь имеет свою критическую точку, при которой данный металл способен «принимать» закалку. Эти открытия, послужившие научной основой термической обработки металлов, принадлежат выдающемуся русскому ученому, «отцу металлографии», Д. К. Чернову.

**142. Когда были выполнены эти работы? За каждую правильную дату выполнения указанных ниже работ, сыгравших важную роль в истории техники и технологии машиностроения, участник игры получает 5 очков при ошибке до 1 года, 4 очка при ошибке до 3 лет, 3 очка — до 5 лет, 2 очка при ошибке до 8 лет, 1 очко — до 10 лет, 0 очков — при ошибке более 10 лет. Победитель определяется по сумме полученных очков.**



А. Первый в мире автоматический завод, предназначенный для изготовления поршней, был построен и введен в эксплуатацию в СССР.

Б. Советскими учеными В. И. Вологдиным и Б. Н. Ромашовым был впервые предложен оригинальный метод поверхностной закалки металла при нагреве посредством токов высокой частоты (ТВЧ), который и поныне успешно применяют в машиностроении и других отраслях народного хозяйства.

В. Джеймс Уатт получил патент на первую в мире паровую машину, сыгравшую историческую роль в развитии техники.

Г. По инициативе рабочего Сталинградского тракторного завода И. П. Иночкина впервые в СССР была создана автоматическая станочная линия.

Д. Англичанин Корт изобрел способ проката фасонного металла с помощью вальцов, значительно сокративший трудоемкость изготовления многих деталей машин и других изделий.

Е. В СССР разработана и пущена в эксплуатацию первая в мире атомная электростанция, что ознаменовало рождение новой отрасли — атомного машиностроения.

Ж. Американский ученый А. Тейлор впервые установил эмпирическим путем режимы резания металла на токарных станках.

З. В СССР был построен первый в мире атомный ледокол «Ленин».

И. Конвейер для внутривозвратных транспортных работ при массовой сборке автомобилей был впервые применен на американской фирме Г. Форда.

К. Искусственный спутник Земли впервые в мире разработан, изготовлен и запущен в СССР.

Л. Первый в истории космический корабль, способный перевозить человека, был создан и запущен в Советском Союзе с первым космонавтом на борту — гражданином СССР Ю. А. Гагариным.

**143. Перечислите, назовите...** Приготовьте бумагу и карандаш. Договоритесь о регламенте. Выберите компетентного арбитра. Прочитайте вопросы и запишите ваши ответы. По истечении лимита времени арбитр собирает листы и проверяет их. За каждый правильный ответ он ставит против фамилии соответствующего участника игры от 1 до 5 баллов в зависимости от качества этого ответа. Затем суммирует данные по каждо-

му участнику. Выигрывает тот, кто набрал больше баллов.

А. Перечислите известные вам методы создания резьбовых поверхностей.

Б. Назовите инструменты, используемые при обработке профиля зубьев зубчатых колес.

В. Какие вы знаете способы поверхностного упрочнения металлов?

Г. Приведите области применения деталей из биметаллов.

Д. Перечислите известные вам материалы, применяемые для изготовления металлорежущих инструментов.

Е. Какие вы знаете методы обработки отверстий в металле?

Из арсенала самоделок

**144. Портативный модулемер.** Одним из главных параметров зубчатого колеса является, как известно, модуль  $m$ , который равен отношению диаметра делительной окружности  $d_d$  к числу зубьев  $z$ .

Для того чтобы зубчатое зацепление функционировало нормально, колеса, работающие в паре, должны иметь одинаковые модули. Вот почему этот параметр играет первостепенную роль при проектировании и изготовлении зубчатых колес, а также при их подборе и за-

Таблица 4

Размеры (мм) гребенок модулемера

Маркировка	$K$	$h$	$L$	$z$	$t$	$b$	$r$
M1	1	2,2	4,97	16	3,14	1,57	0,3
M1, 25	1,25	2,75	50,3	13	3,93	1,96	0,4
M1, 5	1,5	3,3	55,5	12	4,71	2,35	0,4
M1, 75	1,75	3,85	53,7	10	5,49	2,74	0,5
M2	2	4,4	55,1	9	6,28	3,14	0,6
M2, 25	2,25	4,95	5,5	8	7,07	3,53	0,7
M2, 5	2,5	5,5	53,2	7	7,85	3,92	0,7
M2, 75	2,75	6,05	58,6	7	8,64	4,32	0,8
M3	3	6,6	54,5	6	9,42	4,71	0,9
M3, 25	3,25	7,15	59,1	6	10,21	5,10	1
M3, 5	3,5	7,7	52,5	5	10,99	5,49	1
M3, 75	3,75	8,25	56,3	5	11,78	5,89	1,1
M4	4	8,8	60	5	12,56	6,28	1,2
M4, 5	4,5	9,9	53,4	4	14,14	7,07	1,3
M5,	5	11	59,3	4	15,70	7,85	1,5





При изготовлении модулемера рекомендуется для каждой модульной рейки предварительно изготовить контршаблон, которым можно было бы контролировать размеры впадин в процессе доводки.

**145. Штангенциркуль для взвешивания проката.** Одним из самых распространенных в машиностроении измерительных инструментов является штангенциркуль. Им можно контролировать наружные и внутренние диаметры деталей с точностью 0,1, 0,05 и 0,02 мм. Он удобен для разметочных и многих других работ. Однако еще далеко не использованы все возможности этого замечательного универсального измерителя. Иногда он находит совершенно неожиданное применение, например, для определения массы металлических прутков — круглого, квадратного, шестигранного и других профилей при отсутствии таблиц. Точность данного метода «взвешивания» практически вполне достаточна при работе на складах и заготовительных участках, а также при использовании подъемных и других транспортных средств.

Расчет производится по следующей формуле:

$$m = \frac{\pi \rho}{4} d^2 L,$$

где  $m$  — масса прута, в кг;  $\rho$  — плотность данного металла, г/см<sup>3</sup>;  $d$  — диаметр прутка, см;  $L$  — длина прутка, см.

В целях упрощения расчетов при определении массы определенного металла (например, стали) неизменные числа в указанной выше формуле могут быть выделены как постоянный коэффициент  $K$ . Например, для стали круглого сечения

$$K = \frac{\pi \rho L}{4 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 7,8 \cdot 100}{4 \cdot 1000} = 0,612.$$

После определения указанного коэффициента при «взвешивании» стального прутка достаточно измерить в сантиметрах его диаметр  $d$  и определить длину  $L$ . При этом масса данного прутка  $m = Kd^2L$ .

Для удобства использования данным методом, определения массы прутков различных металлов и профилей целесообразно предварительно рассчитать коэффициенты  $K$  для каждого из них, а также подготовить соответствующие графики (рис. 34), сделав расчеты массы 1 м указанных прутков. Имея такие графики, можно до-

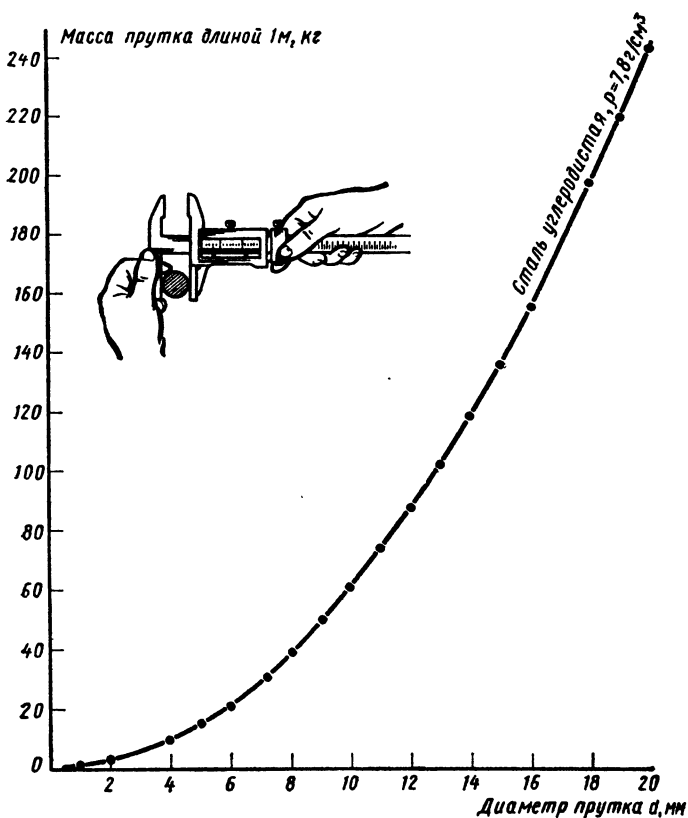


Рис. 34. Штангенциркуль для определения массы проката

можно быстро определить массу прутка по замеру его диаметра и длины.

**Задание.** На рис. 34 показан для примера график для определения массы круглых стальных прутков. Перечертите его на лист миллиметровой бумаги, рассчитайте и добавьте кривые для определения массы прутков из меди, латуни и алюминия, а также массы стальных прутков с квадратными и шестигранными профилями сечения.

**146. Удаление чугунной стружки.** При сверлении глухих отверстий в чугунных деталях большое затруднение вызывает удаление стружки. Были различные попытки использовать для этой цели сжатый воздух. Остроумную

идею предложили английские специалисты (рис. 35). В трубку 1, диаметр которой несколько больше диаметра обрабатываемого отверстия в детали 3, впаивана медная трубка 2 меньшего диаметра, в которую поступает сжатый воздух по стрелке А.

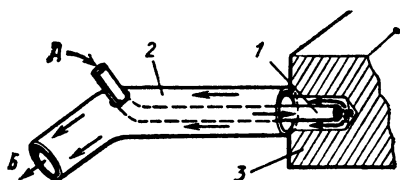


Рис. 35. Устройство для отсасывания чугунной стружки из глухих отверстий

Под действием воздушного потока стружка из глухого отверстия детали выдавливается в трубку 2 и по стрелке Б направляется в стружкосборник. Таким образом, посредством весьма простого устройства была решена довольно сложная задача.

**147. Неисчерпаемые возможности одного прибора.** Индикатор часового типа успешно применяют для измерения различных параметров. Его широко используют конструкторы контрольно-измерительных приспособлений. Однако возможности этого прибора еще далеко не исчерпаны. Вот два примера эффективного применения индикатора, которыми вы можете при необходимости воспользоваться в своей практической деятельности.

1. Межосевые расстояния в корпусных деталях (например, корпус коробки скоростей) имеют весьма важное значение. Однако контроль этого параметра вызывает большие затруднения и требует специальных приспособлений (например, индикаторных скоб для каждого размера). Но эта задача может быть решена с достаточной точностью и с помощью универсального измерительного инструмента — модернизированным штангенциркулем. Необходимо лишь снабдить его индикатором (рис. 36,а). К рамке 3 штангенциркуля 4 привинчена стойка 2 с индикатором 1, измерительный стержень которого свободно проходит через отверстие в подвижной губке. Настройка заданного размера обычно выполняется по нониусу, а для более точных работ — по блоку плоскопараллельных мер. При измерении расстояния между осями контрольных валиков радиусами  $R$  и  $R_1$ , установленных в отверстиях проверяемой детали, штангенциркуль ориентируют в плоскости, перпендикулярной осям указанных валиков, так, чтобы его неподвижная губка находилась в контакте с одной оправкой, а вершина штифта индикатора касалась второй оправки. Легко

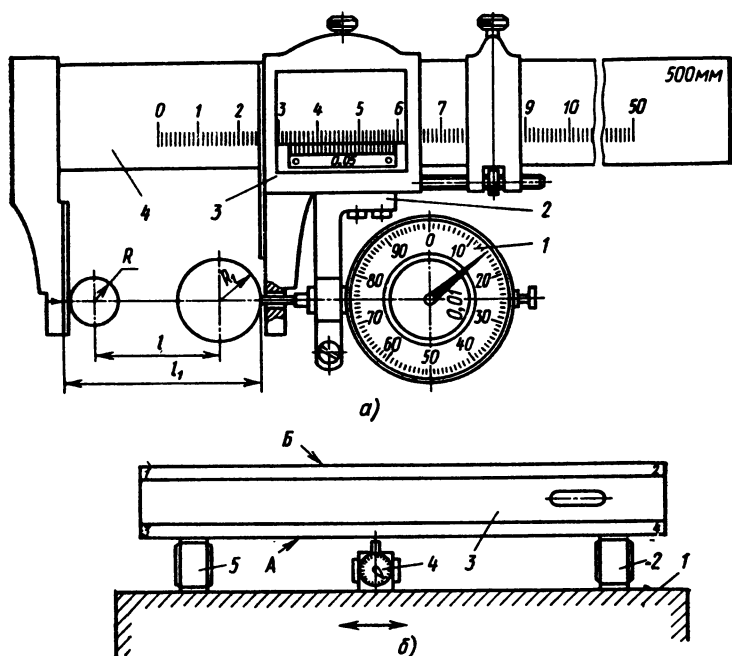
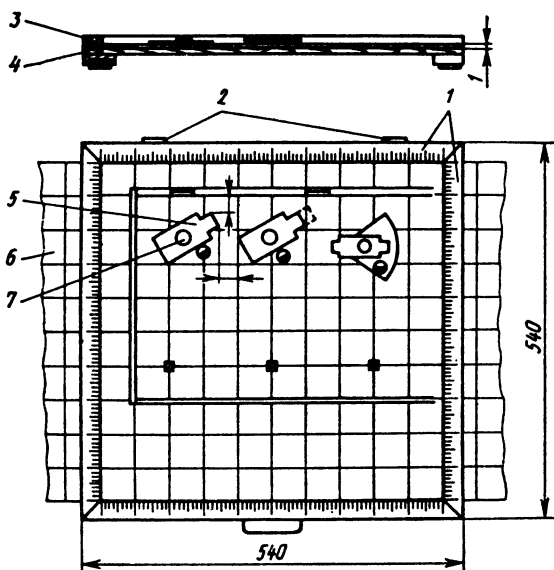


Рис. 36. Приспособления с индикаторами часового типа

качая штангенциркуль, можно по индикатору определить отклонение от предварительно установленного межосевого расстояния  $l$ , учитывая при этом, что  $l = l_1 - (R + R_1)$ , где  $l_1$  — настроечный размер штангенциркуля;  $R, R_1$  — радиусы валиков.

2. Индикатор 4 (рис. 36, б) может быть использован и для контроля прямолинейности поверхности 1. Для этого на контролируемую поверхность устанавливают два одноразмерных кубика 2 и 5, на которые накладывают аттестованную линейку 3. Перемещая индикатор, штифт которого касается линейки, можно по его шкале определять колебания расстояний между линейкой и проверяемой плоскостью, а по этим данным судить о прямолинейности указанной плоскости. Чтобы исключить погрешность линейки в результате изгиба, контроль ведут по двум ее сторонам А и Б и определяют средние арифметические отклонения в разных точках линейки.



**Рис. 37. Магнитный планшет для технологических планировок оборудования**

Предложите схему индикаторного устройства, повышающего точность контроля какой-либо известной вам детали.

**148. Планировочный магнитный планшет.** Правильное размещение металлорежущих станков и другого технологического оборудования в цехе (на участке) играет первостепенную роль в повышении производительности труда и качества продукции при соблюдении установленных правил по технике безопасности. Можно привести немало примеров, когда рациональная технологическая планировка (расстановка) оборудования принесла значительный эффект (сокращение производственного цикла, обеспечение многостаночного обслуживания, экономия производственных площадей и т. д.) без дополнительных затрат. Однако найти наиболее оптимальный вариант размещения металлорежущих станков и другого оборудования — дело сложное. Поэтому проектировщики (технологи) обычно «проигрывают» на плане цеха (участка) несколько вариантов планировок. Делается это посредством специальных масштабных карточек (контуров оборудования в плане), которые расклады-

ваются на общем плане проектируемого (или реконструируемого) завода, цеха, участка. Эта работа связана с определенными неудобствами. Бумажные карточки то и дело сдвигаются и даже разлетаются при малейшем движении воздуха (например, когда хлопнула дверь), поэтому их приходится закреплять кнопками или булавками.

Применением простого приспособления — планировочного магнитного планшета (ПМП) (рис. 37) можно в значительной мере облегчить труд технологов и проектировщиков (он может послужить хорошим учебно-тренировочным пособием). Он состоит из стальной пластины 4, к которой шарнирами 2 прикреплена рама 3 с линейками 1. Перед работой на планшет накладывают и прижимают рамой лист миллиметровой бумаги 6, на котором вычерчен план цеха (участка) без оборудования, в соответствии с принятым масштабом (например, 1 : 100). Затем на этом плане размещают отобранные для данного цеха (участка) карточки 5 (первый вариант) и на каждую из них накладывают (приклеивают) магнитную пластину 7. После анализа первого варианта технологической планировки выполняют (при обсуждении) корректировку перестановками карточек и рассматривают второй вариант. И так далее до тех пор, пока не будет найдена наиболее рациональная планировка.

После нормоконтроля (проверки по нормативным требованиям) и согласования с соответствующими службами разложенные карточки, слегка нажимая карандашом, очерчивают, а затем, сняв их с планшета, окончательно наводят контуры станков и другого оборудования с учетом размеров их подвижных частей и радиусов открывающихся крышек (дверок), включенных в габариты каждой карточки, а также места оператора. На карточках, изготовленных из плотной чертежной бумаги, должны быть нанесены надписи с указаниями модели станка, а при необходимости и некоторые его основные технические данные (например, расстояние между центрами для токарных станков, размеры рабочего стола для фрезерных станков и т. п.). Изготовить планировочный магнитный планшет, как видно из рисунка, вовсе нетрудно, а его использование не только полезно, но и увлекательно. Если приклеить магнитные пластины к карточкам, можно планшет превратить в демонстрационную доску (наподобие шахматной)

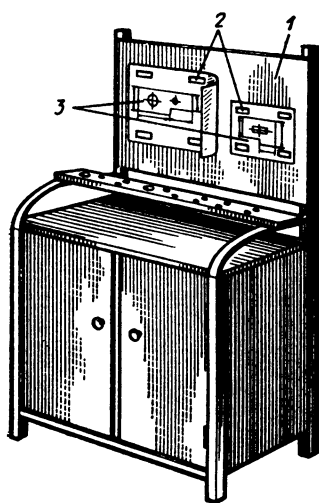
и использовать ее при коллективном обсуждении различных вариантов технологических планировок производственного оборудования и других подобных целей. (Для изготовления магнитных карточек могут быть использованы магнитоэласты — гибкие магнитоносители на основе феррокомпозитов, подобно магнитным лентам, которые применяются на дверцах некоторых холодильников.)

**149. Магниты держат чертежи.** Чертеж детали — это важнейший производственный документ, который в процессе ее обработки обязательно должен находиться на рабочем месте. Иногда чертежи и технологические карты хранятся в прозрачных целлофановых конвертах. Это удобно в цеховых условиях. Однако лучше всего, если эти документы будут висеть так, чтобы рабочий при первой необходимости мог заглянуть в чертежи или другой документ. В этих целях вблизи станка обычно устанавливают специальные стенды, доски или планки, на которые навешивают чертежи посредством кнопок или другим способом. В результате этого документы рвутся и портятся. Между тем этого легко избежать посредством магнитного устройства, которое не только обеспечивает лучшую сохранность технической документации, но и позволяет легко снимать и навешивать чертежи разных размеров в наиболее удобном положении (ровно, под углом, боком и т. п. — в зависимости от выполняемой операции). Подобное устройство изготовить нетрудно. Для этого требуется лишь тонкий, гладкий стальной лист и несколько мелких магнитов. Конструкция этого устройства вполне понятна из рис. 38.

**150. Напильниковый «утиг».** Вырезка и резка посредством различных механических ножниц широко применяются в современном машиностроении. Но если на резку 1 м<sup>2</sup> листовой стали требуется 30—40 с, то на зачистку его острых кромок уходит 5—10 мин. Простое устройство из двух напильников (рис. 39) может значительно облегчить эту операцию, обезопасить труд и повысить его производительность.

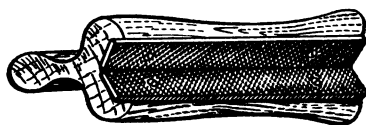
**151. Полезная номограмма.** При определении режимов резания станочникам приходится рассчитывать необходимую частоту вращения  $n$  (мин<sup>-1</sup>) шпинделя на токарном станке (или инструмента на сверлильном станке) по рекомендуемым скоростям резания  $v$  (м/мин), а в некоторых случаях — определять соответствие частот вращения шпинделя, установленных на данном станке, рекомендуемым скоростям резания.





**Рис. 38. Инструментальный шкаф со щитом для технических документов:**

1 — щит из листовой стали; 2 — магнитные пластинки; 3 — чертеж и технологическая карта

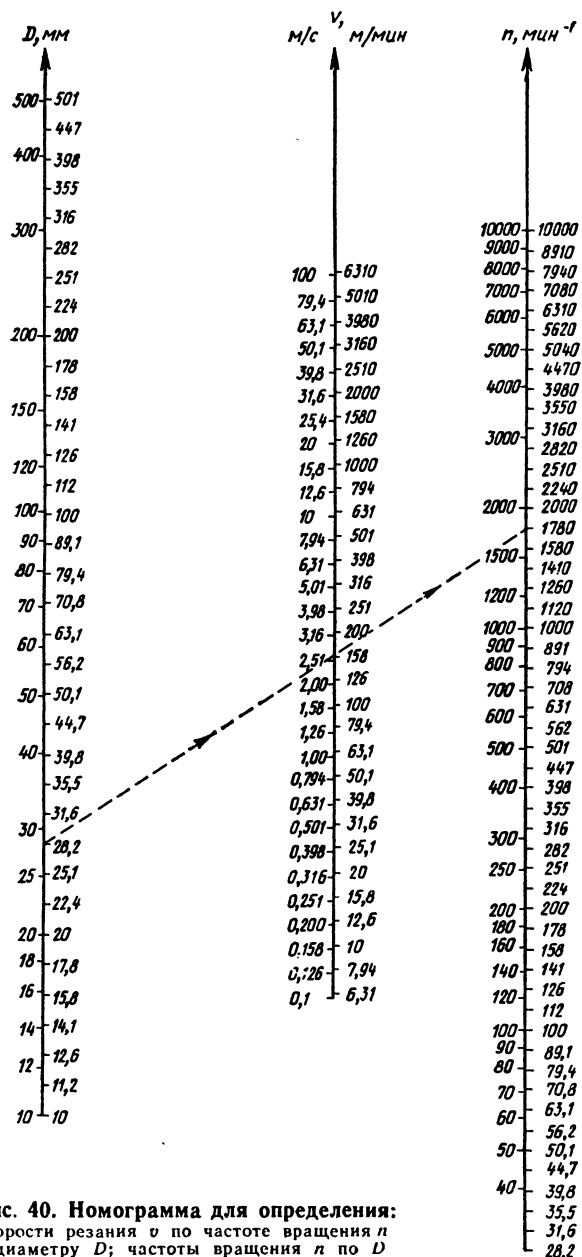


**Рис. 39. Сдвоенный напильник для снятия фаски на кромках листового металла**

Обычно расчет выполняют по формулам:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} ; \quad v = \frac{\pi Dn}{1000} .$$

Расчеты эти несложны, однако на рабочем месте производить их не всегда удобно. Выполнить эту задачу вам поможет номограмма (рис. 40). Если вы ее аккуратно и точно вычертите тушью на плотной бумаге, наклеите на картонке и будете держать в прозрачном целлофановом конверте, она вам будет служить длительное время для быстрого определения указанных выше параметров без каких-либо расчетов. Метод нахождения частоты вращения  $n$  шпинделя (инструмента) по рекомендуемой справочниками скорости резания  $v$  для деталей с различными диаметрами  $D$  вполне понятен по приведенному на рисунке (пунктирная линия) примеру. Для этого достаточно наложить на номограмму обычную линейку так, чтобы ее кромка проходила через соответствующие отметки на вертикальных шкалах  $D$  и  $v$ . При этом точка пересечения линейки с линией  $n$  покажет искомую частоту вращения. А при определении скорости резания по известной частоте вращения шпинделя и диаметру детали линейку ориентируют по шкалам  $D$  и  $n$ , а пересечение линейки со шкалой  $v$  обозначит фактическую скорость резания при данной частоте вращения шпинделя (инструмента).



**Рис. 40. Номограмма для определения:**  
 скорости резания  $v$  по частоте вращения  $n$   
 и диаметру  $D$ ; частоты вращения  $n$  по  $D$   
 и  $v$ .

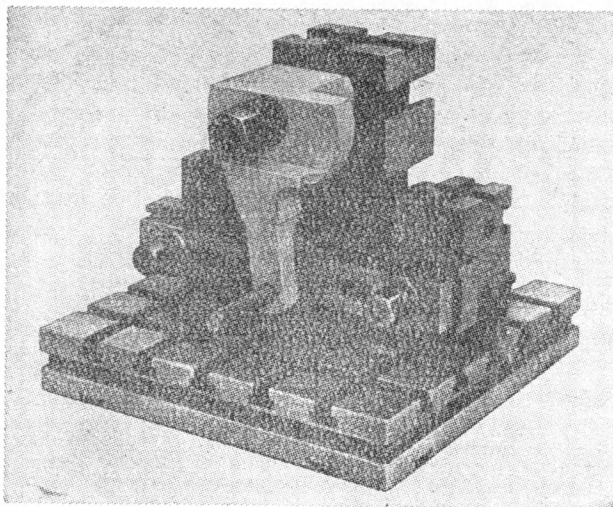
## Раздел VI

### ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

3. А. В Милане, в 1335 г. Б. Нюрнбергский механик П. Хенлейн, в 1510 г. В. Х. Гюйгенс воспользовался эффектом изохронности малых колебаний маятника (независимость периода его колебаний от амплитуды), открытым Г. Галилеем. Г. Выдающимся механиком И. П. Кулибиным — в России и часовым мастером П. Лерца — во Франции (независимо) в целях устранения погрешностей работы часов, связанных с изменениями температуры окружающей среды, было предложено использовать для изготовления маятников биметалл (материал, состоящий из двух металлов). 5. а) Координатно-расточной станок, для финишной обработки отверстий, расположение которых должно быть точно выдержано, а также для прецизионных фрезерных и других точных работ. б) Зубодолбежный полуавтомат, для обработки цилиндрических прямозубых и косозубых колес с наружным и внутренним зацеплением, посредством круглых (зубчатых) долбяков, методом обкатки. в) Многооперационный станок с ЧПУ, для обработки заготовок корпусных деталей на одном рабочем месте с автоматической сменой инструмента. г) Круглошлифовальный станок, для наружного шлифования в центрах заготовок деталей типа тел вращения. д) Вертикально-сверлильный станок, для сверления, зенкерования, зенкования, развертывания отверстий, подрезания торцов изделий и нарезания внутренних резьб метчиками. е) Токарно-револьверный станок, для обработки заготовок с использованием револьверной головки. ж) Радиально-сверлильный станок, для сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания, растачивания и нарезания резьб метчиками в крупных деталях. з) Поперечно-строгальный станок, для обработки плоских и фасонных поверхностей сравнительно небольших заготовок. и) Горизонтально-расточной станок, для растачивания отверстий в крупных деталях, а также для фрезерных и других работ. к) Плоскошлифовальный станок, для шлифования периферий круга плоскостей различных заготовок при возвратно-поступательном движении стола и прерывистой поперечной подаче шлифовальной бабки. л) Зубофрезерный полуавтомат, для фрезерования зубьев цилиндрических прямозубых и косозубых шестерен, для обработки червячных колес методом обкатки червячной фрезой,

а также фрезерования наружных шлицевых поверхностей. м) Универсально-фрезерный станок, для фрезерования плоскостей, винтовых канавок, зубьев шестерен и при наличии соответствующих принадлежностей — также для долбежных, шлифовальных и ряда других работ. н) Внутришлифовальный станок, для шлифования цилиндрических и конических отверстий. о) Бесцентрово-шлифовальный станок, для шлифования цилиндрических, конических и фасонных поверхностей тел вращения диаметром 3—75 мм методами сквозной (напроход) и поперечной подачи. п) Токарно-винторезный станок, для разнообразных токарных работ и нарезания резьб. 6. А. Станок-автомат выполняет все необходимые для данной работы движения без содействия человека, требуется лишь предварительная наладка и общий контроль за работой до того момента, пока не будут израсходованы загруженные заготовки или исходные материалы. На полуавтомате рабочему необходимо загружать каждую заготовку в отдельности и таким же образом выгружать обработанные на данной операции заготовки после автоматической остановки станка по окончании каждого цикла. Б. Автоматическая линия (АЛ) — это комплекс станков, прессов или других машин — орудий, автоматически выполняющих весь объем работ по изготовлению детали (изделия) в соответствии с установленным технологическим маршрутом при общем управлении и едином автоматическом транспортном устройстве. В отличие от АЛ станок-автомат способен выполнять лишь одну или несколько совмещенных технологических операций. В. При работе на станке с ЧПУ автоматизируют не только работу самого станка, но и процессы поступления информации о необходимых перемещениях инструмента относительно заготовки. При этом информация сообщается механизму управления станка в виде закодированной программы, представляющей собой условную систему числовых обозначений. Программными носителями станков с ЧПУ могут быть перфорированные карты и бумажные ленты, магнитные ленты и т. п. Станки с ЧПУ отличаются от обычных станков (полуавтоматов и автоматов) не только конструктивными и технологическими особенностями, но и способностью весьма быстро перенастраиваться на обработку различных изделий, что обеспечивает их эффективное применение, в целях автоматизации серийного и даже единичного производства.

8. А. Вершинами вперед, так резать металл легче и удобней. Б. Развод делается для уменьшения трения инструмента. На дисковых фрезах (круглых пилочках) эту задачу выполняют «поднутренные». (Толщина инструмента уменьшается по направлению к центру.) 9. А; Б; Г; Д; Е; З; К; Л; М; Н; О; П; С. 10. а) Отрезной резец. Наличие двух режущих частей на одной державке. б) Проходной резец, оснащенный твердосплавной пластиной. Поворотная многогранная пластина дает возможность обработать в 5 раз больше заготовок без повторной заточки резца. в) Спиральное сверло. Из инструментальной стали сделана только режущая часть, а приваренный к ней хвостовик — из более дешевого материала. г) Шабер. Оснащение сменной пластинкой. д) Ножовочное полотно, имеющее с обеих сторон зубья. е) Двустороннее сверло. Сокращает расход металла в 1,5—2 раза по сравнению с обычным сверлом. 11. Резать различные твердые материалы водой вместо реза вполне возможно. Но при этом струя жидкости диаметром не более 0,2 мм должна быть направлена на заготовку под большим давлением и с огромной скоростью (600—700 м/с). Опыт австрийских инженеров, создавших специальный станок, в котором вместо реза применяется водяная струя, показал, что резание данным методом не только характеризуется высокой производительностью, но и обеспечивает ровную поверхность и высокое качество среза (отсутствие каких-либо заусенцев, волокон, прижогов и других дефектов). В СССР также были выполнены опыты и успешно применен метод обработки твердых материалов жидкой струей, например отверстий, вместо сверления. 12. а) Московский инструментальный завод «Калибр». б) Одесский завод фрезерных станков им. С. М. Кирова. в) Московское станкостроительное объединение «Красный пролетарий». г) Ленинградское инструментальное производственное объединение. д) Томский завод режущих инструментов. е) Ставропольский инструментальный завод. ж) Одесское станкостроительное производственное объединение. 20. Универсально-сборные приспособления (УСП) (рис. 41). Они в значительной степени снижают трудоемкость и время изготовления оснастки. Детали и элементы, из которых изготавливают УСП, могут после разборки одной компоновки использоваться многократно для других устройств. Применение УСП



**Рис. 41. Универсально-сборное приспособление с закрепленной в нем деталью**

сокращает время технологической подготовки производства новых изделий. При создании УСП была использована идея «детского конструктора». 21. Инженер-новатор, Константин Сергеевич Алексеев — директор фабрики золота и серебра товарищества золото-каштанительного производства в Москве (ныне Московский кабельный завод «Электропровод»). Здесь в конце XIX в. был создан первый в России цех по изготовлению алмазных волок (фильеров). Автор проекта — К. С. Алексеев, наряду с инженерно-технической работой горячо увлекавшийся театром, с которым был тесно связан с юных лет под псевдонимом Станиславский (с 1885 г.). После Великой Октябрьской социалистической революции замечательному актеру и режиссеру, организатору общества искусства и литературы в России, одному из организаторов Московского художественного театра (ныне МХАТ СССР им. Горького), видному теоретику театра — Константину Сергеевичу Станиславскому было присвоено звание Народного артиста СССР. 22. В 1881 г. впервые продемонстрировал электродуговую сварку ее автор — русский инженер Николай Николаевич Бенардос, приехавший в Париж из Петербурга как представитель завода, основанного знаме-

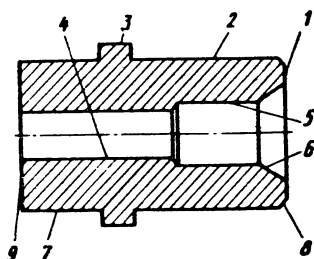


Рис. 42. Комплексная деталь для групповой обработки

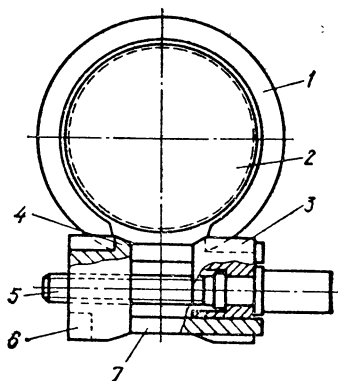


Рис. 43. Устройство для установки обжимных колец в канавки

нитым русским электротехником П. Н. Яблочковым, для распространения «свечи Яблочкова». 23. На рис. 42 дан эскиз комплексной детали. Номера поверхностей соответствуют номерам переходов (см. табл. 2). 25. Резцы: *a* — проходной; *b* — резьбовой; *в* — подрезной; *г* — отрезной; *д* — фасонный; *e* — расточной; *ж* — проходной отогнутый. 26. Для этого может быть использовано простое приспособление, разработанное на Барнаулском заводе механических процессов. Кольцо 1 (рис. 43) помещают в выступы 4 подвижных губок 3 и

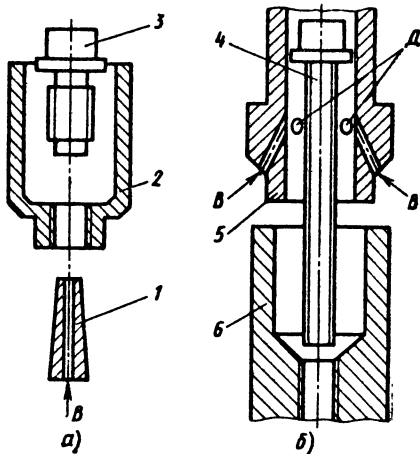


Рис. 44. Схема относительного расположения деталей при аэродинамическом ориентировании:

*a* — детали 3 с коротким хвостовиком относительно форсунки 2; 1 — сопло; *b* — детали 4 с длинным хвостовиком относительно форсунки 6; 5 — лоток (направляющая трубка) с отверстиями *D* для подачи воздуха *B*

6. Затем винтом 5 разводят губки, сидящие на направляющей 7, разжимая таким образом кольцо, которое после этого свободно устанавливается на вал. 2. 32. Автор роторных линий — известный советский ученый и конструктор, заслуженный изобретатель РСФСР, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР, академик АН СССР Лев Николаевич Кошкин. Ему принадлежит идея и конструкторские разработки, а также экспериментальные исследования и внедрение этого оригинального оборудования. 34. В 1928 г. советский ученый С. Я. Соколов предложил использовать ультразвук для обнаружения трещин, раковин и других дефектов в твердых телах. Это было началом применения ультразвука для дефектоскопии. 38. Струя воздуха подается через отверстие, в которое должна запасть деталь 1 (рис. 44). При этом благодаря наличию фланца на этой детали она приобретает необходимую устойчивость вдоль вертикальной оси (аэродинамический эффект), что обеспечивает ее западание в отверстие форсунки 2 после прекращения подачи воздуха под действием собственного веса. 39. Важными функциями заводских технологов, кроме перечисленных, являются: активное участие во внедрении нового прогрессивного инструмента и оснастки на рабочих местах; контроль за соблюдением технологической дисциплины на соответствующих производственных участках; поиск технологических возможностей экономии металла, инструмента, трудовых и других ресурсов. 43. Француз П. Эрротело, американец Ч. Холл. Оба родились в 1863 г. и умерли в 1914 г. 44. А. а) композит-10; б) ВКЗМ, композит-10; в) алмазный резец; г) резец из углеродистой стали У8 или У10А; д) шлифовальный круг из синтетических алмазов. Б. Под руководством академика Л. Ф. Верещагина. 46. В машиностроении клеевые композиции применяют для склеивания: сверл, фрез и другого инструмента из быстрорежущей стали с хвостовиками из других недефицитных сталей; пластмассовых накладных направляющих с чугунными корпусами станин, суппортов и других деталей, кристаллических сверхтвердых материалов с державками; элементов ячеек солнечных батарей на космических кораблях; пластмассовых гидроприводов; рулонной и листовой кровли на железнодорожных вагонах и во многих других случаях. 52. Одним из способов использования хо-



лода для получения и формирования заготовок является применение «ледяного штампа», который отличается еще большей простотой по конструкции и технологии работы, чем его «тепловой собрат». Он состоит из жесткой матрицы с отверстиями для выхода воздуха и крышки, которая после установки под нее металлического листа-заготовки прочно закрывается откидными болтами. Под крышку заливают воду и затем всю форму охлаждают. При этом вода, превращаясь в лед, расширяется и давит на лист, штампуя необходимую заготовку.

54. Пневмотиски — для закрепления деталей сжатым воздухом на станках и других машинах; краскораспылители — для равномерного покрытия изделий при окрасочных работах; пневмозубило — для механизации трудоемких рубильных работ; воздушный насос — для накачивания, например, автомобильных колес и других подобных целей; пневматический тормоз — для остановки поезда и иных транспортных средств; воздушная подушка — например, для речных и морских судов и т. п.; кондиционеры — для поддержания постоянных параметров (температуры, влажности, давления) воздуха, например в цехах, предназначенных для изготовления и сборки особо точных деталей станков и приборов; аппарат для измерения кровяного давления; пневмозахваты промышленных роботов для бездефектного захвата и транспортирования изделий; вакуумные приспособления — для крепления деталей на металлообрабатывающих станках, подхвата и переноса стеклянных листов и т. п.; пневматическая шахтная крепь (резинокордовая «гармошка», наполняемая сжатым воздухом, применяется для закрепления свода забоя в угольных шахтах); пневмооболочки — для быстрого сооружения складов, выставочных павильонов и т. п., а также для надувных лодок, матрацов, мебели и т. п.

56. А. Магнит уже успешно используют для указанных инструментов. Это подтверждает следующие примеры. Обычные клепальные молотки кое-где заменены электромагнитными молотками-пистолетами, одновременно «стреляющими» навстречу друг другу с двух сторон панели по оси заклепки. Сигнал на двусторонний удар молотков поступает от ведущего молотка в центральный пульт управления. Затем с пульта к электромагнитным катушкам подается разрядный ток конденсаторов. По данным американской фирмы «Бо-

**Рис. 45. Импульсные электромагнитные ножницы:**

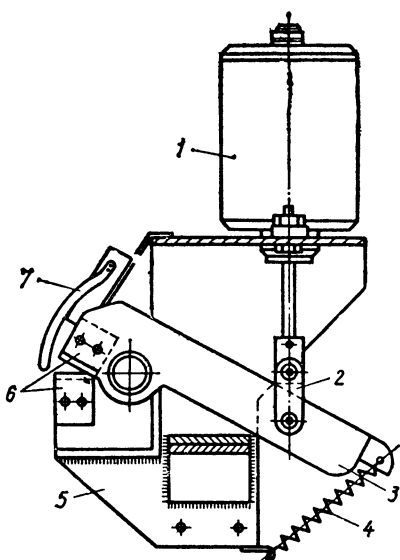
1 — соленоид; 2 — шарнирная тяга; 3 — вращающийся рычаг; 4 — пружина; 5 — корпус; 6 — ножи; 7 — флажковый выключатель

инг», при электромагнитном методе клепки по сравнению с работой обычными молотками на клепальных автоматах производительность труда увеличивается в 2—3 раза и повышается качество шва. Кроме этого, значительно снижается шум в цехах.

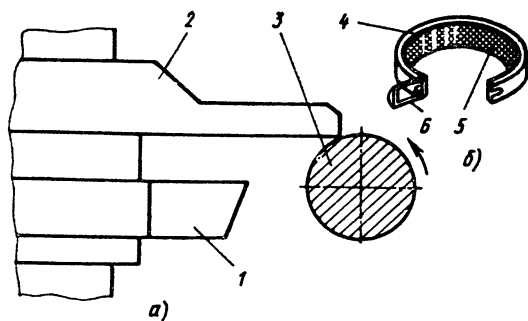
В цехах удержания мелких крепежных элементов в устойчивом состоянии на Кемеровском

электротехническом и других заводах успешно применяют отвертки, в обоймах которых установлены магниты. Это значительно облегчает труд слесарей-монтажников;

ножницы, приводом в которых служит магнит, уже нашли применение на ряде предприятий, по сравнению с механическими они занимают значительно меньшее место, более безопасны в обслуживании и легче поддаются механизации и автоматизации. На рис. 45 приведен общий вид электромагнитных ножниц, разработанных на заводе «Ташкенткабель». Б. Возможность применения магнита для финишной обработки деталей доказали ленинградские ученые, предложив оригинальный технологический процесс доводки. Заготовку помещают между полксами магнитного индуктора постоянного тока. В оставшиеся небольшие зазоры засыпают ферромагнитный абразивный порошок, который под действием магнитного поля прижимается к изделию, совершающему вращательное и осевое возвратно-поступательное движение. Порошок постепенно сдирает с заготовки тончайшие слои металла. За 30 с работы установки значительно снижается шероховатость обрабатываемой поверхности закаленной стальной детали. В. Задача может быть выполнена посредством магнитного поля, направленного в сторону, противоположную от-



клонению полосы. При этом повреждения ее полностью исключаются. 67. Примерами средств и методов борьбы с коррозией могут быть: грунтовка и покраска; гальваническое покрытие (хромом, никелем, цинком и т. п.) и химическое оксидирование (например, обработка стали в водном растворе из едкого натра, азотнокислого натрия и т. п.); фосфатирование (покрытие слоем нерастворимого в воде фосфата железа); смазывание маслом с добавлением ингибиторов (замедлителей коррозии). Можно привести еще ряд других примеров. 69. А. По мнению некоторых специалистов, можно изготавливать шарики для подшипников пустотельными. Специалисты считают, что таким путем можно в значительной мере повысить износостойкость этих изделий. На земле осуществить такое предложение чрезвычайно трудно, а в космическом пространстве эта идея вполне разрешима путем литья. Под действием поверхностного натяжения капли расплава принимают в условиях невесомости точную сферическую форму. И если ввести внутрь этих сфер инертный газ, можно получить прецизионные шарики, способные существенно повысить износостойкость шарикоподшипников. Это лишь один из примеров постановки задач перед исследователями космоса. Б. Металлообрабатывающие станки пресса и другое оборудование, предназначенные для эксплуатации на борту космического корабля, должны обеспечить нормальную работу всех частей и механизмов в условиях практического отсутствия земного притяжения, должны отличаться широчайшей универсальностью и технологической гибкостью, минимальными тепловыделением и массой, не должны загрязнять окружающую среду и т. д. Этот перечень условий может быть продолжен. Попробуйте это сами сделать. 71. А. «Нормализованная гайка». Б. Требования ОСТА и РСТ должны соответствовать ГОСТам, а СТП, кроме этого, — еще и стандартам отрасли и соответствующей республики. 74. Цветные провода в электромонтажных схемах, разноцветная окраска подвижных и неподвижных частей станков, разноцветные сигнальные лампочки и кнопки на пультах управления и т. п. 75. На правом станке вследствие недостаточной жесткости заготовки; на втором станке вследствие недостаточной жесткости станка. 76. Достаточно, например, закрепить выступающий над отрезным резцом закаленный стальной брусок (рис. 46, а) так,



**Рис. 46. Виброгасители:**

*a* — упор; 1 — резец; 2 — стальной брусок; 3 — заготовка; *б* — хомут; 4 — обруч стальной, 5 — прокладка резиновая; 6 — защелка

чтобы он касался заготовки, чтобы свести к минимуму ее дрожание во время отрезки. А ленинградские новаторы К. Барашов и О. Сидоров предложили опоясывать металлопоролоновым обручем тонкостенную заготовку (рис. 46, б) перед обработкой. Это в значительной мере поглотит ее вибрацию в процессе обточки. 77. Раковины, трещины, рыхлоты, течи и другие пороки чугунного литья могут быть исправлены газовой сваркой, низкотемпературной пайкосваркой с чугунной присадкой и другими методами. Дефекты малоуглеродистых стальных отливок устраняются дуговой сваркой (без предварительного нагрева изделия) стальными электродами. 79. Из рис. 47 понятно решение. 86. Смотрите рис. 48. 92. Из рис. 49 вполне понятна конструкция и работа универсальной поворотной оправки для обработки торца заготовки, расположенного под углом к оси. 93. Устройство (рис. 50) состоит из цилиндра 3, заполненного маслом, штока 1, крышки 4, оси 5. Для работы его подвешивают к крану, а на крюк 6 самого устройства надевают трос с грузом. Когда последний приближается к станочному столу на расстояние 30—50 мм, рабочий прекращает его движение и вывинчивает винт 7, открывая, таким образом, выход масла из верхней полости цилиндра 3. При этом цилиндр под тяжестью груза будет плавно опускаться вниз, а масло будет медленно переливаться в его нижнюю полость. Это обеспечит плавное опускание груза. Затем устройство снимают. Цилиндр при этом в результате воздействия пружины 2 возвращается в исходное положение.

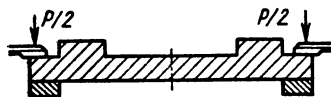


Рис. 47. Правильное закрепление заготовки на столе станка

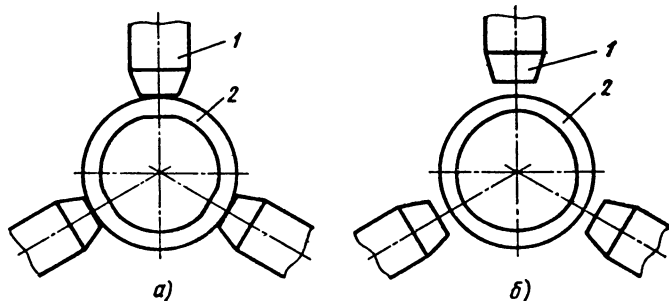


Рис. 48. Деформация полого цилиндра при его обработке на токарном станке:

а — до обработки; б — после разжатия губок; 1 — губки самоцентрирующего патрона; 2 — цилиндр

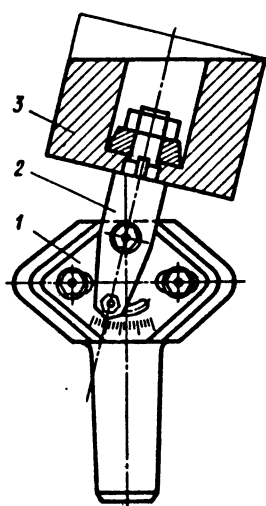


Рис. 49. Поворотная оправка для обработки торца детали под углом к оси:

1 — корпус; 2 — оправка; 3 — заготовка

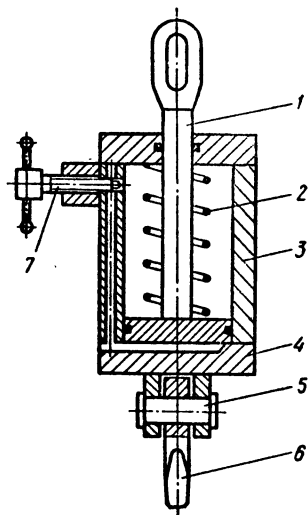
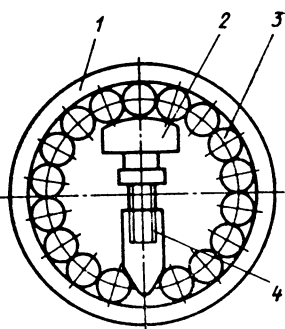


Рис. 50. Приспособление для плавного опускания и установки детали на станке

Рис. 51. Приспособление для одно-  
временного крепления цилиндрических  
деталей при групповом шлифо-  
вании торцов:

1 — корпус; 2 — прижимная губка; 3 —  
обрабатываемая заготовка; 4 — клин



Чтобы устройство снова было  
готово для использования, винт 7  
следует завернуть до отказа. Мо-  
гут быть и другие конструкции  
подобных устройств. 94. На рис.  
51 приведен пример приспособ-  
ления для группового крепления роликов 3 при шлифо-  
вании их торцов. Заготовки укладывают  
плотно друг к другу и поджимают к корпусу 1  
одновременно губкой 2  
и клином 4 винтового домкрата. 97. На рис. 52  
приве-  
ден общий вид приспособления для крепления тонко-  
стенных втулок на внутришлифовальном станке.  
В корпусе 12, закрепленном на шайбе шпинделя  
станка, устанавливают соответствующую сменную  
втулку 5, в которую помещают обрабатываемую  
заготовку. Быстросменное кольцо 1 со втулкой  
4 насаживается на штанги 2. При установке и снятии  
обрабатываемой заготовки необходимо гайку 10 по-  
вернуть так, чтобы она выдвинула штанги 2,  
сжимая при этом пружины 8 и давая возможность  
свободно снять и установить кольцо 1, а также  
заменить обрабаты-  
ваемую заготовку.

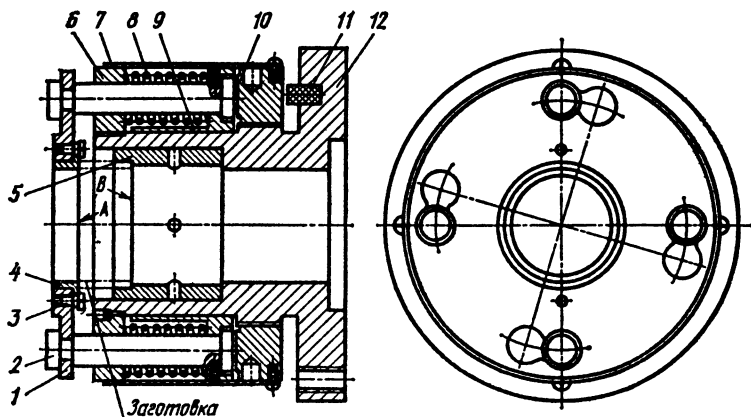


Рис. 52. Устройство для закрепления тонкостенных втулок при  
внутреннем шлифовании

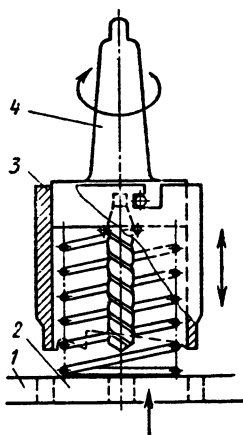


Рис. 53. Обработка пластмассовых заготовок комбинированным сверлом с пружинным выталкивателем:

1 — лист из текстолита; 2 — заготовка; 3 — чашечный резец; 4 — хвостовик

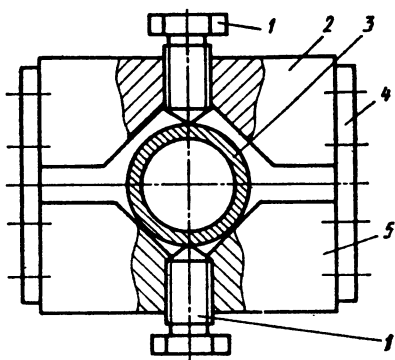


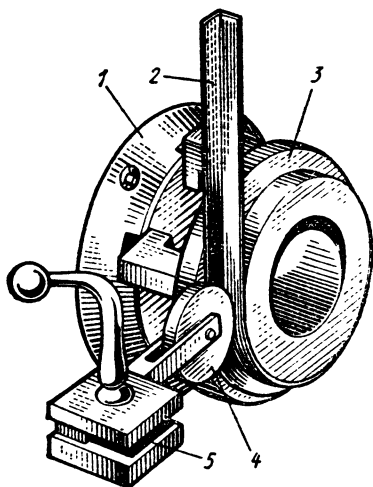
Рис. 54. Устройство для двустороннего корнения трубы:

1 — винты-кернеры, 2 — верхняя призма; 3 — труба; 4 — щeka; 5 — нижняя призма

мую заготовку. При вращении гайки 10 в обратном направлении штоки 2 под действием пружины 8 втягиваются в корпус, увлекая кольцо 1. Таким образом, обрабатываемая заготовка зажимается по торцам между поверхностями А и В быстросменных втулок. Для ограничения ухода штанги 2 служат втулка 9 и гайка 6. Амортизаторами упорной гайки 10 являются три резиновые пробки 11. Для безопасности работы, защиты пружины и других деталей установлен кожух 7. Два винта 3 предотвращают поворот быстросменных втулок вместе с зажатой заготовкой в процессе шлифования. Опыт показал, что отклонение геометрической формы втулок, например, с толщиной стенки 3 мм и внутренним диаметром 54 мм после обработки на внутришлифовальном станке не превышало 0,01 мм. 98. В чашечную часть сверла (рис. 53) устанавливают спиральную пружину, центрируемую внутренним сверлом. В процессе сверления заготовка поджимает пружину, а по окончании операции и подъема шпинделя со сверлом пружина автоматически выталкивает заготовку. 99. На рис. 54 показано разметочное устройство с двумя встречными винтами-кернерами. Если между ними за-

Рис. 55. Приспособление для изготовления на токарном станке кольца правильной формы из уголка:

1 — патрон; 2 — уголок; 3 — диск; 4 — ролик; 5 — резцедержатель



жать заготовку, их заостренные вершины создадут на ней соответствующие лунки для последующего сверления. 100. На рис. 55 показано устройство, предложенное невинномысскими слесарями Н. Д. Матасовым и Э. Е. Шевцовым. В патроне 1 зажимают

диск 3, наружный диаметр которого соответствует диаметру воздухопровода. Конец отрезка уголка устанавливается в «замок». Затем подводят ролик 4, кронштейн которого крепится в резцедержателе 5. Станок включают с минимальной частотой вращения и производят огибание уголка (предварительное и окончательное обжатие). Затем концы кольца сваривают — и фланец из уголка готов. 102. В этих целях может быть применено, например, шарнирное устройство типа синусной линейки, в которой угол подъема предметного столика устанавливают посредством плоскопараллельных мер. Выполните эту работу самостоятельно. 103. Задача вполне разрешима. Это доказал американский изобретатель Дж. Лемельчан, который предложил оригинальный способ литья. В подготовленную для заливки форму монтируют в соответствующем положении (по трассам будущих каналов) тонкостенные трубки из легкоплавкого металла. Затем форму заливают горячим расплавом. При этом через трубки непрерывно прокачивают охлаждающую смесь, благодаря которой они сохраняют достаточную жесткость. Вокруг холодных трубок расплав стынет в первую очередь. Когда слой затвердевшего расплава на трубках уже не в состоянии обеспечить их требуемую жесткость, прекращают прокачку охлаждающей жидкости. Через некоторое время труб-



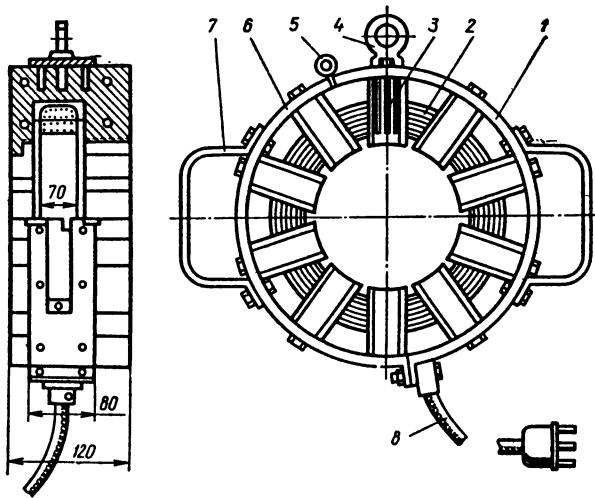


Рис. 56. Схема приспособления для разогрева демонтируемой втулки:

1, 6 — стальной кольцевой блок; 2 — обмотка; 3 — сердечник (вторичная обмотка); 4 — рым-болт; 5 — шарнир; 7 — ручка; 8 — кабель

ки под действием тепла отливки расплавляются и образовавшийся расплав вытекает, а каналы остаются в требуемых местах отлитой детали. (В нашем примере — это канал в форме спиральной пружины.) 104. Нет, не так. Проточка оправки и навивка на ней пружины могут быть успешно выполнены, если пруток, подлежащий обработке, будет натянут, как струна, между трехкулачковым патроном передней бабки и другим патроном, закрепленным в свободно вращающемся приспособлении, установленном (подобно вращающемуся центру) в пиноли задней бабки токарного станка. Такой технологический прием предотвращает вибрацию и изгиб нежесткой оправки. 105. а) Сверление, штамповка, газовая резка, взрыв, струя воды под большим давлением (гидропушка); б) Электронскровой метод, прошивка лазерным лучом и др. 106. А. Существуют различные способы решения этой задачи, один из них — индукционный подогрев снимаемой детали. На рис. 56 показано такое устройство — индуктор, включаемый в однофазную сеть частотой 50 Гц. Его вторичной обмоткой служат сердечники из трансформаторного железа; в рабочем состоянии они замкнуты на массу снимаемой

детали. Наведенный во вторичной обмотке ток совместно с возникающими в этой детали током Фуко в течение 20—30 с разогревает втулку настолько, что она легко снимается с вала. Б. Необходимо через втулку полностью залить стакан маслом; затем вставляют в отверстие стержень с манжетой. После этого достаточно произвести резкий удар молотком по торцу этого стержня, а масло мгновенно вытолкнет втулку. 107. А. Нет. Закаленные до высокой твердости (HRC 65...66) стальные детали можно успешно точить резцами, оснащенными сверхтвердыми материалами, например нитридом бора (композит-10) или керамикой (ВОК 60). Б. Да. Например, при обработке твердых сплавов на электроискровом станке материалом для инструмента может служить латунь и другие мягкие металлы и сплавы. В. Нет. Эта задача может быть успешно выполнена при нагреве кольца или охлаждении вала. Г. Да. Однако только при выполнении чистовых операций, так как черновое фрезерование заготовок (с большими припусками) может нарушить точность прецизионного станка. 108. Простейшим путем механизации подачи инструмента при сверлении на токарном станке является установка в резцедержателе специальной разрезной втулки (подкладки) квадратного сечения с осевым отверстием, имеющим диаметр, соответствующий диаметру применяемого сверла. Другой способ — сцепление посредством специального крючка, который сцепляет заднюю бабку с суппортом станка. В обоих случаях инструмент равномерно перемещается при механической продольной подаче суппорта. 109. Нет, не всегда. Так, например, при работе полого сверла (трапанационное сверление) входящий внутрь сверла стержень из обрабатываемого материала часто заклинивается и ломается, нарушая процесс сверления. К тому же стержень сильно затрудняет проникновение в зону резания СОЖ. Если же отверстие в полем сверле расположить эксцентрично относительно его наружной поверхности, то диаметр вырезаемого стержня при сверлении будет меньше диаметра отверстия в сверле. Это обеспечивает свободное выпадание стержня после сверления, а также создает условия для поступления СОЖ через сердцевидный зазор между стержнем и сверлом. Вот почему отклонение от соосности отверстия в указанных сверлах не только не является недостатком, а напротив, играет

положительную роль. Другой пример. При фрезеровании шпоночного паза пальцевой фрезой, диаметр которой меньше требуемой ширины паза, точный размер этого паза может быть достигнут, если ось фрезы соответственно смещена относительно оси вращения шпинделя. Это явление успешно используется при работе на некоторых шпоночно-фрезерных станках. Существуют также для этой цели специальные эксцентриковые патроны. 110. Следует предварительно перед навивкой закрутить проволоку по оси. Это и обеспечивает значительное повышение усилия изготавливаемых пружин. 111. Деталь следует сориентировать и подвесить так, чтобы секущая плоскость располагалась горизонтально. Затем нужно опустить ее в воду, залитую в емкость, до соответствующего уровня и нанести по ее периметру риску у зеркала воды. Б. Воспользуйтесь простым и остроумным предложением слесаря А. М. Михайловского. Он изготовил резьбовые пробки с заостренными вершинами (кернеры), завинтил их в глухие отверстия патрона так, чтобы острые вершины находились в одной плоскости, параллельной торцу патрона, затем наложил на них планшайбы, сцентрировав ее с патроном и легко ударив по ней молотком, получил отпечатки, по которым просверлил все отверстия в планшайбе

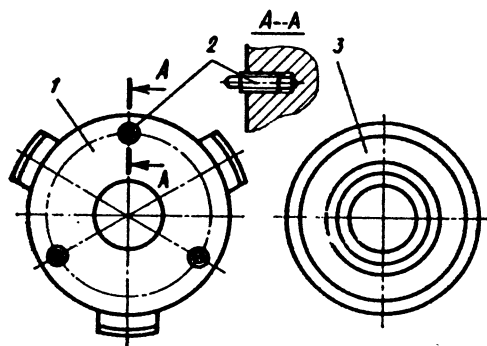


Рис. 57. Схема разметки посредством резьбовых кернеров:

1 — корпус патрона с глухими отверстиями; 2 — резьбовые кернеры; 3 — шайба, подлежащая разметке

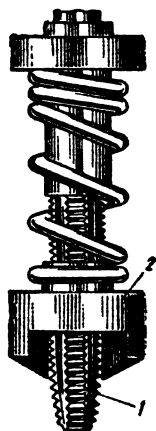


Рис. 58. Комбинированный инструмент для нарезания резьбы и снятия фаски:

1 — метчик; 2 — зенковка

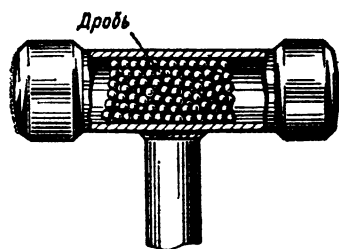


Рис. 59. Молоток без отдачи

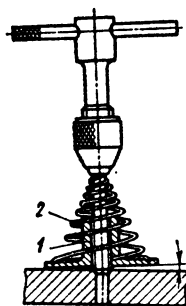


Рис. 60. Приспособление, предотвращающее перекос оси резьбового отверстия:  
1 — втулка с опорным фланцем; 2 — пружина

(рис. 57). 112. а) Сварка трением биметаллических сверл, фрез, ступенчатых валов и т. п. б) Резание металла, когда для обеспечения необходимой стойкости инструмента приходится применять специальные охлаждающие жидкости и другие средства. 113. Эту задачу можно успешно решить, если на обычный метчик надеть зенковочную головку с пружиной (рис. 58). Глубина фаски устанавливается упором. 114. Интересный вариант разжима труб предложили ученые и специалисты Днепропетровского металлургического института. В нагретую до температуры пластического деформирования металла герметически закрытую с обеих сторон заготовку трубы нагнетают воду, предварительно нагретую до температуры 350 °С. Соприкасаясь с металлом, вода мгновенно превращается в перегретый (до 700 °С) пар с 1000-кратным увеличением в объеме. Таким образом, предотвращается резкий нагрев разжимаемой паром заготовки и, следовательно, опасность появления трещин и структурных изменений в металле. Необходимый объем и форма трубы достигаются внутренними стенками специальной матрицы, в которой была помещена заготовка. Благодаря предварительному нагреву металла нет необходимости создавать очень большие и опасные давления в несколько тысяч атмосфер. 115. Можно. Чугунный вал следует предварительно сильно сжать по его оси, а затем постепенно без ударов согнуть на правой машине. Это объясняется тем, что у сжатой заготовки растягивающие напряжения в процессе изги-

ба резко падают, чем достигается возможность согнуть чугунный вал без каких-либо дефектов. 116. Задача может быть весьма просто решена посредством липкой ленты (например, лейкопластырь), которую наклеивают (без натяжки) на периферию кулака. Затем на ленту наносят метки соответствующих участков. После этого сняв ленту, можно легко измерить по отметкам общий периметр и размеры его отдельных участков. Опыт показывает, что погрешность такого метода не больше, чем при работе курвиметром. 117. Маршрутная карта и ведомость документов. 118. Второй шар, как и первый, выточили из стали. Но он был пустотелым и частично (на 70—80 % объема полости) заполнен мелкими стальными шариками. Когда шар летит вниз, шарики под действием сил инерции отжимаются вверх, а после удара об плиту — они устремляются вниз, поглощая энергию отдачи шара и не давая ему отскочить от плиты. Этот эффект успешно используется, например, в специальных инерционных молотках (рис. 59) для предотвращения отдачи инструмента, которая снижает производительность при правке заготовок из упругих материалов и на некоторых других работах. 119. Эта задача может быть успешно решена дробеметом, направляющим поток мелких металлических шариков на вращающуюся заготовку. 120. Смазать шарик густым смазочным материалом (например, ЦИАТИМ, солидолом и т. п.). 121. Ответ на этот вопрос еще в 60-х годах дали харьковские новаторы. Их «газированная вода», конечно, отличалась от той, которая подается из автомата при опускании в него монеты. Но вода осталась водой, а вместо углекислого газа для создания смеси изобретатели использовали «жидкий азот». Работа осуществляется следующим путем. В герметически закрытый штамп на матрицу требуемой формы укладывают заготовку и в его полость заливают воду. Затем туда же подают определенную порцию жидкого азота, который почти мгновенно испаряется, создавая огромное давление. Заготовка тут же принимает форму матрицы и, следовательно, становится деталью. Применение «газированной воды» при штамповке обеспечивает резкое повышение производительности труда и высокое качество изготавливаемых деталей. 122. Простое устройство, показанное на рис. 60, в значительной мере решает эту проблему. Могут быть и другие технические решения.

123. а) Нарезание резьбовых поверхностей на токарно-винторезном станке. б) Обработка отверстий и других поверхностей с малыми допусками межосевых расстояний и других параметров на координатно-расточном станке. в) Покрытие листов из одного металла тонким слоем другого металла (например, сталь алюминием). г) Механические операции, выполняемые на станках сверлильной группы (вертикально-сверлильная, радиально-сверлильная, сверлильно-центровальная и т. п.). д) Отделочная операция, выполняемая посредством специального оборудования суперфинишного приспособления, по обработке цилиндрических поверхностей колеблющимися (мягкими) абразивными брусками при вращении обрабатываемой заготовки и возвратно-поступательном перемещении инструмента вдоль ее оси для снижения шероховатости. е) Обработка заготовки методом пластического деформирования — давлением. ж) Формообразование профиля зубьев зубчатых колес методом обкатки посредством специального инструмента — зубчатого долбяка на зубодолбежном станке. з) Отделочная обработка внутренних и наружных цилиндрических поверхностей посредством разжимных абразивных брусков, установленных в инструменте (хоне), совершающем вращательное и возвратно-поступательное движение. и) Фрезерование торцов и обработка (сверление) центральных отверстий цилиндрических заготовок на фрезерно-центральном полуавтомате. к) Доводочная обработка опорных поверхностей центровых отверстий шлифовальным кругом на центрошлифовальном станке. л) Образование неразъемных соединений с помощью заклепок. м) Механическая обработка внутренних и наружных поверхностей заготовки посредством многозубового инструмента (протяжки) на протяжном станке. 124. Производительность конвейера непрерывного действия не зависит от расстояния, на которое перемещается груз, чего нельзя сказать об автокране или подъемном кране. 125. Реальность. Речь идет о плоскосворачиваемых стальных трубах, изготавливаемых по методу Киевского института электросварки им. Е. О. Патона. Для транспортирования эти трубы сворачивают подобно пустому противопожарному рукаву, а на месте использования разворачивают по трассе трубопровода и раздувают сжатым воздухом. При этом формируется цельная труба соответствующего сечения.

Но в отличие от брезентового рукава металлическая труба после снятия давления практически сохраняет круглую форму и размер сечения. 126. Фрезерование: а) Уступа, концевой фрезой. б) Плоскости, торцевой фрезой с применением универсальных тисков. в) Закрытого паза, на вертикально-фрезерном станке шпоночной фрезой. г) Паза, Т-образной фрезой. д) Паза типа «ласточкин хвост», фасонной фрезой. е) Разрезание заготовки дисковой фрезой. 127. а) Фреза червячная цилиндрическая для обработки зубьев зубчатых колес. б) Шейер цилиндрический, служит для тонкой обработки зубьев цилиндрических колес. в) Фреза концевая с коническим хвостовиком, применяется для обработки плоскостей и уступов. г) Фреза торцовая со вставными ножами, оснащенными сверхтвердым материалом (композитом), предназначена для обработки твердых сталей и чугунных отливок. д) Червячная фреза для обработки червячных колес. е) Спиральное сверло. ж) Концевая фреза для обработки пазов. з) Долбяк дисковый для обработки зубьев зубчатых колес. и) Зенковка. к) Сверло спиральное. л) Развертка цилиндрическая для доводки отверстий. м) Резец подрезной со вставкой трехгранной твердосплавной пластинкой для токарных станков с ЧПУ. н) Сегмент для сборной дисковой фрезы. о) Зубострогальный резец. п) Протяжка для обработки шпоночных пазов. 128. а) Для слесаря. б) Для плотника. в) Для каменщика. г) Для сапожника. д) Для кровельщика. е) Для обойщика. ж) Для слесаря. з) Молоток-кирка строителя. и) Для слесаря. 129. а) Технология характеризует способы и приемы (или сами рабочие операции и их порядок) получения, обработки или переработки сырья материалов и полуфабрикатов, а также сборки и разборки, ремонта и транспортирования, складирования и контроля изделий, материалов и т. п. Как научная дисциплина, технология занимается разработкой и совершенствованием указанных способов и приемов. А экология является наукой биологической, которая изучает биосферу и взаимоотношения между живыми организмами, включая человека и окружающую среду. Следовательно, если экология охватывает область отношения между живыми организмами и природой, то технология касается лишь методов, которыми пользуется человек с целью преобразования природы для своих нужд и потребностей.

б) Гравитация (или тяготение) является общим свойством тел притягивать друг друга, а кавитация — это нарушение, разрыв сплошности потока жидкости с образованием в нем пустоты, в которую выделяются пузырьки газов. в) Миниметр — это прибор для измерения линейных размеров особо точных (до 0,001 мм) изделий, в котором преобразовательным элементом служит неравноплечий рычаг, а манометр предназначен для измерения гидростатического давления (давления жидкости). г) Эскаватор — это самоходная машина, предназначенная для выемки и перемещения, погрузки и разгрузки грунтов и различных сыпучих материалов, а эскалатор — механическая движущаяся лестница — служит для перемещения больших людских потоков (например, в метро). д) Бароскоп используется для демонстрации «потери массы» телами в воздухе, а баростат предназначен для автоматического поддержания заданной низкой температуры в холодильных камерах. е) Аккумуляция — это название технологической операции по изготовлению днищ цельнокованых барабанов и т. п. Нагретый конец барабана подвергается обжимке (заковке) в штампе под гидравлическим давлением. Аккумуляция же означает накопление (например, электроэнергии в электрическом, жидкости в гидравлическом и газа в пневматическом аккумуляторах).

130. а) Смазочно-охлаждающая жидкость. б) Единая система технологической документации. в) Единая система конструкторской документации. г) Единая система технологической подготовки производства. д) Универсально-сборные приспособления. е) ППР — планово-предупредительный ремонт. ж) ЧПУ — числовое программное устройство (например, станки с ЧПУ). з) УНП — универсально-наладочное приспособление. и) НОТ — научная организация труда. к) Токи высокой частоты (например, установка для закалки ТВЧ). л) Стандарт предприятия.

131. При полной загрузке подвижное дно ящика находится в нижнем положении. По мере изъятия заготовок дно под действием пружин постепенно перемещается вверх, поднимая оставшийся груз и создавая, таким образом, впечатление, что заготовок в ящике не убавляется. 132. Шлифовщик не учел, что в процессе работы он неоднократно правил шлифовальный круг, в результате чего уменьшался его диаметр, что привело к снижению скорости резания (м/с):



$v = \frac{d_{кр} \pi n}{1000 \cdot 60}$ , где  $d_{кр}$  — диаметр круга, м;  $n$  — частота

вращения круга, мин<sup>-1</sup>. А сокращение скорости резания, в свою очередь, ухудшило качество обрабатываемой поверхности. 133. Не мене 95 % использования металла обеспечивает технология изготовления компенсационных колец из проволоки. Работа выполняется по следующему технологическому маршруту: навивка пружины требуемого диаметра из соответствующей проволоки; разрезка пружины на кольца, правка колец, шлифование торцов. 134. а) 2, 9; б) 4, 11, 12, 17, 18, 23, 29; в) 1, 5, 6, 8, 13, 14, 16, 19, 20, 22, 24, 25, 28; г) 7, 26; д) 3, 10, 15, 21, 27, 30. 135. А. Да, но при внутреннем зацеплении. Б. Да. Например, качество токарного станка определяется его надежностью, точностью, производительностью, технологическими возможностями, удобством обслуживания и другими показателями. В. Нет. Это касается только ГОСТа, а ОСТ обязателен лишь в данной отрасли и для предприятий и учреждений, являющихся потребителями ее продукции. РСТ обязателен для предприятий и других организаций республиканского и местного подчинения данной союзной республики независимо от их ведомственной принадлежности. СТП разрабатывают в производственных объединениях, на заводах и фабриках и действуют в их пределах. Причем эти отраслевые и республиканские стандарты должны соответствовать всем требованиям соответствующих Государственных стандартов СССР, а стандарты предприятий, кроме этого, — стандартам отрасли или республики, в подчинении которых они находятся. Г. Нет. Шероховатость обработанных поверхностей должна быть оптимальной, т. е. наиболее выгодной, в зависимости от конкретных условий. Д. Да, прямые методы контроля являются более эффективными прежде всего потому, что износ шлифовального круга существенно снижает точность контроля при использовании косвенных методов АК. Е. Нет. Если деталь после обработки имеет температуру, значительно отличающуюся от температуры окружающей среды, и, следовательно, применяемых измерительных средств, результаты измерений будут неточными. Поэтому детали в таких случаях должны быть выдержаны определенное время для их остывания до 20 °С. Ж. Нет. Этого нельзя делать, так как в данном случае допустимая погреш-

ность измерения инструментом (0,01 мм) больше допуска на проверяемый параметр (0,005 мм). З. Да, может быть, если детали из стали 20 подвергались цементации с последующей закалкой. И. Нет. Для обработки черных металлов инструмент из натуральных и синтетических алмазов применять не рекомендуется, так как углерод, являющийся компонентом чугуна и стали, может вступить в реакцию с алмазом, являющимся модификацией углерода. Для обработки черных металлов следует использовать инструмент, оснащенный эльбором, гексанитом и другими сверхтвердыми композиционными материалами, изготовленными на основе нитрида бора. К. Нет. Для обработки серого чугуна следует применять инструмент, оснащенный твердым сплавом ВК6, ВК8, ВКЗМ и т. п. Л. Да, эту задачу в настоящее время выполняют, например, на многооперационных станках. М. Да. Принцип взаимозаменяемости обеспечивает внутризаводское и межотраслевое кооперирование и специализацию производства. Он является одним из факторов, обеспечивающих механизацию и автоматизацию труда, а также повышение долговечности машин (возможность снабжения их запасными частями). Следовательно, его соблюдение экономически целесообразно. Однако в отдельных случаях в результате экономического анализа может быть установлено, что некоторые детали более выгодно изготавливать с расчетом на их небольшую подгонку в процессе сборки, так как полная взаимозаменяемость в данном случае вызывает необходимость уменьшения допусков на размеры ряда деталей и может привести к существенному повышению их трудоемкости. Но несоблюдение принципа взаимозаменяемости не может касаться деталей, подлежащих замене при ремонте изделия, а также, если это противоречит размерным данным или конфигурации применяемых стандартных и унифицированных частей данного изделия и его стыкующихся элементов с другими изделиями. Н. Это возможно достигнуть разными путями. Прежде всего следует помнить, что повышение качества продукции и ее надежности равнозначно увеличению ее выпуска (если она морально не устарела). Этому же могут способствовать модернизация оборудования, а также возможность замены быстроизнашиваемых частей, правильная эксплуатация и уход за ним и другие мероприятия. О. Правильно. Чувствительность

каждого прибора определяется как отношение интервала деления шкалы (расстояния между двумя соседними штрихами шкалы, в нашем примере — 1 мм) к цене деления (значение измеряемой величины, соответствующее одному ее делению, в данном случае — 0,01 мм). Следовательно, чувствительность индикатора действительно будет  $1:0,01=100$ . П. Неправильно. Предварительная настройка инструмента не только повышает точность и, следовательно, качество обработки, но в значительной мере сокращает вспомогательное время. Р. Нет. При сдувании стружки струей сжатого воздуха пыль, мелкая стружка и другая грязь попадают в зазоры между элементами станка, что приводит к ускорению его изнашивания и потере точности. Это также отрицательно отражается на находящемся вблизи оборудовании. Сжатый воздух может быть успешно использован при уборке оборудования лишь методом отсоса и отвода стружки и пыли. Для этого разработаны специальные устройства. 136. А. Гитара. Б. Гаммы. В. Струна. Г. Ритм. Д. Такт. Е. Горн. Ж. Клавиатура. З. Барабан. И. Аккордная. 137. г); д); ж); и); л); п). 138. А. Микрометр (мкм) — единица линейного размера, равная 0,001 мм. Б. Раньше она называлась «микрон». Переименована в 1967 г. на XIII Генеральной конференции по мерам и весам. В. Преобразовательным механизмом измерительного прибора — микрометра (точность измерения 0,01 мм) — является микропара винт—гайка, которая используется в отсчетных устройствах с XVI в. (например, в пушечных прицелах, оптических приборах и т. п.). 140. Скульптура была сделана из нитинола — проволоки, изготовленной из никелево-титанового сплава, который обладает магической «памятью». Если этому композиционному материалу придать определенную форму (в нашем случае — профиль журавля) при установленной температуре нагрева, то он не только сохранит эту форму после остывания, но, будучи деформированным в холодном состоянии, при повторном нагреве до соответствующей температуры опять примет свою первоначальную форму. В этом весь секрет. 141. А. Кулибин, 1735—1848 гг. Б. Винер, 1894—1964 гг. В. Гюйгенс, 1629—1695 гг. Г. Нартов, 1680—1756 гг. Д. Модсли, 1771—1831 гг. Е. Галилей, 1564—1642 гг. Ж. Звонкини, 1861—1928 гг. З. Тиме, 1838—1920 гг. И. Чернов, 1839—1921 гг. 142. А. 1949 г. Б. 1935 г. В. 1769 г.

Г. 1940 г. Д. 1783 г. Е. 1954 г. Ж. 1880 г. З. 1959 г. И. 1913 г. К. 1957 г. 4 октября; Д. 1961 г. 12 апреля. 143. А. Нарезание внутренней резьбы метчиками и наружной — плашкой; накатывание резьб; нарезание резьб резцом на токарно-винторезном станке; резьбошлифование и др. Б. зуборезные долбяки (дисковые и реечные); зуборезные головки; шеверы (дисковые и червячные); резцы зубострогальные и др. В. Закалка ТВЧ, покрытие нитридом титана на установке «Булат», напыление твердым сплавом электроннолучевым способом и др. Г. Подшипники скольжения (сталь + бронза), сверла, фрезы и т. п. (конструкционная сталь + быстрорежущая), сталь с антикоррозийным покрытием (алюминием, оловом и т. п.), ответственные электроконтактирующие изделия (латунь + серебро) и др. Д. Твердые сплавы, быстрорежущая сталь, алмазы (природные и синтетические), нитрид бора (эльбор, гексанит и прочие сверхтвердые композиты) и др. Е. Сверление, зенкерование, развертывание, внутреннее шлифование, пробивка штамповкой и др.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время, когда происходит коренное обновление материально-технической базы советского общества на основе достижений научно-технического прогресса, темпы создания новых конструкций машин и механизмов непрерывно растут. В этих условиях диапазон деятельности технологов-машиностроителей, а также огромного количества недипломированных, но весьма активных участников создания, внедрения и совершенствования технологических процессов — рабочих-новаторов — все больше и больше расширяется. Следовательно, для успешного решения задач интенсификации производства технологам, как и другим специалистам и квалифицированным рабочим машиностроения, особенно необходимо овладеть разнообразными знаниями и, прежде всего, технологией машиностроения, которая, как научная дисциплина, в значительной мере разработана учеными нашей страны.

Без основательного усвоения этой науки не может быть эффективного творческого участия в создании машин, стоящих на высоком уровне современной техники.

Ознакомившись с материалами этой небольшой книги, читатель получил лишь некоторое количество информации по различным разделам технологии машиностроения. Однако тот, кто почувствовал притягательную силу и увидел широкий простор для творческой профессиональной деятельности в области машиностроения, должен обратиться к специальной литературе. И, кроме того, он должен постараться изучить накопленный опыт, учитывая, что в освоении технологии машиностроения первостепенное значение имеет непосредственное знакомство с производством. Весьма важно видеть новые станки и другие машины в процессе их эксплуатации, услышать живое слово рабочих-новаторов, которых вполне заслуженно называют гроссмейстерами машиностроительного производства. Только таким путем можно добиться настоящего успеха в техническом творчестве и овладеть искусством технологии машиностроения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1969. 560 с.
2. Венецкий С. И. О редких и рассеянных (рассказы о металлах). М.: Metallurgy, 1970. 184 с.
3. Верников А. Я. Магнитные и электромагнитные приспособления в металлообработке. М.: Машиностроение, 1984. 165 с.
4. Вульф А. М. Резание металлов. 2-е изд., перераб. и доп. М.—Л.: Машиностроение, 1973. 496 с.
5. Гармаш И. И. Занимательная автоматика. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Радянська школа, 1982. 169 с.
6. Давыденко П. М. Организация труда технолога. Киев: Техника, 1978. 101 с.
7. Дерябин А. Л. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ. М.: Машиностроение, 1984. 221 с.
8. Жолондовский О. И., Лебедев Ю. А. Бой с пожирателями металла. М.: Знание, 1984. 143 с.
9. Кошкин Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. М.: Машиностроение, 1982. 336 с.
10. Локтева С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы. М.: Машиностроение, 1986. 320 с.
11. Михалев Л. И. В поисках точности. М.: Машиностроение, 1980. 123 с.
12. Попилов Л. Я. Советы заводскому технологу. Л.: Лениздат, 1975. 110 с.
13. Родин П. Р., Рышук Б. И. Инженер-машиностроитель (введение в специальность). Киев: Выща школа, 1975. 150 с.
14. Соболев П. А. Как научиться изобретать. Ужгород: Карпаты, 1973. 126 с.
15. Увеличение ресурса машин технологическими методами / В. А. Долецкий, В. Н. Бунтов, Ю. А. Легенкин и др. (Библиотека технолога). М.: Машиностроение, 1978. 216 с.
16. Темчин Е. А. Эра новых технологий. М.: Знание, 1977. 128 с.
17. Технология конструкционных материалов / Под ред. Г. А. Прейса. Киев: Выща школа, 1984. 360 с.
18. Холод в машиностроении / А. П. Клименко, Н. В. Новиков, Б. Л. Смоленский и др. М.: Машиностроение, 1969. 243 с.
19. Шихельман Г. Л. Рабочему о качестве металлообработки. М.: Машиностроение, 1980. 152 с.
20. Шихельман Г. Л. Фрезерование на прецизионных станках. М.: Машиностроение, 1971. 131 с.
21. Ящерицын П. И., Рыжов А. В., Аверченко В. И. Технологическая наследственность в машиностроении. Минск: Наука и техника, 1977. 256 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Раздел I. ФРАГМЕНТЫ ИЗ РОДОСЛОВНОЙ МАШИН И ИНСТРУМЕНТОВ . . . . .	7
Раздел II. ПУТЕШЕСТВИЕ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ МАР- ШРУТАМ . . . . .	23
Раздел III. МАЛЕНЬКИЕ РАССКАЗЫ О БОЛЬШИХ ПРОБ- ЛЕМАХ . . . . .	65
Раздел IV. ПРОБНЫЙ КАМЕНЬ ТЕХНОЛОГИИ . . . . .	98
Раздел V. МОЗГОВАЯ РАЗМИНКА . . . . .	118
Раздел VI. ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ . . . . .	146
Заключение . . . . .	171
Список литературы . . . . .	173

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЕ ИЗДАНИЕ

Геннадий Львович Шихельман

**ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Редактор **И. С. Форстен**

Художественный редактор **И. К. Капралова**

Технические редакторы **Н. М., Харитоновна, И. Н. Раченкова**

Корректор **И. М. Борейша**

ИБ № 5370

Сдано в набор 02.02.87 Подписано в печать 13.04.87 Т-04634.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага книжно жур№ 2. Гарнитура литературная.  
Печать высокая. Усл. печ. л. 9,24. Усл. кр.-отт. 9,49. Уч.-изд. л. 9,57.  
Тираж 40 000 экз. Заказ № 67. Цена 30 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение»,  
107076, Москва, Стромьинский пер., 4.

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете СССР по делам издательств,  
полиграфии и книжной торговли.

129041, Москва, Б. Переяславская ул., д. 46.



## Уважаемый читатель!

---

В 1988 году издательство «Машиностроение» выпустит в серии «Кем быть?»:

Л я м и н И. В. **Художественная обработка металлов.**  
— 3-е изд. — М.: Машиностроение, 1988. — 7 л.: ил. —  
(В обл.): 1 р. 30 к.

Рассказано о народном искусстве, творчестве людей, работающих в художественных промыслах, о вещах, созданных художниками и мастерами, о значении декоративно-прикладного искусства в жизни советского человека. Книга знакомит молодого читателя с приемами и технологией изготовления простейших художественных изделий из металла.

Второе издание вышло в 1984 г.

Для молодежи, оканчивающей школу и стоящей перед выбором профессии.

30 коп.

**КЕМ БЫТЬ ?!**



• МАШИНОСТРОЕНИЕ •