

6114.6
М55
СЕРИЯ

Chipmaker.ru

Передовая техника -
ОСНОВА
КОММУНИСТИЧЕСКОГО ТРУДА

Т

А. Я. Мехонцев

ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ
ВСЕМ ТОКАРЯМ

МАШГИЗ



БИБЛИОТЕКА РАБОЧЕГО- МАШИНОСТРОИТЕЛЯ

Серия книжек «Передовая техника — основа коммунистического труда» посвящена обобщению передового производственного опыта и достижений новаторов-машиностроителей, бригад и ударников коммунистического труда.

Цель серии — популяризация передовой техники производства, технических усовершенствований, прогрессивных методов и приемов работы новаторов уральских машиностроительных предприятий.

Издательство просит Вас сообщать свои замечания по выпускаемым брошюрам, а также темы, которые могли бы быть освещены в следующих выпусках.

*Наш адрес: Свердловск, ул. Малышева, 36,
Урало-Сибирское отделение Машгиза.*

90

ЕРЕДОВАЯ ТЕХНИКА-
ОСНОВА
КОММУНИСТИЧЕСКОГО
ТРУДА



выпуск

Т

Л. Я. Мехонцев

ЕРЕДОВОЙ ОПЫТ
ВСЕМ ТОКАРЯМ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1961 СВЕРДЛОВСК

Токарь завода «Уралэлектроаппарат» Л. Я. Мехонцев известен как неутомимый новатор. На его счету немало рационализаторских предложений по усовершенствованию и созданию оригинальных инструментов и приспособлений. Использование достижений, которые Л. Я. Мехонцев описывает в этой книге, поможет каждому токарю добиваться высокой производительности труда

Книга рассчитана на рабочих-токарей.

*Рекомендована к печати техническим советом
завода «Уралэлектроаппарат»*

Редактор канд. техн. наук С. П. Шабашов

УРАЛО-СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА
Редакция экономической и массовой литературы
Ведущий редактор Е. М. Макаров



ПРЕДИСЛОВИЕ

ригады и ударники коммунистического труда — наши маяки на пути в коммунистическое завтра. Ряды разведчиков будущего ширятся по всей стране. Сегодня уже более 12 миллионов трудящихся участвуют в этом великом движении современности. Трудовой героизм стал нормой поведения советского человека.

Досрочным выполнением семилетнего плана, замечательными трудовыми подвигами встречает наш народ XXII съезд КПСС. Много замечательных дел совершается в эти дни и на заводе «Уралэлектроаппарат», где коллективы и ударники коммунистического труда идут в аван-

гарде социалистического соревнования. Так, коллектив участка коммунистического труда изоляционного цеха, где трудится шестьдесят человек, которым руководит А. И. Волошина, из квартала в квартал досрочно выполняет план по намотке высоковольтной электроаппаратуры. Этот дружный и сплоченный коллектив является примером не только в цехе, но и на заводе.

Бригада коммунистического труда слесарей-сборщиков, которой руководит С. К. Богданов, выполняет нормы на 130—140%. Коллектив бригады работает на сборке мощных воздушных выключателей для линий электропередач высокого напряжения на дальние расстояния. Эта работа требует от рабочих больших знаний и высокой квалификации. Соревнуясь за достойную встречу XXII съезда КПСС, бригада дала обязательство выполнить семилетний план за 4 года, а ко дню открытия съезда Партии выполнить годовой план. Коллектив бригады разработал комплексный план мероприятий, направленных на повышение производительности труда. Из 7 человек в бригаде трое учатся в школе рабочей молодежи, четверо в школе экономического образования. Все они активные дружинники.

Успешно соревнуется за звание бригады коммунистического труда и бригада токарей-карусельщиков, руководит которой С. А. Топорков. Бригада обслуживает самый крупный на Урале карусельный станок с планшайбой диаметром 9 м. На станке обрабатывают корпуса статоров гидрогенераторов с внутренним диаметром до 12,5 м. Особенно много творческого труда, умения и смекалки было проявлено бригадой для досрочного изготовления уникального гидрогенератора мощностью 150 тыс. *квт*, предназначенного для одной из крупных строек — гидроузла Саньмыньси (КНР). Бригада взяла конкретные обязательства: благодаря рациональному использованию рабочего времени, внедрению в производство рационализаторских предложений и дальнейшему повышению производительности труда выполнить семилетний план за 3,5 года, а ко дню открытия XXII съезда КПСС выполнить полторы годовых нормы, выпускать продукцию высокого качества; повышать свой общеобразовательный и технический уровень; быть активными рационализаторами. Свои обязательства бригада С. А. Топоркова выполняет.

Хороший пример в работе показывает молодой токарь

Геннадий Мишарин, пришедший на завод после окончания технического училища. Он активно участвует в рационализации. Так, при обточке крупных деталей резцы быстро изнашивались и ломались. Геннадий Мишарин сконструировал универсальный резец, который можно применять в качестве подрезного и проходного. Резец вполне оправдал себя. Молодой рабочий учится на II курсе Уральского политехнического института им. С. М. Кирова.

Бригада коммунистического труда на участке сборки ртутных выпрямителей (бригадир А. П. Коньков) взяла на себя обязательство выполнить семилетку в 4 года и безусловно справится с ним. Бригада ежемесячно выполняет нормы на 133% при высоком качестве продукции. Все члены бригады учатся в школе или в техникуме.

Можно привести еще много примеров беззаветного труда электромашиностроителей. Новые черты в человеке, черты коммунистического общества рождаются не случайно. Они воспитываются на замечательных традициях советского рабочего, талантливого, глубоко влюбленного в свой труд и бесконечно преданного социалистической Родине, Коммунистической партии. Одним из представителей этого племени новаторов — уральских умельцев и является Леонид Яковлевич Мехонцев, опыт которого освещается в этой книжке. Леонид Яковлевич работает в ремонтно-механическом цехе завода «Уралэлектроаппарат». Здесь часто требуется высокое мастерство, чувство размера, быстрая ориентировка. Всеми этими качествами обладает Л. Я. Мехонцев. Глубокое понимание процессов обработки металлов резанием и огромный практический опыт позволили ему добиться больших производственных успехов.

В книге на ярких примерах показано, как можно, улучшая форму режущего инструмента, применяя простейшие приспособления, изменяя порядок операций, увеличить в несколько раз выпуск изделий, повысить их качество. Л. Я. Мехонцев — токарь-универсал, поэтому в его книге найдут много полезного молодые токари любого вида производства.

ПУТЬ К ВЫСОКИМ СКОРОСТЯМ

Более тридцати лет я работаю на токарном станке. И за все эти годы ни разу не пожалел о своем выборе. Мой труд для меня — источник постоянной творческой радости. Думаю, я вправе сказать, что труд токаря — такое же творчество, искусство: верный глаз и точность руки нужны токарю не меньше, чем, например, художнику. Хороший токарь может выполнять тончайшую работу: скажем, выточить деталь с толщиной стенок в две десятых миллиметра. Обтачивая на высокой скорости деталь, нужно отвести резец молниеносным движением в момент, когда, казалось, он вот-вот врежется в патрон.

Глазомер и натренированные руки, точность и вкус в отделке — качества, которые должны быть развиты у хорошего токаря. Вот поэтому токарь — мастер своего дела, подлинный художник.

Как токарь, я квалифицировался быстро: в 1931 г. получил пятый разряд, а уже через два года — седьмой. Скоро я понял, что токарное дело не только искусство, но и наука; жадно читал разные пособия и руководства по обработке металлов.

Особенно глубоко связь своей работы с наукой я стал ощущать в послевоенные годы. В эти годы было освоено скоростное резание.

Вместе с десятками лабораторий, вместе с сотнями ученых в поиски, в исследования включились тысячи и десятки тысяч новаторов. И надо сказать, основные открытия в области скоростного резания были сделаны на заводах. Борткевич, Быков и другие передовые токари показали невиданные скорости резания металлов. Токарь Бирюков предложил новую геометрию резцов. Немало внесли нового и уральцы — токари Яковлев, Остапенков и др.

При высоких скоростях и температурах условия резания изменились. Возникли новые задачи, которые нужно было решить на рабочем месте, и они были решены. Понятно, что это возможно только в стране, где технический прогресс и развитие науки — всенародное дело.

Уральский писатель Павел Петрович Бажов хорошо подумал, что в труде нужна «живинка». Назовем ли мы ее технической выдумкой или рабочей смекалкой — смысл один: работать надо с огнем. Конечно, нужна в труде еще и сноровка. И подчас даже трудно отделить

ее от смекалки. Неправы те, кто на первое место ставит физическую ловкость, быстроту движений. Нужно ли доказывать, что главное — это осмысленность труда. Хочу рассказать о таком случае.

Вскоре после окончания войны заводу было дано большое задание — изготовить сошники для плугов. Заказ передали нашему цеху. На токарных станках у детали снималась фаска. Работа нехитрая, но за смену обтачивали на станке не больше 30 сошников. А делать их надо было десятками тысяч. Сам я не работал на сошниках, но, видя тяжелое положение в цехе, предложил приспособление для крепления сошников. Вместо одного сошника в моем приспособлении последовательно обрабатывалось три: облегчались установка и снятие деталей. Через несколько дней, когда приспособление было изготовлено, один из молодых рабочих, пользуясь им, стал давать за смену четыреста сошников.

Повстречался мне как-то утром начальник цеха и говорит:

— А здорово работает паренек на сошнике. Четыреста штук дает. Неслыханная вещь!

— Так ведь приспособление помогает, — говорю я.

— Помогает, конечно, но главное не в этом. Токарь работает замечательно! Сноровка — вот в чем дело, — говорит начальник цеха.

Посмотрел я на него, думаю — подтрунить хочет. Нет, говорит серьезно. Завязался у нас спор. Я говорю приспособление, он — сноровка.

— Да что, — говорит, — вы у нас лучшим токарем считаетесь, а, пожалуй, того не дадите, здесь особая ловкость, подвижность нужна!

— А я докажу, что это приспособление, а не токарь дает. А вот что сверх этого будет обработано, то уж от сноровки.

Спор у нас начался, когда до конца смены оставалось меньше семи часов. «Все равно, — думаю, — за тот станок встану». Посмотрел еще раз на свое приспособление, и новая мысль пришла: надо сделать, чтобы детали и шайбу можно было снимать, не отвинчивая полностью крепежной гайки. Говорю: — «Сделайте в этой шайбе рядом второе отверстие диаметром больше гайки».

Через пять минут принесли шайбу, и я начал работать, применив еще резец с новой заточкой, который позволил

увеличить число оборотов станка в несколько раз. Устанавливая по три детали, я измерял лишь первую. Длина фаски, а значит, и поперечного хода резца десять миллиметров, это ровно два поворота рукоятки. Два поворота на себя и снова вперед...

Через полчаса появился начальник цеха.

— Сколько сделано?

— Не считал.

Он позвал учеников, велел считать. Оказалось больше пятидесяти. Начальник цеха повернулся и быстро ушел к себе в конторку. Но я видел, как поглядывает он на гору деталей, что росла возле станка. А мне подвозили все новые и новые заготовки. К концу смены в цехе было людно. Пришли не только свои, но и представители городских организаций. В этот день я обточил 800 сошников, выполнив 3200%. Но спор остался все-таки неразрешенным. Что же: сноровка или смекалка? Пожалуй, не отделишь, нужно и то, и другое, но первое место — смекалке, которая ведет за собой сноровку.

Многолетний опыт показывает, что для достижения высоких скоростей резания недостаточно лишь одного стремления и даже высокой квалификации рабочего. Нужен высокий уровень техники, культуры производства, обстоятельный технический расчет. Каждому токарю известно, что для увеличения производительности труда при изготовлении детали на станке нужно прежде всего ускорить сам процесс резания — снятия стружки. Сделать это можно либо увеличением скорости резания — числа оборотов детали, либо размеров срезаемого слоя — подачи или глубины резания.

Законы резания металлов говорят, что для лучшего использования режущего инструмента выгоднее ускорять процесс резания благодаря увеличению размеров срезаемого слоя. При этом стойкость инструмента будет снижаться в меньшей степени. Зная это, опытные токари при черновой обработке стремятся снять по возможности весь припуск за один проход, оставляя лишь небольшой припуск на последующую чистовую обработку. В тех случаях, когда припуск невелик и глубину резания нельзя существенно увеличить, они увеличивают подачу. Так, в частности поступил токарь-новатор В. И. Колесов, так поступают многие токари нашего завода.

Однако, если увеличение глубины резания ограничено

припуском на обработку, увеличение подачи при выбранной уже глубине резания сдерживается по многим причинам. Это прежде всего жесткость и прочность обрабатываемого изделия. С ростом глубины резания и подачи увеличиваются силы резания, которые вызывают прогиб изделия. Можно и совсем испортить деталь. Это особенно заметно, когда обрабатываются длинные тонкие детали, а применить люнет по условиям обработки трудно.

Под действием сил резания, возникающих при работе с большой подачей, прогибается и резец. Прогиб резца также приводит к искажению формы и размеров детали. Часто увеличение подачи ограничивается прочностью механизма подачи станка, т. е. прочностью зуба реечной шестерни, через которую передается движение каретке суппорта. При чистовой и получистовой обработке подачу нельзя увеличивать, так как при этом ухудшается чистота поверхности детали. Правда, как доказано опытом Колесова и многих других токарей, можно получить чистую поверхность и при большой подаче, если заточить у резца зачистную вспомогательную режущую кромку параллельно оси изделия. Однако метод Колесова (силовое резание) очень эффективен главным образом при обработке чугуна. Для обработки стали его выгодно применять лишь в тех случаях, когда деталь и инструмент достаточно массивны и жестки, при этом потребуются и достаточно мощный станок.

Таким образом, стремясь ускорить процесс резания, мы можем только до определенной величины в каждом отдельном случае увеличивать глубину резания и подачу.

Увеличение скорости резания, числа оборотов детали зависит от стойкости инструмента, которая снижается при этом значительно больше, чем при увеличении подачи и тем более глубины резания. Так, если для резца из быстрорежущей стали увеличить скорость резания на 20%, стойкость уменьшится в 4 раза. При таком же увеличении подачи стойкость уменьшится в 2 раза, а при увеличении глубины резания в 2 раза стойкость уменьшится лишь в 1,5 раза. Уменьшение стойкости связано с большими потерями времени на замену затупившегося инструмента и связанную с этим подналадку станка. Поэтому, увеличивая скорость резания, можно прийти не к увеличению производительности труда, а наоборот, к ее понижению.

Как же быть?

Многолетний опыт и научные исследования показали единственный путь. Это совершенствование режущего инструмента — применение новых инструментальных материалов, улучшение конструкции и геометрии резцов. Новым материалом для резцов, позволившим существенно увеличить скорости резания и сохранить при этом их стойкость явились твердые сплавы. Умелое применение резцов, оснащенных твердым сплавом, в условиях наиболее выгодных для них — основа скоростного резания металлов.

Однако у твердосплавных резцов в первое время были существенные недостатки. Их режущие лезвия не имели достаточной прочности и при неравномерной нагрузке, при черновой обработке, они часто выкрашивались, ломались. Нужно было для каждого отдельного случая выбрать свою геометрию резца. Очень много значило предупреждение вибрации из-за недостаточной жесткости изделия, резца, узлов станка. Ведь даже небольшие колебания детали или резца в процессе обработки вызывали поломку режущего лезвия.

Часто, повысив скорость резания, мы не получали большого увеличения производительности труда, теряя много драгоценных минут на вспомогательные движения, на установку и выверку детали, подналадку инструмента, промеры в процессе обработки, снятие детали и т. д. Для разрешения всех этих трудностей и понадобилась рабочая смекалка, научно-технические знания и освоение большого опыта, накопленного передовиками производства.

УЛУЧШЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ РЕЗЦОВ

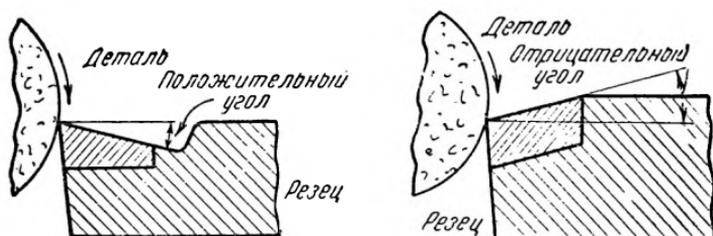
Удачно ли выбран резец, правильно ли он заточен — от этого зависит производительность работы, качество поверхности, стойкость резца, расход инструментов и электрической энергии.

Какая же часть резца самая важная, что определяет успех работы?

Самая важная часть — передняя грань резца, по которой сходит стружка. В самом деле, допустим, что наклон передней грани изменен на несколько градусов. Изменяются и условия резания: стружка будет сходить сплошной лентой или отдельными завитками, давление ее на резец увеличивается или уменьшается, появятся или, наоборот, исчезнут дрожание резца и прогиб детали, из-

меняется стойкость резца, качество обрабатываемой поверхности и т. д. Вот почему так важно правильно подобрать величину углов резца и прежде всего переднего угла, угла наклона лезвия и главного угла в плане. Эти три угла определяют положение передней грани в пространстве.

Передним углом, как известно, называется угол между передней гранью и плоскостью, проведенной через лезвие и ось детали. Он измеряется в сечении, перпендикуляр-



Фиг. 1. Передний угол резца (вид на резец с боку в разрезе).

ном к главному режущему лезвию. Этот угол может быть положительным или отрицательным (фиг. 1). Положительный передний угол помогает лучшему сходу стружки, а этим и облегчает резание. При увеличении его уменьшается давление стружки на резец, расходуется меньше энергии, уменьшается прогиб детали, резец не дробит поверхность, качество ее улучшается.

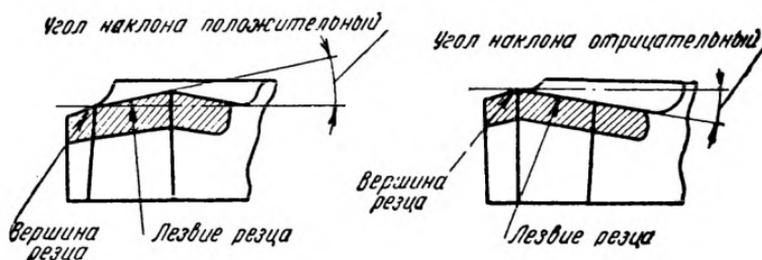
Но с увеличением положительного переднего угла головка резца ослабляется, ее сечение около лезвия уменьшается, понижается прочность, что особенно важно для твердосплавных резцов. Режущая часть резца становится менее массивной и хуже отводит тепло, что снижает стойкость инструмента.

Когда я еще только начинал свою работу, уже тогда считалось, что чем тверже обрабатываемый металл, тем больше, следовательно, давление на резец, тем меньше надо делать передний угол.

Вскоре наши производственники и ученые нашли очень простой способ упрочнять лезвие. Нужно сделать вдоль режущей кромки фаску шириной 0,2—0,5 мм с небольшим передним углом и тогда можно работать со сравнительно большими передними углами и при обточке твердых

металлов. При этом стружка сходит на участке передней грани с большим передним углом, что понижает давление, а прочность режущей кромки увеличивается благодаря сделанной фаске.

Массовое применение фасок у резцов из быстрорежущей стали началось в годы Великой Отечественной войны. Сейчас нет такого токаря, который не знал бы о значении упрочняющей фаски. Особое значение имеет передний угол при обработке металлов твердосплавными инструментами.



Фиг. 2. Угол наклона лезвия (вид на резец справа).

Твердые сплавы, отличаясь повышенными режущими свойствами, более хрупки, чем быстрорежущая сталь. Чтобы усилить головки резцов, начали применять отрицательные передние углы.

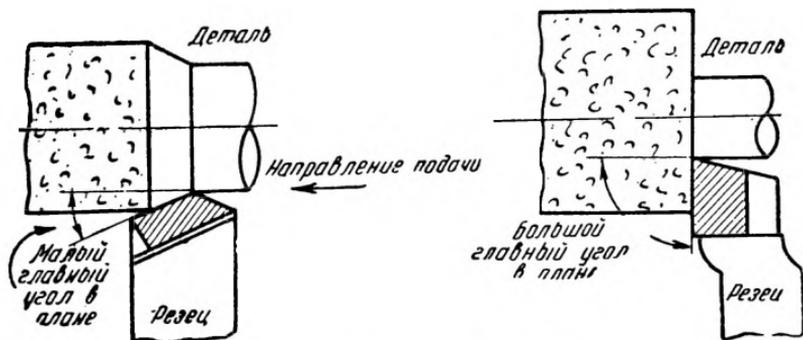
Резцы с пластинками из твердых сплавов с отрицательными передними углами получили быстрое признание и повсеместное распространение. Появилось мнение, что отрицательные передние углы — обязательное условие скоростного резания. Однако в последующие годы было доказано, что скоростное резание твердосплавным инструментом возможно и при положительных передних углах. Один из путей к этому — применение все той же фаски и заточка выкружки на передней грани резца.

Можно смело утверждать, что для обточки обычных углеродистых сталей марок Ст. 3 — Ст. 5, а также незакаленных хромистых сталей марок 20X, 40X преимущества за твердосплавными резцами с положительными передними углами.

Что касается отрицательных передних углов, то за ними, по-видимому, остается область обработки твердых и весьма твердых сталей. Должен сказать, что я никогда не применял резцов с отрицательными передними углами. В моей

практике в этом не было надобности. Но, тем не менее, я применял и применяю высокие режимы скоростного резания. Несколько дальше я расскажу о моих поисках наилучшей заточки резцов.

Углом наклона лезвия (главной режущей кромки) называется угол между лезвием и плоскостью, проведенной через вершину резца и ось детали. При отрицательном угле наклона лезвия вершина приподнята, а при положительном угле опущена (фиг. 2).

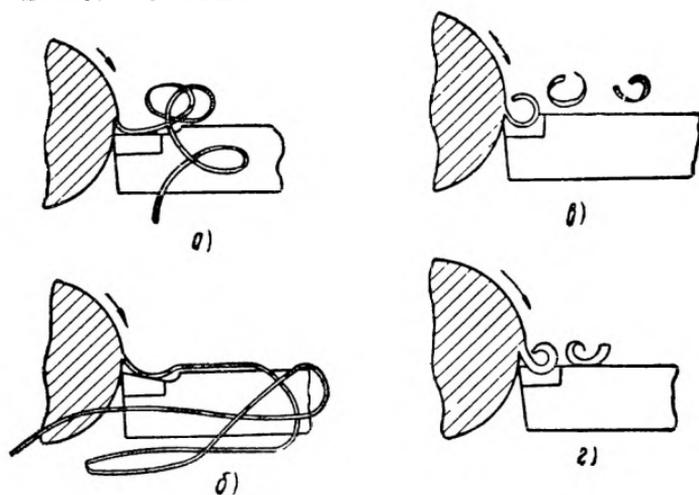


Фиг. 3. Главный угол в плане (вид на резец сверху).

Раньше на этот угол мало обращали внимания. Резцы делались с горизонтально расположенным лезвием, т. е. угол наклона лезвия был равен нулю. Когда же стали искать способы упрочнения режущей кромки твердосплавного резца, вспомнили об этом угле. Резец с опущенной вершиной, т. е. с положительным углом наклона лезвия, прочнее обычного резца. Поэтому сейчас принято резцы для скоростного резания в обычных условиях изготавливать с положительным углом наклона лезвия (в пределах от $+2$ до $+6^\circ$). Значительно большим делают его при обточке прерывистых поверхностей и ударной нагрузке. У резца, который я применяю для этой цели, угол наклона лезвия $+40^\circ$. Однако при положительном наклоне лезвия возрастает давление резания, увеличиваются потребная мощность и расход энергии.

Главный угол в плане — это угол между главной режущей кромкой и направлением подачи (фиг. 3). От него также зависит очень многое. Чем он меньше, тем сильнее резец отжимается от детали, тем больше давление и на деталь. Резец начинает дрожать, портить поверхность. От

сильного давления деталь прогибается. Этот прогиб, неуловимый глазом, сразу сказывается на точности размеров. Но есть и преимущества у резцов с небольшими главными углами в плане: стойкость их выше, они дольше работают до затупления. Следовательно, и скорость резания можно взять несколько выше.



Фиг. 4. Поиски наилучшей геометрии твердосплавного резца:

а — передний угол, равный нулю; **б** — небольшой положительный передний угол; **в** — выкружка на передней грани; **г** — фаска в выкружка на передней грани.

Все это хорошо известно и практикам, и ученым. Но спор о том, какие резцы более удобны для работы — с большими или малыми главными углами в плане, — все еще не решен.

Наилучшая геометрия твердосплавных резцов была найдена не сразу. Вспоминаю предвоенные годы, когда резцы с пластинами из твердых сплавов впервые появились на нашем заводе. Зная, что твердый сплав по сравнению с быстрорежущей сталью более хрупок, способен выкрашиваться, мы применяли передние углы резцов, равные нулю (фиг. 4, а). Скорости резания заметно увеличились по сравнению с обточкой быстрорежущими резцами, но много заботы доставляла стружка. Она шла, завиваясь в крупные кольца, набегала на деталь и резец, опутывая их.

Позже я применил резцы с небольшими положитель-

ными передними углами (фиг. 4, б). Резать стало легче, скорость резания увеличилась примерно в 2 раза, но стружка доставляла еще больше хлопот. Теперь она шла сплошной горячей лентой, не завиваясь и не скручиваясь, с опасными зазубринами на краях. Приходилось останавливать станок, чтобы освободить его от стружки. Я решил применить к твердосплавным резцам испытанное средство в борьбе со стружкой при работе быстрорежущими резцами — сделать на передней грани резца выкружку (фиг. 4, в). Теперь стружка уже не шла сплошной лентой. Она скручивалась и ломалась на самом резце.

Стружка была «укрощена», ею можно было управлять, подбирая правильные соотношения между подачей и радиусом выкружки. Резать стало легче, скорость резания снова поднялась. Но скоростное резание применялось главным образом на чистовой обработке. Черновое обтачивание, или обдирка, по-прежнему велось резцами с пластинками из быстрорежущей стали. Дело в том, что выкружка ослабляет головку резца, угол резания уменьшается.

Когда начали применять отрицательные передние углы, оказалось возможным вести и обдирку на скоростных режимах. Но многие токари, и я в их числе, не захотели отказаться от положительных передних углов. Нужно было найти способ усиления резца, не жертвуя положительным передним углом. Такой способ был найден. Им оказалась та самая фаска, упрочняющая лезвие резца, о которой я говорил вначале. Так родился скоростной резец, годный и для чистовой обточки, и для обдирки (фиг. 4, г).

Прежде чем перейти к подробному описанию конструкций и геометрии заточки применяемых мною резцов, хочется отметить огромные изменения, которые внесло скоростное резание. Приведу такой пример.

Было время, когда я обычно обтачивал валы (сталь марки Ст. 5, предел прочности 50 кг/мм^2) примерно на следующем режиме: подача 1 мм/об , глубина резания $10\text{—}15 \text{ мм}$, резец с пластинкой из быстрорежущей стали, скорость резания 8 м/мин . Этот режим считался высоким. Обратите внимание на большую подачу и глубину резания. Как известно, выгодно в первую очередь увеличивать именно глубину резания и подачу, а затем уже скорость резания. Это правило верно и для скоростного резания. Только здесь, считаясь со свойствами твердых сплавов, приходилось

ограничивать увеличение подачи и глубины резания. Вот почему те же самые валы (сталь марки Ст. 5, предел прочности 60 кг/мм^2) позже я обтачивал резцом с пластинкой из твердого сплава при подаче $0,6\text{--}0,8 \text{ мм/об}$, глубине резания $6\text{--}8 \text{ мм}$, скорости резания $90\text{--}100 \text{ м/мин}$. Следовательно, после того как была несколько уменьшена глубина резания и подача, твердосплавный резец с правильной геометрией, с фаской и выкружкой дал возможность увеличить скорость резания более чем в 10 раз.

Подсчитаем результаты. В первом случае снималось за минуту (все цифры переводим в сантиметры) $0,1 \times 1,2 \times \times 800 = 96 \text{ см}^3$, а во втором $0,08 \times 0,8 \times 10000 = 640 \text{ см}^3$ стружки. Увеличение — $640 / 96$ — почти в 7 раз.

Теперь благодаря улучшению качества твердых сплавов, значительному уменьшению припуска на обработку можно не только уменьшать подачу, а, наоборот, увеличивать ее, что при высокой скорости резания позволяет еще больше увеличить производительность труда.

РЕЗЦЫ ДЛЯ ЧЕРНОВОГО ОБТАЧИВАНИЯ

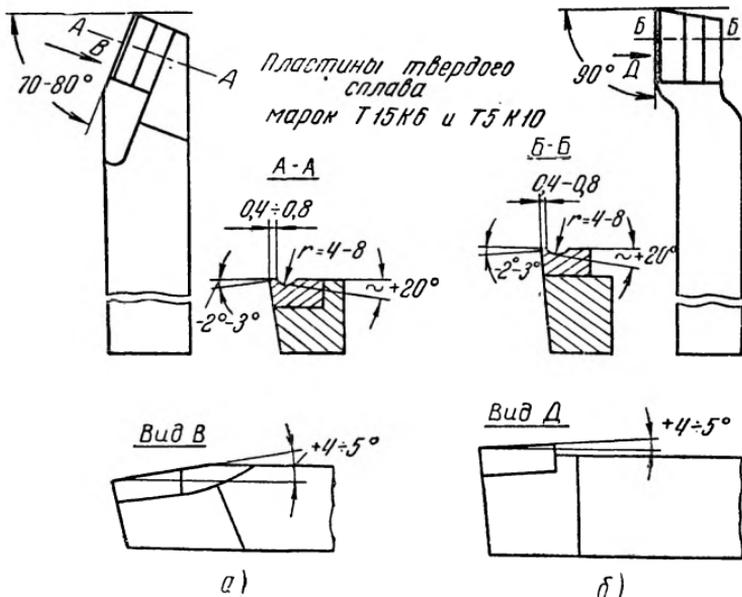
На фиг. 5 показаны основные типы резцов для черного обтачивания. Обрабатываемый металл — сталь марок Ст. 3, Ст. 5 (предел прочности $40\text{--}60 \text{ кг/мм}^2$).

Посмотрите сначала на изображение резцов в плане. Резец, помещенный слева, применяется у нас на заводе для обдирочных работ со средним сечением стружки при подаче $0,3\text{--}0,5 \text{ мм/об}$, глубине резания до 8 мм на станке 1А62 или 1А63. Главный угол в плане $70\text{--}80^\circ$. Этот резец называют проходным. Резец, помещенный справа, служит для обдирочных работ на станке 1А63 при больших подаче и глубине резания (подача $0,7\text{--}0,9 \text{ мм/об}$, глубина резания $12\text{--}15 \text{ мм}$). У этого резца главный угол в плане равен 90° . Такие резцы принято считать подрезными. Но кроме подрезки еще чаще пользуются ими для наружной обточки.

Благодаря большому главному углу в плане снижаются усилия резания и прогиб детали. Поэтому эти резцы незаменимы при обточке тонких и неустойчивых деталей. Они особенно выгодны в тех случаях, когда деталь имеет ступенчатую форму и приходится обтачивать продольные и торцовые поверхности. Следовательно, этот резец годен и для обточки и для подрезки. С успехом используется он

и для обдирочных работ с большими сечениями стружек.

Написанное здесь не совпадает с тем, что говорится во многих технических пособиях. В них проходным резцам предоставляется полная монополия на обточку, а подрезным резцам отводится второстепенная роль — подрезать, зачищать торцы после проходного резца. Дело в том,

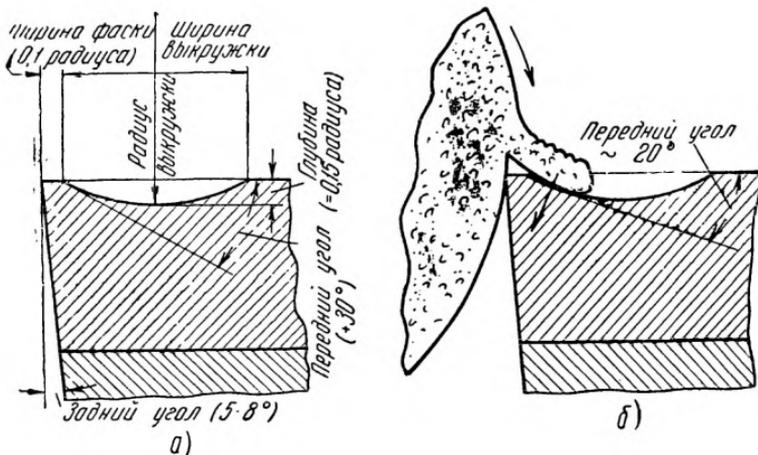


Фиг. 5. Резцы для черного обтачивания стали:
а — проходной; б — подрезной.

что проходной резец более стоек в работе, а поэтому и скорость может быть взята несколько больше. Но преимущество это не так уже велико по сравнению с удобствами работы универсальным подрезным резцом. Вот почему в обиходе токарей-универсалов подрезные резцы занимают по праву первое место.

Рассматривая оба резца в разрезе (в плоскости, перпендикулярной к режущей кромке), мы не найдем в них разницы. На передней грани каждого резца сделана выкружка, или канавка. Она идет параллельно режущей кромке и служит для завивания стружки. Вдоль лезвия заточена фаска (фиг. 5). Размеры выкружки и фаски следует выбирать прежде всего в зависимости от подачи: радиус выкружки должен быть примерно в 8—10 раз больше

подачи, а ширина фаски равна подаче или чуть меньше ее. Например, при подаче 0,4 мм/об радиус выкружки 4 мм, а ширина фаски 0,4 мм; при подаче 0,7—0,9 мм/об радиус выкружки 7 мм, а ширина фаски 0,5—0,7 мм. При выборе размеров выкружки и фаски кроме величины подачи, надо учитывать глубину резания и твердость обрабатываемого материала. Правда, влияние их меньше, чем влияние подачи. При увеличении глубины резания стружка стано-



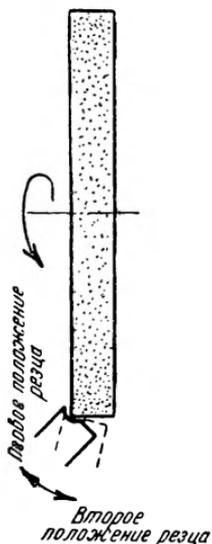
Фиг. 6. Выкружка и фаска:

а — размеры выкружки фаски; б — действительная величина переднего угла.

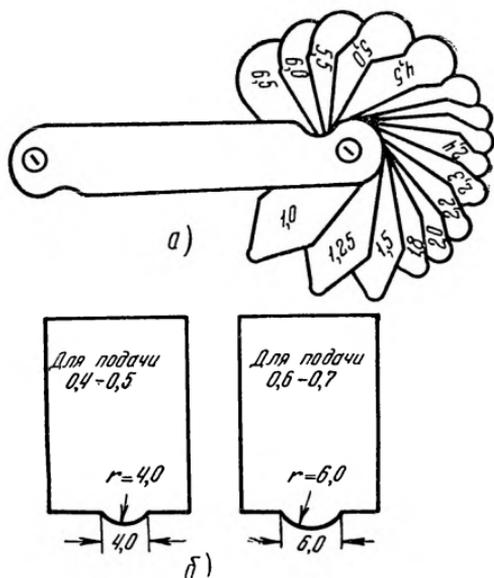
вится шире и завивается хуже. Поэтому надо уменьшать радиус выкружки (по отношению к подаче). Например, при глубине резания 6 мм и подаче 0,4 мм/об радиус выкружки берется 4 мм. Увеличив глубину резания до 10 мм, надо для лучшего завивания стружки увеличить подачу до 0,5 мм/об, а радиус выкружки оставить прежним. Если подачу нельзя увеличить, радиус выкружки надо уменьшить до 3 мм.

На величину выкружки влияет и твердость металла. Чем мягче металл, тем хуже завивается стружка, поэтому для обточки мягкого металла радиус выкружки надо также уменьшить. Очень важно знать, какой должна быть глубина выкружки (канавки). Обычно глубина выкружки принимается в пределах 14—15% от величины ее радиуса. Например, при радиусе выкружки 6 мм глубина ее $6 \times 0,15 = 0,9$ мм.

Вместо глубины выкружки можно замерять ее ширину (фиг. 6, а). Благодаря выкружке, сделанной на передней грани, получается положительный передний угол резца (фиг. 6, б). Этот угол будет переменным: он больше около лезвия ($+30^\circ$) и равен нулю на дне канавки. В среднем его можно считать равным $+20^\circ$. Этот угол можно сохранять одним и тем же для сталей марок Ст. 3 и Ст. 5 (пре-



Фиг. 7. Заточка выкружки.

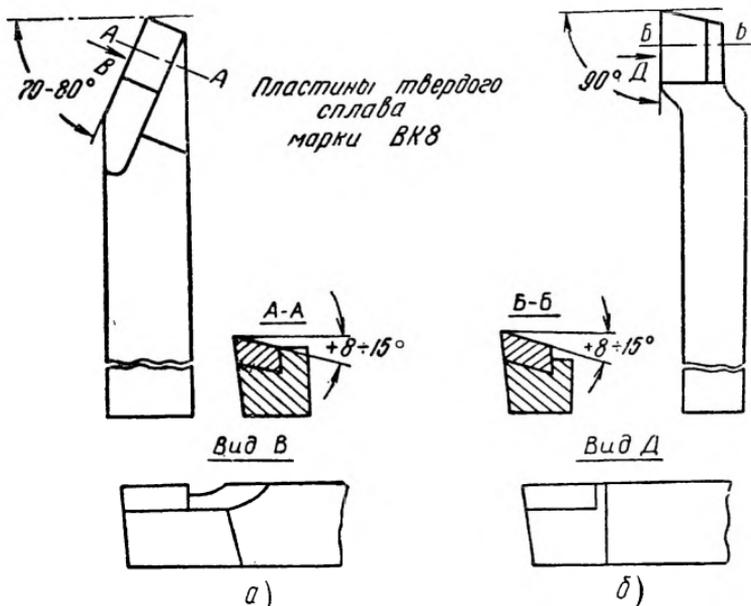


Фиг. 8. Ридиусмер (а) и шаблон (б).

дел прочности $40-150 \text{ кг/мм}^2$). Что касается фаски, то она делается с нулевым или небольшим отрицательным передним углом ($-2, -3^\circ$).

Часто приходится слышать о трудностях заточки выкружки и фаски. Существует мнение, что выкружки можно делать лишь электроискровым способом. Говорят, что организовать заточку непосредственно в производственном цехе трудно и даже невозможно. Все это неверно. В течение ряда лет я сам затачиваю резцы. Возле станка поставлено небольшое точило, для которого я подобрал круг из зеленого карбида кремния диаметром 175 мм , шириной 16 мм , зернистостью $70-80$. Чем уже круг, тем легче производится заточка выкружки. Лучше всего ставить круг шириной $6-8 \text{ мм}$.

Заточка выкружки несложна, хотя требует, конечно, навыка. Держа резец наклонно, головкой вниз, подвожу его к краю вращающегося камня. Во время заточки резец следует покачивать вокруг его оси так, как это показано на фиг. 7. Получающаяся выкружка затем проверяется радиусомером. Еще лучше иметь набор шаблонов. У шаблонов делаются заплечики (фиг. 8). Это позволяет, наряду с радиусом, проверять также глубину выкружки. После заточки лезвие резца доводится на чугунном доводочном диске пастой карбида бора, разведенной керосином.



Фиг 9. Резцы для черного обтачивания чугуна:
а — проходной; б — подрезной.

Чтобы увеличить прочность режущего лезвия, угол наклона его принимается положительный (от $+4$ до $+5^\circ$). Увеличению прочности режущей части резца способствует также закругление вершины с радиусом до 1,5 подачи. Применение большого радиуса вызывает вибрации и увеличивает силу резания.

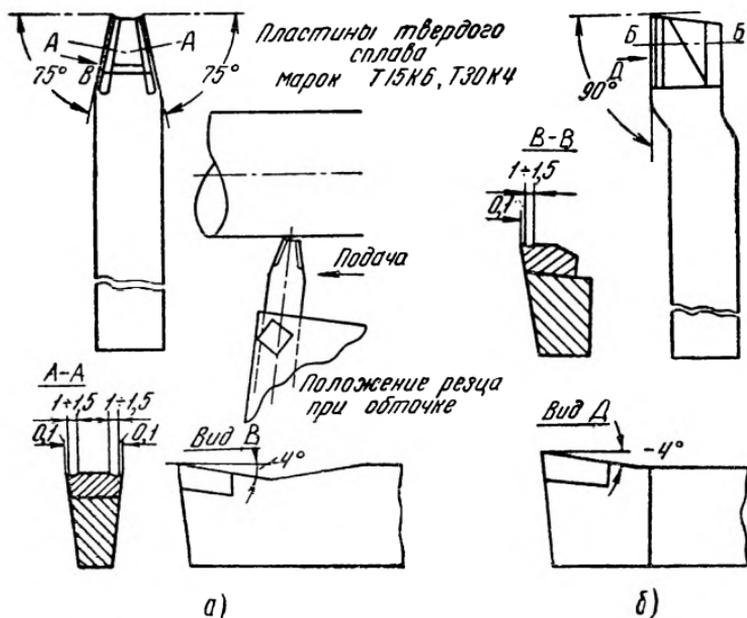
Резцы для обточки чугуна по своей форме не отличаются от резцов для стали. Точно так же есть и проходные и подрезные резцы (фиг. 9), но геометрия режущей части у них другая. Здесь не приходится бороться со стружкой,

завивать и обламывать ее, поэтому передняя грань у резцов для чугуна плоская. Передний угол у них положительный, равный 8—15°, в зависимости от твердости чугуна.

Как известно, для обточки чугуна наиболее подходит твердый сплав ВК8. Такими резцами при обработке чугуна средней твердости можно резать со скоростью 70—80 м/мин. При этом подача и глубина резания могут быть довольно большими ($s = 1 \div 2$ мм/об, $t = 12 \div 15$ мм).

РЕЗЦЫ ДЛЯ ЧИСТОВОГО ОБТАЧИВАНИЯ

Резцы для окончательного, чистового обтачивания сталей марок Ст. 3 и Ст. 4 (предел прочности 40—50 кг/мм²) показаны на фиг. 10. Резец, помещенный справа, ничем



Фиг. 10. Резцы для чистового обтачивания мягких сталей: а — двусторонний; б — подрезной.

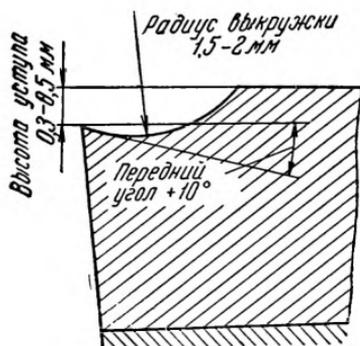
не отличается по форме от так называемого подрезного резца, описанного выше.

При окончательной чистовой обработке, когда требуется достигнуть не только высокой чистоты поверхности, но и обеспечить точные размеры детали, такая форма резца особенно выгодна. Когда нужно проточить недостаточно

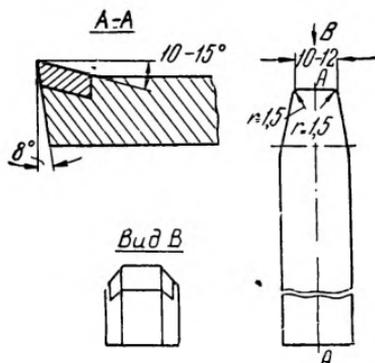
жесткую деталь и выдержать размер с точностью до 0,01—0,02 мм, такой резец просто незаменим.

У чистового резца намного меньше, чем у обдирочного, размеры выкружки и фаски. Так, например, при глубине резания до 2 мм и подаче 0,12—0,15 мм/сб радиус выкружки надо брать от 1 до 1,5 мм, а ширину фаски 0,1 мм.

В противоположность обдирочному резцу чистовой резец затачивается с отрицательным углом наклона режущей кромки. Вершина у него приподнята. Это уменьшает



Фиг. 11. Резец для чистового обтачивания твердых сталей.



Фиг. 12. Резец для чистового обтачивания чугуна.

давление на деталь, улучшает ее поверхность, сходящая стружка не соприкасается с обработанной поверхностью. Угол наклона надо делать 4—5°

Второй тип чистового резца показан на фиг. 10, слева. Это двусторонний резец. Он может работать как правый и как левый резец. При этом надо лишь слегка повернуть резцедержатель с закрепленным в нем резцом в сторону, обратную подаче. Это показано отдельно на фиг. 10, а.

Такой резец нетрудно применить и для силового резания при полустивовой обработке под шлифовку или при обработке достаточно жестких деталей. В этих случаях не следует разворачивать резцедержатель, а, наоборот, нужно поставить его так, чтобы вспомогательная режущая кромка была параллельна обрабатываемой поверхности. Подбирая ширину этой кромки равной двум-трем подачам, можно с успехом применить подачи до 2—3 мм при глубине резания 5—6 мм.

Для того чтобы резец мог работать в обе стороны, у него затачиваются оба лезвия, делаются две выкружки. Раз-

меры выкружек и фасок будут такие же, как у резца, помещенного на фиг. 10, б.

Для чистовой обточки твердых сталей различных марок (предел прочности свыше 50 кг/мм^2) на нашем заводе применяется особый резец, изображенный на фиг. 11. Он имеет небольшой положительный передний угол, а выкружка заточена так, что она образует уступ, или порожек, высотой $0,3\text{—}0,5 \text{ мм}$, о который ломается стружка.

Окончательная чистовая обточка чугуна у нас выполняется исключительно широколезвийным резцом (фиг. 12). Этот резец, как показывает само название, имеет широкое лезвие: для крупных деталей $10\text{—}12 \text{ мм}$, для мелких 5 мм . Края лезвия скруглены (радиус $1,5 \text{ мм}$). Резец имеет положительный передний угол $12\text{—}15^\circ$, плоскую переднюю грань и задний угол 8° . Он оснащен пластиной твердого сплава марки ВК8.

Широколезвийным резцом можно работать с очень большой подачей. Например, при ширине лезвия 10 мм подача принимается 7 мм/об , а при ширине лезвия 12 мм подачу можно увеличить до 10 мм/об . Во всех случаях ширину лезвия должна быть больше, чем подача, в $1,2\text{—}2$ раза. При этом глубина резания составляет $0,3\text{—}0,5 \text{ мм}$.

Так же как и резец, приведенный на фиг. 10, а, этот резец может быть использован для силового резания при полустивой обработке. В этом случае можно вести обработку с большей глубиной резания. При припуске на обработку $6\text{—}7 \text{ мм}$ я работаю с подачей до $2\text{—}3 \text{ мм/об}$ и соединяю черновой проход с полустивым, т. е. срезаю весь припуск за один проход, оставляя лишь $0,3\text{—}0,5 \text{ мм}$ на окончательную чистовую обработку. Затем этим же резцом как широколезвийным с подачей до $8\text{—}10 \text{ мм/об}$ окончательно обрабатываю деталь. Поверхность получается, как полированная, особенно, если окончательную чистовую обработку вести за $2\text{—}3$ прохода.

Широколезвийный резец — весьма производительный инструмент. Это объясняется прежде всего очень большой подачей. В превосходстве широколезвийного резца (при обточке чугуна) над обычными резцами я убеждался не раз. Вот один из многих примеров.

Однажды мне пришлось обрабатывать три вала лакировочной машины. Это пустотелые цилиндры диаметром 500 мм , отлитые из чугуна. Первый из них я обрабатывал твердосплавным резцом с обычной геометрией. Глубина

резания была 0,4 мм, подача 0,3 мм/об, скорость резания 29,8 м/мин, число оборотов 19. Следовательно, в минуту резец продвигался на $0,3 \times 19 = 5,7$ мм. На обточку вала длиной около 4 м надо было затратить 9 часов. Фактически же было затрачено намного больше времени.

Прежде чем приступить к обработке следующих двух валов, я задумался над тем, как можно их быстрее обработать. Решил применить широколезвийный резец. Взяв проходной резец с пластиной из твердого сплава ВК8, я переточил его на широколезвийный с шириной лезвия 12 мм. При той же глубине резания (0,4 мм) удалось довести подачу до 10 мм/об. Скорость резания составила 11,5 м/мин, число оборотов 7,3. Теперь за минуту резец проходил $10 \times 7,3 = 73$ мм. На обточку вала было затрачено всего 58 минут.

Как показал опыт, широколезвийный резец имеет большую стойкость. Кроме того, качество обработанной поверхности получается очень высокое. Обычно после обточки широколезвийным резцом не требуется шлифования для получения поверхности с чистотой $\nabla 3$. Достаточно для этого произвести тут же на станке полировку.

В случае, о котором я рассказываю, обычный резец, примененный при обработке первого вала, изнашивался, часто не проходя и 300 мм, т. е. после 50—60 мин. работы. Вследствие работы затупленным резцом получалась конусность 0,3—0,4 мм на длине 300 мм. А чертеж требовал выдержать конусность в пределах 0,02 мм на длине 3000 мм и обработать вал с чистотой $\nabla 3$. Приходилось часто менять резцы и каждый раз начинать с середины пути, пройденного предыдущим резцом, чтобы уничтожить конусность. Поэтому я затратил на обточку вала не 9 час., по расчету, а 18 час. 50 мин. Широколезвийным резцом я успевал обточить весь вал до затупления резца. Резец обеспечивал точность и качество поверхности.

После этого удачного опыта я стал чаще применять широколезвийные резцы, обтачивал ими планшайбы карусельных станков и многие другие детали. В конце концов, я полностью перешел на широколезвийные резцы при чистовой отделке чугуна. Мелкие детали обтачиваю на подачах 2—3 мм/об при ширине лезвия 5 мм, глубине резания до 0,2 мм и скорости резания 10—12 м/мин.

На Уралмашзаводе и на других заводах с успехом применяют широкие резцы при точении и строгании изделий

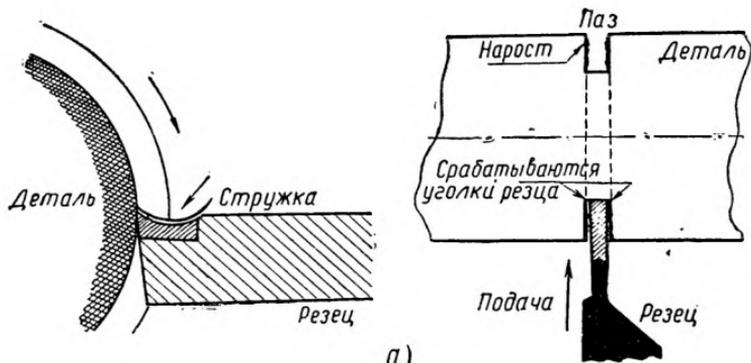
из стали. При этом достигается высокая чистота поверхности, как при полировке. Поэтому широкие резцы называют полировочными. Они исключают необходимость шлифовки. Работают ими с очень небольшой глубиной резания (0,2—0,25 мм), с подачей до 30—40 мм/об и при большой скорости резания. Однако применять эти резцы с успехом можно лишь при обработке достаточно массивных и жестких деталей, так как вследствие значительных сил резания могут возникнуть вибрации, резец начинает «рубить». Кроме того, значительный прогиб изделия не позволит получить необходимую точность размеров и формы изделия, а также чистоту поверхности.

ОТРЕЗКА

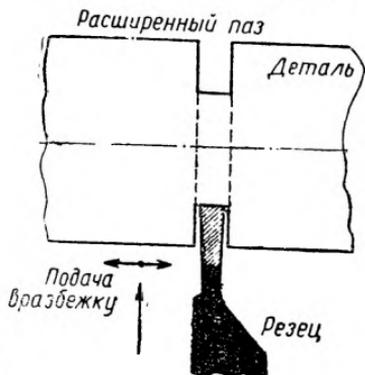
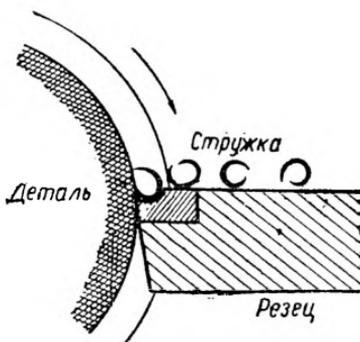
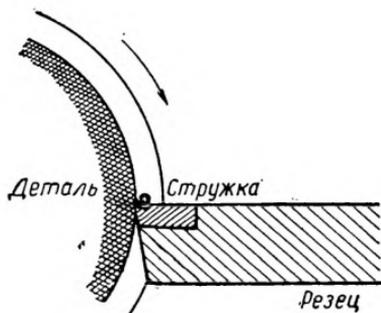
Отрезка, как известно, одна из самых сложных операций. Любой токарь признается, что им немало поломано отрезных резцов. Все дело в том, что отрезной резец работает в трудных условиях: резец тонок и непрочен; канавка, которую он прорезает, узка, забивается стружкой, на стенки ее налипают металл. Известно также, что твердые сплавы не терпят ударов и легко выкрашиваются. Поэтому долгое время думали, что они непригодны для отрезки.

Однако мне хотелось использовать высокие режущие свойства твердых сплавов для отрезки. Я проделал немало опытов и имел много неудач, прежде чем добился успеха.

Научиться управлять стружкой, не дать ей забивать канавку и давить на резец — вот какую задачу ставил я перед собой, приступая к опытам с отрезными резцами. Я начал с того, что изготовил резец с очень пологой выемкой (фиг. 13, а). Это должно было обеспечить завивание стружки уже после ее выхода из прорезаемого паза. Но стружка плохо подчинялась, прилипала к стенкам канавки, на которых наращивался слой металла, подобно наросту на передней грани резца. Вначале срабатывались уголки резца, а затем, когда канавка вследствие этого сузилась, резец обламывался. Тогда я испробовал другой способ: на передней грани резца сделал выкружку малого радиуса (фиг. 13, б). Теперь стружка свивалась в крутой клубок, и все же не ломалась. Клубок увеличивался, давил все сильнее на резец, и его лезвие выкрашивалось. Итак, результаты были почти одинаковыми. Стало ясно, что стружку можно заставить ломаться, только загородив



а)



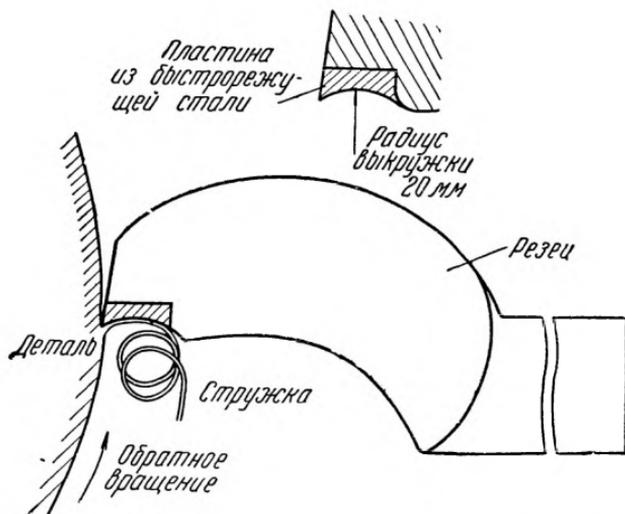
в)

Фиг. 13. Поиски наилучшей геометрии отрезного резца с пластинкой из твердого сплава:

а — резец с полой выемкой; б — резец с выкружкой малого радиуса; в — резец с выкружкой и уступом.

ей дорогу. Кроме того, надо расширить паз, чтобы дать ей свободный выход.

Третий резец показан на фиг. 13, в. Он отчасти напоминает чистовой резец для твердых сталей. Но есть и разница. Во-первых, положительный угол у него больше, чем у чистового резца, и доходит до $+15^\circ$. Это уменьшает давление резания, что очень важно для тонкого и непрочного отрезного резца. Во-вторых, уступ сделан много выше, чем у чистового резца. Он, собственно, не ломает стружку,



Фиг. 14. Резец для отрезания крупных диаметров.

а только сгибает ее и направляет на деталь. Упираясь согнутым концом в деталь, стружка обламывается отдельными полукольцами и вылетает из паза.

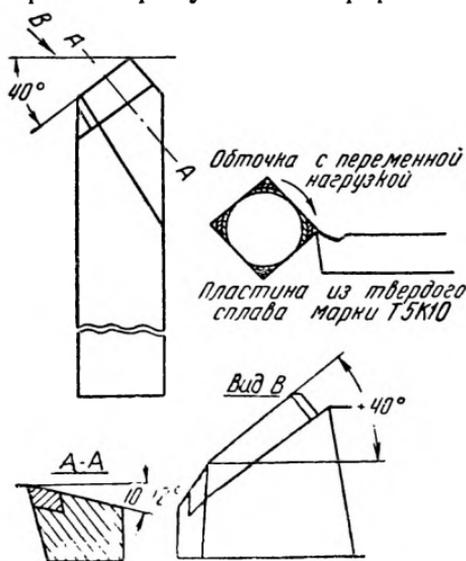
Для расширения паза я применил подачу вразбежку. При этом, кроме движения резца вперед, к центру детали, ему даются еще продольные колебательные движения в обе стороны с помощью маховичка продольной подачи. В результате паз расширяется примерно в 1,5 раза. Нужно это для того, чтобы стружка не задевала краями за стенки паза и не создавала на них наростов. Работая этим резцом, удалось при отрезании деталей диаметром до 70 мм довести скорость резания до 200 м/мин при подаче 0,07 мм/об. Время отрезки в сравнении с обычным резцом сократилось в 7 раз.

При отрезке деталей крупных размеров твердосплавные резцы ломаются при работе вразбежку, поэтому приходится применять пока быстрорежущий резец. Отрезка ведется перевернутым резцом при обратном вращении шпинделя. Как известно, в таком положении резец меньше дрожит, резание идет спокойнее.

Для отрезки на обратном ходу применяется резец особой формы, прозванный «петушком». Особенностью резца является очень пологая выемка (выкружка) с радиусом 20 мм (фиг. 14). При большой подаче стружка свивается и отлетает отдельными участками, при малой подаче — отходит лентой. В обоих случаях она не забивает прорезаемую канавку, но при этом обязательно нужно применять обильное охлаждение резца.

ОСОБЫЕ СЛУЧАИ ОБРАБОТКИ

Часто токарю приходится обтачивать детали с неравномерным припуском и прерывистой поверхностью, например болты из шестигранника или из квадратного прутка. Резец в этом случае, встречаясь



Фиг. 15. Резец для обточки с ударной нагрузкой.

с каждой гранью детали, испытывает удар (фигура 15). Немало и других случаев, когда поверхность детали неровная и нагрузка на резец все время меняется.

Применять в таких случаях обычный резец невыгодно. Он быстро выходит из строя. Если у него пластина из твердого сплава, она вскоре выкрошится. Лучше применять резец, показанный на фиг. 15.

У этого резца сравнительно небольшой главный угол в плане (40°). Но самое важное — это сильно наклоненное лезвие (положительный угол наклона $\lambda = +40^\circ$). Когда резец врезается в де-

таль, то удар приходится на участок передней грани, наиболее удаленный от режущей кромки. Только потом в работу входит и остальная, менее прочная часть лезвия.

У этого резца положительный передний угол ($+10\div\div+12^\circ$), что позволяет ему легко резать металл. Резец — прекрасный помощник при работах с переменной и ударной нагрузкой. Пластинка у этих резцов из твердого сплава марки Т5К10; этот сплав более вязкий и в то же время достаточно стойкий. При особенно тяжелых условиях резания лучше напаять пластинку из сплава марки ВК8. Правда, этот сплав менее стойкий, поэтому скорость резания придется уменьшать, но зато пластинка не будет выкрашиваться.

В последнее время на Уралмашзаводе для тяжелой работы начали применять новый твердый сплав марки ТТ7К12. В этом сплаве увеличено содержание кобальта, что повышает его механическую прочность, но для сохранения достаточной стойкости добавляется, кроме титана, еще и тантал.

Как показал опыт Уралмашзавода, даже в очень тяжелых условиях работы резцы, оснащенные твердым сплавом ТТ7К12, имеют стойкость в 2 раза больше, чем быстро-режущие резцы. Они работают при ударном точении и строгании, где обычные твердосплавные резцы до сих пор применить не удавалось.

ВЫТОЧКА

Почти у каждой детали приходится обрабатывать закругления и радиусные выемки. Чтобы их сделать, надо иметь специальные галтельные или радиусные резцы. Стремясь все работы вести на скоростных режимах, я оснастил эти резцы пластинами из твердых сплавов. Это потребовало особой их заточки.

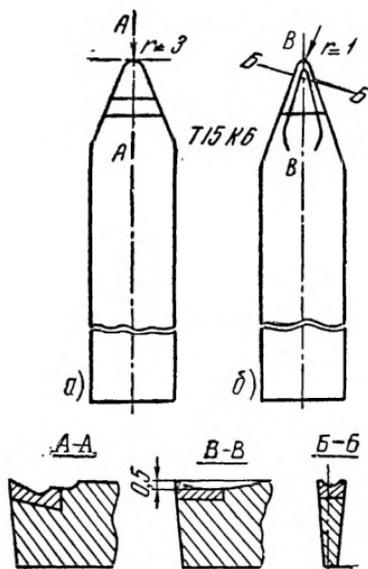
На фиг. 16, а показан галтельный резец для полуцилиндрической обточки. У этого резца вершина закруглена (радиус 3—4 мм). Выкружка несколько смещена от вершины. Она расположена перпендикулярно к оси резца. Это не мешает ей хорошо завивать стружку при движении резца не только «вперед» (поперечная подача), но и «в бок» и «вкось» (продольная и поперечная подача).

На фиг. 16, б изображен галтельный резец для чистой обточки. Радиус у вершины этого резца много меньше

($r = 1$) мм. Выкружка сделана в виде впадины. Такая заточка позволяет резать вперед и в стороны обоими лезвиями резца.

На фиг. 17, а показан резец для выточки торцовых углублений. Это своеобразный подрезной резец. Геометрия резца позволяет производить выточку торцовых углублений от центра (поперечная подача «на себя») при строгой установке вершины резца по центру. Преимущество резца заключается в том, что он работает на высоких скоростях, устойчив и позволяет производить выточки под любым углом с поворотом головки резцедержателя.

На фиг. 17, б изображен комбинированный трехсторонний резец для выполнения выточек на торцах шкивов, полумуфт, червячных шестерен и т. д. Резец устойчив и работает с большой нагрузкой в любом направлении (продольная и поперечная подача). Этот резец может быть использован и как радиусный двухсторонний проходной резец.



Фиг. 16. Галтельный (а) и радиусный (б) резцы.

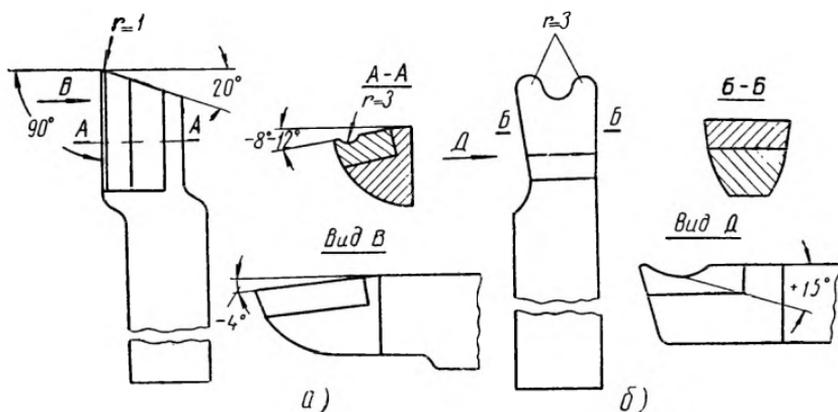
При обработке крупных деталей на токарных, карусельных и строгальных станках на Уралмашзаводе успешно используют резцы-вкладыши. Такой резец-вкладыш с клиновидным ласточкиным хвостом представляет собой

резцовую головку с припаянной пластинкой из твердого сплава. На верхней части резца за режущей пластинкой из твердого сплава наплавляется сормайт или аустенитным электродом порожек, который обеспечивает дробление стружки (фиг. 18, а). При черновой обточке деталей из стали 35 и 45 с глубиной резания 20 мм и подачей 2—3 мм/об порожек недолговечен. Он истирается, приходится производить повторную наплавку. Мною был сконструирован и изготовлен накладной стружколом с припаянной к нему пластинкой из твердого сплава ВК8 (фиг. 18, б).

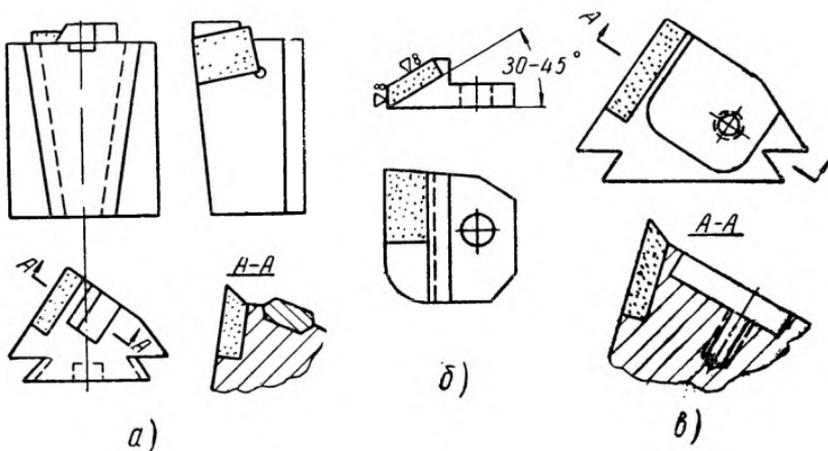
Для установки стружколома на резце фрезеруется гнездо и делается отверстие с резьбой для болта (фиг. 18, в).

Применение стружколома такой конструкции на резцах-вкладышах имеет следующие преимущества:

1. Изготовление стружколома очень несложное.



Фиг. 17. Резцы для выточки торцовых углублений: а — подрезной; б — комбинированный.



Фиг. 18. Резец-вкладыш:

а — марки «УЗТМ»; б — со сменным стружколомом; в — крепление стружколома.

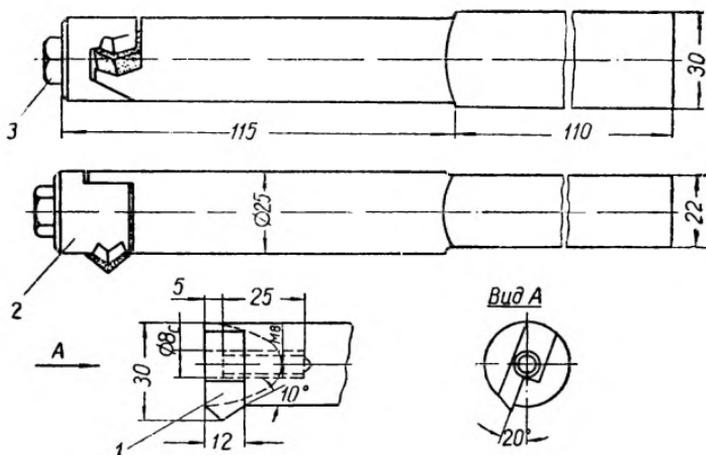
2. У него намного большая износоустойчивость по сравнению со стружколомами, наплавленными сормайтотом или аустенитной сталью.

3. Изготавливая сменные стружколомы с различными углами наклона пластинки из твердого сплава (35—45°),

можно обеспечить высокопроизводительную работу при различных режимах резания.

4. Стружколомы такой конструкции могут быть использованы многократно, так как являются сменными.

Для расточки сквозных отверстий малого диаметра (до 50 мм) при вылете державки 100—150 мм державки напайных резцов изготавливаются из легированной стали. Это вызвано необходимостью повысить их жесткость и вибро-



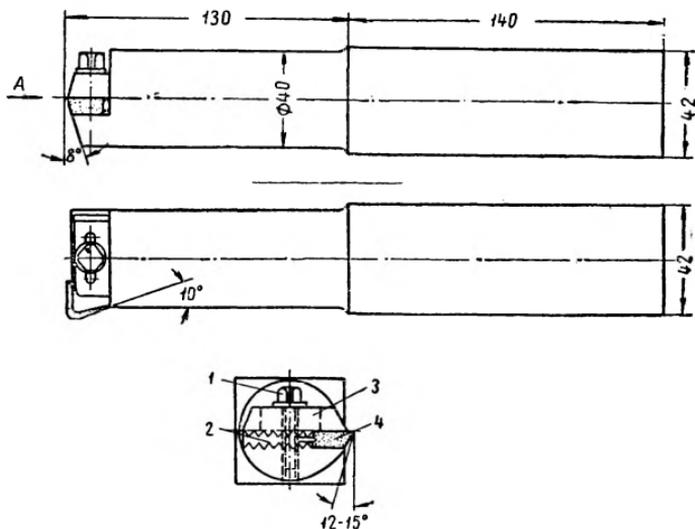
Фиг. 19. Резец с механическим креплением пластинки:
1 — гнездо в головке резца; 2 — накладная головка; 3 — болт.

устойчивость. Такие резцы трудоемки и дороги в изготовлении, к тому же после износа режущей пластинки их часто невозможно восстановить в прежних размерах. Державки идут в металлолом или же на перековку и последующую механическую обработку гнезда головки.

Мною была разработана конструкция резца с механическим креплением пластинки из твердого сплава или из минералокерамики (фиг. 19). Державка резца и все ее детали изготавливаются из стали У7, У8 с последующей термической обработкой до твердости $R_C = 40 \div 45$. Режущая пластинка устанавливается в гнездо, выфрезерованное в головке резца 1 и фиксируется накладной головкой 2, предназначенной для прижима, затем затягивается болтом 3.

У этого резца много преимуществ. Диаметр державки (головки) резца меньше диаметра растачиваемого отверстия

только на 5—6 мм. При этом значительно увеличивается жесткость резца, что особенно важно для работы на повышенных режимах резания, получения необходимой точности и чистоты обработанной поверхности. Механическое крепление позволяет быстро заменять пластинку из твердого сплава и минералокерамики. При необходимости на передней грани режущей пластинки из твердого сплава делают выкружку для образования спиральной стружки.



Фиг. 20. Упрощенное механическое крепление.

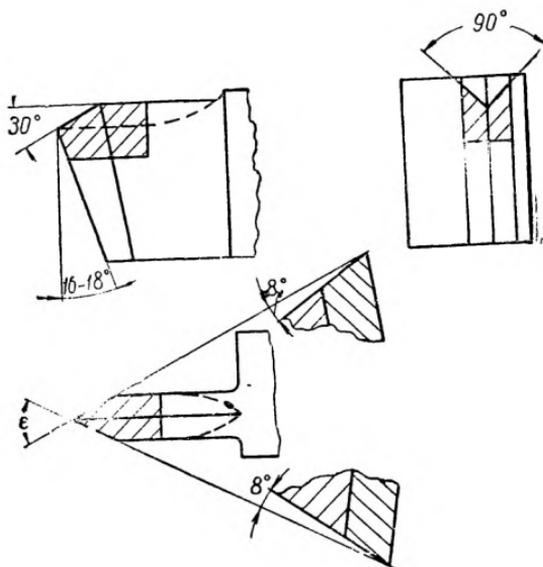
На минералокерамических пластинках вдоль режущей кромки делают отрицательную фаску на передней грани под углом 5—10°.

Для растачивания глухих отверстий или отверстий с уступами диаметром от 50 до 200 мм мною был изготовлен расточный резец с механическим креплением более упрощенной конструкции (фиг. 20). Этот резец не обладает высокой жесткостью и позволяет работать на таких же режимах резания, что и резец для сквозных отверстий.

В головку резца можно закрепить твердосплавную пластинку из сплава любой марки и из минералокерамики, соответствующую форме выфрезерованного гнезда. Заточку минералокерамических пластинок ЦМ-332 я производжу абразивным кругом из зеленого карбида кремния (на керамической связке, зернистость 60, твердость СМ-2 с обильным

охлаждением, при окружной скорости 6 м/сек). С последующей доводкой на чугунном притире пастой карсида.

Резьбонарезной резец с V-образной передней гранью (фиг. 21) является незаменимым для нарезания резьбы на деталях из таких слоистых материалов, как гетинакс, фибра, дельта-древесина, дерево всех пород и т. д. Обычные резьбонарезные резцы, какими мы пользуемся при наре-



Фиг. 21. Резьбонарезной резец с V-образной передней гранью.

зании стали, имеют отрицательный угол наклона лезвия и в данном случае почти непригодны. Эти резцы работают на отрыв, в процессе нарезания разрушают структуру материала, и резьба на детали выкрашивается.

Резец с V-образной передней гранью может нарезать резьбу вдоль и поперек слоя. Это значит, что при нарезании резьбы на винте из слоистых материалов расположение слоя по отношению к резцу будет поперечное, при нарезании гайки — продольное. Режущие кромки резца имеют положительный угол наклона лезвий, равный 30° . Величина передних углов резца равна 45° , задних 8° . Величина угла ϵ при нарезании метрической резьбы равна

55°, резьбы Витворта 50° (замер производится шаблоном вдоль режущих кромок). Заточку передних граней делают профилированным наждачным кругом (желательно нешироким) вдоль режущей пластинки строго через вершину резца.

Такие резцы удобны не только при нарезании резьбы на слоистых материалах; они могут быть с успехом применены при нарезании наружной резьбы на деталях из силумина и алюминия.

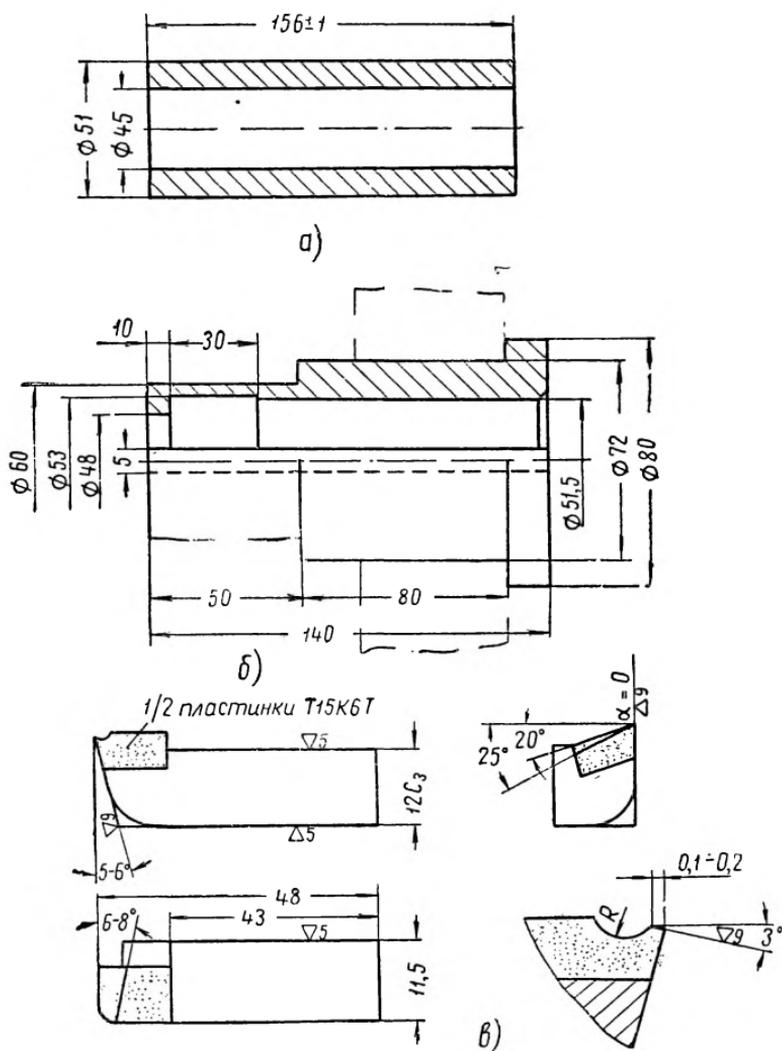
Высокое качество поверхности достигается при глубине резания 0,5—0,6 мм при обработке гетинакса и до 1,5 мм при обработке алюминия. Резцы лучше изготавливать из твердого сплава ВК8. Предлагаемые резцы вполне применимы и для нарезания внутренней резьбы.

Механические и физические свойства обрабатываемого материала оказывают очень большое влияние на чистоту обработанной поверхности. Известно, например, что мягкие и вязкие стали с малым содержанием углерода легко режутся, но получение на них чистой поверхности связано с большими трудностями.

С подобным явлением столкнулись токари нашего завода при расточке тонкостенных цилиндров (фиг. 22, а). При расточке, помимо низкой производительности труда и не соответствующей нужному классу чистоты поверхности ($\nabla 6$), имела место бочкообразность внутренней полости цилиндра. Конструкция резца не позволяла работать на большой скорости и не обеспечивала надежного удаления стружки. Обработка производилась со скоростью резания 17 мм/мин и с подачей 0,15 мм/об резцами из быстрорежущей стали. Для улучшения чистоты поверхности была введена операция подшабривания.

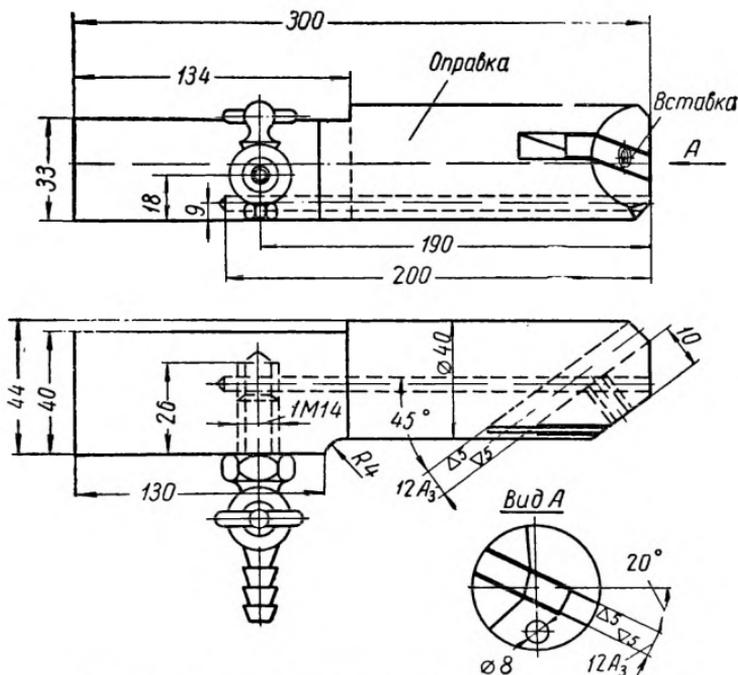
Мною был разработан следующий новый технологический процесс. Для крепления заготовки цилиндра в трехкулачковом патроне была изготовлена разрезная втулка (фиг. 22, б). Применение разрезной втулки исключило бочкообразность, так как давление кулачков приходилось уже не на цилиндр непосредственно, а на втулку.

Известно, что поверхность детали при одинаковой глубине резания и подаче, всегда чище при высоких или весьма низких скоростях резания. Идти на снижение скорости резания в данном случае было нельзя, я решил производить обработку цилиндров твердосплавным инструментом.



Фиг. 22. Скоростная расточка тонкостенного цилиндра:
 а — прежняя технология; б — применение разрезной втулки; в — конструкция резца.

По моим эскизам лабораторией были изготовлены твердосплавные резцы с напайными пластинками твердого сплава Т15К6 и Т30К4. При чистовом растачивании сквозных отверстий очень важен сход стружки в сторону обрабатываемой поверхности. Иначе сходящая стружка, попадая на обрабатываемую поверхность, значительно снижает чистоту. Наш резец (фиг. 22, в) удовлетворял такому



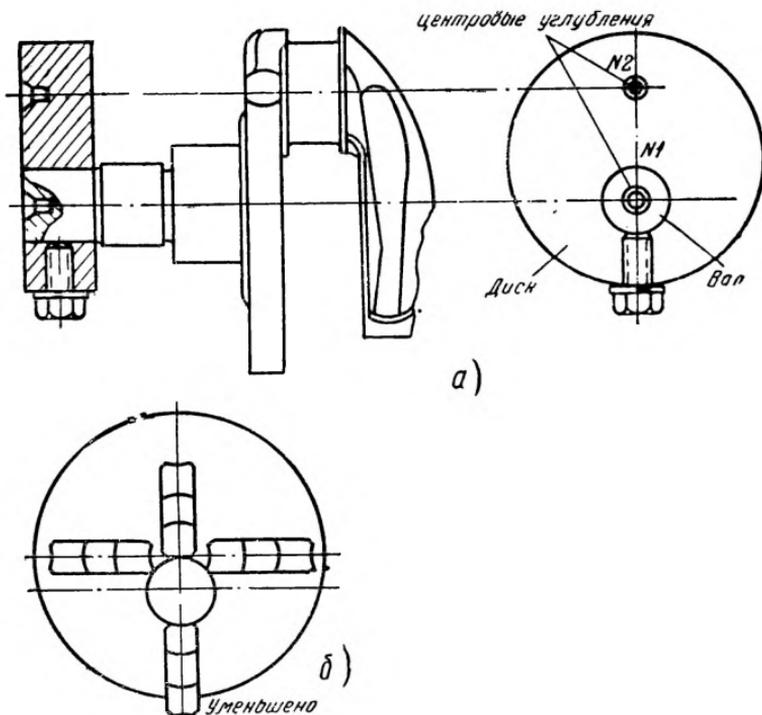
Фиг. 23. Подача сжатого воздуха через державку.

требованию. Для того чтобы стружка при высоких скоростях не разлеталась и не оставалась в цилиндре, через отверстие в державке (фиг. 23) подводился сжатый воздух. Сжатый воздух не только уносил стружку через шпиндель в подставленный для нее ящик, но и одновременно охлаждал деталь и резец.

Новый технологический процесс позволил резко повысить производительность труда, чистоту поверхности, точность формы и размеров деталей. В настоящее время расточка цилиндров производится при скорости резания равной 140—150 м/мин, т. е. в 8 раз большей при той же подаче (0,15 мм/об).

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ОБТОЧКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Как я уже говорил, для увеличения производительности труда недостаточно сократить время резания за счет высоких скоростей или подач. Увеличение скорости резания лишь тогда дает большой эффект, когда одновременно сокращается вспомогательное время. Так, если вспомо-

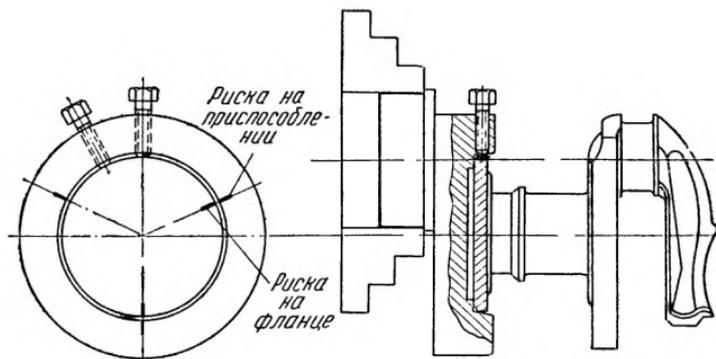


Фиг. 24. Обычное крепление коленчатого вала.

гательное время составляет 50% штучного времени, то увеличение скорости резания в 4 раза позволит повысить производительность только в 1,6 раза.

Сейчас, когда в распоряжении токаря имеются очень стойкие режущие инструменты и быстроходные мощные станки, сокращение вспомогательного времени становится наиболее важной задачей. Поэтому применение различных приспособлений для сбережения времени, повышения качества и точности обработки имеет особенно большое зна-

чение. Приведу один интересный пример. Токарям очень часто приходится обтачивать коленчатые валы, например, автомобилей и тракторов. Здесь наиболее сложна установка вала для обточки шатунных шеек. Делают это обычно так. На свободный конец вала надевают диск и крепят его болтом. В торце вала имеется центровое углубление. Оно служит для обточки коренных шеек вала. Другое углубление делают в самом диске. Это второе центровое углуб-



Фиг. 25. Приспособление для установки коленчатого вала (справа) и схема расположения рисков (слева).

ление нужно для обточки шатунных шеек. Оно смещено на величину расстояния между осями коренной и шатунной шеек (фиг. 24, а).

Во время обточки конец вала с диском опирается на задний центр станка. Каждый раз, переходя от обточки одной шатунной шейки к другой, надо повернуть и перекрепить на валу диск. Намного сложнее установить на станке другой конец вала. На этом конце имеется фланец. Он составляет с валом одно целое. Вот этот фланец и доставляет много хлопот токарю. Приходится зажимать его в четырехкулачковом патроне. Чтобы шатунная шейка встала по центру станка, кулачки смещают (фиг. 24, б). Крепление получается нежесткое. Но главное затруднение в том, что надо очень долго выверять положение коленчатого вала индикатором. А затем, чтобы обточить вторую и третью пару шеек, надо все повторять сначала. Настройка отнимала много времени.

Я предложил простое приспособление для установки коленчатого вала — два неразъемных диска (фиг. 25). Малый диск зажимается в кулачках патрона строго по центру.

Для проверки установки служит цилиндрический поясok между дисками. Подводя рейсмус, легко по нему проверить правильность установки.

В большем диске сделано углубление. Диаметр углубления равен диаметру фланца коленчатого вала. В это углубление вкладываем фланец вала, который закрепляется на нем двумя болтами. Большой диск приспособления имеет центр, смещенный от центра малого диска на величину расстояния между коренной и шатунной шейкой. Для каждой марки автомобиля эта величина постоянная. Она равна половине хода поршня. Поворачивая фланец вала внутри приспособления, легко найти такое его положение, когда шатунная шейка встанет точно по центру станка. Для первой шейки можно проверить положение по индикатору. Для второй и третьей пары шеек этого делать не нужно.

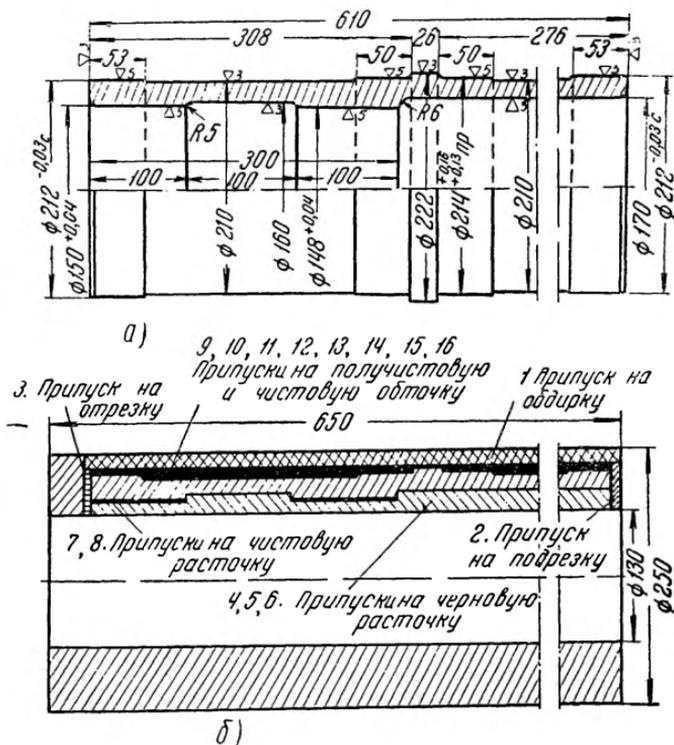
Делаем отметку на фланце вала против риски на торце приспособления. Допустим, что вал шестиколенчатый. Следовательно, шатунные шейки развернуты относительно друг друга на 120° . Отпускаем болты, крепящие фланец вала. Повертываем вал в приспособлении, чтобы отмеченное место встало против второй риски на торце приспособления. Эта риска соответствует повороту на 120° . Завертываем болты — вал находится в положении для обточки следующей пары шеек. Теперь нетрудно представить диск с центровым углублением на другом конце вала. Так же поступаем и дальше.

Токарю нужно иметь столько приспособлений с различным смещением центров, сколько типов машин придется ремонтировать. Но изготовить приспособление нетрудно. Оно оправдывает себя уже после обточки двух-трех валов.

ОБРАБОТКА ВТУЛОК

В токарном деле огромное значение имеют различные приемы работы. Например, как правильно и быстро промерить деталь, как выдержать размер, с какой стороны удобнее подвести инструмент к обрабатываемой поверхности и т. д. О таких приемах можно рассказывать много. Приведу лишь несколько примеров, на которых можно показать не только приемы работы, но и применение различных инструментов и приспособлений.

Изготовление втулок относится к числу часто встречающихся работ. Обработка втулки состоит из больших количеств операций и технологических переходов, от правильной очередности которых во многом зависит производительность труда и точность размеров детали.

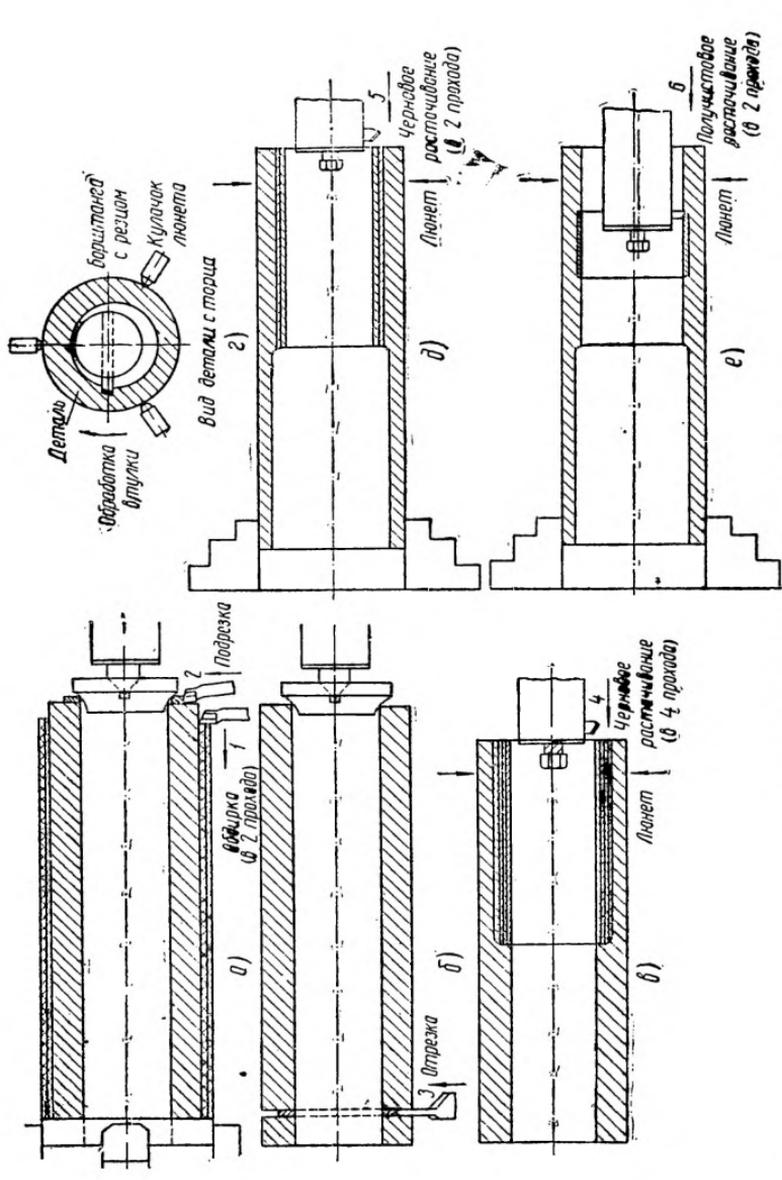


Фиг. 26. Втулка:

a — рабочий чертеж коллектора; *b* — заготовка втулки коллектора и припуски на обработку (цифрами обозначены номера переходов).

Втулка (фиг. 26, *a*), пример обработки которой мы рассмотрим — довольно сложная деталь. Заготовкой для нее служит стальная отливка (предел прочности 50 кг/мм²). Размеры заготовки: длина 650 мм, наружный диаметр 250 мм, внутренний 130 мм. На фиг. 26, *b* изображена заготовка втулки, на этой же фигуре показаны припуски, снимаемые при обработке.

Обработка начинается с предварительной черновой наружной обточки, подрезки и отрезки втулки в размер.



Фиг. 27. Обработка втулки коллектора:

а — предварительная обточка; б — отрезка втулки; в — черное растачивание; г — черное растачивание с другого конца втулки; д — получистовая расточка.

Втулка закрепляется одним концом в четырехкулачковом патроне, а другой ее конец с помощью пробки опирается на вращающийся задний центр (фиг. 27, а).

Предварительная обточка — обдирка — производится обдирочным подрезным резцом, оснащенным твердым сплавом Т15К6, который показан на фиг. 27, а. Как известно, твердый сплав Т15К6 при среднем сечении стружки позволяет работать на более высоких скоростях, чем сплав Т5К10. Поэтому при обдирке втулки применяется следующий режим: глубина резания — первый проход 6 мм, второй проход 7 мм, подача 0,7 мм, скорость резания 90—95 м/мин, число оборотов в минуту 120. Обдирка втулки занимает 15 мин. Тем же резцом, не меняя числа оборотов, подрезается правый торец втулки. При этом снимается припуск 4 мм (глубина резания); подача ручная 0,3—0,4 мм/об. На подрезку затрачивается одна минута.

Затем идет отрезка втулки в размер (фиг. 27, б). В связи с тем, что деталь имеет большой диаметр, отрезка производится быстрорежущим резцом, изображенным на фиг. 14. Подача (поперечное перемещение резца) 0,2—0,25 мм/об; скорость резания 30 м/мин (число оборотов в минуту 45). На отрезку уходит 5,5 мин. На этом предварительная обработка втулки снаружи заканчивается. Всего на нее затрачивается $15,0 + 1 + 5,5 = 21,5$ мин. машинного времени.

Обычно в работу запускается партия втулок (5—6 шт.). После предварительной обточки, подрезки и отрезки в размер одной втулки таким же порядком обрабатываются остальные заготовки. Только после этого начинается черновое растачивание отверстия. Для растачивания втулка крепится в четырехкулачковом патроне. Другой конец ее опирается на неподвижный люнет, показанный на фиг. 27, в стрелками. Установку втулки в патроне выверяют по рейсмусу. Для черновой расточки служит твердосплавный резец типа проходного.

Черновое растачивание втулки ведется при обратном вращении шпинделя (резец повернут лезвием вниз). При перевернутом резце давление резания действует на деталь сверху вниз, прижимая ее вместо одного кулачка, который имеет люнет сверху, к двум, которые он имеет снизу. Получается более устойчивое положение, чем если бы мы резали на прямом ходу станка. Резец закреплен в массивной державке — борштанге — диаметром 100 мм. Для того

чтобы лезвие резца находилось на уровне центров станка, борштангу приходится несколько смещать вверх (фиг. 27, *г*).

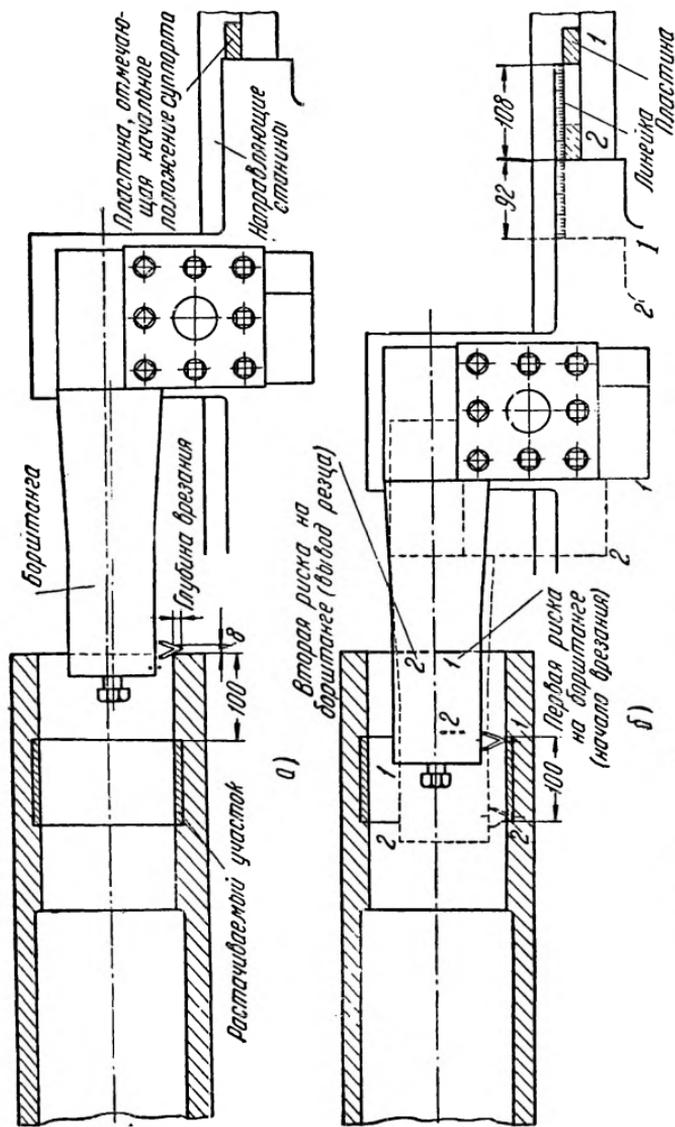
Расточка производится отдельными участками. Сначала растачиваем одну сторону втулки до диаметра 170 мм на длине 310 мм (фиг. 27, *в*). При внутреннем диаметре заготовки 130 мм надо снять $170 - 130 = 40$ мм или 20 мм на сторону. Такой большой припуск снять за один проход не удастся, так как у станка не хватает мощности, да и жесткость резца и детали не позволяет. Приходится разбить эту работу на четыре прохода с глубиной резания по 5 мм каждый; подача 0,25—0,3 мм/об; скорость резания 60—65 мм/мин, число оборотов в минуту 140. На все четыре прохода затрачивается около 30 мин. После окончания расточки тем же резцом выполняется при ручной подаче радиусное закругление у торца втулки. Затем втулку перевертываем и ведем черновое растачивание с другого конца. Теперь отверстие растачивается до диаметра 145 мм на длине 300 мм (фиг. 27, *д*). Первый проход — глубина резания 5 мм, второй проход 2,5 мм; подача в обоих случаях 0,25—0,3 мм/об; скорость резания и число оборотов те же, что и на предыдущей операции; затрата времени 15 мин.

Подходим к наиболее интересной и ответственной части обработки к полуваловой и чистовой расточке. Сначала растачиваем так называемый свободный диаметр 160 мм без указания допусков (фиг. 27, *е*). Такой порядок обработки имеет определенные преимущества. Точно отмерив и расточив этот участок, мы определим тем самым и границы соседних участков. Их уже не надо будет измерять. Получается также свободный выход для резца при обработке следующих участков, которые можно растачивать на проход.

Приступаем к растачиванию, не меняя установки детали. Но резец приходится сменить на галтельный (фиг. 16, слева). Таким резцом можно врезаться не только с края, но и с середины детали. Вращение будет по-прежнему обратное. Резец перевернут лезвием вниз.

Самое важное в этой операции — правильно найти место, с которого надо начать врезание, а также место отвода резца. Для этого можно применять следующий прием.

Промерив отверстие после черновой расточки, определяем, насколько надо будет углубиться резцу. Слегка коснувшись резцом стенки отверстия, выводим его нару-



Фиг. 28. Определение начала и конца растачивания:

а — исходное положение борштанги; б — начало и конец растачивания.

жу. Нониус ставим на нуль. Отсчитав по нониусу расстояние, подаем резец на себя на величину врезания. Затем продольной подачей придвигаем резец ко втулке (фиг. 28, а). Промеряем ширину резца на линии стенки отверстия. Допустим, она оказалась 8 мм.

Поперечной подачей от себя ставим резец против отверстия. Чтобы начать врезание, надо подать резец внутрь отверстия на 100 мм (длина предшествующего участка 8 мм, ширина резца 108 мм. Так как вести измерения внутри отверстия нельзя, поступаем следующим образом. С правой стороны плота (нижних салазок) суппорта кладем на направляющие станины металлическую пластинку. Она показывает начальное положение суппорта.

Затем подаем суппорт влево, приложив линейку к краю металлической пластинки (фиг. 28, б). Когда расстояние между нижними салазками суппорта и пластинкой будет равно 108 мм, суппорт останавливаем. На державке резца делаем напильником риску против торца детали. При расточке следующих деталей риска будет показывать начало врезания.

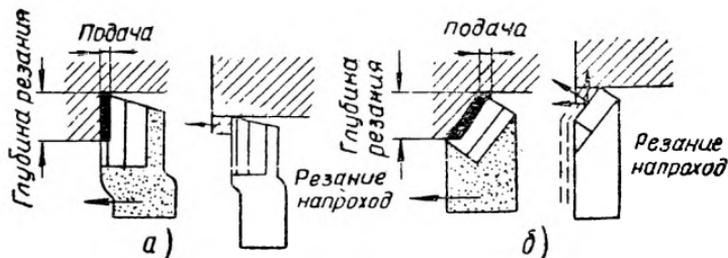
На фиг. 28, б цифрами 1 показано положение борштанги и суппорта в начале врезания, а цифрами 2 — при выводе резца.

Металлическую пластинку, положенную на направляющую станину, придвигаем вплотную к плоту суппорта. Пускаем станок и по нониусу поперечной подачи врезаемся на нужную глубину резания. Затем включаем продольную подачу и начинаем растачивать участок диаметром 160 мм. Приложив линейку к краю металлической пластинки, следим за увеличивающимся расстоянием между суппортом и пластинкой. Когда оно станет равным 92 мм (100 мм длина растачиваемого участка — 8 мм ширина резца), продольную подачу выключаем, резец отводим от стенки отверстия. На державке резца делаем напильником новую риску. Она показывает конец врезания. Расточку следующих деталей ведем по рискам на державке. На современных станках 1А62 и 1К62 имеется лимб продольной подачи, который позволяет гораздо удобнее определять длину расточки.

Растачивая этот участок с диаметра 145 мм (после черного растачивания) до диаметра 160 мм, приходится делать два прохода: глубина резания первого 4 мм, второго 3,5 мм; подача 0,3 мм/об; скорость резания та же, что

и при черновом растачивании (30—35 м/мин), число оборотов в минуту 70. На эту операцию затрачивается 5 мин.

Вслед за первой деталью таким же образом обрабатываются и остальные детали (черновое растачивание и расточка свободного размера). Затем переходим к чистовому растачиванию участков с диаметрами 148 и 150 мм. Установка детали сохраняется та же, что и на предыдущей операции. Однако вращение дается обычное, прямое, так как



Фиг. 29. Работа подрезного (а) и проходного (б) резцов.

при чистовой расточке стружки срезаются небольшие и давление резания невелико. Резец обычно устанавливается лезвием вверх.

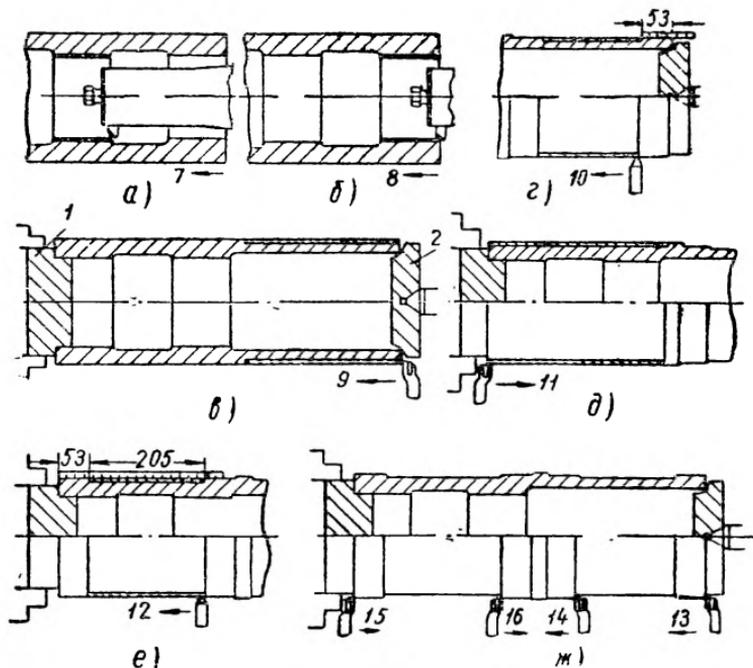
Чистовое растачивание втулки можно вести, как уже говорилось, без врезания напраход. Следовательно, галтельный резец нам уже не нужен. Можно применять чистовые резцы типа проходных. «Почему проходного типа, а не подрезного? — может спросить читатель. — Вы, как будто, предпочитаете подрезные резцы?»

Совершенно верно. Но здесь следует учесть одно обстоятельство, о котором мы еще не говорили. Подрезной резец срезает стружку с поперечным сечением в виде прямоугольника, а проходной резец в виде параллелограмма (фиг. 29). Когда подрезной резец работает напраход, он в конце прохода стружку не срезает, а как бы отламывает (скалывает). Получается резкое изменение нагрузки. Пластина из твердого сплава может выкрошиться, дать трещину.

Другое дело, когда работает проходной резец. Давление его направлено под углом к детали. В конце прохода резец выходит из-под стружки не сразу, а постепенно (фиг. 29, б). Поэтому он не скалывает, а срезает стружку. Следовательно, при работе напраход лучше работать про-

ходным резцом, и только в том случае, если в конце прохода имеется уступ, то подрезным.

Итак, чистовую расточку втулки ведем чистовым проходным резцом. В первую очередь, растачиваем участок диаметром 148 мм с допуском в 0,04 мм (см. фиг. 26). Начать именно с этого диаметра выгодно потому, что можно использовать участок, находящийся около края втулки, для настройки на глубину резания. Диаметр этого участка



Фиг. 30. Обработка втулки коллектора:

а, б — чистовое растачивание посадочных размеров; *в* — наружное полуцистовое obtачивание; *г* — наружное полуцистовое obtачивание свободного размера; *д* — наружное полуцистовое obtачивание; *е* — наружное полуцистовое obtачивание свободного размера; *ж* — наружное чистовое obtачивание.

составляет 145 мм с небольшими отклонениями. Коснувшись слегка резцом стенки отверстия, ставим нониус на нуль. Введя резец в отверстие, отсчитываем по нониусу нужную глубину резания и, придвинув резец, включаем продольную подачу (фиг. 30, *а*). Цифрами на фиг. 30 показаны порядковые номера операций.

При чистовой обработке обычно требуется обеспечить

точный размер. Поэтому приходится обработку разбивать на два прохода. При первом снимается почти вся стружка, как бы нащупывается нужный размер, при втором — достигается окончательный размер детали.

При чистовой расточке с диаметра 145 мм до диаметра $148^{+0,01}$ мм на первом проходе снимается 2,5 мм, или 1,25 мм на сторону (глубина резания). Диаметр, следовательно, увеличивается до 147,5 мм. Нужно точно промерить полученное отверстие штихмасом. Отсюда узнаем, какую глубину резания надо взять при втором проходе. С той или иной поправкой это будет 0,25 мм. Подачу при обоих проходах берем 0,15—0,17 мм/об, скорость резания 180—200 м/мин, число оборотов в минуту 400. На оба прохода затрачиваем 3 мин. машинного времени.

Следующая операция — чистовое растачивание участка втулки диаметром 150 мм с допуском также в 0,04 мм (фиг. 30, б). Эта операция мало чем отличается от предыдущей. Первым проходом растачиваем отверстие с диаметра 145 мм до диаметра 149,5 мм. Следовательно, снимаем 4,5 мм, или 2,25 мм на сторону (глубина резания), затем отверстие измеряем штихмасом и снимаем остальной слой (0,25 мм). Подача, скорость резания и число оборотов те же, что и на предыдущей операции. Время, расходуемое на оба прохода, также 3 мин.

После окончания чистовой расточки тем же резцом выполняется на ручной подаче радиусное закругление на торце втулки (остальные радиусы на внутренних поверхностях втулки получаются сами собой при врезании и выходе резцов).

Расточив начисто одну втулку, растачиваю все остальные. После этого производится чистовая наружная обточка. Втулка устанавливается на пробках, специально выточенных для этой цели (фиг. 30, в). Одна из пробок — пробка 1 для чисто расточенного отверстия — зажимается в четырехжучлачковом патроне, другая 2 — для грубо расточенного отверстия — подпирается вращающимся центром задней бабки (фиг. 30, в).

Сначала выполняется получистовая обточка одной половины втулки с диаметра 224 мм до диаметра 215 мм на длине 276 мм (фиг. 30, в). Резец подрезной, подача 0,4 мм/об, глубина резания 4,5 мм, скорость резания 200 м/мин, число оборотов в минуту 300. На эту операцию затрачивается около 2,5 мин. Следующая операция — об-

точка свободного размера с диаметром 210 мм (фиг. 30, *в*). Эта операция родственна операции расточки свободного размера отверстия диаметром 160 мм, но выполнять ее проще, так как все размеры доступны для замеров.

Для чистовой обточки применяется галтельный резец, подача 0,4 мм/об, глубина резания 2,5 мм, скорость резания и число оборотов те же, что и на предыдущей операции. Время на операцию 1,5 мин.

Затем так же обрабатывается вторая половина детали. Чтобы не переставлять втулку, получистовая обточка на длине 308 мм осуществляется подрезным левым резцом. Следовательно, резец движется от передней бабки по направлению к задней бабке (фиг. 30, *д*). Заодно протачивается и центральный поясок длиной 26 мм, диаметром 222 мм.

Следом за этим обтачивается галтельным резцом участок с диаметром 160 мм на длине 205 мм (фиг. 30, *е*). Режим резания такой же, как и при обточке первой половины втулки. Но так как проходы немного длиннее, то и времени затрачивается несколько больше (3 мин. и 2 мин.). После получистовой обточки можно было бы переходить сразу на чистовое обтачивание, но деталь бывает настолько разогрета, что приходится ее снимать со станка и ставить на получистовую обточку следующие втулки.

После того как вся партия пройдет описанные операции можно приступить к чистовой обточке первой втулки. Деталь снова устанавливается на пробки и крепится так же, как и при получистовой обточке (фиг. 30, *ж*). Чистовой обточке подвергаются участки втулки с посадочными размерами.

Обтачиваем сначала одну из сторон втулки. Резец подрезной, чистовой, оснащенный пластинкой из твердого сплава ТЗ0К4 (см. фиг. 10, справа). Диаметр, равный 214 мм, имеет допуск 0,13 мм. Этот участок втулки можно проточить сразу, за один проход. Подача 0,15—0,17 мм, глубина резания 0,5 мм (с диаметра 215 на диаметр 214 мм), скорость резания 400 м/мин (число оборотов в минуту 600). Затрачивается на обточку менее одной минуты (25 сек.). Диаметр, равный 212 мм, имеет также допуск 0,13 мм. Этот участок протачиваем за два прохода. Первый проход с диаметра 215 мм на диаметр 212,5 мм. Учитывая, что только до этого был пройден диаметр 214 мм, можно без обмера детали установить резец по нониусу. После прохода про-

меряем микрометром диаметр втулки. При этом выясняется, сколько надо «добрать» при втором проходе. Режим резания тот же, что и на предыдущей операции. Машинное время обоих проходов — около одной минуты.

Совершенно так же протачиваются участки с посадочными размерами на другой половине втулки. Но чтобы не переставлять деталь, снова применяем левый подрезной резец (для чистовых работ). Он движется от передней бабки к задней. Режимы резания и время на обточку те же, что и на предыдущей операции.

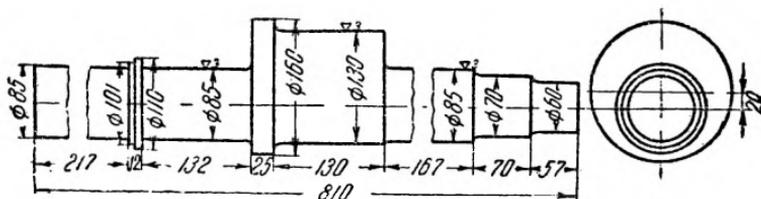
На этом обработка первой втулки заканчивается. Чистовую обточку проходят одна за другой и все остальные втулки.

Сложив время машинной обработки на всех операциях, получим около 100 мин. Если учесть время, затрачиваемое на установки и промеры деталей, на смену резцов, на подвод и отвод инструментов, то окажется, что обработка втулки занимает около 2,5 часа. Наличие неровностей раковин с песком может увеличить время обработки до 4—4,5 часов

Замечу, что норма времени по технологическому процессу на втулку коллектора была установлена 18 часов. Применяв свои приемы работы и скоростные режимы обработки, я изготовлял втулку в среднем за 4 часа.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ВАЛА

Валы, как и втулки, — самые распространенные детали, которые приходится обрабатывать на токарных станках. Наиболее сложна обработка эксцентриковых валов. Рас-



Фиг. 31. Эксцентриковый вал.

смотрим это на примере изготовления вала, показанного на фиг. 31.

Вал вытачивается из проката (сталь марки 45) диаметром 180—200 мм. У заготовки намечают центры и делают

предварительные центровые углубления электродрелью или на расточном станке.

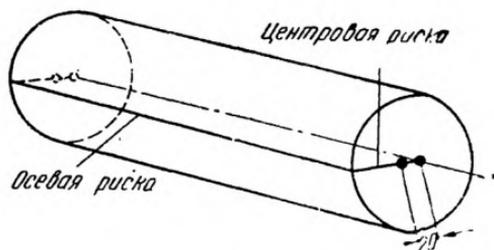
Первая токарная операция — обточка заготовки до диаметра 160 мм. Вслед за этим начинаем подготовку к нанесению основных центров. Для этого, остановив станок, прогоняем суппорт вдоль детали. Резец установлен строго по центру. Он чертит на поверхности вала осевую линию. Затем подрезаем торец. Резец не доводим до центра. Вокруг центрального отверстия остается небольшой припуск.

Вал отрезаем около самых кулачков патрона, оставляя припуск на подрезку. Теперь вал перевертываем, ставим люнет и подрезаем только что отрезанный конец. Острием чертилки, находящейся на уровне центра, проводим на торце вала центровую линию. Она соединяется с осевой линией, прочерченной раньше. Вал снова перевертываем. Установку его в патроне проверяем по рейсмусу. Подрезаем припуск, оставленный около центра. На торце вала чертилкой наносим также центровую линию.

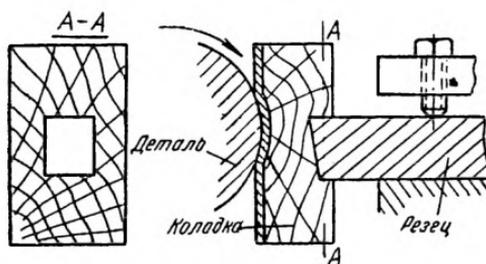
Теперь вал подготовлен для разметки новых центров. На обоих торцах откладываем по центровым линиям расстояние между старыми и новыми смещенными центрами (в нашем примере 20 мм). Места старых и новых центров накерниваем, засверливаем и зенкуем электродрелью. Вал имеет вид, показанный на фиг. 32. Обычно центровые углубления, сделанные на месте старых центров, в дальнейшем оказываются вне тела детали. Иначе говоря, их срезают при обточке концевых шеек вала (в нашем примере они остаются). Поэтому после того как сделана разметка и засверлены центры, сначала обтачивают вал со старых центров.

Есть еще один довод в пользу такого порядка обработки: всегда лучше вначале обтачивать большие диаметры, а потом переходить на меньшие. Так легче добиться точности. А самый большой диаметр вала, равный 130 мм, как раз обтачивается со старых центров.

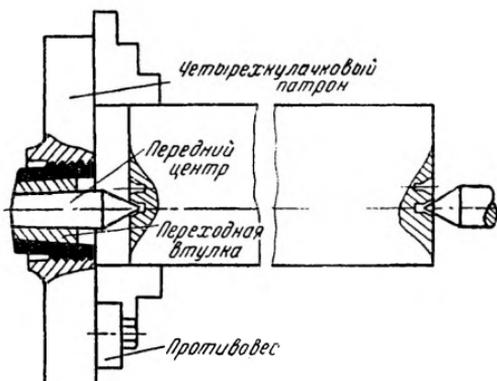
Итак, обтачиваем сначала эксцентриковую шейку вала диаметром 130 мм. Резец подрезной. Одновременно с обточкой подрезаем торец (диаметр 160 мм). Вслед за обточкой идет полировка. Для полировки я применяю буковую колодку с вырезом (фиг. 33). В этот вырез входит резец; он прижимает колодку к детали. Между деталью и колодкой закладывается наждачное полотно. Полотно поливается маслом. С помощью суппорта даем колодке продольное



Фиг. 32. Разметка центровых углублений.



Фиг. 33. Применение деревянной колодки для полирования.



Фиг. 34. Установка вала на смещенных центровых углублениях.

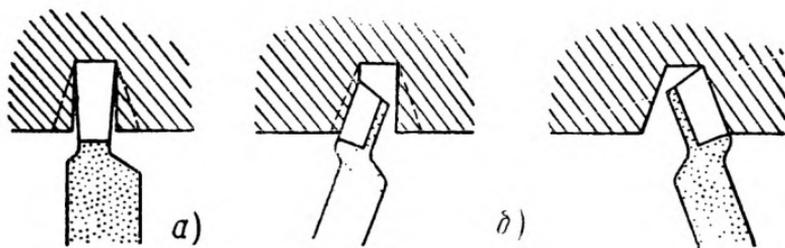
перемещение (подача 3—4 мм/об). Для полировки шейки вала диаметром 130 мм надо сделать пять-шесть продольных ходов. В это время скорость вращения детали достигает 200—250 оборотов в минуту.

Затем вал устанавливаем на новых, смещенных центрах. Теперь это уже основные центры, с которых надо обточить большую часть вала. Один конец вала ставим в передний центр и осторожно зажимаем в патроне, другой конец вала поджат задним центром (фиг. 34). После перестановки на новые центры вал имеет с одной стороны очень большой припуск. Получается односторонний срез стружки. Для того чтобы уравновесить деталь, создать равномерное вращение, на планшайбе патрона закрепляется несколько противовесов. Затем по мере того как срезается неравномерный припуск, противовесы снимаются.

Таким способом обтачивается сначала одна половина вала, затем вал перевортывается, и обтачивается вторая половина. Последняя операция — полировка шеек диаметром 85 и 70 мм. Для этого служат жимки, в которые закладывается наждачное полотно.

НАРЕЗАНИЕ МНОГОХОДОВОЙ РЕЗЬБЫ

Нарезание резьбы по праву считается одной из самых сложных работ токаря. Прежде всего это, конечно, относится к случаям нарезки многоходовой трапецеидальной резьбы.

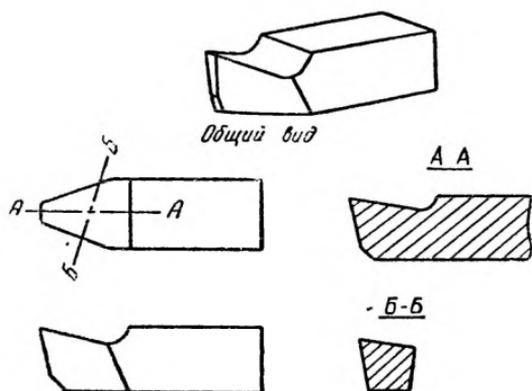


Фиг. 25. Обычный способ нарезания трапецеидальной резьбы:
а — прорезание паза до дна впадины; б — срезание боковых уступов.

В практике принято нарезать сложные профили с большим шагом резьбы последовательно тремя резцами. Первый резец — прорезной, ширина его равна полной ширине впадины резьбы (или несколько меньше). Этим рез-

цом прорезают паз до дна впадины (фиг. 35, а). Далее применяют подрезные резцы — правый и левый. Ими срезают боковые уступы и получают нужный профиль резьбы (фиг. 35, б). Этот способ нелегко и требует большой затраты времени. Значительно быстрее и удобнее нарезать резьбу сложного профиля одним резцом.

В этом случае применяется державочный резец из быстрорежущей стали, заточенный строго по профилю резьбы, если смотреть на резец сверху (фиг. 36). Ширина его

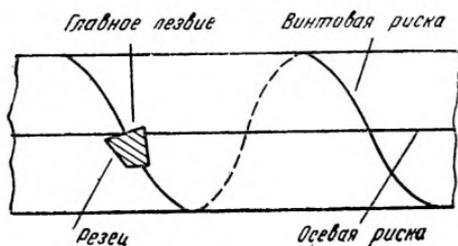


Фиг. 36. Державочный резьбовой резец.

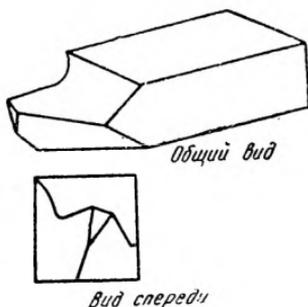
равна $\frac{3}{4}$ ширины полного профиля резьбы. Резец имеет положительный передний угол в направлении главной оси (сечение А—А). Благодаря этому получаются небольшие передние углы и для боковых режущих кромок (сечение Б—Б). Но углы эти значительно меньше, чем первый угол. Поэтому таким резцом легче резать прямой поперечной подачей.

Приемы работы разберем на примере нарезки двухходового червяка с модулем 6 мм. Деталь установлена на станке. Один конец ее зажат в четырехлапчатом патроне, другой опирается на вращающийся задний центр. Раньше для правильной установки резьбового резца я наносил на детали две риски — осевую и винтовую. Для этого закреплял в резцедержателе строго на уровне центра острозаточенный резец и, слегка касаясь им неподвижной детали, прогонял суппорт на продольном ходу. Так получалась осевая риска (фиг. 37). Затем настраивал станок на нуж-

ную подачу для резьбы, пуская его и на вращающуюся деталь наносил резцом винтовую линию (фиг. 37). Эта винтовая линия служила для установки резца по углу подъема нарезаемой резьбы. Я. использовал ее также для

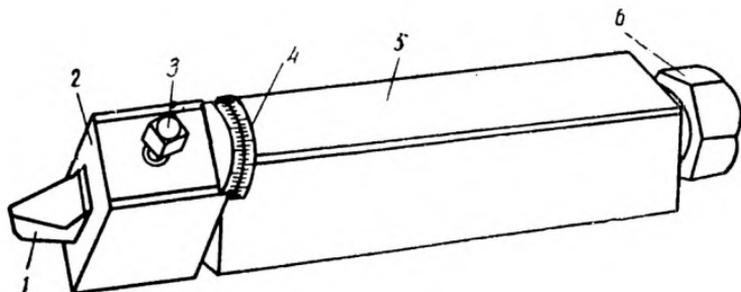


Фиг. 37. Установка резьбового резца по углу подъема винтовой линии.



Фиг. 38. Резьбовый резец, заточенный по углу подъема винтовой линии.

определения нужной заточки резца. Как известно, резец должен был работать таким образом, чтобы его главное лезвие было перпендикулярно к винтовой линии резьбы, следовательно, по отношению к подошве резца передняя



Фиг. 39. Державка для резьбового резца.

грань должна быть наклонна. А чтобы боковые лезвия также могли резать, задние грани резца должны быть заточены так, как это показано на той же фигуре. Каждый резьбовый резец я перетачивал, чтобы получить сечение, изображенное на фиг. 37. Такой резец показан на фиг. 38.

Заточку я производил по углу подъема винтовой линии, прикладывая резец к риску. В конце концов, пришел к выводу, что нет надобности заточивать резец каждый раз заново. Если сделать державку резца поворачиваю-

щейся вокруг своей оси, то можно устанавливать лезвие резца перпендикулярно к винтовой линии без переточки резца.

Такая державка показана на фиг. 39. Она состоит из трех частей: передней части 2, корпуса 5 и гайки 6. Передняя часть имеет гнездо для резца. В гнезде резец 1 закрепляется болтом 3. Кроме того, передняя часть имеет хвостовик в виде стержня с нарезанным концом. Стержень проходит через отверстие в корпусе и ввинчивается во внутреннюю резьбу гайки. Своей наружной резьбой гайка ввинчивается в корпус державки. Внутренняя и наружная резьба гайки имеют разный шаг (внутренний 2,5 мм, наружный 1,5 мм). Такое устройство предохраняет державку от развинчивания при большом давлении резания.

На передней части и на самом корпусе державки сделаны выступающие буртики 4, на которые нанесены градусные деления. С помощью полученной таким образом градусной шкалы производится отсчет поворота передней части державки вместе с закрепленным в ней резцом. Державку нетрудно сделать токарю самому. Если есть державка, не требуется уже наносить винтовую риску. Резец устанавливается по шкале на державке согласно углу подъема винтовой линии, который указывается на чертеже.

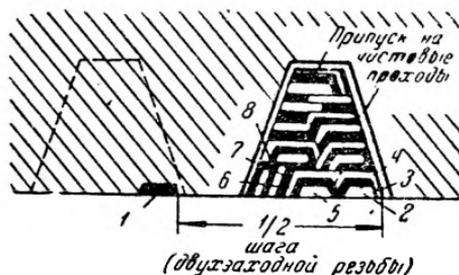
Державка устраняет частую переточку резцов. Вместо того, чтобы перетачивать резец каждый раз, когда меняется диаметр или число заходов резьбы, а следовательно, и угол подъема винтовой линии, достаточно иметь несколько заготовленных резцов для основных модулей. Такой резец будет годен для всех диаметров резьбы и различных заходов (двух, трех, четырех и т. д.) в пределах данного модуля. Нужный угол наклона передней грани и заточка задних граней получаются простым поворотом самой державки.

Попутно надо сказать о неправильном освещении во многих пособиях и руководствах вопросов точности нарезания резьбы. Обычно подчеркивают, что при нарезании резцом, лезвие которого поставлено перпендикулярно к винтовой линии (т. е. так, как это изображено на фиг. 37), получается вогнутое дно канавки. Считается, что такое искажение профиля при многоходовой резьбе большого угла подъема винтовой линии достигает значительных размеров. Отсюда делают вывод, что зачистку резьбы надо производить другим резцом, лезвие которого

должно быть расположено параллельно оси детали. Практика не подтверждает этого мнения. Вогнутость во всех случаях, даже при очень больших углах подъема резьбы, настолько мала, что не имеет существенного значения.

Вернемся к нарезанию резьбы. Сначала делим резьбу на заходы. Обычно рекомендуют такое деление производить с помощью шестерен гитары станка или с помощью специального патрона со шкалой. Однако значительно удобнее производить разбивку по шагу.

Подводя резец к детали так, чтобы он слегка коснулся ее, делаем неглубокую канавку по всей длине детали.



Фиг. 40. Последовательность врезания при нарезке многоходовой резьбы.

1, 2 — разметочные проходы; 3, 4, 5, 6 — черновые проходы (поперечное врезание); 7, 8 — черновые проходы (боковое врезание).

Так намечается одна из сторон (допустим, правая) первого захода резьбы. Шаг резьбы при модуле 6 мм равен 37,68 мм. Нитка второго захода должна находиться от первого на расстоянии $1\frac{1}{2}$ шага, т. е. 18,84 мм.

После того как прорезана винтовая канавка, резец отводится поперечной подачей на себя: и дав станку обратный ход, возвращаем суппорт в начальное положение. Для захода на вторую нитку резцовые салазки отводятся в продольном направлении на 18,84 мм. Если нарезается правая резьба, то резцовые салазки надо продвинуть по направлению к передней бабке, если левая, — то по направлению к задней. Это нужно, чтобы не допускать слабину в ходе салазок. Отсчет идет по нониусу винта верхних резцовых салазок суппорта. Снова включаем станок и подводим резец поперечной подачи к детали. Образует вторую канавку на расстоянии 18,84 мм, т. е. полшага от первой канавки.

Таким путем намечается правая сторона второго захода резьбы.

Каждый согласится, что пользоваться нониусом резовых салазок для разбивки по шагу намного удобнее, чем находить новый заход, поворачивая шпиндель и отмечая мелом зубья шестерен.

Молодому токарю можно посоветовать подобным же образом разметить и другую сторону каждого захода. Опытный токарь может этого и не делать, определяя ширину впадины с помощью шаблона.

После разметки можно приступить к черновым проходам. Допустим, начинаем врезание с правой стороны канавки, немного отступив от ее края (фиг. 40). После двух-трех проходов перемещаем резец на полную ширину лезвия влево и делаем такие же проходы. Врезание идет преимущественно поперечное, как самое выгодное для резца (см. об этом выше). Но можно некоторые проходы делать и боковым перемещением резца (фиг. 40). Каждый проход углубляет канавку на 0,5 мм (глубина резания). По ширине же стружка берется на полную ширину лезвия. Скорость резания 30—31 м при обильном охлаждении. Таким образом углубляем и расширяем канавку до тех пор, пока расстояние до дна впадины или припуск не станет равным 1 мм, а у боковых стенок 0,3—0,4 мм. На этом черновое нарезание канавки заканчиваем и приступаем к черновой нарезке второго захода. Сделав ее, приступаем к чистовым проходам.

Первым делом надо проверить состояние резца — насколько он затупился. Обычно режущие кромки восстанавливают оселком, не снимая резец со станка. Но если резец сильно затупился, надо его снять и тщательно заточить и довести. При чистовом нарезании они должны быть очень острыми.

Переходя к чистовым проходам, снижаем число оборотов в 10 раз (например, если в нашем случае черновые проходы делались при 90 оборотах, то теперь станку даем 9 оборотов). При этом получается зеркальная поверхность. Чистовой проход делается на всю ширину лезвия: глубина врезания 0,1 мм. Если на стенках канавки остаются риски, делаем новый проход, не углубляясь дальше. И так до трех раз. Стружка при этом снимается тонкая, как фольга, а стенка канавки хорошо зачищается. Таким образом срезаем припуск, оставленный на левой стороне канавки

(0,3 мм) и зачищаем стенку. Размеры канавки после каждого прохода проверяем шаблоном. Окончательно зачистив левую сторону, ставим нониус резцовых салазок на нуль, отводим их вправо на 0,3 мм (на величину срезанного припуска), а затем еще на полшага для перехода на другой заход. Зачистив у канавки следующего захода вначале левую сторону, углубляем затем впадину до надлежащей глубины, срезая оставленный 1 мм припуска. Потом переходим к зачистке правой стороны до полной посадки шаблона по профилю. Отсчитав по нониусу полшага, снова переходим на первый заход, зачищаем правую сторону и впадину.

На нашем заводе шаблоны для проверки резьбы изготовлены на величину шага в осевом измерении. Для правильной установки шаблона и служит осевая риска, о которой я говорил вначале.

Здесь надо подчеркнуть, что, взяв окончательные размеры правой стороны путем отсчета полшага от предыдущего захода, проверяем общую ширину и профиль впадины по шаблону. Если все сделано правильно и аккуратно, то ясно, что отсчет по нониусу и промер шаблоном не могут разойтись и подтвердят правильность размеров.

В связи с этим надо сказать несколько слов о влиянии состояния станка на точность нарезаемой резьбы. Большое значение имеет ход плота суппорта, поперечных и резцовых салазок, а также натяг маточной гайки. Слабина в одном из этих узлов может сильно ухудшить качество резьбы, а подчас и свести работу к браку.

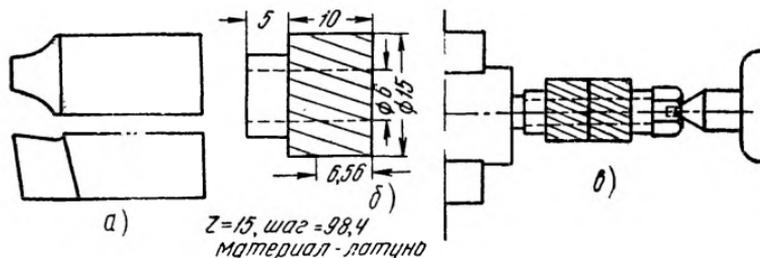
НАРЕЗАНИЕ СПИРАЛЬНЫХ И ЧЕРВЯЧНЫХ ШЕСТЕРЕН

Возможности токарного станка очень велики. На нем можно не только обтачивать и отрезать, сверлить и растачивать, шлифовать и полировать детали и нарезать резьбу. Можно, например, изготавливать спиральные и червячные шестерни.

На больших заводах для этого служат специальные станки (зубофрезерные, зубострогальные и т. п.). Поэтому там не прибегают к помощи токарного станка. Но небольшие заводы и мастерские, ремонтно-тракторные станции и автогаражи не имеют специальных станков. Работающим там токарям будет небезынтересно узнать о некоторых

приемах изготовления на токарном станке червячных и спиральных колес, секторов и других деталей, имеющих в автомобилях, а также в комбайнах и прочих сельскохозяйственных машинах.

Спиральные шестерни можно нарезать как и модульные резьбы с разбивкой на заходы по шву. Но заточка реза другая. Резец должен иметь форму профиля специальной канавки в сечении, перпендикулярном к ее стенкам (фиг. 41, а). Что касается передних и задних углов, то они



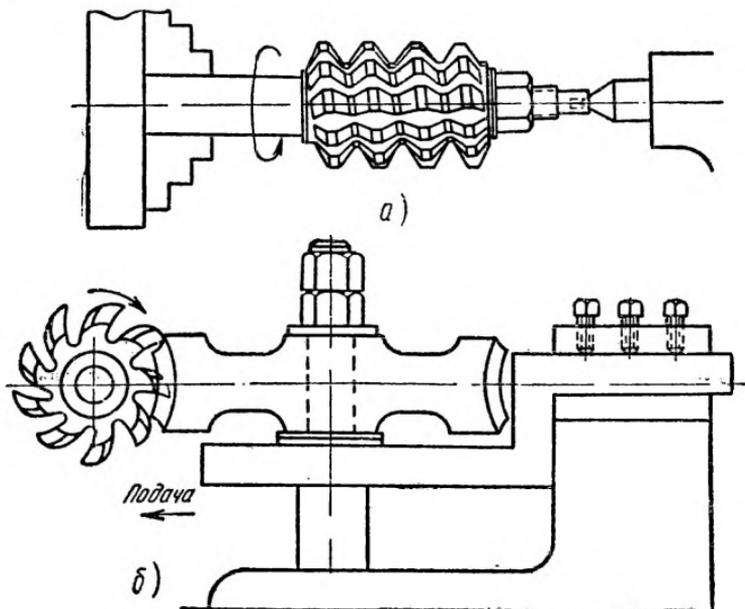
Фиг. 41. Нарезание спиральной шестерни:

а — резец для нарезания спиральной шестерни; б — спиральная шестерня; в — установка для нарезания.

делаются такими же, как у резьбового резца, который закрепляется в державке (см. фиг. 39). Передняя поворотная часть державки устанавливается под углом согласно углу подъема винтовой линии спиральной канавки.

Очень часто такого рода работу приходится делать без чертежа, по образцу. В этом случае надо определить сначала шаг нарезаемой спирали. Для этого надо промерить расстояние между двумя зубьями, потом умножить полученную величину на количество зубьев шестерни, т. е. на число заходов. Это даст размер шага. Но здесь возможна неточность. Поэтому надо проверить найденную величину шага по самой шестерне. Например, пришлось мне как-то изготавливать спиральные шестерни для счетной машины. Размеры ее показаны на фиг. 41, б. Сначала я определил величину шага так, как это сказано выше, затем подобрал на станке подачу, соответствующую шагу спирали. Установив шестерню на оправке, подвел резец на механической подаче и стал наблюдать касание стенок канавки. При этом сразу видно, надо уменьшить или, напротив, увеличить шаг, т. е. взятую подачу.

Бывает, что подачу подбираешь при помощи сменных шестерен. Для самопроверки полезно точно определить получающийся шаг. Для этого я поступаю таким образом. Установив на станке латунный валик такого же диаметра, как и шестерня, пускаю станок и прорезываю резцом винтовую риску. Затем, остановив станок, перемещаю суппорт вручную, опять-таки слегка касаясь резцом детали. Получается осевая риска. Измерив расстояние между точ-



Фиг. 42. Нарезание червячной шестерни:
 — установка червячной фрезы; б — установка нарезаемого колеса.

ками пересечения винтовой и осевой риски, определяем шаг спирали.

После настройки станка можно приступить к нарезанию на оправке сразу нескольких заготовок для шестерни (фиг. 41, в). В приведенном примере канавка нарезалась резцом полного профиля за четыре прохода. После нарезки одной канавки я переходил к следующей, перемещая резцовые салазки по нониусу на величину расстояния между канавками (т. е. на шаг, деленный на число зубьев). Таким путем были нарезаны все 15 канавок.

Несложна на токарном станке и нарезка червячных колес. Надо лишь изготовить небольшое приспособление

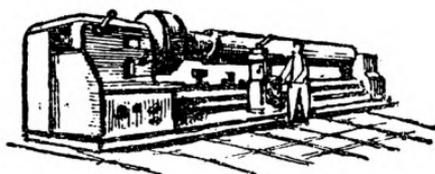
для установки детали на суппорте станка. Это двусторонний угольник, одна сторона которого зажимается в резцедержателе, на другой стороне крепится вертикальная ось, на которую садится заготовка детали. Сверху ось нарезана, заготовка закрепляется двумя гайками с таким расчетом, чтобы она могла свободно вращаться. Для усиления угольника служит подставка, которая упирается в плот суппорта (фиг. 42, а).

Червячная фреза устанавливается на оправке. Оправка крепится одним концом в патроне, другой поддерживает задний центр (фиг. 42, б). Фрезе дается 200—250 оборотов в минуту. Поперечной подачей суппорта заготовка подводится к вращающейся фрезе. Врезаясь, фреза приводит во вращение и заготовку.

Нарезать небольшие червячные колеса с модулем до 1 мм можно на непрерывной подаче. При этом подача берется самая малая (0,05 мм/об заготовки).

Червячные колеса с модулем больше единицы надо нарезать с прерывистой поперечной подачей, т. е. подавать суппорт вручную после каждого оборота нарезаемой заготовки. Пользуясь этим несложным приспособлением, можно нарезать на токарном станке наиболее часто применяющиеся червячные колеса до модуля 3 мм включительно. Для нарезания более крупных модулей нужно усилить угольник и заготовку устанавливать на шарикоподшипниках.

Партия требует от каждого рабочего, мастера, инженера изыскивать новые резервы повышения производительности труда, применять новые приемы работы, использовать полностью возможности станка и инструмента. Это можно сделать только при дружной работе всего коллектива, широко используя огромный опыт, накопленный на наших машиностроительных заводах, и достижения науки.



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Путь к высоким скоростям .	6
Улучшение геометрии резцов .	10
Резцы для черного обтачивания .	16
Резцы для чистового обтачивания	21
Отрезка	25
Особые случаи обработки	28
Выточка	29
Приспособление для обточки коленчатых валов	38
Обработка втулок	40
Изготовление эксцентрикового вала	51
Нарезание многоходовой резьбы	54
Нарезание спиральных и червячных шестерен	60



Леонид Яковлевич Мехопаев
ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ—ВСЕМ ТОКАРЯМ

Обложка *М. Н. Гарипова*
Технический редактор *Н. А. Дугина*
Корректор *Н. В. Семенова*

НС 27633. Сдано в производство 26/VIII 1961 г. Подписано к печати 5/X 1961 г. Печ. л. 3,28. Уч.-изд. л. 3,35. Бум. л. 1,0. Формат 84×108 1/8. Тираж 25500. Индекс ПТР-4. Заказ № 554.

Типография издательства «Уральский рабочий», г. Свердловск,
ул. им. Ленина, 49.



БИБЛИОТЕКА РАБОЧЕГО- МАШИНОСТРОИТЕЛЯ

«ПЕРЕДОВАЯ ТЕХНИКА—ОСНОВА КОММУНИСТИЧЕСКОГО ТРУДА»

12 ВЫПУСКОВ:

1. М. Г. Овсянников, Организуемая сила технического прогресса.
2. В. Т. Пономарев, Советы молодому фрезеровщику.
3. В. В. Остаточников, Мастерство расточника.
4. С. Я. Барин, Советы сталеплавильщику.
5. П. Г. Антонов, Советы молодому литейщику.
6. К. Я. Маслий, Комплексные планы повышения производительности труда.
7. В. М. Ляпцев, Передовые методы токарной обработки.
8. Л. Я. Мехонцев, Передовой опыт — всем токарям.
9. Г. М. Коваленко, Высокопроизводительные методыковки.
10. А. М. Чугунов, Слесарно-лекальное мастерство.
11. А. А. Турло, Новое в свободнойковке.
12. Н. К. Тюленев, Организация работы в бригадах коммунистического труда.

Все выпуски серии можно приобрести комплектно, сделав заявку в любой книжный магазин, библиоточный коллектор или областную контору Книготорга.