

инж. А. Н. РАБИНОВИЧ

РЕЗЦЫ

ИХ РАБОТА
И ИЗГОТОВЛЕНИЕ

Инж. А. Н. РАБИНОВИЧ

Д Е П

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

РЕЗЦЫ

ИХ РАБОТА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

65545



ОНТИ ГОСУДАРСТВЕННОЕ НКТП
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО УКРАИНЫ
Харьков 1985 Киев

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

Библиографическое описание
этого издания помещено в
„Летописи Укр. печати“ „Кар-
точном реперт.“ и других ука-
зателях Укр. Книжн. Палаты.

МО 55 -- 4 (5) — 3

Ответственный редактор *Г. П. Чуприненко*

Техоформление *И. М. Скок*

Типография Государственного научно-технического издательства Украины.
Київ, ул. Воровского, № 42.

Уполномоч. Главлита № 37.

Зак. № 33.

Тираж 8000—14 листов

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросы работы и изготовления резцов хотя и затрагиваются в каждом пособии по теории резания и инструментальному делу, но разбор их всегда краток и неполон; специальных же работ по резцам, которые охватили бы весь комплекс связанных с ними вопросов, в нашей технической литературе, исключая небольшую работу Левина „Резцы“ (издание Оргаметалла), почти не имеется.

В настоящей работе автор собрал те сведения по резцам — как в смысле теории их работы, так и в смысле практики их изготовления, — которые необходимы каждому производственнику и с которыми автору пришлось столкнуться на производстве и в дальнейшем на исследовательской работе.

Особо автор здесь осветил вопросы, наиболее слабо разработанные в нашей литературе, а именно: выбор углов заточки резцов, геометрию режущего лезвия и т. п. Сюда же включены данные двух исследовательских работ (исследования режущего лезвия и исследования резцовых державок), проведенных под руководством автора в Украинском научно-исследовательском институте машиностроения (УНИИМаш), а также сборник нормалей, разработанных автором частью в УНИИМаш'е, частью при его работе на производстве.

Кроме того книга содержит ряд сведений справочного характера.

Автор, не претендуя на полный охват всех вопросов, связанных с работой и изготовлением резцов, надеется, что настоящая книга сможет быть использована как производственными-ками-инструментальщиками в их непосредственной практике, так и студентами вузов при прохождении курса режущего инструмента.

Автор

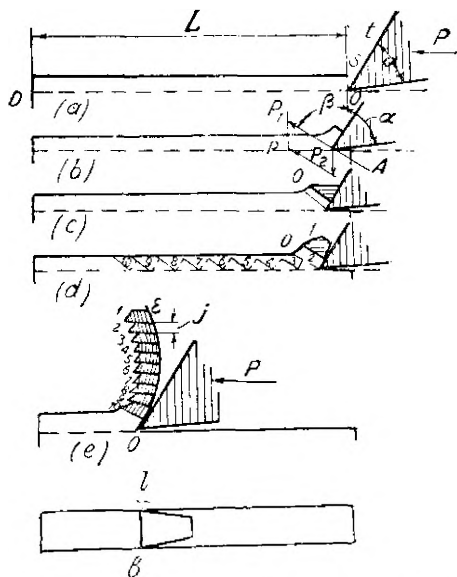
— — —

ГЛАВА

ГЕОМЕТРИЯ ЛЕЗВИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СНЯТИЕ СТРУЖКИ

I. Процесс образования стружки

Резец представляет собой клинообразное стальное тело, которое под влиянием определенной силы врезается в обрабатываемый материал и, преодолев силу сцепления его частиц, снимает некоторый слой металла — стружку.



Фиг. 1. Процесс снятия стружки по Тиме¹

с верхней плоскостью резца некоторый угол β , названный Тиме *углом скалывания*. Последняя сила стремится сколоть металл по направлению AP_1 по плоскости lb .

Наблюдения Тиме¹ (1870 г.) над процессом образования стружки привели его к следующим заключениям.

Под влиянием горизонтальной силы P (фиг. 1) острие резца постепенно вдавливаются в массу металла, причем действует только передняя плоскость резца. По мере углубления резца площадь сдавливания увеличивается и в определенный момент достигает своего максимума.

С этого момента дальнейшее вдавливание резца становится невозможным. Горизонтальная сила P разлагается на две составляющие: P_2 , перпендикулярную к обрабатываемой поверхности, и P_1 , направление которой составляет

¹ Hankins, Proceedings Inst. Mech. Eng., 1923.

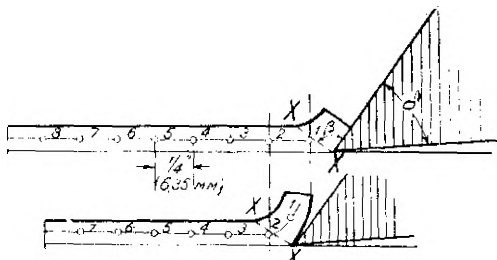
При дальнейшем продвижении резца происходит сдвигание элемента 1 по плоскости lv и начало дальнейшего вдавливания резца, или начало периода образования второго элемента.

При последующем вдавливании резца, вследствие выпучивания металла на поверхности, происходит постепенное поворачивание элемента 1 около центра O .

За сложностью явления, по мнению Тиме, почти нет возможности определить величину поворачивания, которым обуславливается кривизна стружки.

Далее Тиме совершенно правильно отметил, что сумма углов скалывания β и резания α для всевозможных случаев изменяется в весьма узких пределах, от 145° до 155° . Это подтверждено последующими опытами Hanksin'a и других исследователей.

По наблюдениям Тиме снятие частиц обрабатываемого тела под влиянием действия резца, распространяется только на частицы, расположенные в пределах угла действия β . Для наглядного подтверждения этого положения Тиме произвел специальные опыты со свинцом (фиг. 2). Посредине толщины снимаемого слоя на отполированной блестящей поверхности куска свинца была начерчена прямая линия и разделена на равные отрезки 1—2, 2—3, 3—4 и т. д. Затем были установлены резцы — сначала под углом резания α в 45° , а потом с α в 90° . Резцам сообщалось возможно медленное движение. Под влиянием давления резца вся боковая поверхность свинца в пределах угла действия β , вследствие сжатия частиц, представлялась морщинистой, тусклою; между тем за пределами угла β поверхность металла сохраняла свой первоначальный зеркальный вид. Линия XX , ограничивающая угол β , обозначалась весьма отчетливо. Резец двигался до тех пор, пока линия XX не достигала точки 2, причем оказалось, что расстояние 2—3 осталось неизменным. Те же результаты получились у Тиме и при опытах с другими металлами.



Фиг. 2. Опыты Тиме со свинцом

Наблюдая образование стружек при различных условиях и с разных металлов, Тиме первый ввел ту классификацию типов стружки, которую до настоящего времени можно считать общепринятой: скалываемая стружка, срезаемая стружка и непрерывная или сливная стружка.

При срезаемой стружке Тиме всегда замечал, что длина стружки значительно меньше длины пути, проходимого резцом. Это явление он назвал *усадкой стружки*. Коэффициент усадки, т. е. отношение длины стружки к длине пройденного резцом

пути, оказывается около 0,5—0,6. Таким образом, стружка укорачивается почти вдвое.

Это укорачивание стружки, по мнению Тиме, зависит почти исключительно от перемещения элементов друг по другу, сжатие же металла здесь играет совсем незначительную роль.

Rosenhain и Sturney¹, исследуя процесс снятия стружки, воспользовались при этом приемом микрофотографии стружек. Опыты производились с мягкой сталью и бронзой, в качестве инструмента применялись резцы из углеродистой стали твердости 90 по Шору.

Для того, чтобы сохранить соединение образующейся стружки с обрабатываемым предметом, последний необходимо было так круто тормозить, чтобы он не мог закончить полного оборота. Каждый такой исследуемый на образование стружки кусок отнимался от остальной части вала, затем с целью сохранения от повреждений покрывался путем электролиза медью и, наконец, подвергался исследованию при помощи микрофотографии. На основании этих исследований можно различать три вида стружки: 1) скалываемую, 2) срезаваемую и 3) непрерывную, что целиком совпадает с наблюдениями Тиме.

Скалывание стружки имеет место преимущественно при малых углах передней заточки резца ($\beta=0^\circ—10^\circ$) и значительной глубине резания. Резец, проникая в материал, вызывает его мест-

ное сжатие, а затем появление трещины, которая в дальнейшем все более увеличивается, опережая резец и имея уклон вглубь материала (фиг. 3). Чем дальше продвигается резец вглубь обрабатываемого материала, тем сильнее последний сжимается и трещина расширяется, пока сжатие материала не вызывает, наконец, столь сильного давления, что стружка скалывается.

Если стружка сразу и не отделяется совершенно, то она продвигается по передней грани резца, оставаясь лишь слабо связанной со следующим за ней материалом. Непрерывное сбежание стружки по передней грани резца здесь не имеет места, хотя часть стружки, касающаяся этой грани, скользит по ней на некотором протяжении. Движение этой стружки незначительно, давление же напротив велико. В производстве можно видеть такие стружки, напр., при обточке бандажей или при обработке латуни.

¹ Cutting Tools Research Committee, Report on Flow and Rupture of Metals during Cutting, by Rosenhain and Sturney, London, 1925.



Фиг. 3. Опережающая трещина

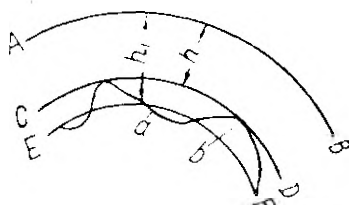
Противоположностью стружке, получающейся при скалывании, является непрерывная стружка (фиг. 4), т. е. непрерывно сбегающая с резца. Такая стружка образует завитки или длинные полосы.

Завивание стружки надо отнести за счет различия в направлении между сбегаемостью стружки и передней гранью резца; стружка касается этой грани лишь на некотором расстоянии от режущей кромки и вследствие этого изгибается. Непрерывное сбежание стружки получается при значительных углах передней заточки ($3=10^\circ-30^\circ$) и при малой глубине резания.

Промежуточное место между скалываемой и непрерывной стружкой занимает срезаемая стружка, получаемая при малом переднем угле 3 и малой глубине резания. Вышеупомянутые явления выражены в этом случае менее резко; здесь имеют место и скалывание, и отчасти непрерывное сбежание стружки. На практике такой способ сбежания стружки следует признать наиболее желательным, так как в этом случае не получается длинных мешающих в мастерской спиральных стружек, а также по соображениям изложенным ниже.



Фиг. 4. Непрерывная стружка. 1 — зона сбежания; 2 — резец



Фиг. 5. Неровности на обработанной поверхности. AB — первоначальная наружная поверхность; CD — обрабатываемая поверхность; a — углубление; b — возвышение; h — средняя глубина резания; h — намеченная глубина резания.

(фиг. 5) обозначает необработанную поверхность, а CD — поверхность, которую предположено было получить после обработки, то в случае скалывания стружки получается в действительности волнистая поверхность, как показано на чертеже. Вследствие наклонного направления опережающей трещины, а также отделения стружки путем ее скалывания, на обработанной поверх-

Исследования показывают, что путем изменения переднего угла резца и уменьшения глубины резания направление опережающей трещины может быть изменено вплоть до образования касательной к окружности, по которой происходит резание. На направление трещины может также влиять загрязненность материала и, как считает Mac-Donald, задний угол резца.

Появляющаяся при скалывании стружки трещина и ее уклон к оси обрабатываемого предмета обуславливают получение весьма неровной обработанной поверхности. Если AB

Малая стружка

Крупная стружка

1



I

2



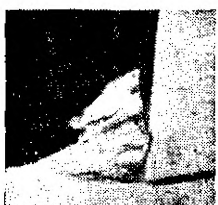
II

3



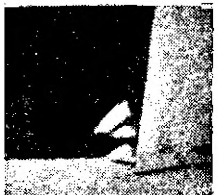
III

4



IV

5



V

Фиг. 6 и 7. Процесс резания по Клопштку (для двух стружек). 1—врезывание в материал (осаживание материала перед вершиной резца); 2—надкалывание (опережающая трещина); 3—срезание первого элемента стружки и осаживание второго; 4 и 5—повторение: 1—надкалывание; II—V—осаживание и срезание

ности появляются возвышения и углубления. При помощи планиметрических измерений, произведенных над спроектированной на экран поверхностью, заключенной между дугами AB и EF , было установлено, что поверхность, которую предположено было получить, после обработки охватывает как раз вершины возвышений, так что материал фактически оказывается развороченным глубже, чем это обуславливается взятой глубиной резания. Таким образом, отделка и шлифовка должны производиться до такой глубины, чтобы были уничтожены все имеющиеся на материале углубления. Если отделочный проход недостаточно глубок, то на обработанной поверхности остаются неровности и царапины, вызывающие неправильность формы и появление дальнейших повреждений; эти же неровности являются причиной плохой пригонки, возникновения сильного трения при вращении в подшипнике и т. д.

Упомянутые дефекты не имеют места при срезаемой или непрерывной стружке; они исчезают, когда передний угол стано-

вится больше 15° , при этом исчезает также и различие между намеченной и фактической глубиной резания.

Клопштоком¹ были произведены исследования, относящиеся по Rosenhain'у и Sturney к срезаемым стружкам.

По Клопштоку процесс резания распадается на три периода (фиг. 6 и 7): 1) врезание резца в материал, 2) надкаливание снимаемого слоя (появление опережающей трещины) и 3) осаживание и срезание образующегося элемента стружки. Образование элементов стружки особенно ярко видно на фиг. 7.

Потребная для отделения стружки работа подразделяется на пять групп: 1) чистая работа среза, 2) работа осаживания стружки, 3) работа трения стружки, 4) работа трения резца и 5) работа деформации на передней режущей грани резца.

Обе силы сопротивления — срезанию стружки и изгибу стружки — дают в совокупности общее сопротивление резанию P_r . Из названных двух сил сопротивления большей, конечно, будет сопротивление срезанию стружки.

II. Основные элементы резца

Резец состоит из рабочей клинообразной части, — *головки резца* — и тела, или *стержня резца*, служащего для закрепления резца в суппорте станка или державке (фиг. 8). Стержень обычно сохраняет форму того материала, из которого был сделан резец, т. е. форму круглого или прямоугольного бруска.

Так как в дальнейшем изложении нам постоянно придется встречаться с названиями отдельных частей резца, установим впредь названия для них (фиг. 8).

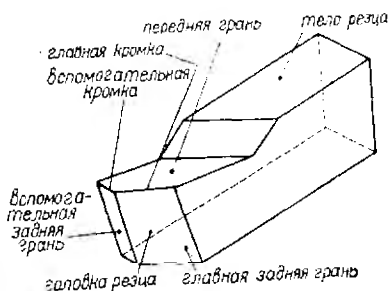
Поверхность, по которой сходit стружка, называется *передней гранью*; задними гранями называются поверхности, обращенные к обрабатываемому предмету.

Режущие кромки (лезвия) образуются пересечением передних и задних граней и разделяются на:

а) *главную режущую кромку* (лезвие), выполняющую главную работу резания, и

б) *вспомогательную режущую кромку*.

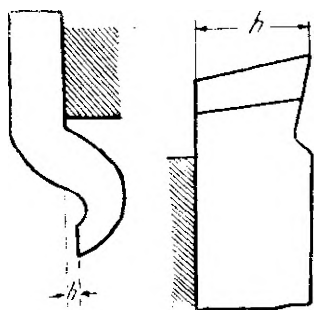
Вершина резца образуется в месте сопряжения главной режущей кромки со вспомогательной; она может быть в плане острой или закругленной.



Фиг. 8. Наименование частей резца

¹ Khlopstock. Untersuchung der Dreharbeit. Berichte des Versuchsfield der Techn. Hochsch. Berlin, Heft 8.

Высотой вершины резца (h) называется расстояние вершины от основания резца, т. е. плоскости тела резца, которая соприкасается с суппортом станка. Эта высота может быть положительной или отрицательной (фиг. 9, 10).



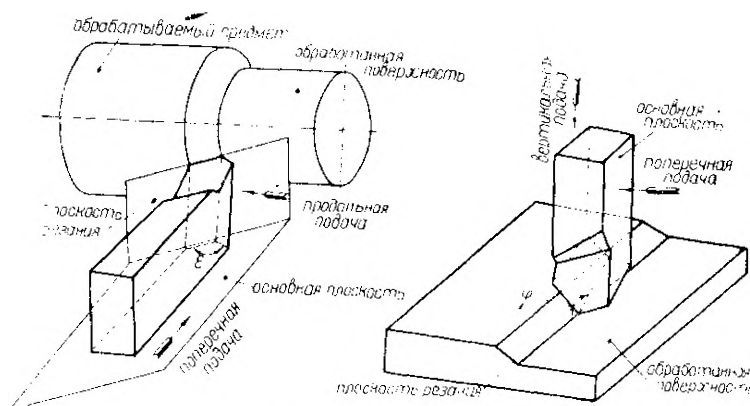
Фиг. 9 и 10. Высота вершины резца

Главные углы резца измеряются в плоскости, перпендикулярной к основной плоскости и к проекции главной режущей кромки на эту плоскость. Эта секущая плоскость называется главной и углы, измеряемые в ней, называются главными.

Основной плоскостью резца называется плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам. У токарных и строгальных резцов с призматическим телом за эту плоскость может быть принята нижняя опорная поверхность резца (фиг. 11).

Плоскостью резания называется плоскость, касательная к поверхности обрабатываемого предмета в месте отделения стружки.

Определения углов даются в предположении обычного в работе положения резца относительно обрабатываемого предмета.



Фиг. 11. Основные плоскости резца

Для токарного резца принимается положение, при котором режущая кромка расположена на высоте линии центров станка.

К числу главных относятся следующие углы резца (фиг. 12):¹

¹ Обозначения главных углов резца соответствуют проекту промстандарта. За время же печатания данной работы вышел стандарт обозначений на углы резцов, в коем изменены их обозначения.

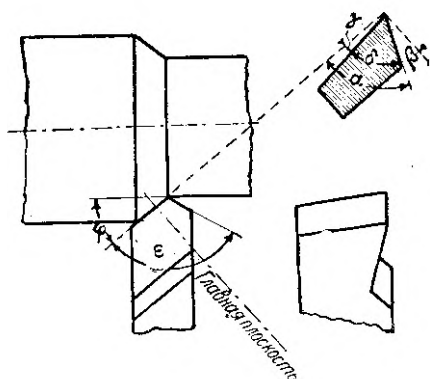
По техническим причинам изменить обозначения в книге не удалось, почему здесь сохранены обозначения проекта промстандарта.

В стандарте же приняты следующие обозначения: задний угол — α , угол заострения — β , передний угол — γ , угол резания — δ .

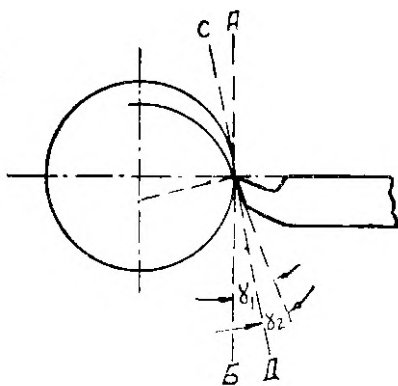
- 1) *угол резания α* —между передней гранью и плоскостью резания; он равен сумме углов β и γ ;
- 2) *передний угол β* —между передней гранью и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания;
- 3) *задний угол γ* —между задней гранью и плоскостью резания;
- 4) *угол заострения δ* —между задней и передней гранями.

Задний и передний углы γ и β и, следовательно, угол резания α меняются в зависимости от установки резца относительно обрабатываемого предмета и от подачи, так как при этом меняется положение плоскости резания.

На фиг. 13 показан обычный случай поперечной или лобовой обточки. Резец при каждом обороте шпинделя подвигается равномерно к центру обрабатываемой детали на определенную

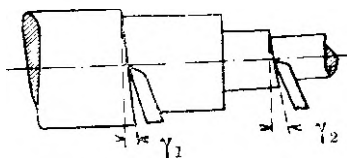


Фиг. 12. Главные углы резца



Фиг. 13. Задний угол при торцовке углов

длину. Очевидно, что при таком условии резец описывает по торцу не круг, а спиральную линию, причем „крутизна“ этой спирали будет тем больше, чем больше подача. Из чертежа видно, что линия AB , являющаяся изображением плоскости резания и образующая с резцом задний угол γ_1 , представляет собой касательную к окружности, а линия CD —касательную к спирали, между коими образуется угол γ_2 . Так как γ_1 меньше, чем γ_2 , то мы в данном случае должны с самого начала заточить заднюю грань резца с большим наклоном. Гораздо большее значение это обстоятельство имеет при продольной обточке, в особенности при обдирке. Снятие стружки происходит в этом случае по винтовой линии и касательная к ней плоскость резания опять тем больше удаляется от вертикального положения, чем больше величина подачи (фиг. 14).



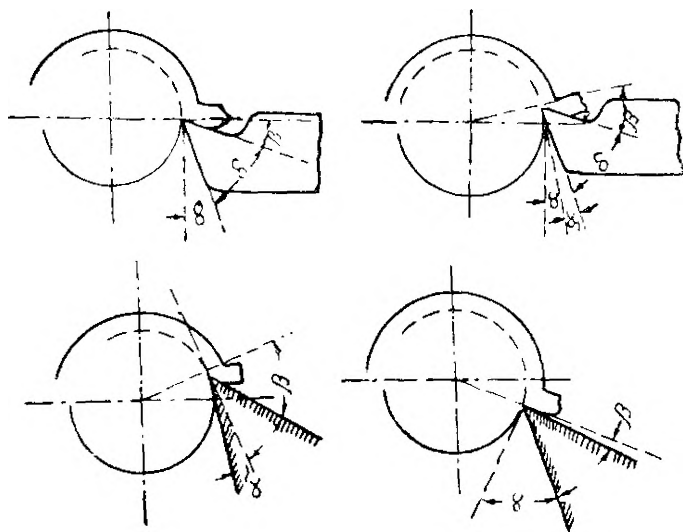
Фиг. 14. Зависимость углов β и γ от диаметра изделия

Наконец, и при одной и той же подаче могут получаться различные углы наклона — в зависимости от диаметра обрабатываемой детали, что ясно показано на фиг. 14. Так, если прием подачу в 3 мм, то окажется, что при диаметре в 100 мм угол равен $0^{\circ}35'$, а при диаметре в 20 мм этот угол уже равен $2^{\circ}45'$.

Так как положение плоскости, перпендикулярной к плоскости резания, меняется одновременно с последней, то и передний угол меняется одновременно с задним углом, причем уменьшению заднего угла соответствует увеличение переднего и наоборот.

Из сказанного следует, что задний угол должен быть тем больше, а передний тем меньше, чем грубее обрабатываемая поверхность, чем меньше ее диаметр и чем больше подача.

При определенном значении углов α , β и γ мы предполагали, что резец устанавливается по линии центров; в большинстве случаев оно так и бывает; однако бывают случаи, когда выгоднее установить резец выше или ниже центра.



Фиг. 15—18. Изменения углов β и γ при разных установках резца по отношению к линии центров

На фиг. 15, 16, 17 и 18 показано изменение углов резца в зависимости от его установки. Само собой понятно, что угол заострения δ остается неизменным при всех положениях; меняются лишь углы β и γ , а следовательно и α . Если сравнить положение резца, установленного по центру (фиг. 15) или выше центра (фиг. 16), то мы увидим, что при поднятии резца задний угол уменьшается, а передний увеличивается. Дальнейшее увеличение поднятия резца может дать даже отрицательный задний угол (фиг. 17).

При установке резца ниже центра (фиг. 18) получается обратное явление — задний угол γ увеличивается, а передний угол β уменьшается и может стать даже отрицательным.

Углы резца в плане измеряются между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

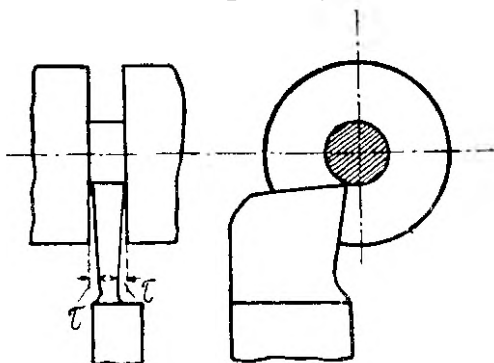
Определение углов в плане, как и главных углов, дается в предположении обычного при работе положения резца относительно обрабатываемого предмета. Для проходных резцов принимается положение, при котором ось резца расположена перпендикулярно к направлению подачи; для отрезных, подрезных, расточных и фасонных резцов — когда ось резца параллельна подаче.

Углом при вершине в плане называется угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок (фиг. 11).

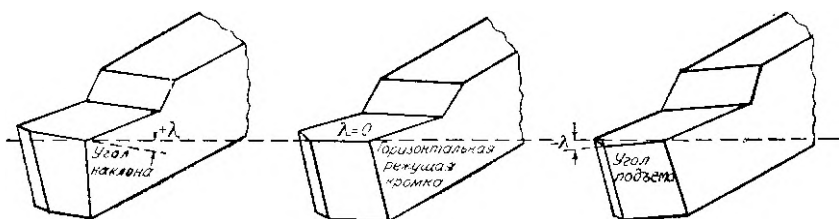
Углом наклона главной режущей кромки в плане φ называется угол между проекцией главной режущей кромки и направлением подачи (фиг. 11).

Задним углом в плане τ у отрезных и подрезных резцов называется угол между проекцией вспомогательной режущей кромки и направлением подачи (фиг. 19).

До сих пор мы брали упрощенное изображение резца — в одной плоскости; если же мы его изобразим в перспективе, как



Фиг. 19. Задний угол в плане



Фиг. 20. Угол подъема и уклона

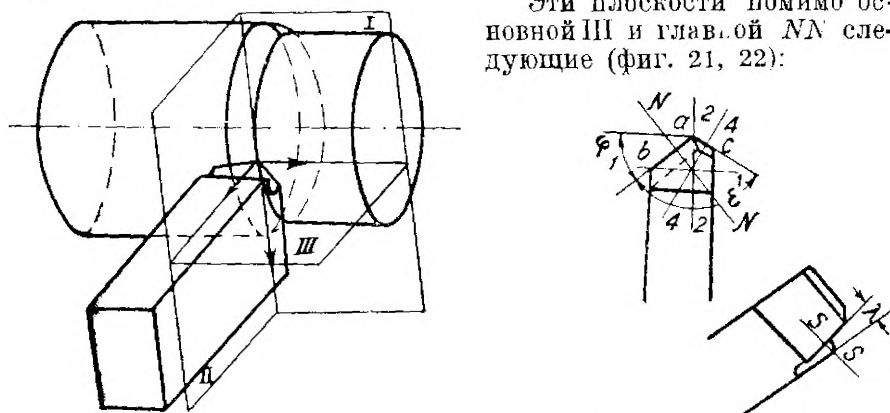
геометрическое тело, то увидим, что режущая кромка может иметь боковой наклон. Угол этот, образуемый главной режущей кромкой и линией, параллельной основной плоскости, называется *углом наклона главной режущей кромки* и обозначается буквой λ , причем в том случае, когда вершина резца расположена ниже, чем при горизонтальной режущей кромке, он называется *углом подъема*; если же вершина выше, чем при горизонтальной кромке, — *углом уклона* (фиг. 20).

III. Геометрия лезвия

Как указано выше, главные углы измеряются в, так называемой, главной плоскости, т. е. в плоскости перпендикулярной к основной плоскости и к проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Весьма часто в зависимости от условий резания, а также для возможности правильной заточки резцов приходится определять главные углы реза и в других плоскостях, кроме главной, для чего необходимо установить формулы, дающие возможность пересчета углов реза в разных плоскостях.

Эти плоскости помимо основной III и главной NN следующие (фиг. 21, 22):



Фиг. 21 и 22. Плоскости измерения углов

плоскость $I-I$, параллельная направлению подачи и перпендикулярная основной плоскости;

плоскость $2-2$, перпендикулярная направлению подачи и основной плоскости;

плоскость $4-4$, перпендикулярная проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и основной плоскости;

плоскость $S-S$, перпендикулярная главной режущей кромке и основной плоскости.

В дальнейшем будут установлены все чем-либо важные и необходимые математические соотношения между углами, измеренными в различных плоскостях, принимая, конечно во внимание их практическую применимость.

Задний угол. Фиг. 23 представляет собой эскиз, а фиг. 24— в перспективе заднюю грань F резца и плоскость резания S , пересекающиеся на прямой режущей кромке $a'b'$.

Так как плоскость резания (S) перпендикулярна к основной плоскости, то след ее $a'b'$ одновременно является проекцией ab на основную плоскость. Прямая же ab наклонна под углом λ к основной плоскости.

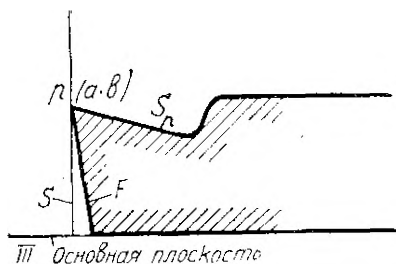
След $a'b$, задней грани на основной плоскости наклонен под углом ψ к проекции режущей кромки $a'b'$.

В соответствии с принятыми выше обозначениями, пусть φ будет угол в плане главной режущей кромки (между проекцией главной режущей кромки и направлением подачи $1-1$); далее $2-2$ перпендикулярна к $1-1$ и NN перпендикулярна к $a'b'$.

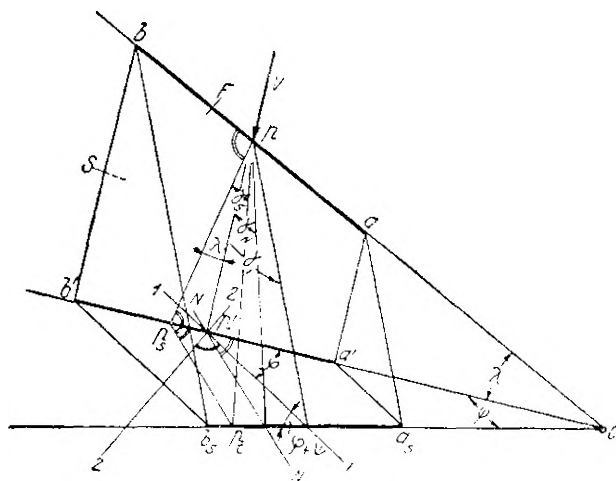
В то время как pp' стоит перпендикулярно к основной плоскости и к $a'b'$, пусть pp , перпендикулярна главной режущей кромке ab .

Три плоскости NN , $1-1$ и $2-2$, перпендикулярные основной плоскости, идут через rp' , а плоскость ss , перпендикулярная кромке ab в точке p , идет через pp , и пересекает основную плоскость по линии p,p , перпендикулярно $a'b'$.

В этих четырех плоскостях и должны быть определены задние углы между задней гранью F и плоскостью резания S .



Фиг. 23. Эскиз поверхности резца



Фиг. 24. Перспектива задней грани

Пусть γ_N равно заднему углу в плоскости NN ; γ_1 — тоже в плоскости $1-1$; γ_2 — в плоскости $2-2$; γ_3 — в плоскости ss .

С помощью фиг. 24 можно вывести следующие соотношения

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{NN}{Op'}$$

Левую часть равенства множим и делим на pp' ; тогда

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{NN}{pp'} \cdot \frac{pp'}{Op'},$$

но $\frac{NN}{pp'} = \operatorname{tg} \gamma_N$ и $\frac{pp'}{Op'} = \operatorname{tg} \lambda$ и, следовательно,

$$\operatorname{tg} \psi = \operatorname{tg} \gamma_N \operatorname{tg} \lambda. \quad (1)$$

Далее,

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{1-1}{pp'} = \frac{1-1}{NN} \cdot \frac{NN}{pp'}.$$

Отношение $\frac{1-1}{NN}$ косоугольного треугольника $Ip'N$ можем заменить отношением синусов противолежащих углов, т. е.

$$\frac{1-1}{NN} = \frac{\sin(90^\circ - \psi)}{\sin(\varphi + \psi)} = \frac{\cos \psi}{\sin(\varphi + \psi)},$$

тогда

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{\operatorname{tg} \gamma_N \cos \psi}{\sin(\varphi + \psi)}. \quad (2)$$

Задний угол в плоскости 2-2 может быть определен следующим образом:

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{2-2}{pp'} = \frac{2-2}{NN} \cdot \frac{NN}{pp'} = \frac{\sin(90^\circ + \psi)}{\sin[90^\circ - (\varphi + \psi)]} \operatorname{tg} \gamma_N$$

и

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{\operatorname{tg} \gamma_N \cos \psi}{\cos(\varphi + \psi)}. \quad (3)$$

Из уравнений (2) и (3) получаем:

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \operatorname{tg} \gamma_1 \operatorname{tg}(\varphi + \psi). \quad (4)$$

Однако при практически применяющихся величинах углов φ и λ мы можем применять для подсчетов более простые формулы, так как величины углов ψ ничтожны. Так, например, при $\gamma_N = 10^\circ$ и $\lambda = 5^\circ$

$$\operatorname{tg} \psi = \operatorname{tg} 10^\circ \operatorname{tg} 5^\circ = 0,176 \cdot 0,0875 = 0,0154,$$

откуда $\psi = 0^\circ 55'$, что, конечно, не окажет почти никакого влияния на точность уравнений (2), (3) и (4).

Поэтому на практике достаточно применять следующие уравнения:

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{\operatorname{tg} \gamma_N}{\sin \varphi}, \quad (2a)$$

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{\operatorname{tg} \gamma_N}{\cos \varphi}, \quad (3a)$$

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \operatorname{tg} \gamma_1 \operatorname{tg} \varphi. \quad (4a)$$

Задний угол в плоскости ss может быть определен следующим образом:

$$\operatorname{tg} \gamma_s = \frac{p_s p_i}{pp_s}$$

Так как треугольники $Op'N$ и $Op_s p_i$ подобны, то

$$\frac{p_s p_i}{NN} = \frac{Op' + p' p_s}{Op'} \quad \text{и} \quad p_s p_i = \frac{(Op' + p' p_s) NN}{Op'}$$

Тогда

$$\operatorname{tg} \gamma_s = \frac{(Op' + p' p_s) NN}{Op' \cdot pp_s} = \frac{NN}{pp_s} + \frac{p' p_s \cdot NN}{pp_s \cdot Op'}$$

Здесь

$$\frac{p' p_s}{pp_s} = \sin \lambda; \quad \frac{NN}{Op'} = \operatorname{tg} \psi; \quad \frac{NN}{pp_s} = \operatorname{tg} \gamma_N; \quad pp_s = \frac{NN}{\cos \lambda}$$

следовательно,

$$\operatorname{tg} \gamma_s = \operatorname{tg} \gamma_N \cos \lambda + \operatorname{tg} \psi \sin \lambda, \quad (5)$$

или, заменяя $\operatorname{tg} \psi$ по уравнению (1),

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma_s &= \operatorname{tg} \gamma_N \cos \lambda + \operatorname{tg} \gamma_N \operatorname{tg} \lambda \sin \lambda = \operatorname{tg} \gamma_N (\cos \lambda + \operatorname{tg} \lambda \sin \lambda) = \\ &= \operatorname{tg} \gamma_N \left(\frac{\cos^2 \lambda + \sin^2 \lambda}{\cos \lambda} \right), \end{aligned}$$

откуда

$$\operatorname{tg} \gamma_s = \frac{\operatorname{tg} \gamma_N}{\cos \lambda}. \quad (5a)$$

Если положение режущей кромки определяется углом уклона λ , углом в плане ψ и дан задний угол γ_N , из уравнения (1) можно определить угол ψ ; из уравнения (2) — угол γ_1 из уравнения (3) или (4) — угол γ_2 и из уравнения (5) — угол γ_s .

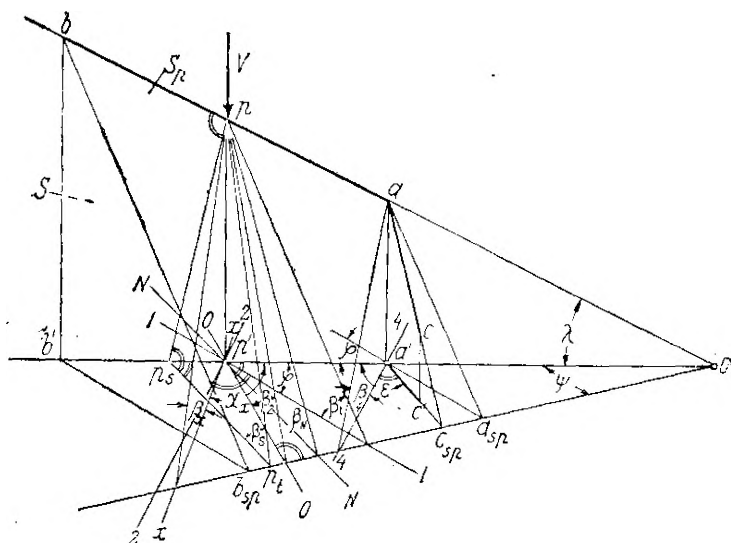
Если бы явилась необходимость определить задний угол еще и в другой плоскости (тоже перпендикулярной основной), то это возможно с помощью уравнения (2), где нужно взять, вместо угла ψ , тот угол, который образует след соответственной плоскости с $a'b'$.

Для задних углов на вспомогательных лезвиях пригодны те же уравнения; из положения вспомогательного лезвия и данного заднего угла можно определить другие углы.

Передний угол. Фиг. 25 является изображением в перспективе передней грани S , режущей кромки (лезвия) и плоскости резания S , которые пересекаются на прямой ab (лезвии). Так как плоскость резания перпендикулярна основной плоскости, то след ее $a'b'$ является одновременно вертикальной проекцией ab

на основную плоскость. Кромка ab наклонена под углом λ к основной плоскости. След $a_s b_s$ передней грани на основной плоскости наклонен под углом ϕ к $a'b'$.

По принятым обозначениям φ есть угол проекции режущей кромки с направлением подачи $I-I$ (угол в плане); ε — угол между проекцией $a'b'$ главной режущей кромки и проекцией $a's'c_{sp}$ вспомогательной режущей кромки ac ; далее, пусть



Фиг. 25. Перспектива передней грани

$2-2$ перпендикулярна к $I-I$; NN — перпендикулярна к $a'b'$; OO перпендикулярна к следу $a_s b_s$; $4-4$ — перпендикулярна к проекции $a's'$ вспомогательной режущей кромки ac . Угол проекции $a'b'$ с каким-либо направлением xx пусть будет x_x .

Все плоскости перпендикулярные к основной плоскости идут через pp' , а перпендикулярная к главному лезвию ab в точке p через pp_s и пересекает основную плоскость по $p_s p_t$ перпендикулярно $a'b'$.

Передние углы могут быть определены непосредственно, как углы между передней гранью и основной плоскостью, или одновременно определяются и соответствующие углы резания (между передней гранью и плоскостью резания), как разность между прямым и передним углами.

Передние углы β должны быть определены во всех вышеуказанных плоскостях и при этом иметь индексом буквы и числа, использованные для обозначения следов этих плоскостей по основной плоскости; так, напр., β_0 есть передний угол в плоскости, стоящей в OO перпендикулярно основной плоскости.

С помощью фиг. 25 получаем следующие уравнения.
Передний угол в плоскости SS определяется так:

$$\operatorname{tg} \beta_s = \frac{pp_s}{p_s p_t};$$

в свою очередь

$$p_s p_t = \frac{(Op' \perp p' p_s) NN'}{Op'};$$

тогда

$$\operatorname{tg} \beta_s = \frac{pp_s \cdot Op'}{(Op' + p' p_s) NN'}.$$

Здесь

$$\frac{pp_s}{Op' + p' p_s} = \sin \lambda; \quad \frac{NN'}{Op'} = \operatorname{tg} \psi$$

и, следовательно,

$$\operatorname{tg} \beta_s = \frac{\sin \lambda}{\operatorname{tg} \psi}. \quad (6)$$

Передний угол в плоскости NN определяется так:

$$\operatorname{tg} \beta_N = \frac{pp'}{NN} = \frac{pp'}{Op'} \cdot \frac{Op'}{NN'}.$$

Здесь

$$\frac{pp'}{Op'} = \operatorname{tg} \lambda; \quad \frac{NN'}{Op'} = \operatorname{tg} \psi$$

следовательно,

$$\operatorname{tg} \beta_N = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg} \psi}. \quad (7)$$

Передний угол в плоскости OO определяется так:

$$\operatorname{tg} \beta_o = \frac{pp'}{OO} = \frac{pp'}{Op'} \cdot \frac{Op'}{OO'}.$$

Здесь $\frac{Op'}{OO'} = \sin \psi$; тогда

$$\operatorname{tg} \beta_o = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\sin \psi} = \frac{\operatorname{tg} \beta_N \operatorname{tg} \psi}{\sin \psi} = \frac{\operatorname{tg} \beta_N}{\cos \psi},$$

т. е.

$$\operatorname{tg} \beta_o = \frac{\operatorname{tg} \beta_N}{\cos \psi} = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\sin \psi}. \quad (8)$$

Из уравнений (6), (7) и (8) получаем

$$\operatorname{tg} \beta_N = \operatorname{tg} \beta_o \cos \psi. \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \beta_s = \operatorname{tg} \beta_N \cos \lambda. \quad (10)$$

Для определения углов β_1 , β_2 и т. д. по β_0 или β_N служат следующие уравнения:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{pp'}{l-l} = \frac{pp'}{Op'} \cdot \frac{Op'}{l-l} = \operatorname{tg} \lambda \frac{\sin [180^\circ - (\varphi + \psi)]}{\sin \psi}$$

или

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\sin \varphi} \sin (\varphi + \psi) = \operatorname{tg} \beta_0 \sin (\varphi + \psi); \quad (11)$$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{pp'}{2-2} = \frac{pp'}{Op'} \cdot \frac{Op'}{2-2} = \operatorname{tg} \lambda \frac{\sin [90^\circ - (\varphi + \psi)]}{\sin \psi}$$

или

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\sin \psi} \cos (\varphi + \psi) = \operatorname{tg} \beta_0 \cos (\varphi + \psi); \quad (12)$$

$$\operatorname{tg} \beta_4 = \frac{aa_1}{4-4} = \frac{aa_1}{Oa_1} \cdot \frac{Oa_1}{4-4} = \operatorname{tg} \lambda \frac{\sin [(\varepsilon - \psi) - 90^\circ]}{\sin \psi}$$

или

$$\operatorname{tg} \beta_4 = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\sin \psi} \cdot -\cos (\varepsilon - \psi) = -\cos (\varepsilon - \psi) \operatorname{tg} \beta_0; \quad (13)$$

$$\operatorname{tg} \beta_x = \frac{pp'}{xx} = \frac{pp'}{Op'} \cdot \frac{Op'}{xx} = \operatorname{tg} \lambda \frac{\sin [180^\circ - (x + \psi)]}{\sin \psi}$$

или

$$\operatorname{tg} \beta_x = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\sin \psi} \sin (x + \psi) = \sin (x + \psi) \operatorname{tg} \beta_0. \quad (14)$$

Для определения угла β_N в зависимости от углов β_1 и β_2 можно вывести следующие уравнения.

Умножив уравнение (11) на $\sin \varphi$, получаем:

$$\operatorname{tg} \beta_1 \sin \varphi = \operatorname{tg} \beta_0 \sin (\varphi + \psi) \sin \varphi. \quad (15)$$

Умножив уравнение (12) на $\cos \varphi$, получаем:

$$\operatorname{tg} \beta_2 \cos \varphi = \operatorname{tg} \beta_0 \cos (\varphi + \psi) \cos \varphi. \quad (16)$$

Сложив уравнения (15) и (16), получаем

$$\operatorname{tg} \beta_1 \sin \varphi + \operatorname{tg} \beta_2 \cos \varphi = \operatorname{tg} \beta_0 [\sin \varphi \sin (\varphi + \psi) + \cos \varphi \cos (\varphi + \psi)].$$

Заменив $\operatorname{tg} \beta_0$ по уравнению (8), получаем

$$\operatorname{tg} \beta_1 \sin \varphi + \operatorname{tg} \beta_2 \cos \varphi = \frac{\operatorname{tg} \beta_N}{\cos \psi} \cos [(\varphi + \psi) - \varphi].$$

Отсюда

$$\operatorname{tg} \beta_N = \operatorname{tg} \beta_1 \sin \varphi + \operatorname{tg} \beta_2 \cos \varphi. \quad (17)$$

Чтобы определить угол λ по углам β_1 и β_2 , можно вывести следующие уравнения.

Представим уравнение (12) в следующем виде

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \beta_2 &= (\cos \varphi \cos \psi - \sin \varphi \sin \psi) \operatorname{tg} \beta_0 = \\ &= \cos \varphi \cos \psi \operatorname{tg} \beta_0 - \sin \varphi \sin \psi \operatorname{tg} \beta_0.\end{aligned}$$

Заменив по уравнению (8) $\operatorname{tg} \beta_0 = \frac{\operatorname{tg} \beta_N}{\cos \psi}$, получаем

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \cos \varphi \operatorname{tg} \beta_N - \sin \varphi \sin \psi \frac{\operatorname{tg} \beta_N}{\cos \psi} = \cos \varphi \operatorname{tg} \beta_N - \sin \varphi \operatorname{tg} \psi \operatorname{tg} \beta_N.$$

Отсюда

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\cos \varphi \operatorname{tg} \beta_N - \operatorname{tg} \beta_2}{\operatorname{tg} \beta_N \sin \varphi} = \operatorname{cotg} \varphi - \frac{\operatorname{tg} \beta_2}{\sin \varphi \operatorname{tg} \beta_N}. \quad (18)$$

По уравнениям (7) и (18) получаем:

$$\operatorname{tg} \lambda = \operatorname{tg} \psi \operatorname{tg} \beta_N = \operatorname{cotg} \varphi \operatorname{tg} \beta_N - \frac{\operatorname{tg} \beta_2}{\sin \varphi}. \quad (19)$$

Отсюда с помощью уравнения (17):

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \lambda &= \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} \operatorname{tg} \beta_1 \sin \varphi + \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} \operatorname{tg} \beta_2 \cos \varphi - \frac{\operatorname{tg} \beta_2}{\sin \varphi} = \\ &= \operatorname{tg} \beta_1 \cos \varphi + \frac{\operatorname{tg} \beta_2}{\sin \varphi} (\cos^2 \varphi - 1)\end{aligned}$$

или

$$\operatorname{tg} \lambda = \operatorname{tg} \beta_1 \cos \varphi - \operatorname{tg} \beta_2 \sin \varphi. \quad (20)$$

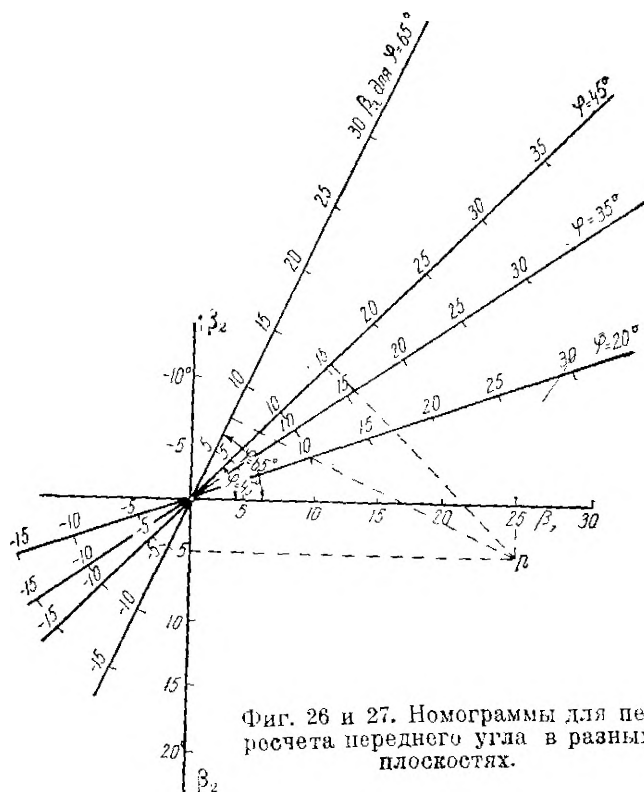
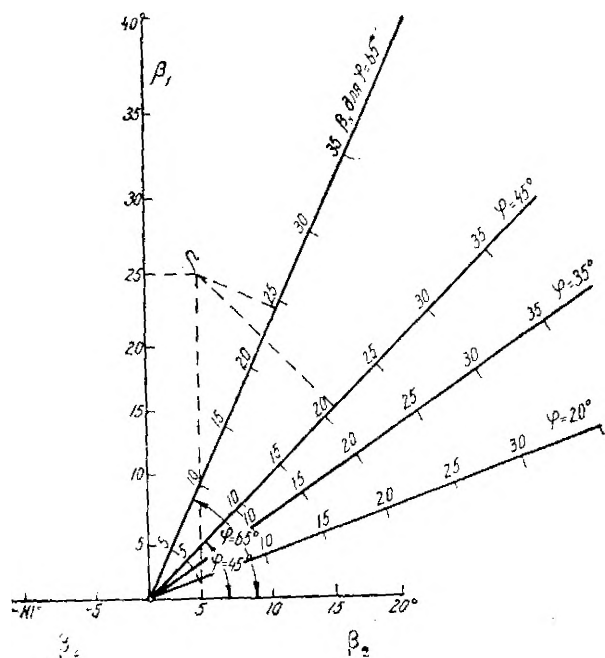
Часто является желательным иметь уравнения, выражающие зависимость углов β_1 и β_2 от углов β_N и λ . Для получения этих уравнений умножим уравнение (17) на $\sin \varphi$, а уравнение (18) — на $\cos \varphi$ и сложим; получаем:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \operatorname{tg} \beta_N \sin \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cos \varphi. \quad (21)$$

Теперь умножим уравнение (17) на $\cos \varphi$, а уравнение (20) — на $\sin \varphi$ и вычтем; получим:

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \operatorname{tg} \beta_N \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \sin \varphi. \quad (22)$$

Для решения уравнений (17) и (20) построены номограммы представленные на фиг. 26 и 27. Метод пользования ими следующий. На шкалах β_1 и β_2 восстанавливаем перпендикуляры из точек шкалы, соответствующих заданным значениям этих углов, до точки пересечения и от точки пересечения их p опускаем перпендикуляр на линию, соответствующую данному углу φ . Этот перпендикуляр отсекает на этой линии искомую величину β_N или λ .



Фиг. 26 и 27. Номограммы для расчета переднего угла в разных плоскостях.

В графически изображенном примере задано $\beta_1=25^\circ$, $\beta_2=5^\circ$, $\varphi=45^\circ$ и $\varphi=65^\circ$; получаем $\beta_N=21^\circ 40'$ или $24^\circ 50'$, $\lambda=15^\circ 10'$ или $6^\circ 40'$.

Может быть и обратное задание, когда, наоборот, заданы углы β_N и λ , а нужно определить углы β_1 и β_2 . В этом случае лучше пользоваться уравнениями (21) и (22). (Этот случай подробно разобран в главе „Заточка резцов“ на стр. 181).

Посмотрим какой вид принимают выведенные выше уравнения в некоторых особых случаях заточки.

1. Особый случай $\lambda=0$.

Тогда $\phi=0$ и $\beta_0=\beta_1=\beta_N$.

Далее,

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \operatorname{tg} \beta_N \sin \varphi. \quad (21a)$$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \operatorname{tg} \beta_N \cos \varphi. \quad (22a)$$

2. Особый случай $\varphi=90^\circ$.

Тогда $\lambda=-\beta_2$, $\beta_N=\beta_1$.

Далее,

$$\operatorname{tg} \beta_0 = \frac{\operatorname{tg} \beta_1}{\cos \phi} = \frac{\operatorname{tg} \beta_N}{\cos \phi}.$$

3. Особый случай $\lambda=0$, $\varphi=90^\circ$.

Тогда $\phi=0$; $\beta_N=\beta_1=\beta_0=\beta_1$; $\beta_2=-\lambda$.

Угол при вершине. Угол ε между главным и вспомогательным лезвием всегда измеряется в проекции на основную плоскость, однако часто необходимо знать его правильную величину ε_w .

Пусть λ_N (фиг. 28) показывает наклон вспомогательного лезвия против основной плоскости. Зная ε , λ и λ_N , можно определить настоящий угол при вершине ε_w . По фиг. 28 можем написать:

$$2 \cos \varepsilon_w = \left(\frac{1}{\cos^2 \lambda} + \frac{1}{\cos^2 \lambda_N} - 2 + \right.$$

$$+ 2 \cos \varepsilon - \operatorname{tg}^2 \lambda_N - \operatorname{tg}^2 \lambda +$$

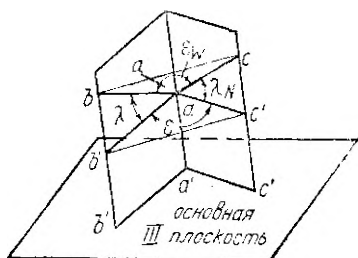
$$+ 2 \operatorname{tg} \lambda_N \operatorname{tg} \lambda \cos \lambda \cos \lambda_N =$$

$$= 2 \cos \lambda \cos \lambda_N - 2 \cos (\lambda + \lambda_N) + 2 \cos \varepsilon \cos \lambda \cos \lambda_N$$

или

$$\cos \varepsilon_w = \sin \lambda \sin \lambda_N + \cos \varepsilon \cos \lambda \cos \lambda_N. \quad (23)$$

На фиг. 28 λ_N предположено положительным, как и λ , фактически же λ_N почти всегда отрицательное. Правильность формулы этим, естественно, не нарушается — достаточно вставить отрицательную величину λ в уравнение (23).



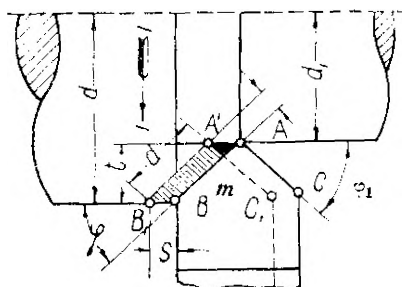
Фиг. 28. Перспектива угла при вершине

IV. Размеры и площадь поперечного сечения стружки

Лезвие инструмента снимает стружку определенных размеров, т. е. определенного поперечного сечения; однако следует отличать размеры, которые имеет стружка, еще не снятая с изделия (размеры недеформированной стружки — ее теоретические размеры), от размеров, которые она имеет после того, как она отделена (фактические размеры, или размеры деформированной стружки), ибо стружка во время резания значительно деформируется — укорачивается и утолщается.

Фактические размеры стружки представляется возможным непосредственно определить, но достаточно точно теоретически подсчитать ее невозможно: теоретические же размеры можно вычислить точно.

Рассмотрим, как вычислить теоретическую площадь поперечного сечения стружки в типовых случаях резания.



Фиг. 29. Форма стружки, снимаемой резцом с прямолинейным лезвием

I. Режущее лезвие реза — прямолинейно и наклонно к направлению подачи (фиг. 29).

Продольная подача реза за 1 оборот изделия равна S мм. Толщина слоя металла, снимаемого резцом, есть глубина резания t мм. Для токарного реза, обрабатывающего цилиндрическую поверхность, стачивая ее от диаметра d до диаметра d_1 , имеем такое соотношение:

$$\text{глубина резания } t = \frac{d - d_1}{2}$$

теоретическая толщина стружки $a = s \sin \alpha$;

теоретическая ширина стружки $b = \frac{t}{\sin \alpha}$.

Сечение стружки имеет форму параллелограмма ABB_1A_1 , следовательно, теоретическая площадь сечения стружки составляет:

$$F = ba \text{ мм}^2.$$

Подставив значения a и b из предыдущих уравнений, получим

$$F = ts \text{ мм},$$

т. е. в данном случае теоретическая площадь сечения стружки равна произведению глубины резания на продольную подачу.

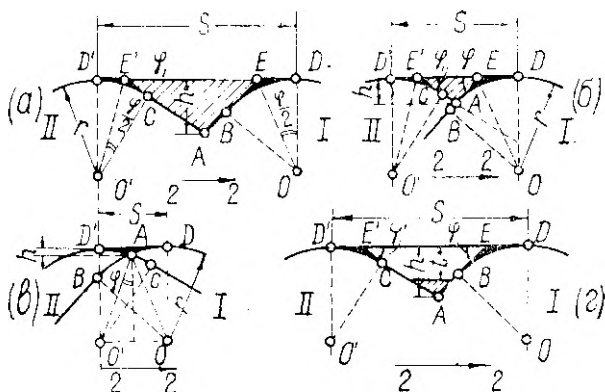
Однако это не совсем так. На это впервые обратил внимание в Германии Клопшток. Он доказал, что действительная теоретическая площадь поперечного сечения стружки меньше, чем произведение глубины резания на подачу. Рассмотрев фиг. 29, мы увидим, что резец снимает с поверхности изделия не весь

параллелограмм AA_1BB_1 , а оставляет треугольник AmA_1 , остающийся на изделии в виде винтового гребня. Значит, действительная теоретическая площадь поперечного сечения стружки

$$F_w = \text{пл. } AA_1B_1B - \text{пл. } AmA_1 = ts - \text{пл. } AmA_1.$$

Величина $ts = F$ есть *номинальная площадь поперечного сечения стружки*. В дальнейшем мы будем называть эту величину просто *сечением стружки*, имея в виду, что разница между F и F_w очень невелика (обычно 1—2%) и что величина F_w практического значения не имеет, а расчет ее весьма сложен.

Фиг. 30 (а, б, в и г) показывает винтовой гребень, остающийся на изделии. Высота гребня — h , радиус закругления лезвия — r . Имеем четыре случая. Во всех случаях $h < t$.



Фиг. 30. Формы остаточных гребешков

Случай 1 (фиг. 30 а). Вершина А гребня — на пересечении прямолинейных главной и вспомогательной режущих кромок. По Клопштоку имеем:

$$F_w = F - \left\{ \frac{1}{2} \left[s - r \left(\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \right) \right]^2 \frac{\sin \varphi \sin \varphi_1}{\sin (\varphi + \varphi_1)} + \right. \\ \left. + r^2 \left[\operatorname{tg}^2 \frac{\varphi}{2} + \operatorname{tg}^2 \frac{\varphi_1}{2} - \frac{(\varphi + \varphi_1 + \pi)}{360} \right] \right\}. \quad (21)$$

Случай 2 (фиг. 30 б). Вершина А гребня на пересечении прямолинейной вспомогательной режущей кромки с криволинейной частью главной режущей кромки.

В этом случае величину F_w дает та же формула, но, вместо угла φ , нужно подставить в формулу угол:

$$\varepsilon' = 90^\circ - \varphi_1 - \psi = \\ = 90^\circ - \varphi - \arcsin \left[\frac{r - \operatorname{tg} \varphi_1 \left(s - r \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \right)}{r} \right]. \quad (25)$$

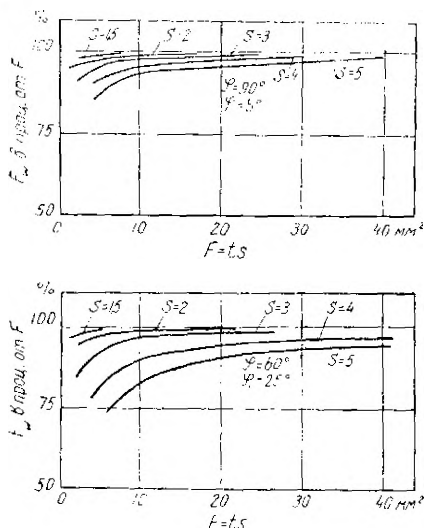
Случай 3 (фиг. 30 в) Вершина A гребня на пересечении криволинейных частей главной и вспомогательной режущих кромок.

$$F_w = F - \left[sr - \left(\frac{s}{2} \sqrt{r^2 - \frac{s^2}{4}} + r^2 \arcsin \frac{s}{2r} \right) \right]. \quad (26)$$

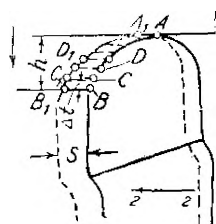
Случай 4 (фиг. 30 г). Для трех возможных случаев положения точки A (см. фиг. 30 а, б, в) величину F_w можно подсчитать соответственно по формулам, добавив площадь треугольника AKL , равную

$$F_x = \frac{1}{2} \frac{(h-t)^2}{t} \left| s - r \left(\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \right) \right|. \quad (27)$$

Фиг. 31 показывает отношение $\frac{F_w}{F}$ (в процентах) для реза с углами $\varphi=90^\circ$, $\varphi_1=5^\circ$, а фиг. 32 — для реза с углами $\varphi=60^\circ$, $\varphi_1=25^\circ$. Радиус закругления в обоих случаях 3 мм. Как видим, при нормальных подачах ($s < 2$ мм) и нормальном отношении $\frac{t}{s}$ (около 5) величина F_w очень близка к F .



Фиг. 31 и 32. Зависимость действительного сечения стружки от номинального и подачи



Фиг. 33. Форма стружки, снимаемой резцом с криволинейным лезвием

II. Режущая кромка криволинейна (фиг. 33).

В этом случае поперечное сечение стружки имеет форму запятой, толщина ее неодинакова.

Поделим глубину резания t на очень большое число равных частей Δt и проведем через точки деления параллельные прямые, которые разделят площадь ABB_1 на ряд элементарных параллелограмов (элементы частей режущей кромки BC и B_1C_1 , CD и C_1D_1 и т. д. можно принять за параллельные прямые).

При этом

$$BB_1 = CC_1 = DD_1 = s.$$

Имеем:

$$F = \text{пл. } BCC_1B_1 + \text{пл. } CDD_1C_1 + \dots = s \sum \Delta t = st.$$

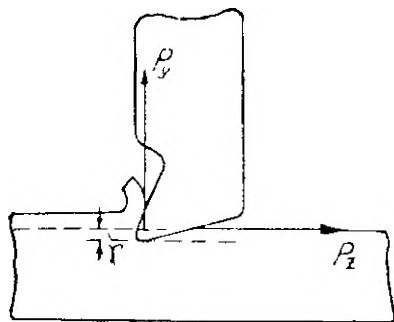
Следовательно, в этом случае площадь поперечного сечения стружки тоже равна произведению глубины резания на подачу.

V. Давление резания и форма резца

Нашей задачей здесь будет рассмотреть все силы, действующие на резец, для того, чтобы установить форму, положение и установку режущей кромки, как активной части резца, а также очертание резца в более широком смысле слова, (т.е. имеющиеся на нем плоскости, а, следовательно, и их углы наклона), при которых эти силы будут наименьшими.

До Тейлора разработка формы головки резца находилась исключительно в руках практиков; полностью не разрешил этой задачи и Тейлор, и лишь в результате дальнейших изысканий были получены данные, положившие основание научной теории о наиболее экономичной форме резца.

Силы, действующие на резец. На фиг. 34 показано схематически взаимодействие между резцом и снимаемой стружкой. Продвигаясь вперед по направлению стрелки, резец встречает сопротивление P_x , направленное в обратную сторону, но кроме того на резец действует еще вторая сила P_y , направленная вверх. Объясняется это тем, что передняя часть резца под влиянием давления стружки вдавливается в материал на некоторую глубину r , сжимает его (деформирует) и тем самым вызывает действие сил упругости, которые стремятся оттолкнуть резец от обрабатываемой поверхности.



Фиг. 34. Силы, действующие на резец при строгании

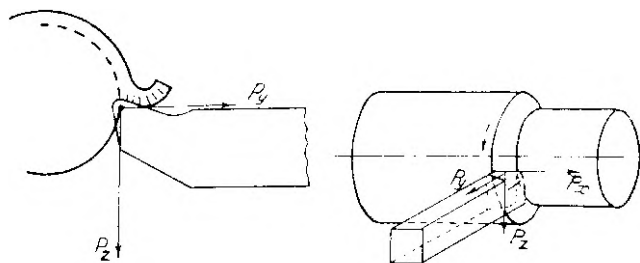
Такое же явление имеет место и при обработке круглых изделий (фиг. 35). Здесь мы точно также имеем вертикальную силу P_y и горизонтальную P_x , вызванную силами упругости материала.

Фактически при нормальной работе проходного резца мы имеем не две силы P_x и P_y (фиг. 36), а еще одну горизонтальную силу P_z , которая давит на резец в сторону, противоположную подаче. При этом сила P_z будет в узком смысле этого слова давлением резания, P_x — усилием подачи, P_y — давлением на затылок резца.

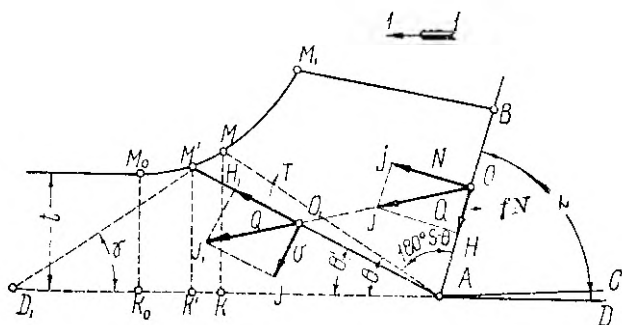
Теоретическое определение давления резания. Рассмотрим теорию процесса резания в его элементарной форме и выводы,

которые можно сделать в результате анализа этого процесса на основании общих законов механики и сопротивления материалов¹.

Имеем простейший строгальный резец в форме двугранного угла. Режущая кромка стоит нормально к направлению как рабочего, так и подающего движения (фиг. 37).



Фиг. 35 и 36. Силы, действующие на резец при обточке



Фиг. 37. Схема сил, действующих на элемент стружки

В начале резания режущая грань сдавливает перед собой материал изделия, действуя на поверхность AB первого элемента стружки. Упругая деформация сжатия на поверхности AB постепенно превращается в остаточную. При этом происходит укорачивание элемента в направлении, нормальном к AM , и расширение в направлении AB . Расширение в направлении ширины стружки в площади, перпендикулярной к чертежу, весьма незначительно. Резец, двигаясь в направлении своего рабочего движения, передвигает перед собой элемент стружки, который одновременно движется от лезвия вверх вдоль режущей грани, т.е. в направлении AB . Площадью AM' , образующей с направлением рабочего движения угол $D_1AM' = 0$, отделим от материала изделия элемент стружки $AM'M_1B$ и рассмотрим наружные и внутренние силы, действующие на этот элемент.

¹ Настоящее исследование проведено проф. С. С. Рудником на основе работ Брика и Загорыкина (С. Рудник, Теория резания металлов, 1932 г., стр. 30—40).

Внешние силы слагаются из элементарных сил нормального давления режущей грани на поверхность AB элемента стружки (т. е. нормально к плоскости AB) и элементарных сил трения, возникающего между поверхностью AB , вследствие нормального давления N и движения стружки по передней грани в направлении AB .

Для простейшей формы реза нашего примера все элементарные силы можно свести к силам, приложенным в плоскости симметрии: силе N давления режущей грани и силе трения fN .

Таким образом, внешние силы, действующие на элемент стружки $AM'M_1B_1$, можно свести к равнодействующей Q сил N и fN , лежащей также в плоскости симметрии. Направление этой силы зависит от величины коэффициента трения между стружкой и резцом. Если угол трения между элементом стружки и режущей гранью реза обозначим ε , то

$$f = \operatorname{tg} \varepsilon;$$

$$Q = \frac{N}{\cos \varepsilon}.$$

Силы, действующие на стружку, должны уравниваться между собой, так как стружка движется равномерно. Поэтому, заменяя связь элемента стружки с материалом изделия внутренними силами, мы можем сделать вывод, что внутренние силы также имеют одну равнодействующую Q_1 , равную внешней силе Q и, лежащую с ней на одной прямой и прямо ей противоположную, т. е. уравнивающую ее.

Перенесем равнодействующую Q внешних сил по ее направлению в точку O_1 на плоскости AM' и разложим в направлении AM' (касательная сила $O_1H_1 = T$) и под прямым углом к нему (нормальная сила $O_1J = U$). Первая сила откалывает элемент стружки $AM'M_1B$ в направлении AM' и вызывает напряжение сдвига в плоскости AM' , вторая вызывает в этой плоскости силу внутреннего трения между материалом стружки и изделия. Эта сила равна

$$T_f = f_1 U,$$

где $f_1 = \operatorname{tg} \varphi_1$ есть коэффициент внутреннего трения.

Сила T совместно с напряжением сдвига есть сопротивление откалыванию в плоскости AM' . Имеем:

$$T = T_f + \omega' \sigma_b';$$

$$\sigma_b' = \frac{T - T_f}{\omega'}.$$

T — касательная, составляющая силы Q (ее проекция на AM');

T_f — сила трения $= f_1 U$;

$\omega' = b \cdot AM$ — площадь, где сосредоточены напряжения сдвига;

b — ширина стружки;

σ_b — напряжение сдвига в плоскости AM' .

Определим величины T , U и T_f .

$$T = O_1 H_1 = O_1 J_1 \cos H_1 O_1 J_1 = Q \cos (H_1 O_1 J_1) = Q \cos (O O_1 A).$$

$$\angle O O_1 A = 180^\circ - (\angle A O O_1 - \angle O A O_1) = 180^\circ - [(90^\circ - \varepsilon) + 180^\circ - (\alpha + \theta')],$$

т. е.

$$H_1 O_1 J_1 = \alpha + \varepsilon + \theta' - 90^\circ.$$

Тогда

$$T = Q \cos (\alpha + \varepsilon + \theta' - 90^\circ) = Q \sin (\alpha + \varepsilon + \theta')$$

или

$$T = N \frac{\sin (\alpha + \varepsilon + \theta')}{\cos \varepsilon}.$$

Нормальная сила

$$U = Q \sin (H_1 O_1 J_1) = Q \sin (\alpha + \varepsilon + \theta' - 90^\circ)$$

или

$$U = -Q \cos (\alpha + \varepsilon + \theta').$$

Сила трения

$$T_f = f_1 U = -Q f_1 \cos (\alpha + \varepsilon + \theta').$$

Напряжение сдвига в плоскости AM' зависит от угла θ' . При некоторой величине этого угла напряжение достигает максимума. Этот угол и будет углом откалывания, а плоскость AM , образующая угол θ с направлением рабочего движения, — плоскостью скалывания.

Если бы поверхность изделия $M_0 M' M$ слева от плоскости скалывания была ровной и не было бы утолщения слоя металла, начиная от некоторой точки M_0 , то легко было бы подсчитать величину площади ω и найти напряжение скалывания.

Тогда было бы

$$MK = M' K' = M_0 K_0 = t;$$

$$AM = \frac{MK}{\sin \theta} = \frac{t}{\sin \theta}; \quad AM' = \frac{t}{\sin \theta'}; \quad \omega' = b \cdot AM' = \frac{bt}{\sin \theta'}.$$

Но, благодаря деформациям сдвига, материал перед резцом поднимается не только в части MM' элемента стружки, а даже слева от AM , образуя кривую $M_0 M' M$. Значит $MK > M' K' > t$ и $MK = ct$, где c — коэффициент больший единицы.

Проведем через точку M касательную к кривой $M_0 M' M$. Эта касательная образует угол γ_0 с прямою AD . Для плоскости AM' , близкой к плоскости откалывания AM , можно считать, что точка M' на поверхности изделия лежит на этой касательной, тогда величину AM найдем из треугольника $AD_1 M'$.

$$\frac{AM'}{AD_1} = \frac{\sin \gamma_0}{\sin (\gamma_0 + \theta')}; \quad AM' = AD_1 \frac{\sin \gamma_0}{\sin (\gamma_0 + \theta')}.$$

Итак,

$$\omega' = b \cdot AM' = b \cdot AD_1 \frac{\sin \gamma_0}{\sin (\gamma_0 + \theta')}.$$

Подставляя в формулу значения T , T' и ω' , найдем

$$\sigma_s' = \frac{Q}{b \cdot AC_1 \sin \gamma_0} [\sin(\alpha + \varepsilon + \theta') + f_1 \cos(\alpha + \varepsilon + \theta')] \sin(\gamma_0 + \theta').$$

$$\sigma_s' \text{ будет максимум, когда } \frac{d(\sigma_s')}{d\theta'} = 0,$$

или

$$[\sin(\alpha + \varepsilon + \theta') + f_1 \cos(\alpha + \varepsilon + \theta')] \cos(\gamma_0 + \theta') + \\ + [\cos(\alpha + \varepsilon + \theta') - f_1 \sin(\alpha + \varepsilon + \theta')] \sin(\gamma_0 + \theta') = 0,$$

или

$$\sin(\alpha + \varepsilon + \theta') \cos(\gamma_0 + \theta') + f_1 \cos(\alpha + \varepsilon + \theta') \cos(\gamma_0 + \theta') + \\ + \cos(\alpha + \varepsilon + \theta') \sin(\gamma_0 + \theta') - f_1 \sin(\alpha + \varepsilon + \theta') \sin(\gamma_0 + \theta') = 0.$$

Подставляя $f_1 = \operatorname{tg} \varepsilon_1$ и беря синус и косинус суммы, имеем

$$\sin(\alpha + \varepsilon + \gamma_0 + 2\theta') + \frac{\sin \varepsilon_1}{\cos \varepsilon_1} \cos(\alpha + \varepsilon + \gamma_0 + 2\theta') = 0,$$

или

$$\cos \varepsilon_1 \sin(\alpha + \varepsilon + \gamma_0 + 2\theta') + \sin \varepsilon_1 \cos(\alpha + \varepsilon + \gamma_0 + 2\theta') = 0,$$

или

$$\sin(\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 + \gamma_0 + 2\theta') = 0$$

и

$$\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 + \gamma_0 + 2\theta' = 180^\circ.$$

Итак, угол скалывания

$$\theta' = \theta = 90^\circ - \frac{\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 + \gamma_0}{2}. \quad (28)$$

Эта формула подтверждает, что с увеличением угла резания угол скалывания уменьшается (что получено экспериментальным путем Тиме и др.) и поясняет причину этого.

Плоскость AM , образующая этот угол с направлением рабочего движения AD , есть, очевидно, плоскость скалывания. Найдём напряжение в ней.

$$MK = ct; \quad AM = \frac{MK}{\sin \theta} = \frac{ct}{\sin \theta} \quad (e > 1).$$

Площадь, на которую действует максимальное напряжение скалывания, равна:

$$\omega = b \cdot AM = \frac{cbt}{\sin \theta}.$$

Напряжение в плоскости AM будет:

$$\sigma_s = \frac{(T - T') \sin \theta}{cbt} = \frac{Q \sin \theta}{cbt} [\sin(\alpha + \varepsilon + \theta) + \operatorname{tg} \varepsilon_1 \cos(\alpha + \varepsilon + \theta)].$$

Подставим значение θ из формулы (28)

$$\begin{aligned}\sigma_s &= \frac{Q}{c b t} \sin \left(90^\circ - \frac{\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 + \gamma_0}{2} \right) \times \\ &\times \left[\sin \left(90^\circ + \frac{\alpha + \varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon_1 + \gamma_0}{2} \right) + \operatorname{tg} \varepsilon_1 \cos \left(90^\circ + \frac{\alpha + \varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon_1 + \gamma_0}{2} \right) \right] = \\ &= \frac{Q}{c b t} \cos \frac{\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 + \gamma_0}{2} \left[\cos \left(\frac{\alpha + \varepsilon - \varepsilon_1 - \gamma_0}{2} \right) - \frac{\sin \varepsilon_1}{\cos \varepsilon_1} \sin \left(\frac{\alpha + \varepsilon - \varepsilon_1 - \gamma_0}{2} \right) \right] = \\ &= \frac{Q}{c b t \cos \varepsilon_1} \cos \frac{\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 + \gamma_0}{2} \cos \frac{\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 - \gamma_0}{2}.\end{aligned}$$

На основании известной тригонометрической формулы

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} \cos (\alpha - \beta) + \frac{1}{2} \cos (\alpha + \beta).$$

$$\text{Принимая } \alpha = \frac{1}{2} (\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 + \gamma_0) \text{ и } \beta = \frac{1}{2} (\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1 - \gamma_0),$$

найдем

$$\sigma_s = \frac{Q [\cos \gamma_0 + \cos (\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1)]}{2 c b t \cos \varepsilon_1}. \quad (29)$$

Сила Q в процессе образования стружки постепенно увеличивается, как увеличивается и нормальное давление N передней грани реза на стружку. Сначала резец сжимает поверхность AB элемента стружки, вызывая упругие деформации; потом в процессе передвижения реза A эти деформации переходят границу упругости и напряжение сжатия на поверхности AB достигает величины временного сопротивления K ; далее уже сила N и соответственно Q увеличиваются в виду увеличения передней площади элемента стружки. Одновременно пропорционально Q увеличивается напряжение сдвига в плоскости AM . Когда это напряжение достигает максимума величины временного сопротивления сдвигу K_s , достигает максимума также сила Q и элемент AM, MB откалывается.

Далее резец передвигает элемент по плоскости AM , преодолевая силу трения $f_1 U$ и одновременно начинает снимать другой элемент.

Подставив в формулу (29) величину $Q_{\max}$, вместо Q , и K_s , вместо σ_s , найдем

$$\begin{aligned}Q_{\max} &= 2 c K_s b t \frac{\cos \varepsilon_1}{\cos \gamma_0 + \cos (\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1)}; \\ N_{\max} &= Q_{\max} \cos \varepsilon = 2 c K_s b t \frac{\cos \varepsilon \cos \varepsilon_1}{\cos \gamma_0 + \cos (\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1)}.\end{aligned} \quad (30)$$

Нашей задачей является математическое определение главного или рабочего усилия резания, т. е. силы, которую нужно приложить извне к резцу в направлении рабочего движения, чтобы преодолеть сопротивление материала резанию. Эта сила должна уравновесить все силы сопротивления стружки и поверхности изделия, действующие на резец в направлении, противоположном его рабочему движению.

Рассмотрим силы, действующие на резец (фиг. 38). Эти силы можно разделить на две группы:

1) силы сопротивления резанию материала;

2) силы, с которыми механизм станка, действуя на резец, преодолевает это сопротивление.

К первой группе сил относятся:

а) нормальное давление стружки на переднюю грань N ;

б) трение стружки на передней грани fN ;

в) нормальное давление поверхности изделия AD на часть задней грани около режущего ребра (теоретически давление действует только на линию A , а практически на узкую полоску);

г) трение между частью задней грани около режущего ребра и поверхностью AD .

Равнодействующей первых двух сил является сила Q , направленная под углом $\varepsilon = \arctg f$ к силе N . Равнодействующей двух остальных сил является сила Q_1 .

Во вторую группу сил входят:

P_z — рабочее усилие резания, действующее параллельно с направлением рабочего движения, т. е. по оси z ;

P_y — нормальное усилие резания, действующее перпендикулярно направлению рабочего движения, т. е. по оси y .

Возьмем проекции всех сил на оси z и y :

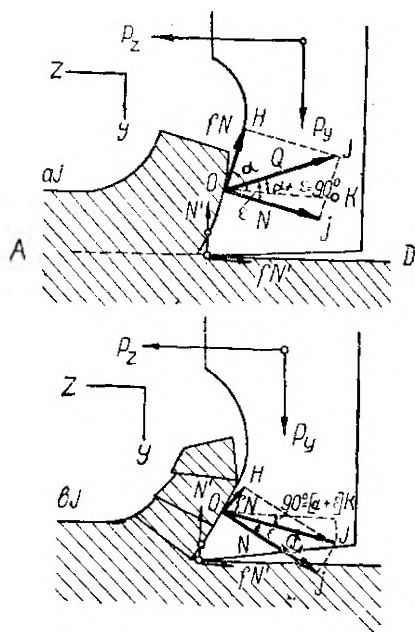
$$P_z - Q \cos \angle KOJ - fN' = 0;$$

$$P_y - Q \sin \angle KOJ - N' = 0;$$

$$\angle KOJ = \angle KON - \angle JON = \alpha - \angle JON = \alpha - (90^\circ - \varepsilon) = \alpha + \varepsilon - 90^\circ;$$

$$P_z = Q \cos (\alpha + \varepsilon - 90^\circ) + fN' = fN' + Q \sin (\alpha + \varepsilon);$$

$$P_y = Q \sin (\alpha + \varepsilon - 90^\circ) + N' = N' - Q \cos (\alpha + \varepsilon),$$



Фиг. 38. Схема сил, действующих на резец

или, подставив $Q = \frac{N}{\cos \varepsilon}$,

$$P_z = fN' + N \frac{\sin(\alpha + \varepsilon)}{\cos \varepsilon};$$

$$P_y = N' - N \frac{\cos(\alpha + \varepsilon)}{\cos \varepsilon}$$

для $N = N_{\max}$ находим соответственно $(P_z)_{\max}$ и $(P_y)_{\max}$. Подставив значения $N_{\max}$ и $f = \operatorname{tg} \varepsilon$, найдем:

$$(P_z)_{\max} = N' \operatorname{tg} \varepsilon + 2c K_s b l \frac{\cos \varepsilon_1 \sin(\alpha + \varepsilon)}{\cos \gamma_0 + \cos(\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1)}, \quad (31)$$

$$(P_y)_{\max} = N' - 2c K_s b l \frac{\cos \varepsilon_1 \sin(\alpha + \varepsilon)}{\cos \gamma_0 + \cos(\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1)}. \quad (32)$$

Формулы (31) и (32) выведены для случая, когда $\alpha + \varepsilon > 90^\circ$ (фиг. 38 а), но те же формулы получим и для случая $\alpha + \varepsilon < 90^\circ$ (фиг. 38 б).

Анализ формул (31) и (32) дает следующие выводы:

1. Усилие P_z увеличивается с увеличением сечения стружки ($F = bt$), а также с увеличением угла резания (пока $\alpha + \varepsilon < 90^\circ$). Изменения P_z при $\alpha + \varepsilon > 90^\circ$ неясны, ибо характер этого изменения зависит от неизвестных величин ε , ε_1 и γ_0 , а с увеличением α увеличивается и числитель и знаменатель дроби:

$$\frac{\sin(\alpha + \varepsilon)}{\cos \gamma_0 + \cos(\alpha + \varepsilon + \varepsilon_1)}.$$

2. Величина N' должна быть пропорциональна ширине стружки, так как этой ширине пропорциональна та полоска задней грани около лезвия, которая касается поверхности DA изделия. Поэтому силы $(P_z)_{\max}$ и $(P_y)_{\max}$ пропорциональны ширине стружки.

3. Сила N' на задней грани или мало зависит от толщины стружки, или совсем не зависит от нее; поэтому P_z не пропорционально ей и с увеличением толщины возрастает медленнее, чем последняя.

4. Величина N' меньше, чем N ; поэтому второй член правой части уравнений (31) и (32) играет главную роль и он преимущественно определяет величины P_z и P_y .

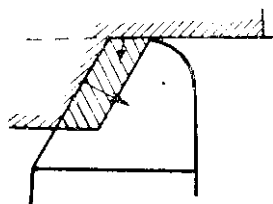
5. Так как величина $\alpha + \varepsilon$ близка к 90° , то $\sin(\alpha + \varepsilon) > \cos(\alpha + \varepsilon)$ и, следовательно, $P_z > P_y$.

6. Материалы вязкие дают большую деформацию до момента откалывания и величины ε и γ_0 для них больше. Поэтому даже при одинаковом сопротивлении разрыву или скалыванию более вязкий материал требует большего усилия резания.

7. Когда резец затупляется, полоска A задней грани, на которую действует сила N' , увеличивается, поэтому увеличивается и нормальная сила N' , а вместе с ней и P_z .

Несвободное резание. Следует иметь ввиду, что выведенные и разобранные выше формулы относятся к свободному стружкообразованию, т. е. к тому случаю, когда в резании участвует только одна (главная) режущая кромка.

Наличие побочного резания значительно усложняет процесс образования стружки. В то время, как главное резание деформирует стружку в направлении ее толщины (фиг. 39), побочное резание стремится направить поток металла в ином направлении, под углом к главному резанию (как показывают стрелки на фиг. 39), вследствие чего общая деформация стружки, т. е. количество сдвигов в ней и степень изменения ее структуры увеличивается. Кроме того угол побочного резания почти всегда оказывается больше угла главного резания, что, конечно, приводит к соответствующему увеличению давления на резец и тем больше, чем больше отношение длины побочного лезвия к длине главного лезвия.

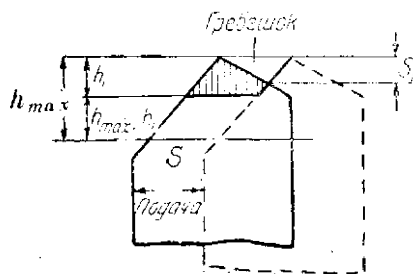


Фиг. 39. Деформация стружки при несвободном резании

Наконец, наличие побочного резания увеличивает длину работающей части лезвия. Это обстоятельство также создаст дополнительную величину давления. Следовательно, давление резания при наличии побочного резания возрастает одновременно по трем причинам: 1) вследствие большого объема и усложнения происходящих деформаций, 2) вследствие менее выгодного угла побочного резания и 3) вследствие увеличения работающей длины лезвия.

Е. Симон применил весьма остроумный метод изолирования влияния побочного резания при несвободном резании посредством искусственного разложения давления по длине лезвия, причем для исследования были использованы экспериментальные данные Клопштока.

Метод Симона заключается в следующем. Пусть резец производит несвободное резание (фиг. 40). (Та часть образующейся стружки, которая подвергается влиянию



побочного резания, на фиг. 40 заштрихована). В таком случае всю глубину резания можно мысленно разделить на две части: 1) верхнюю или головную часть h_c , где может проявиться это влияние побочного резания и 2) „остальная часть лезвия“ $h_{max} - h_c$. Определим экс-

периментально два давления: одно для глубины резания h_{max} и другое для глубины резания h_c . Пусть это будет P_{max} и P_c ; тогда достаточно вычесть P_c из P_{max} , чтобы получить такое давление,

которое окажется при свободном резании, если глубина резания будет $h_{\max} - h$, т. е. будет работать только „остальная часть лезвия“, без головной ее части.

Выполнив побочную обработку согласно экспериментальным данным, опубликованным Клопштоком, Симон подтверждает, что усилие на побочном лезвии, отнесенное к единице работающей части его длины, оказывается выше, чем усилие на главном лезвии.

Фиг. 41 изображает графически результаты его подсчетов. Две кривые P_H и P_N выражают изменения давления на главном (P_H) и на побочном (P_N) лезвиях с увеличением подачи до 7 мм. Две другие кривые — $[K_s] P_N$ и $[K_s] P_H$ — выражают изменения соответствующих коэффициентов резания $[K_s]$. Первая — $[K_s] P_H$ —

Фиг. 41. Усилия резания на главном и вспомогательном лезвиях

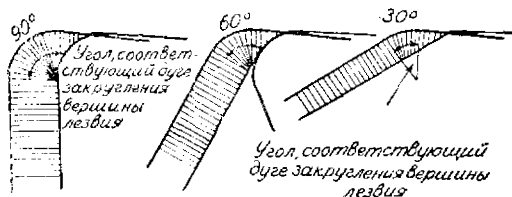
изменение коэффициента резания на главном лезвии, а вторая — $[K_s] P_N$ — на побочном.

Сравнивая между собой кривые как первой пары (давления), так и второй (коэффициенты резания), видим, что на главном лезвии (P_H) и давление, и коэффициенты в общем ниже, чем на побочном, исключая небольшой промежуток подач (между 1,5 и 3 мм), где они примерно равны.

Влияние угла в плане на давление резания. С уменьшением угла в плане увеличивается длина работающей части лезвия и уменьшается толщина стружки.



Фиг. 43. Остаточные гребешки при разных углах в плане



Фиг. 42. Углы в плане, соответствующие дугам закругления

С дальнейшим уменьшением угла в плане увеличивается относительная роль побочного резания и усложняется отделение стружки, вследствие чего возрастает удельный вес дополнительного давления стружки. Это ясно видно из фиг. 42, показывающей, что угол, соответствующий дуге закругления вершины резца, равен углу в плане; между тем чем меньше угол дуги закругления, тем сложнее внутренняя деформация

стружки у вершины резца, следовательно, работа побочного резания увеличивается.

Если сохранять постоянный угол между главным и побочным лезвиями, то с увеличением угла в плане φ (фиг. 43) несколько увеличивается количество снятого металла, так как зазубрины на обрабатываемой поверхности имеют гребешки меньшего размера.

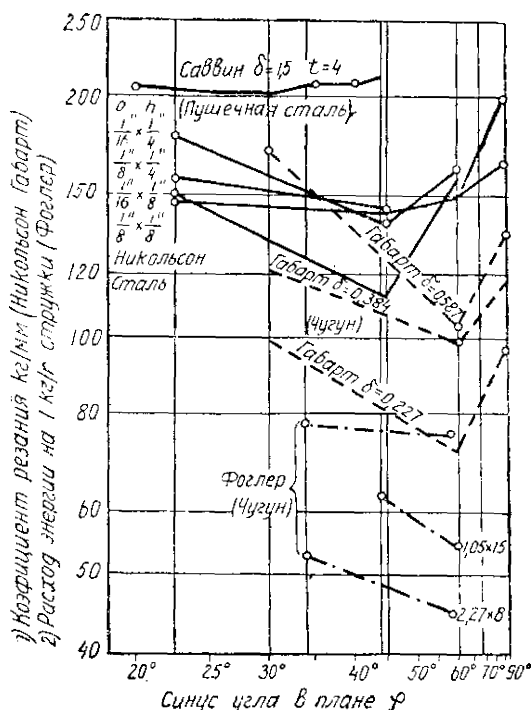
Совокупное действие указанных причин приводит к довольно сложной зависимости между углом в плане и давлением резания, причем характер этой зависимости существенно изменяется для разных величин угла в плане.

Наиболее простая и ясная зависимость между P и φ существует, повидимому, в промежутке углов в плане от 0 до 30° . Для углов в плане ниже 30° имеются данные опытов Челюскина.

Эти опыты произведены таким образом, что ширина стружки оставалась постоянной и равной 10 мм. Для этого одновременно с уменьшением угла в плане соответственно уменьшалась и глубина резания так, чтобы $b = \frac{h}{\sin \varphi} = 10 = \text{const.}$ Опыты производились с мягкой сталью и чугуном.

Данные Челюскина с несомненностью доказывают, что для малых углов в плане (по крайней мере — от 0 до 30°) изменение этого угла влияет на коэффициент резания лишь постольку, поскольку в связи с этим изменяется толщина стружки. Показатель степени при синусе угла в плане в формуле коэффициента резания для стали — 0,22, для чугуна — 0,27, что в точности совпадает с показателями степени при толщине стружки, выведенными Челюскиным из его опытов с теми же материалами, где толщина стружки изменялась не только путем изменения угла в плане, но и изменением подачи при том же угле в плане.

По углам в плане $\varphi > 30^\circ$ имеются опыты Фоглера, Гобарта и Никольсона (фиг. 44).



Фиг. 44. Опыты Фоглера, Гобарта и Никольсона

По опытам Фоглера расход энергии на 1 кг/час стружки (а, следовательно, и величина давления на резец) заметно понижается при увеличении угла в плане. В опытах Фоглера исследовались углы в плане 34—59°.

Фоглер, а также Штрейф, ссылаясь на эти свои эксперименты, ограниченные узким промежутком $\varphi = 34—59^\circ$, делают чрезмерно обобщающие заключения и рекомендуют работать с резцами, имеющими возможно короткую работающую часть лезвия. Между тем это неверно по двум причинам: во-первых решающим критерием для выбора угла в плане, как и других условий работы, является не коэффициент резания, а стойкость резца, которая требует как раз обратного; во-вторых и в отношении коэффициента резания в пределах между $\varphi = 60^\circ$ и $\varphi = 90^\circ$ их заключения, необоснованные экспериментально, оказались противоречащими ранее опубликованным опытам Гобарта и Никольсона.

По опытам Гобарта минимальное давление при обработке чугуна соответствует $\varphi = 60^\circ$, как это видно из фигуры 44; если же продолжать увеличение угла в плане выше 60° , то оно приводит не к понижению, а, наоборот, к повышению давления. Таким образом, увеличение угла в плане уменьшает давление только до известного предела, дальше которого оно вновь начинает увеличиваться.

По опытам Никольсона минимальное давление при обработке стали соответствует $\varphi = 45^\circ$. Расхождение между Никольсоном и Гобартом может быть объяснено, например, тем, что Никольсон не определял давления при $\varphi = 60^\circ$ и поэтому возможно, что с увеличением угла в плане от 45° до 60° давление еще понижалось бы, однако возможно также, что причина расхождения лежит в различии исследованных материалов, т. е. что для стали минимум около 45° , а для чугуна — около 60° .

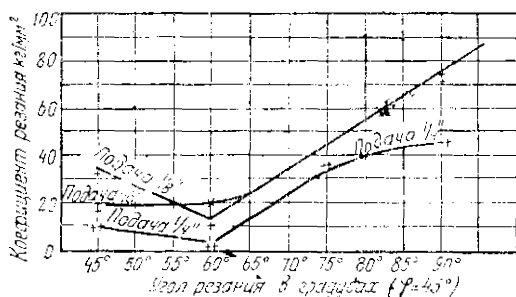
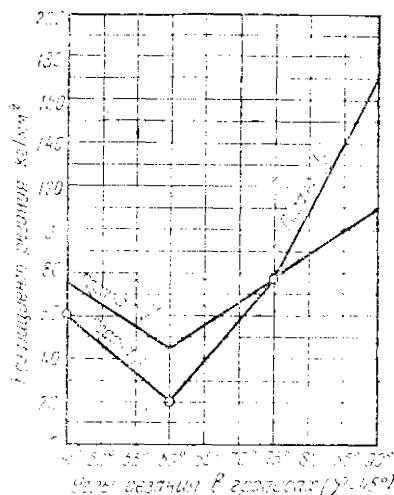
Влияние угла резания на давление резания. При рассмотрении теоретического метода определения давления на резец нами был сделан вывод, что угол резания довольно сильно влияет на давление резания. Опытные данные, многократно полученные в экспериментах разных исследователей, также доказывают значительное влияние угла резания на давление.

Первым экспериментатором в этой области был Жессель (1864 г.), который нашел, что минимум работы затрачивается на резание при угле резания в 54° для железа, 55° — для стали и 61° — для бронзы. Эти минимумы по его наблюдению не изменяются при разных скоростях резания. Таким образом, имеется известный угол резания, которому соответствует минимум давления.

По опытам Никольсона этот минимум также наступает при угле резания около 60° . Начиная от этого минимума давление растет непрерывно до $\alpha = 90^\circ$, причем в этом промежутке, т. е. при увеличении угла резания в $1\frac{1}{2}$ раза, давление увеличивается примерно в $1\frac{1}{3}$ раза. Такое увеличение наблюдается и при обработке стали (фиг. 46), и при обработке чугуна (фиг. 45).

Такой же минимум давления при 60° оказался и в недавно проведенных японских опытах Окока и Окоши (1927 г.). Надо однако отметить, что при опытах этих же исследователей с цинком такого минимума давлений не было замечено.

Наличие минимума давления при угле резания 60° во всяком случае не означает, что именно этот угол является наилучшим для работы, ибо для практической работы на станках имеют значение не те условия, при которых давление на резец окажется наименьшим, а те, при которых будет обеспечена наилучшая стойкость резца. Поэтому при работе на станках приходится обычно работать с углами резания



Фиг. 45 и 46. Зависимость удельного давления резания от угла резания (опыты Никольсона)

выше 60° и в связи с этим мы в дальнейшем будем рассматривать кривые результатов экспериментальных исследований в промежутке от 60° до 90° .

Формула зависимости давления резания от угла резания в общем виде представляется так:

$$P' = B' \alpha^m, \quad (33)$$

где B' — коэффициент, зависящий от условий резания; m — показатель степени при α .

По опытам Никольсона $m = 0,7$.

В опытах Стентона и Гейда в обработке С. Ф. Глебова показатель этот колеблется для разных материалов, составляя от 0,75 до 1,05 для черных металлов и 1,25 для меди.

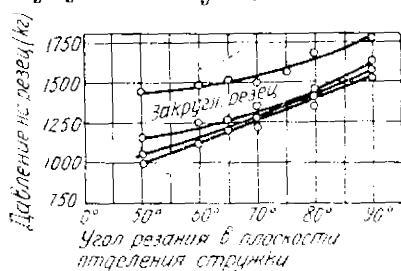
По опытам Манчестерского комитета (1922 г.) влияние угла в плане на давление резания представляется диаграммой (фиг. 47), где изображены четыре кривые, соответствующие разным углам, в плане (30° , 60° , 90° и закругленное лезвие). Обрабатываемый материал сталь $H_B = 170$. При обработке этих данных в логарифмической сетке показатель степени m в среднем равен 0,8.

Опыты Бостона (1926 г.) дали результаты, в общем близкие к данным Стентона и Гейда. Из диаграммы опытов Бостона в обработке Глебова (фиг. 48) видно, что показатель m для стали и чугуна несколько выше показателей, найденных по опытам Стентона и Гейда.

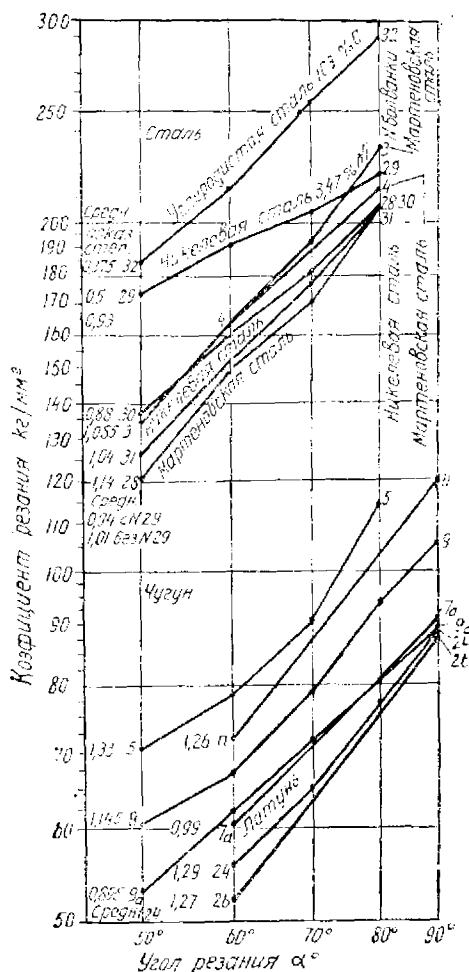
Опыты Бостона производились на строгальном станке в условиях свободного резания. Толщина стружки 0,305 мм, ширина 12,7 мм, что, в отличие от опытов Стентона и Гейда, проводившихся при малых сечениях стружки, приближается к нормальным практическим размерам обдирочной стружки.

Показатель степени m по опытам Бостона можно в среднем принять: для стали — 1; для чугуна — 1,1; для латуни — 1,25.

Влияние заднего угла на давление резания по опытам Бостона оказывается ничтожным и можно считать, что задний угол не влияет на величину давления. Задний угол изменялся в этих опытах от 2 до 10° при обработке стали, чугуна и латуни.



Фиг. 47. Опыты Манчестерского комитета

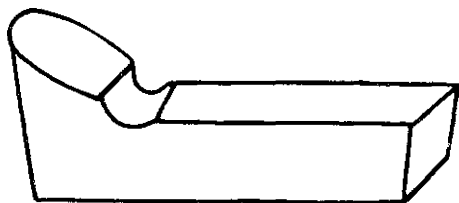


Фиг. 48. Опыты Бостона

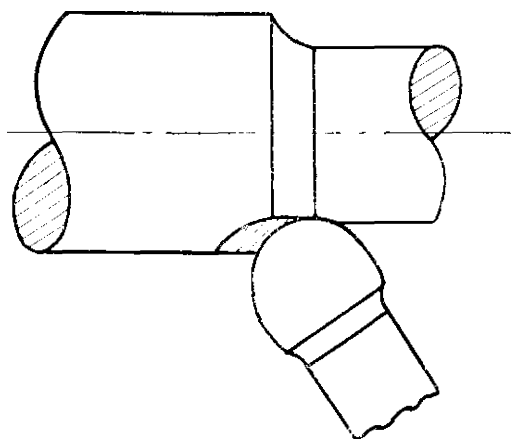
VI. Конструкции резцов разных авторов

Резец Тейлора. Теперь предстоит исследовать, насколько закругленный резец, предложенный Тейлором (фиг. 49), хуже или лучше прямого. Закругленное лезвие снимает стружку, имеющую в сечении форму запятой (фиг. 50). Такая стружка

имеет в разных местах разную толщину. Известно, что чем сечение стружки больше, тем меньшую она допускает скорость резания. Отсюда следует, что, если мы подберем скорость резания по средней толщине стружки, то это скорость будет недостаточна для более тонкой части стружки. Часть лезвия, лежащая непосредственно у поверхности обработки, работает, таким образом, с уменьшенной скоростью и сохраняет режущую



Фиг. 49 Резец Тейлора

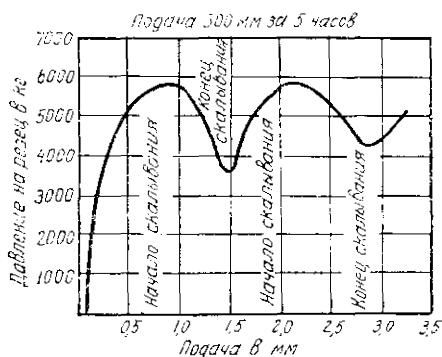


Фиг. 50. Резец Тейлора в рабочем положении. Форма снимаемой стружки

кромку дольше, чем вся остальная часть лезвия, чем достигается правильная и чистая поверхность.

Кроме того такой резец по утверждению Тейлора и Никольсона менее подвержен дрожанию. По опытам, произведенным последним при весьма малых скоростях резания (0,3 м в 5 часов) следует, что сила давления стружки на резец не является, постоянной величиной; напротив, она все время, то увеличиваясь, то уменьшаясь, колеблется по волнообразной

линии (фиг. 51). Величина этих колебаний зависит от толщины стружки. Прямолинейный резец снимает стружку одинаковой толщины и изменение давления на резец происходит в этом случае одновременно по всей длине режущей кромки; в известный момент сила нарастает до максимума и через определенный период падает до минимума. Если эти периодические колебания случайно совпадут с периодами колебания супорта или какого-либо иного механизма станка, то мы получим усиленное пружинение или дрожание резца.



Фиг. 51. Диаграмма Никольсона

При резке же с закругленной кромкой стружка давит с разной силой в разных местах лезвия. Моменты наименьшего и наибольшего давления не совпадают, а, наоборот, взаимно уравновешивают друг друга. Диаграмма в этом случае покажет более плавную кривую, стремление к дрожанию уменьшится. К тому же Демпстер Смит рядом измерений установил, что P_x и P_y при прямом и закругленном лезвиях реза остаются одинаковыми, но P_z при закругленном резе делается несколько меньше.

Однако это не подтверждается опытами, произведенными Клопштоком. Произведенные в большом масштабе эти опыты показали, что разница в расходе энергии для прямого и закруг-

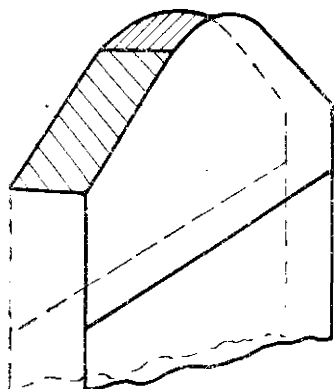
ленного лезвия реза выражается лишь незначительными величинами.

Преимущество закругленного лезвия, выражающееся в чистоте обработанной поверхности, может быть достигнуто закруглением вершины прямого реза. Тогда снимаемая стружка в увеличенном масштабе будет иметь такой вид, как она показана на фиг. 52, т. е. будет сохранять преимущество реза Тейлора.

Резцы с закругленным лезвием имеют существенный недостаток, который заключается в том, что изготовление и поддержание их в годном состоянии представляет ряд трудностей и, значительно сложнее, чем в отношении резцов с прямой кромкой.

Все это заставляет нас остановиться на более простом резце — с прямым лезвием.

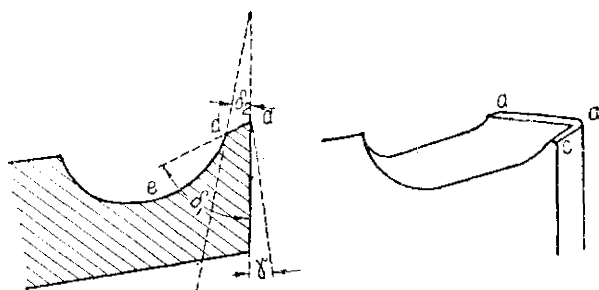
Резец Клопштока. В своих испытаниях по резанию Тейлор уже установил, что главное давление резания находится в точке, которая расположена позади режущего ребра и положение которой зависит от крепости обрабатываемого материала и величины подачи. Наблюдения, произведенные Клопштоком во время ряда испытаний над хромоникелевой сталью, показали особенно отчетливые выбоины на передней режущей грани реза, которые были замечены также Шлезингером и Куррайном. Из снимков процесса резания, сделанных Клопштоком (фиг. 6 и 7), ясно видно, что процесс этот можно подразделить на четыре фазы, из которых осаживание срезанного элемента стружки имеет существенное значение для энергии, расходуемой на снятие стружки. Чтобы уменьшить вредную разрушительную работу деформации во время снятия стружки и сильное снашивание передней режущей грани, Клопшток сразу придумал ей ту форму, которая должна была бы получиться в результате



Фиг. 52. Стружка, снимаемая резцом с прямым лезвием и с закругленной вершиной

действия стружки. На фиг. 53 приведены формы резца по Клопштоку. Резец Клопштока имеет вдоль обеих режущих кромок узкую плоскую полоску, к которой с определенным закруглением примыкает спускающаяся вниз плоская режущая грань.

Таким образом, собственно передняя режущая грань образуется из полоски ad и дуги dc . Резец получает два разных угла заострения: один — большой угол β_1 (около 80°) между полоской ad и задней гранью и второй — малый угол β_2 (около $20—30^\circ$), который образуется касательной в точке d к кривой dc и плоскостью задней заточки резца. Угол β_2 обеспечивает режущей грани большую степень сопротивления и является фактически углом заострения. Угол β_1 облегчает отведение стружки без осадки и тем больше, чем стружка меньше, и, следовательно, этим самым уменьшает расход энергии; поэтому он является действующим углом заострения резца.



Фиг. 53. Резец Клопштока

Режущая грань Клопштока имеет также, благодаря перегибу ее поверхности, два передних угла: фактический передний угол β_1 и действующий β_2 . Последний определяет работу, необходимую для снятия стружки и, главным образом, вредную работу по ее осадке.

Даст ли резец Клопштока в действительности все то, что теоретически от него следует ожидать, докажет его применение на практике. Однако необходимо особенно подчеркнуть то, что перемещение главного давления осаживания стружки, которого не наблюдал Тейлор, преимущественно зависит от подачи и что только этот момент имеет решающее значение при определении размеров новой формы резца.

Опыты показали, что, начиная с подачи в 1 мм, для всех вышних пределов подачи можно применять одни и те же размеры форм резца; для подач ниже 1 мм необходимы различные размеры, в пределах известных границ. Без сомнения, это является значительным недостатком для проведения в жизнь этой формы резца.

VII. Скорость резания и форма резца

Выбор формы резца. Требования, предъявляемые к резцу, не исчерпываются вопросом расходования минимума энергии. Резец необходимо так конструировать, чтобы он выдерживал высокие скорости резания, так как скорость резания, которую может выдержать инструмент, зависит, как уже пояснялось, не только от материала и инструмента, но и от формы резца, что было доказано Тейлором, Риппером и Демпстер Смитом. Происходит это потому, что с изменением формы и размеров резца изменяются условия отвода тепла, а, следовательно, и температура лезвия резца.

С увеличением радиуса закругления режущего ребра и углов заострения и уменьшением углов в плане отвод тепла лучший, ибо тогда образующееся при резании тепло распределяется на большей длине режущего ребра (случай увеличения r и уменьшения φ) или на больший объем резца (случай увеличения α).

Увеличение размеров поперечного сечения резца не только укрепляет его (что дает возможность брать большие сечения стружки), но и увеличивает его теплоемкость; поэтому резец большего сечения меньше нагревается и может выдержать при одинаковом сечении стружки большую скорость резания, нежели меньший резец.

Влияние угла в плане. Уменьшение угла в плане ведет к удлинению режущей части лезвия, уточнению стружки, улучшению отвода тепла, а, следовательно, и к увеличению скорости резания, несмотря на повышенное давление на резец.

Общий вид уравнения эконоимической скорости резания по американской, теоретически более точной, теории резания следующий:

$$v = \frac{C}{a^n b^q},$$

заменяя

$$a = s \sin \varphi \quad \text{и} \quad b = \frac{t}{\sin \varphi},$$

получаем

$$v = \frac{C}{s^{n/q} \sin^{n-q} \varphi}, \quad (34)$$

т. е. скорость резания обратно пропорциональна синусу угла в плане в степени, равной разности показателей при подаче и глубине резания.

Формула Тейлора в такой переработке имеет следующий вид:

$$v = \frac{\text{const}}{s^{0,67} t^{0,22} \sin^{0,45} \varphi} \quad (35)$$

и данные его опытов, проводившихся для углов в плане от $3^{\circ}35'$ до 30° при постоянной подаче дают зависимость

$$v = \frac{\text{const}}{f^{0,22} \sin^{0,45} \varphi}, \quad (36)$$

что вполне подтверждает высказанное выше предположение о характере влияния угла в плане на скорость резания, по крайней мере в пределах опытов Тейлора (для $\varphi = 3^{\circ}35'$ до 30°).

Однако с увеличением угла в плане свыше 30° , повидимому, этот закон не всегда или не вполне сохраняет свою силу. Так, переработка формулы экономической скорости резания Риппера дает следующую зависимость

$$v = \frac{0,98 (102,3 - K_1)}{S^{0,67} f^{0,33} \sin^{0,33} \varphi}. \quad (37)$$

В то же время данные опытов Риппера на влияние переднего угла, проведенные им для углов в плане от 30° до 65° , дают показатель степени при $\sin \varphi$ равный 0,77, т. е. показывают большее влияние угла в плане.

Дени в своей формуле принимает, что скорость резания обратно пропорциональна синусу угла в плане в 1-ой степени

$$v = \frac{C}{\sqrt[3]{F S \sin \varphi}}. \quad (38)$$

Влияние угла в плане подвергалось также изучению в опытах Манчестерского комитета (1922 г.), проведенных под руководством Д. Смита и показавших изменение угла в плане в пределах от 30° до 90° .

Результаты опытов Д. Смита следующие:

Угол в плане φ	90°	60°	45°	30°
$\sin \varphi$	1,0	0,866	0,707	0,5
$\sin \varphi$	1,0	1,15	1,415	2,0

Коэффициент скорости резания	для стали	1,0	1,21	1,48	1,87
	для чугуна	1,0	1,23	1,38	1,56

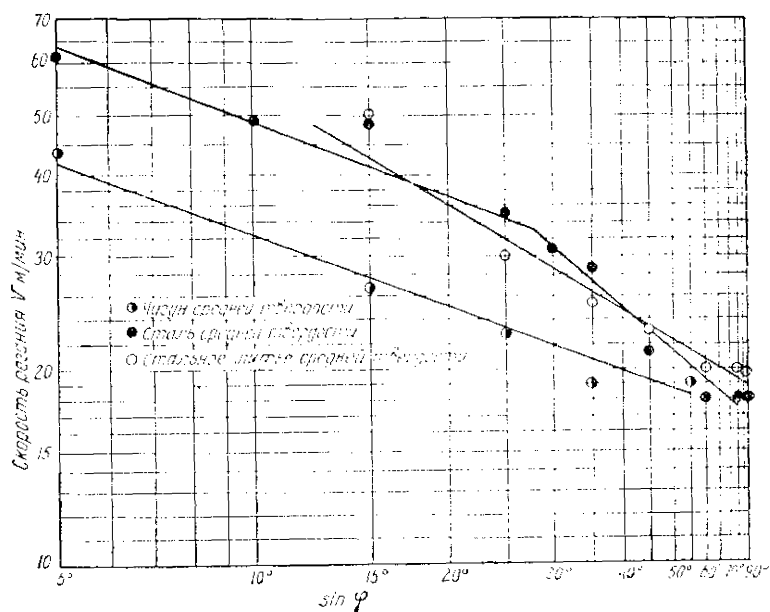
Обработка данных Смита в двойной логарифмической сетке дает для стали величину показателя при $\sin \varphi$, равную 0,75, а для чугуна—0,4.

Исследование влияния формы режущего лезвия на скорость резания проводилось в Киевском НИИМаш'е под руководством автора. В этом исследовании измерялась методом Готвейна температура резания при разных формах режущего лезвия и разных углах резца, но одинаковом режиме резания. После этого температура резания замещалась путем соответствующего расчета скоростью резания.

Данные исследований Киевского ИИИМаш'а по влиянию угла в плане на скорость резания, нанесенные в логарифмических координатах, приведены на фиг. 54 и позволяют сделать следующие выводы.

1. При обработке стали с углом в плане меньше 30° скорость резания обратно пропорциональна синусу угла в плане в степени 0,3, что меньше теоретически вычисленного показателя.

2. При обработке стали с углом в плане больше 30° скорость резания обратно пропорциональна синусу угла в плане в степени 0,85.



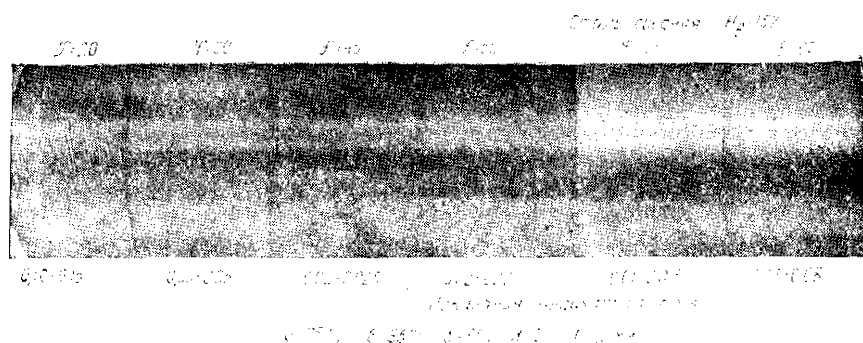
Фиг. 54. Влияние угла в плане на скорость резания по ИИИМаш'у

3. При обработке чугуна с любым углом в плане скорость резания обратно пропорциональна синусу угла в плане в степени 0,24, т. е. примерно равной разности показателей при подаче и глубине резания.

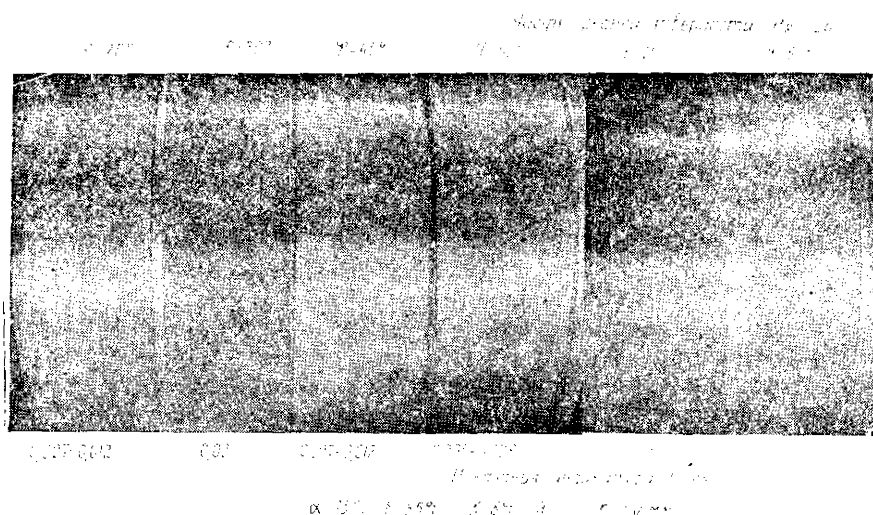
4. При обработке стального литья с любым углом в плане скорость резания обратно пропорциональна синусу угла в плане в степени 0,41, т. е. примерно равной разности показателей при подаче и глубине резания.

Кроме вышеизложенного, следует также иметь в виду, что величина угла в плане влияет и на чистоту обрабатываемой поверхности. По опытам Шлезингера с углами в плане $\varphi = 30^\circ$, 45° и 60° при обработке чугуна наилучшую поверхность дает $\varphi = 60^\circ$.

В исследованиях Киевского УИИИМаш'а проверялись углы в плане φ от 10° до 90° . Каждым углом в плане обрабатывался участок болванки длиной в 100 мм и промерялся индикатором, причем отклонения стрелки индикатора характеризовали качество (гладкость) обрабатываемой поверхности. На фиг. 55 и 56



Фиг. 55. Влияние угла в плане на чистоту поверхности при обработке стали



Фиг. 56. Влияние угла в плане на чистоту поверхности при обработке чугуна

приведены данные этих исследований для стали и чугуна. На этих данных следует, что наилучшие результаты и при обработке чугуна и при обработке стали дают углы $\varphi = 60-75^\circ$ (наименьшие отклонения индикаторной стрелки).

Помимо того при очень малых величинах φ поперечная изгибающая сила H_x (фиг. 57) сильно увеличивается, а с нею увеличивается прогиб и дрожание изделия.

Так, при:

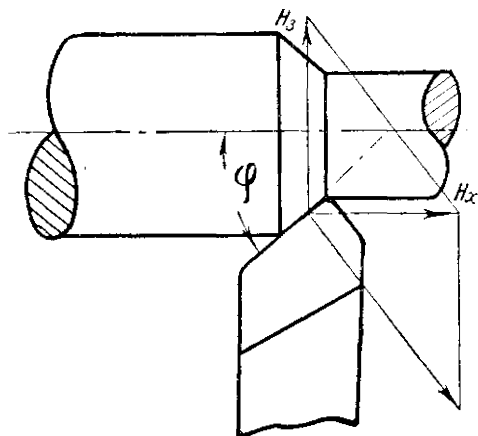
$$\varphi = 0 \quad H_z = H_x$$

$$\varphi = 45^\circ \quad H_z = \frac{H_x}{2}$$

$$\varphi = 90^\circ \quad H_z = 0.$$

Итак, для проходных резцов с точки зрения скорости резания выгодно иметь малые углы в плане, с точки зрения давления резания — большие углы в плане, но так как решающим фактором здесь является скорость резания, то принципиально останавливаем свой выбор на малых углах в плане.

Однако малые углы в плане неудобны, ибо, во-первых они



увеличивают поперечную изгибающую силу, а, во-вторых, при них требуется столь значительная длина лезвия, которую трудно осуществить нормальными размерами резцов. Учитывая все эти разносторонние требования, можно остановиться на величинах $\varphi = 35-45^\circ$, как наиболее приемлемых практически и в то же время отвечающих нашим теоретическим установкам.

Фиг. 57. Поперечная изгибающая сила

Для чистовых резцов решающим фактором является чистота обрабатываемой поверхности, а потому для них наиболее приемлемым углом в плане является $\varphi = 60-75^\circ$.

Угол резания. Влияние угла резания на скорость резания исследовалось впервые Тейлором. При обработке мягкого чугуна углеродистыми резцами он исследовал углы заострения от 68° до 61° , причем скорость резания при этом изменилась лишь от 20,4 до 20 м/мин, т. е. весьма незначительно, между тем уменьшение угла заострения составило свыше 10%. При обработке твердой стали Тейлор изменял углы от 68° до 74° и при этом скорость резания вовсе не изменилась.

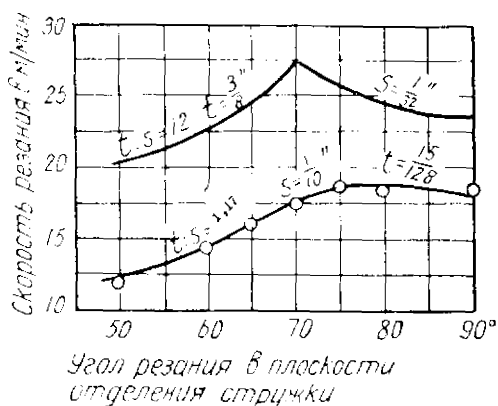
Из своих исследований Тейлор сделал вывод, что угол резания весьма слабо влияет на скорость резания, что и сформулировал в своей работе следующим образом: „Вопреки мнению всех новичков в искусстве резания металлов, задний угол и углы наклона верхней плоскости конца резца назад и вбок никак не могут считаться важнейшими при выборе формы резцов, так как влияние их на скорость резания несравненно меньше, чем это принято думать“ (Тейлор, Искусство резать металлы, § 334).

Однако этот вывод Тейлора несколько преуменьшает влияние угла резания на скорость резания, что установлено последующими исследователями. Несколько более подробные опыты Д. Смита (Манчестерского комитета) дали зависимость v от α , изображенную на фиг. 58, где приведены кривые для резца с прямоугольным лезвием с углом в плане 60° и радиусом закругления в $\frac{1}{4}$ ". Нижняя кривая относится к стружке, где глубина резания приблизительно равна подаче ($t:s=1,17$); верхняя отвечает отношению $t:s=12$. Площадь резания стружки в обоих случаях одинакова.

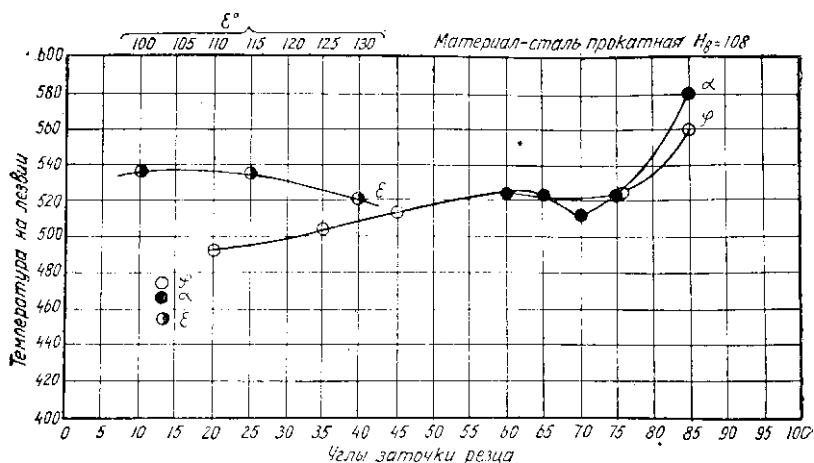
Эти кривые показывают, что при некотором определенном угле резания (в данном случае около 70°) скорость резания достигнет максимума и падает как при уменьшении, так и при увеличении угла резания, причем падение более резко, если угол резания уменьшается. Это сходится и с мнением Тейлора, что лучше выбирать углы резания несколько большими, чем ошибаться в сторону их преуменьшения.

В исследованиях УНИИМаш'а (Украинского научно-исследовательского института машиностроения) углы резания изменялись от 60° до 90° ; при каждом угле заточки измерялась температура резания и полученные данные наносились на сетку в координатах $\alpha - T$ (смотри кривые α на фиг. 59—68). Исследования эти проводились на 10 обрабатываемых материалах.

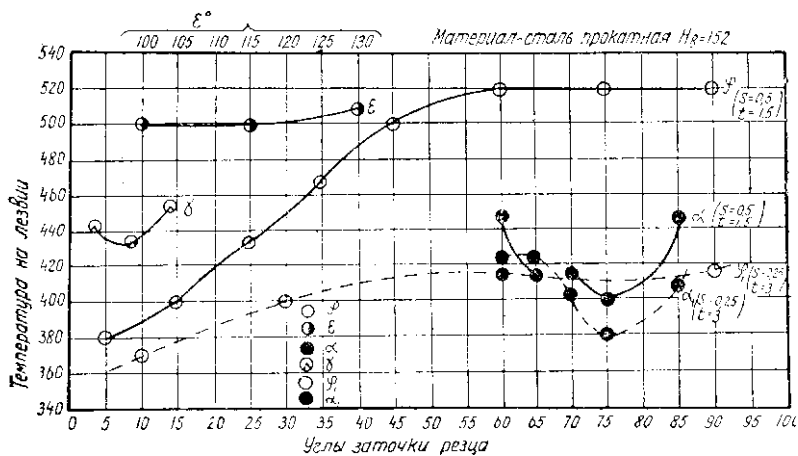
Характер кривых α указывает, что температура на лезвии резца с увеличением угла α сначала падает до некоторого минимума, а затем вновь начинает возрастать. Эти минимумы как раз соответствуют наименьшим значениям угла резания, которые приведены в табл. 1. Приведенные на фиг. 60, 62 и 63 кривые влияния угла резания на температуру резания по исследованиям УНИИМаш'а переработаны в кривые зависимости скорости резания от угла резания для чугуна и стали. Указанные кривые (фиг. 69 и 70) аналогичны кривым Д. Смита, приведенным на фиг. 58. Характер кривых, правда не в такой степени выраженный, как в выводах Д. Смита, все же подтверждает последние и падение кривой в обе стороны от максимума почти одинаково. Помимо того при обработке чугуна угол резания вообще слабее влияет на скорость резания, чем при обработке стали



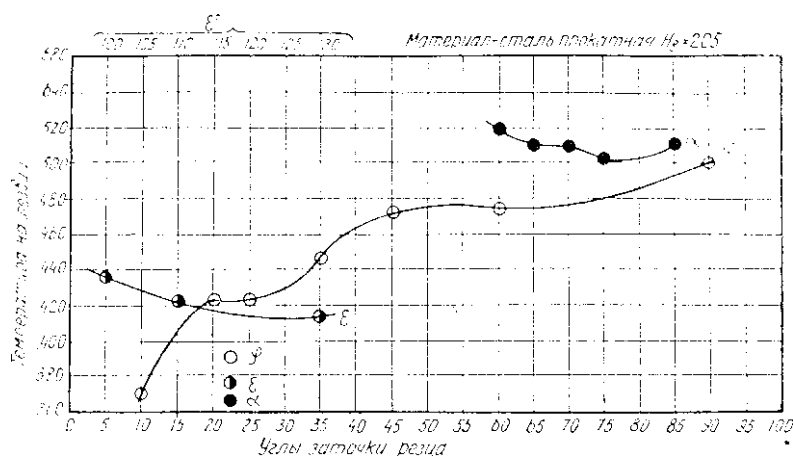
Фиг. 58. Влияние угла резания на скорость резания по опытам Манчестерского комитета



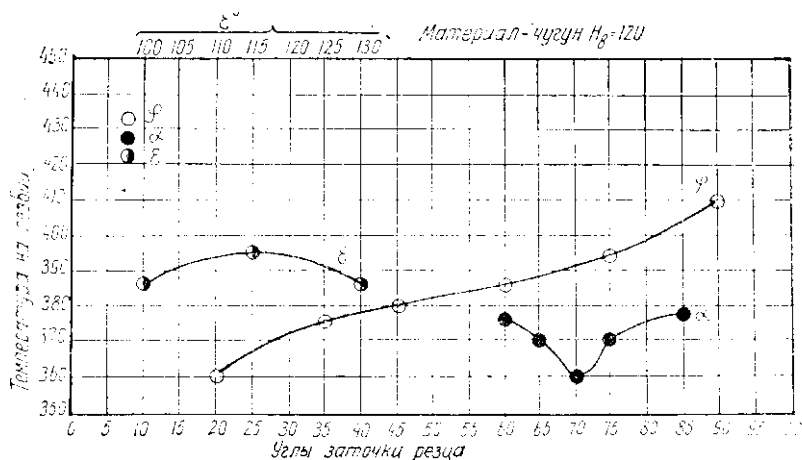
Фиг. 59. Влияние углов резца на температуру резания при обработке мягкой стали по опытам УИИИМаш'а



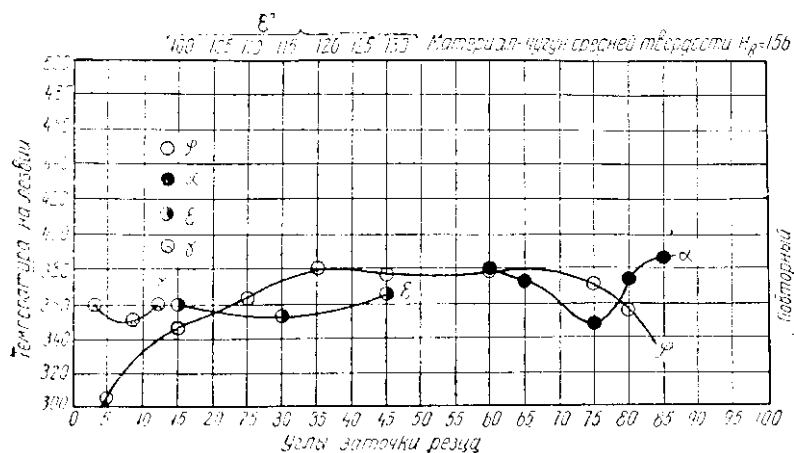
Фиг. 60. Влияние углов резца на температуру резания при обработке средней стали по опытам УИИИМаш'а



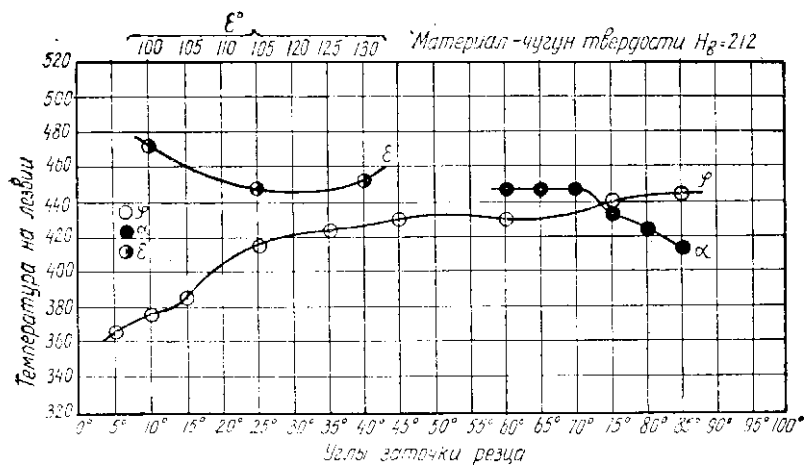
Фиг. 61. Влияние углов резца на температуру резания при обработке твердой стали по опытам УИИИМаш'а



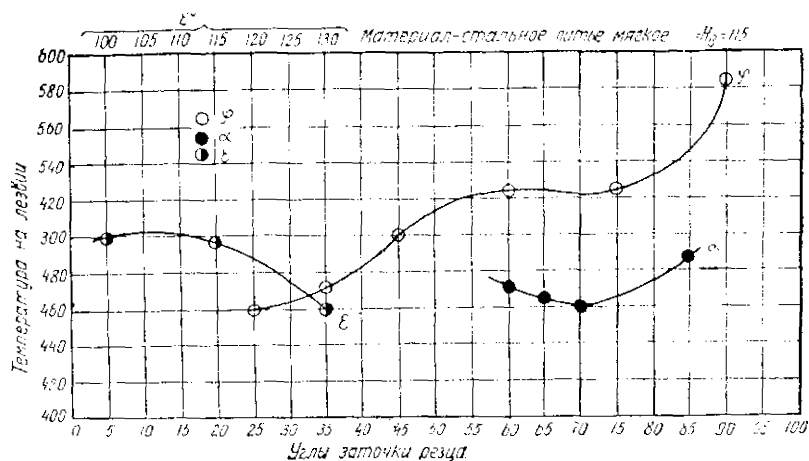
Фиг. 62. Влияние углов резца на температуру резания при обработке мягкого чугуна по опытам УИИИМаш'а



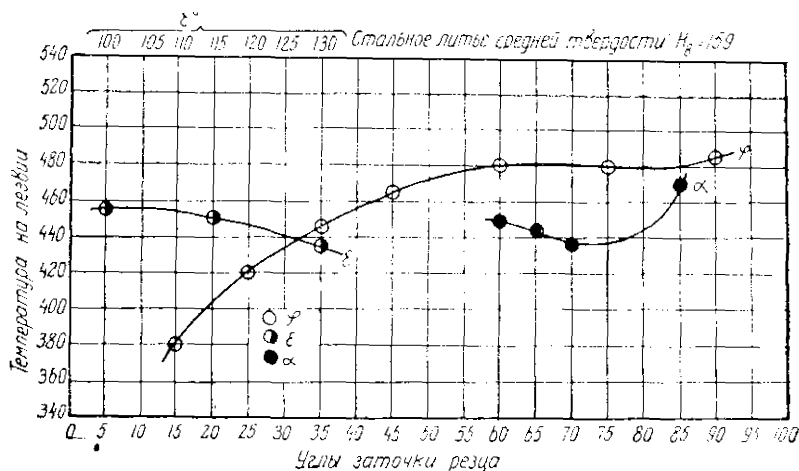
Фиг. 63. Влияние углов резца на температуру резания при обработке среднего чугуна по опытам УНИИМаш'а



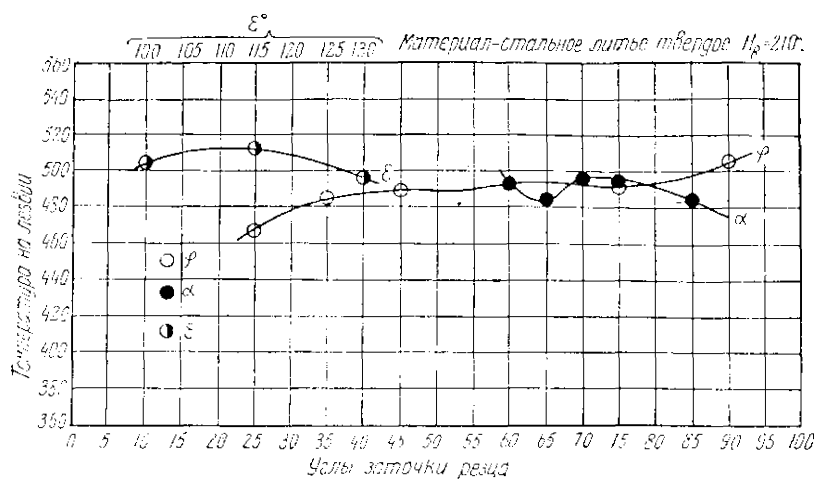
Фиг. 64. Влияние углов резца на температуру резания при обработке твердого чугуна по опытам УНИИМаш'а



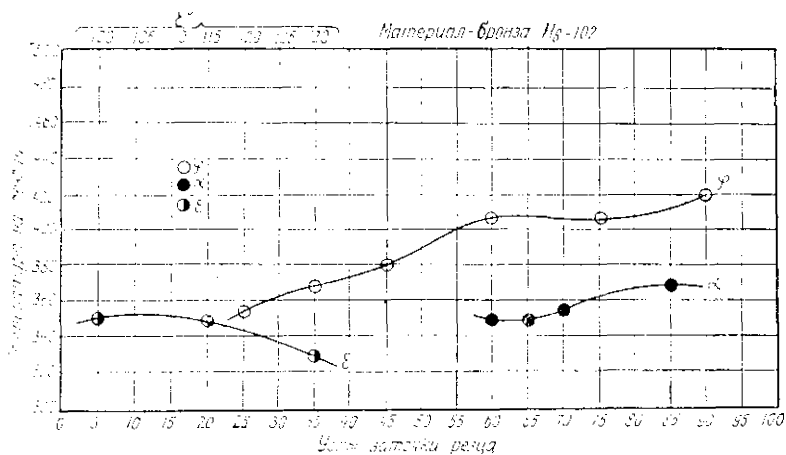
Фиг. 65. Влияние углов резца на температуру резания при обработке мягкого стального литья по опытам УНИИМаш'а



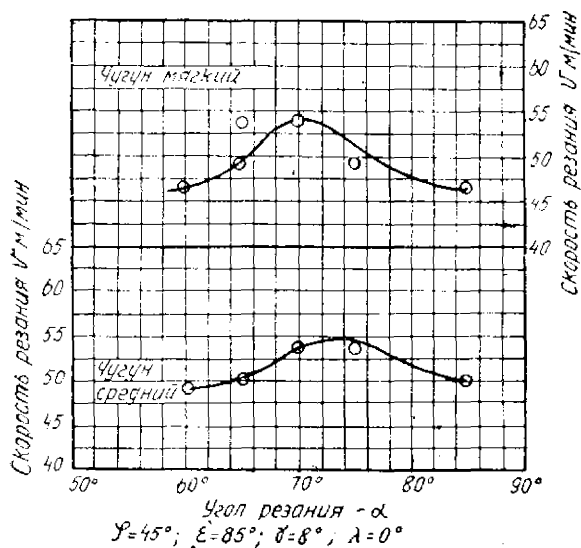
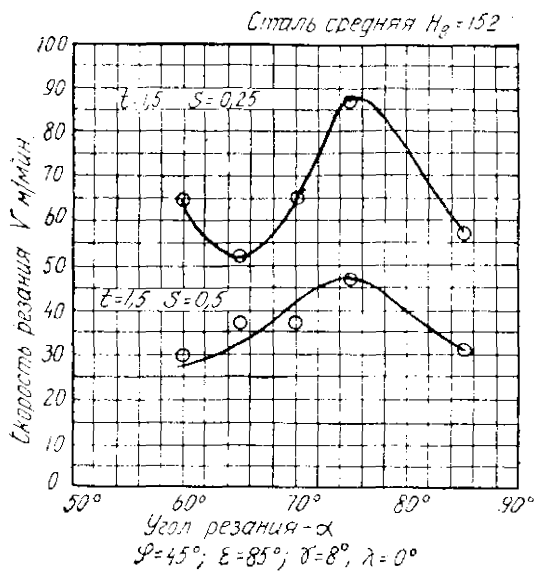
Фиг. 66. Влияние углов резца на температуру резания при обработке среднего стального литья по опытам УНИИМаш'а



Фиг. 67. Влияние углов резца на температуру резания при обработке твердого стального литья по опытам УНИИМаш'а



Фиг. 68. Влияние углов резца на температуру резания при обработке бронзы по опытам УНИИМаш'а



Фиг. 69 и 70. Влияние угла резания на скорость резания по опытам УНИИМаш'а

Таблица 1

Обрабатываемый материал		Угол резания в град.
Сталь	мягкая $K_z = 30-40 \text{ кг/мм}^2$	5
	средняя $K_z = 40-60 \text{ кг/мм}^2$	75
	твердая $K_z = 60-80 \text{ кг/мм}^2$	80
Чугун	мягкий $H_B = 100-125 \text{ кг/мм}^2$	70
	средний $H_B = 125-160 \text{ кг/мм}^2$	75
	твердый $H_B = 160-200 \text{ кг/мм}^2$	88
Стальное литье	мягкое $K_z = 100-130 \text{ кг/мм}^2$	70
	среднее $K_z = 130-160 \text{ кг/мм}^2$	75
	твердое $K_z = 160-200 \text{ кг/мм}^2$	85
Бронза мягкая		65

Данные таблицы 1, полученные в результате вышеупомянутого исследования довольно близко подходят к практическим данным, рекомендуемым ОСТ'ом (табл. 2) и DIN'ом (табл. 3).

Для заточки победитовых резцов углы резания несколько меняются. В таблице 4 приведены углы заточки победитовых резцов по данным Оргаметалла, а в таблице 5 — углы заточки резцов из твердых сплавов по Шлезингеру.

Таблица 2

№ групп главных углов	Угол резания α	Передний угол β	Угол заострения δ	Задний угол γ	Обрабатываемый материал
№ 1	65°	25°	57°	8°	Мягкая сталь $K_z = 30-50 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 95-140 \text{ кг/мм}^2$ Медь. Алюминий и его сплавы. Баббит
№ 2	70°	20°	62°	8°	Сталь средней твердости $K_z = 50-60 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 140-180 \text{ кг/мм}^2$ Мягкое стальное литье $K_z = 40 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 130 \text{ кг/мм}^2$. Ковкий чугун
№ 3	75°	15°	67°	8°	Чугун $K_z = 12-20 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 140-200 \text{ кг/мм}^2$ Стальное литье $K_z = 40-60 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 130-180 \text{ кг/мм}^2$ Твердая сталь $K_z = 65-75 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 180-200 \text{ кг/мм}^2$ Никелевая сталь $H_B = 200-220 \text{ кг/мм}^2$ Хромоникелевая $H_B = 200-220 \text{ кг/мм}^2$ Инструментальная углеродистая и быстрорежущая сталь
№ 4	80°	10°	72°	8°	Твердый чугун $K_z = 20-25 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 180-200 \text{ кг/мм}^2$ Очень твердая сталь $K_z > 75 \text{ кг/мм}^2$ $H_B > 200 \text{ кг/мм}^2$ Бронза. Латунь
№ 5	85°	5°	77°	8°	Очень твердое чугунное литье (из отбеленного чугуна) Очень твердая сталь $K_z > 75 \text{ кг/мм}^2$ $H_B > 200 \text{ кг/мм}^2$ Твердая бронза

Таблица 3

Обрабатываемый материал	Углы заточки резцов в град.		
	β	α	γ
Отбеленный чугун, хрупкие и твердые сорта латуни и бронзы	0	90	6
Сталь и стальное литье с $K_z > 70$ кг/мм ² , чугун с твердостью $H_B > 200$, томпак, бронза, латунь	8	82	8
Сталь и стальное литье с $K_z = 50-70$ кг/мм ²	14	76	8
Чугун $H_B < 200$, мягкая латунь	20	70	8
Сталь и стальное литье с $K_z = 34-50$ кг/мм ²	27	63	8
Вязкие и мягкие бронзы, самые мягкие сорта стали			
Прочие мягкие и легкие металлы	40	50	10

Таблица 4

Обрабатываемый материал	Углы заточки резцов в град.		
	β	α	γ
Отбеленный чугун $H_B = 300$ кг/мм ²	2	88	3
Чугун {	$H_B < 240$ кг/мм ²	5	85
	$H_B < 200$ кг/мм ²	7	83
	$H_B < 160$ кг/мм ²	8	82
Сталь {	$K_z = 70-80$ кг/мм ²	7	83
	$K_z = 50-70$ кг/мм ²	17	73
	$K_z = 30-50$ кг/мм ²	23	67

Таблица 5

Обрабатываемый материал	Крепость или твердость	Угол заточки резцов в град.	
		α	γ
Хромоникелевые стали	65-140	71-78	6-8
Литые стали	45-65	66-70	8-12
Кремнистый чугун (15% Si)	—	83-88	3-5
Твердая сталь (2-14% Mn)	—	76-78	6-8
Нержавеющие стали	—	66-72	6-8
Твердая отливка	75-90	86-88	2-4
	по Шпору		
Стальная отливка	50-110	66-82	6-8
Серый чугун	150-400 по Бринеллю	76-83	6-8
Латунь, бронза	—	78-83	8
Легкие металлы	—	69-74	8

Исходя из приведенных выше данных, можно рекомендовать для проходных быстрорежущих и победитовых резцов углы, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Обрабатываемый материал	Углы заточки для быстрорежущих резцов в град.			Углы заточки для победитовых резцов в град.		
	β	α	γ	β	α	γ
	1	2	3	4	5	6
Сталь	$K_{\Sigma} < 30 \text{ кг/мм}^2$	27	63	8	30	60
	$K_{\Sigma} = 30-50 \text{ кг/мм}^2$	20	70	8	23	67
	$K_{\Sigma} = 50-70 \text{ кг/мм}^2$	15	75	8	17	73
	$K_{\Sigma} = 70-80 \text{ кг/мм}^2$	10	80	8	7	83
Отбеленный чугун $H_B = 350 \text{ кг/мм}^2$	0	90	8	2	83	3
Чугун	$H_B = 180-220 \text{ кг/мм}^2$	2	88	8	5	88
	$H_B = 150-180 \text{ кг/мм}^2$	12	78	8	7	85
	$H_B < 150 \text{ кг/мм}^2$	20	70	8	10	80
Кремнистый чугун (до 15% Si)	не обрабатывается			3	87	3
Стальное литье	твердое	5	85	8	5	85
	среднее	15	75	8	15	75
	мягкое	20	70	8	20	70
Бронза и латунь	твердые	0	90	8	2	88
	мягкие	27	63	8	30	60
Легкие металлы	40	50	8	—	—	—

Кроме влияния угла резания на температуру и скорость резания, следует учесть также и его влияние на чистоту обрабатываемой поверхности. Этот вопрос был исследован в УИИИМаш'е. Исследование проводилось следующим образом: при данной заточке резца протачивался участок болванки длиной в 100 мм и с помощью индикатора замерялись отклонения обработанной поверхности.

В результате исследования выявлено, что наилучшую поверхность при обработке чугуна дают углы примерно на 5° больше (фиг. 71), а при обработке стали (фиг. 72) — ориентировочно на 5° меньше наиболее выгоднейших углов в смысле стойкости резца.

Таким образом, для чистовых работ можно рекомендовать углы резания указанные в таблице 1.

Таблица 7

Обрабатываемый материал	Угол резания α для чистовых работ в град.
Сталь	мягкая 65
	средняя 70
	твердая 75
	мягкий 75
Чугун	средний 82
	твердый 90
Стальное литье	мягкое 65
	среднее 70
	твердое 80
Бронза	65

Задний угол. В исследовании УННМаша задний угол γ изменялся в пределах от 3° до 12° , т. е. в практически применяемых и возможных пределах. В результате исследования выявлено, что задний угол определенно влияет на температуру резания и, следовательно, на стойкость резца. Наименьшую температуру как при обработке чугуна, так и при обработке стали дает задний угол $\gamma=8^\circ$. При уменьшении так же, как и при увеличении заднего угла против упомянутой величины, температура резания возрастает (фиг. 60, 63, 66), и, следовательно, стойкость резца падает.

Настоящее явление можно пояснить следующими соображениями: при малых задних углах ($\gamma < 8^\circ$), хотя отвод тепла, благодаря большому углу заострения, и лучший, возникающее дополнительное трение задней грани о поверхность изделия создает излишнее нагревание — большее по своей абсолютной величине, чем выигрыш от улучшения отвода тепла. При больших же задних углах ($\gamma > 8^\circ$) начинает сказываться уже ухудшение отвода тепла, а потому температура резания вновь начинает возрастать.

Влияние заднего угла на чистоту обрабатываемой поверхности также проверялось в исследованиях УННМаша, причем оказалось, что влияние его весьма незначительно, хотя все же ощущается некоторое улучшение чистоты поверхности при уменьшении заднего угла до $\gamma=3-4^\circ$.

Ввиду изложенного можно рекомендовать для резцов задний угол $\gamma=8^\circ$; при очень же больших требованиях к чистоте поверхности его следует уменьшать до $\gamma=3-4^\circ$.

Угол при вершине. Данные исследований УННМаша показывают, что изменения угла при вершине в нормальных пределах ($\varepsilon=100-130^\circ$) явного влияния на температуру резания и, следовательно, на стойкость резца не оказывают.

Поэтому при выборе угла при вершине для проходных резцов приходится руководствоваться иными соображениями, а именно:

1. Угол при вершине, чтобы лучше отводить тепло от вершины (хотя, как указывалось, в интервале $100-130^\circ$ это неопустьительно) должен быть возможно больше. При этом уменьшается угол в плане вспомогательной режущей кромки, уменьшается влияние побочного резания и остаточное сечение стружки.

2. С другой стороны, угол в плане вспомогательной режущей кромки должен быть достаточно большим для возможности увеличения переднего угла в плане φ ориентировочно до 60° при обработке тонких и длинных изделий (для уменьшения прогиба). Остаточный зазор должен все же быть не менее 5° для того, чтобы вспомогательное лезвие не терло обрабатываемой поверхности.

Исходя из этих соображений, выберем для проходных резцов: угол при вершине $\varepsilon=115^\circ$, угол в плане главной режущей кромки $\varphi=35^\circ$ и угол в плане вспомогательной режущей кромки $\varphi_1=30^\circ$. Такая комбинация углов дает возможность довести угол в плане главной режущей кромки в случае необходимости до 60° .

Кроме того следует иметь в виду, что угол при вершине влияет и на чистоту обрабатываемой поверхности.

По исследованию УНИИМаш'а (фиг. 73, 74) наилучшую поверхность как при обработке стали, так и при обработке чугуна дает угол при вершине $\alpha = 60 - 75^\circ$.

Для чистовых резцов выбираем $\alpha = 60^\circ$, так как такой угол при вершине при наилучшем в смысле чистоты поверхности угле в плане $\varphi = 60^\circ$ даст двухсторонний резец, т. е. могущий работать и вправо, и влево.

Угол подъема и уклона. В исследованиях УНИИМаш'а проверялись углы $\lambda = +8^\circ, +4^\circ, 0^\circ, -4^\circ - 8^\circ$, причем оказалось что в этих, практически применимых, пределах угол λ на температуру резания заметного влияния не оказывает. В смысле же чистоты обрабатываемой поверхности наилучший результат дает угол $\lambda = -4^\circ$ и неплохую поверхность 0° (фиг. 75 и 76). В то же время следует отметить, что угол уклона незначительно ухудшает чистоту поверхности и указываемого рядом авторов (Гиплер и др.) зарывания резца в этих случаях не наблюдается.

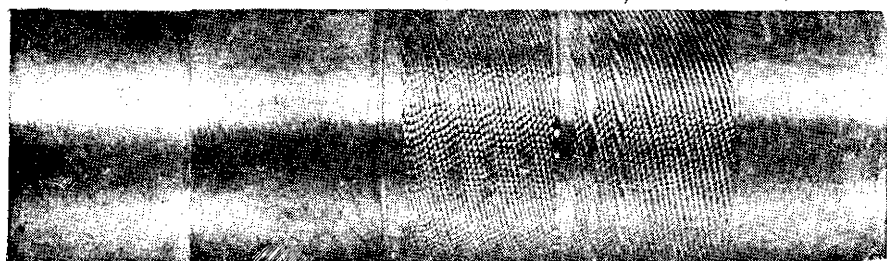
Режущая кромка резца может быть горизонтальной или же иметь угол подъема или угол уклона (фиг. 27). При угле подъема две силы из трех сил резания, а именно силы P_x и P_z уменьшаются, сила же P_y увеличивается. Стружки загибаются на узкую сторону поперечного сечения и сбегает при этом легче. Поэтому режущая кромка резца должна иметь угол подъема.

Только при слабых изделиях, которые по каким-либо причинам не могут быть достаточно хорошо подперты люнетами, режущая кромка должна проходить горизонтально, так как в противном случае сила P_y изгибает в недопустимых размерах обрабатываемый предмет.

Когда кромка резца расположена горизонтально, получается плоская спираль; когда же эта кромка имеет угол уклона, спираль получается закругленной вправо (фиг. 77); при угле подъема — закругленной влево (фиг. 78). При угле уклона, стружка перегибается около своей длинной стороны (фиг. 79), при угле подъема — около своей короткой стороны (фиг. 80). Поэтому при положительном возвышении сопротивление изгибу больше и стружка вследствие этого не может легко сбегать.

Радиус закругления. В исследованиях радиус закругления изменялся от 0 до 6 мм, причем выявлено, что с увеличением радиуса закругления температура резания падает, и, следовательно, скорость резания увеличивается. Это явление более резко выражено при обработке стали и менее резко — при обработке чугуна (фиг. 81).

Кроме того проверялось влияние радиуса закругления на чистоту обрабатываемой поверхности. В результате исследования выявлено, что радиус закругления, вообще говоря, слабо влияет

$\beta=25^\circ$ $\beta=20^\circ$ $\beta=10^\circ$ $\beta=5^\circ$ $\beta=15^\circ$ Сталь средней твердости $H_R=152$ 

0,01-0,015

0,008-0,01

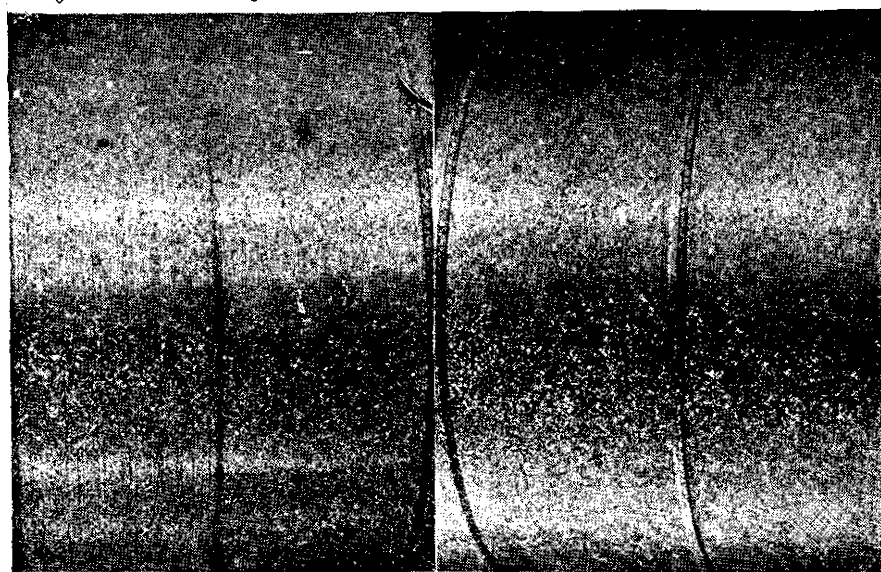
0,15-0,18

0,18-0,20

0,02-0,025

Показания индикатора R мм $\varphi=45^\circ$; $\varepsilon=85^\circ$; $\gamma=8^\circ$; $\lambda=0^\circ$; $r=1,0$ мм

Фиг. 71. Влияние угла резания на чистоту поверхности

Чугун средней твердости $H_R=156$ $\beta=25^\circ$ $\beta=20^\circ$ $\beta=10^\circ$ $\beta=5^\circ$ 

0,015-0,025

0,01

0,005

0,01

Показания индикатора R мм $\varphi=45^\circ$; $\varepsilon=85^\circ$; $\gamma=8^\circ$; $\lambda=0$; $r=1,0$

Фиг. 72. Влияние угла резания на чистоту поверхности

Сталь прокатная $H_B=152$

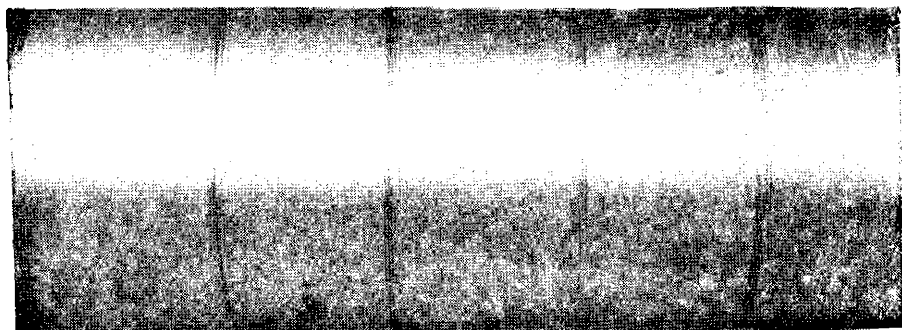
$\xi=85^\circ$

$\xi=115$

$\xi=110$

$\xi=80$

$\xi=60$



0,006-0,01

0,02-0,025

0,025-0,027

0,007-0,01

0,01

Показания индикатора 5 мм

$\alpha=75^\circ$; $\varphi=45^\circ$; $\gamma=8^\circ$; $\lambda=0$; $r=1,0$

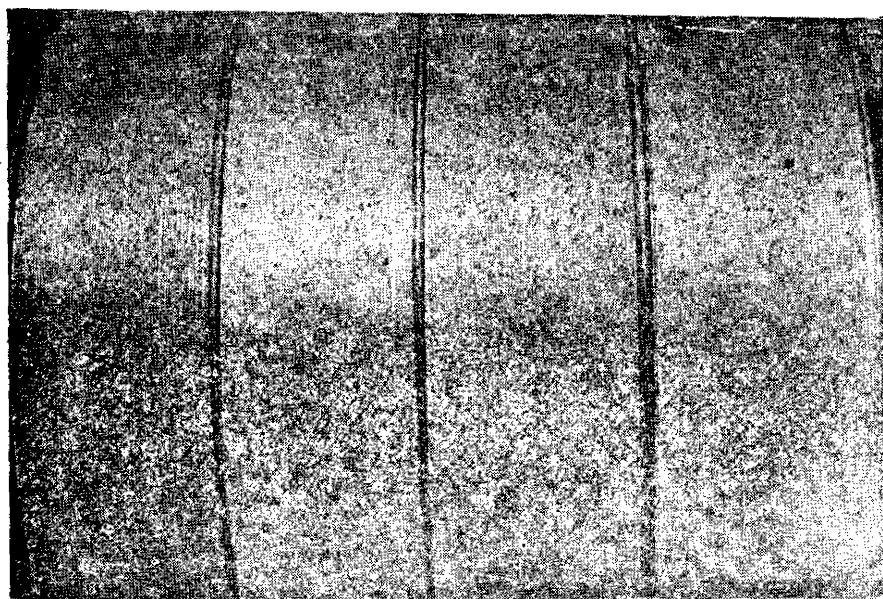
Чугун средней твердости $H_B=156$

$\xi=60$

$\xi=80$

$\xi=110$

$\xi=115$



0,02-0,025

0,003-0,004

0,008-0,01

0,007-0,01

Показания индикатора 8 мм

$\alpha=75^\circ$; $\varphi=45^\circ$; $\gamma=8^\circ$; $\lambda=0$; $r=1,0$

Фиг. 73 и 74. Влияние угла при вершине на чистоту поверхности

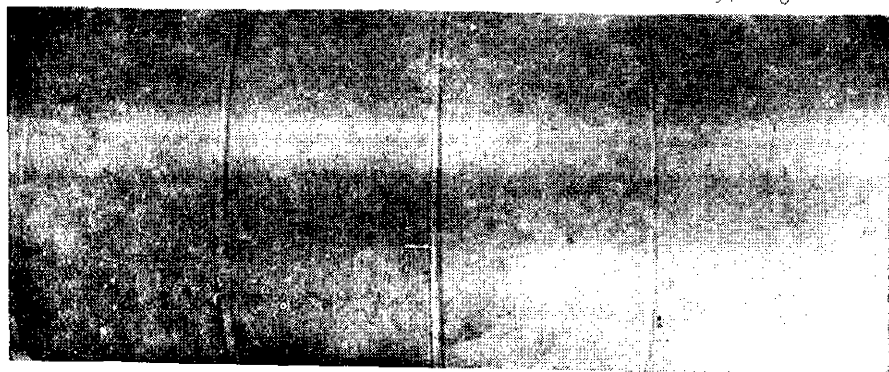
Сталь прокатная $H_B=152$

$\lambda=8$

$\lambda=4$

$\lambda=+4$

$\lambda=+8$



0,005-0,008

0,007-0,01

0,005-0,006

0,008-0,01

Показания индикатора в мм

$\alpha=75^\circ$; $\xi=85^\circ$; $\varphi=45^\circ$; $\delta=8^\circ$; $r=1,0$ мм

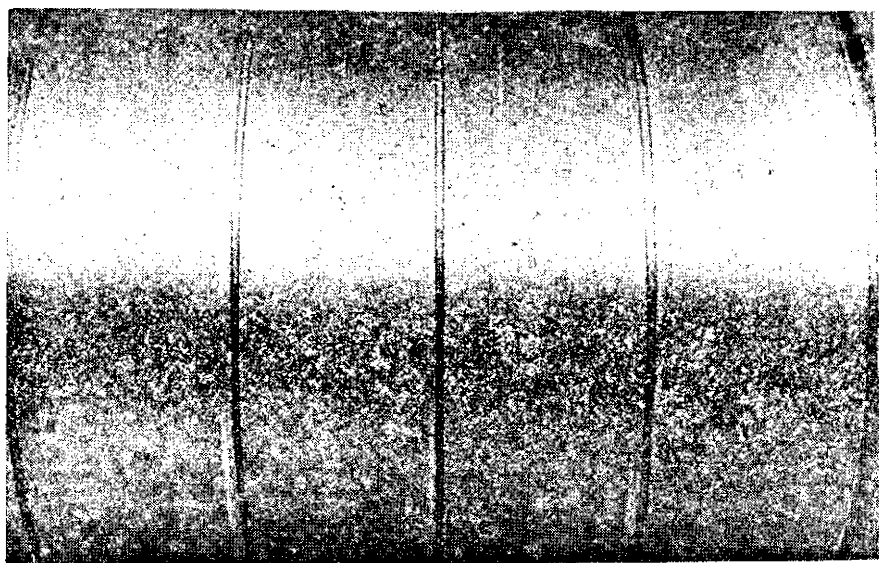
Чугун средней твердости $H_B=156$

$\lambda=8$

$\lambda=4$

$\lambda=+4$

$\lambda=+8$



0,004-0,006

0,001-0,005

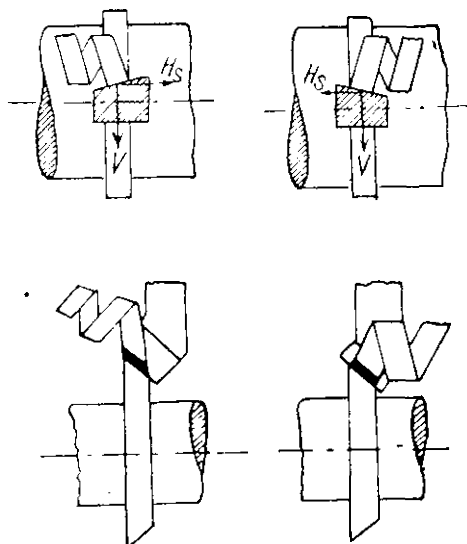
0,008-0,01

0,005-0,006

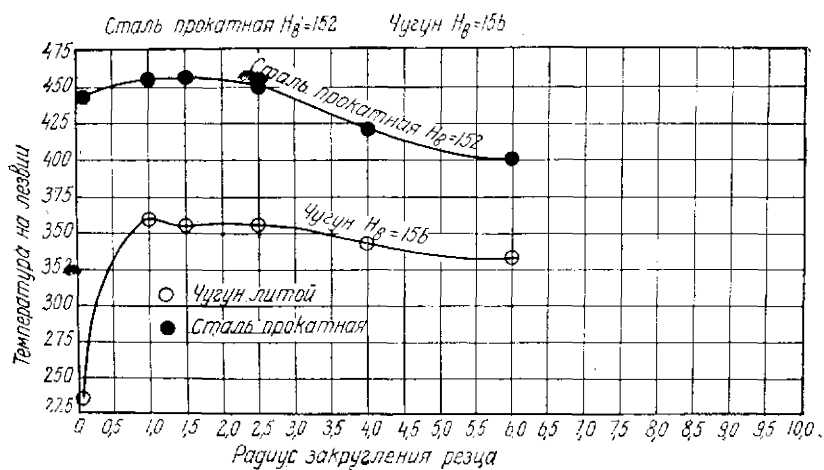
Показания индикатора в мм

$\alpha=75^\circ$; $\xi=85^\circ$; $\varphi=45^\circ$; $\delta=8^\circ$; $r=1,0$ мм

Фиг. 75 и 76. Влияние угла подъема и уклона на чистоту поверхности



Фиг. 77—80. Определение стружки при углах подъема и уклона



Фиг. 81. Влияние радиуса закругления на температуру резания

на чистоту поверхности, но все же несколько лучшие результаты дает радиус закругления в 2,5 — 4 мм.

В нормальных нами выбран $r=2,5$ мм, как практически более удобный.

VIII. Охлаждение резцов во время работы

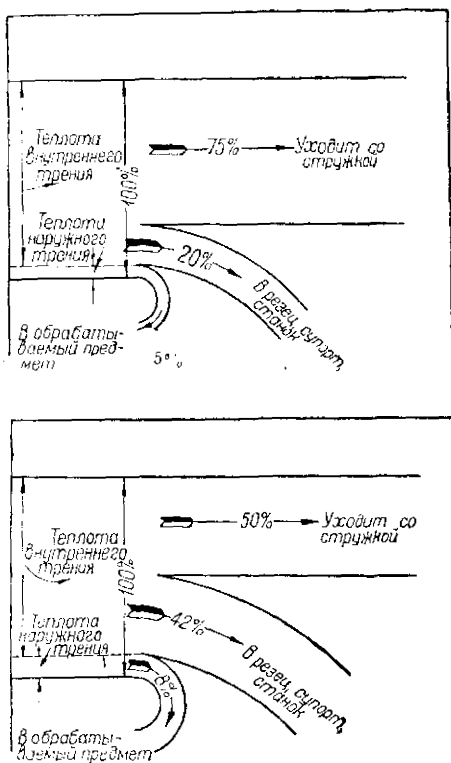
Теплота, образующаяся при резании, распределяется между стружкой, резцом и обрабатываемым предметом и только незначительная часть ее передается лучеиспусканием окружающему воздуху.

При правильно выбранной скорости резания, нормальных размерах поперечного сечения стружки и правильно заточенном резце до 75% всей теплоты уходит со стружкой (фиг. 82). В случае неудачно взятой величины скорости резания и величины сечения стружки с последней уходит только около 50% образующейся теплоты (фиг. 83), а остальная часть ее идет на нагревание резца и обрабатываемого изделия, вызывая разрушение резца, заедание изделия в центрах и получение неправильной формы последнего.

В первом случае в резец идет до 20% всей теплоты, во втором до 40%. От 5 до 10% всей теплоты идет на нагревание обрабатываемого изделия.

Чтобы уменьшить теплоту стружки, частично переходящую в резец, необходимо хорошо охлаждать ее, а для того, чтобы уменьшить трение стружки о резец, тоже переходящее в теплоту, нужно хорошо смазывать переднюю грань резца.

К охлаждающим жидкостям предъявляются два требования: 1) они должны хорошо охлаждать резец и изделие, а для этого должны быть возможно более теплоемкими и теплопроводными и 2) они должны хорошо смазывать. Последнее особенно важно для вьющейся длинной стружки мягких и вязких металлов.



Фиг. 82 и 83. Тепло, образуемое в станке, изделии и резце

Первому требованию удовлетворяет вода, второму — чистые растительные масла. Чем больше трение, чем оно сложнее (например, при нарезании резьбы), тем предпочтительнее применение хорошо смазывающего растительного масла. Чем проще в смысле внешних трений работа резания (например, обычная обдирка), тем более подходящей охлаждающей жидкостью является вода. Эмульсии жирные или тощие, представляющие собой механическую смесь воды и масла, являются с этой точки зрения средними промежуточными жидкостями, охлаждающими и смазывающими в одно и то же время.

Помимо вышеуказанных требований охлаждающие жидкости должны также отвечать следующим условиям: 1) они должны быть дешевы, дабы применение их было экономично; 2) они не должны портить (т. е. главным образом не давать ржавчины) частей станка, на которые они попадают и 3) они не должны быстро застывать, образуя вместе с приставшими к ним мелкими частицами металла массу, мешающую движению супорта и других частей станка и ускоряющую их изнашивание.

На важность охлаждения резца во время работы впервые обратил внимание Тейлор. Правда, он не придавал никакого значения смазыванию передней грани резца и не делал опытов в этом направлении.

„Крайне удивительно — пишет Тейлор, — что на влияние этого элемента (т. е. охлаждения) совершенно не обращали внимания, несмотря на чрезвычайную простоту опытов с охлаждением резца, а главное — на ту выгоду, которая могла быть при этом получена“. Выгода, действительно, большая, так как по данным Тейлора при быстрорежущих резцах можно получить 40% экономии при обработке стали и 16% при обработке чугуна. При обработке чугуна охлаждение не дает такого большого эффекта, как при обработке стали, потому что чугунная стружка отламывается и не ползет по передней грани резца.

Наиболее удовлетворительные результаты получаются при струе воды, падающей с малой скоростью, но в большом количестве на надлежащее место резца (при очень большом обдирочном резце $2" \times 2\frac{1}{2}"$ — около 13,5 л/мин, при резцах меньших размеров — пропорционально меньшее количество воды).

Такая струя покрывает большую плоскость резца и не сильно разбрызгивается. Небольшая струя воды, пускаемая на резец из капельницы, не дает никакого эффекта и не позволяет увеличить скорость резания.

Как правило, нужно всегда сначала пустить воду, а затем уже резать, так как в противном случае вода, попав на нагретую часть резца, вызывает в нем появление трещин и тем самым порчу его. Поэтому не следует применять капельниц, так как маленькие струйки воды часто переходят в отдельные капли, порча резцов в наших цехах нередко вызывается именно этим.

Для того, чтобы струя жидкости хорошо охлаждала, ее необходимо направлять не на резец, а на стружку в месте ее отделения от металла (фиг. 84 и 85), т. е. в том месте, где сосредоточено наибольшее количество теплоты. Лезвия резца достать жидкостью так или иначе невозможно, смазать же всю поверхность между стружкой и резцом, вследствие громадных давлений между ними, также невозможно и часть пути стружка проходит всухую.

На практике охлаждение, конечно, не дает столь значительных результатов, как при лабораторных опытах, поэтому такое увеличение скорости резания, какое получил Тейлор, осуществить трудно; практи-

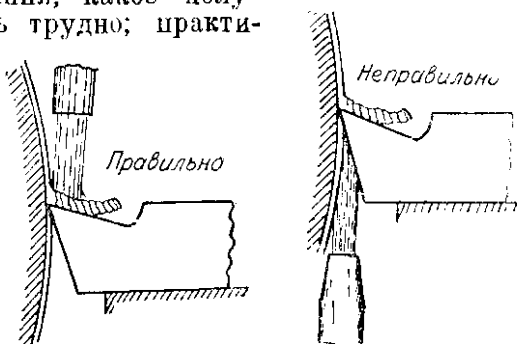
чески следует принимать несколько меньшие величины выгоды, а именно: при обработке углеродистыми резцами средней и мягкой стали—на 15%, твердой стали и чугуна—на 5%; при обработке же быстрорежущими резцами—соответственно 20—25% и 8—10%.

Следует отметить, что применение смазочно охлаждающих жидкостей особенно экономично при обработке мягких материалов.

Наиболее полное исследование значения применения смазочноохлаждающих жидкостей было проделано проф. Савиным. Исследовались жидкости: а) льняное масло, б) гарное масло, в) эмульсии из воды, масла и мыла, г) содовые растворы и д) вода. Все эти вещества лились сверху на резец и стружку ровной струей приблизительно при одном напоре. Условия резания при всех опытах были одинаковые. Сводные средние данные произведенных опытов приводятся в таблице 8.

Чтобы лучше предохранить части станка и обрабатываемый предмет от ржавления, рекомендуется применять чистые масла. Применение эмульсии также хорошо, так как в результате выпаривания воды из эмульсии на станке и изделии остается тонкий слой масла, обволакивающий их. Также не дает ржавчины и содовый насыщенный раствор—по испарении воды белый порошок соды, осаживаемый из раствора, легко удаляется тряпкой; его не следует, конечно, долго оставлять на станке, так как он может разъедать металл.

В отношении получения чистой поверхности растительные масла и содовый раствор дали в опытах Савина наилучшие результаты; за ними следует эмульсии, которые дали несколько лучшие результаты, чем машинное минеральное масло. Вообще же в данном отношении порядок расположения этих веществ такой: масла, эмульсии, содовый раствор.



Фиг. 84 и 85. Направление струи жидкости при охлаждении

Вместо жидкостей можно при резании применять также сжатый воздух. Преимущество его заключается в том, что он не загрязняет станок; недостатком его является разбрасывание стружки и меньший эффект охлаждения.

Таблица 8

Название испытуемой жидкости	Значения удельного давления разания в кг/см			Процент изменения удельного давления резания		Стоимость 1 л испы- туемой жидкости (1910 г.)
	С испытуе- мой жид- костью	С водой	Раз- ница	Уве- личе- ние	Умень- шение	
Содовый раствор (око- ло 5% соды)	166	158	8	5	—	10 коп.
Эмульсоль 10%	184	184	0	—	—	80 коп.
Акволь 10%	165	173	8	0	—	1 р. 20 коп.
Машинное минераль- ное масло	141	160	19	—	4,6	2 р. 20 коп.
Гарное масло	123	158	35	—	12	4 р.
Льняное масло	114	160	49	—	22	8 р.
					29	

ГЛАВА II

МАТЕРИАЛ, ИДУЩЕЙ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕЗЦОВ

I. Углеродистая сталь

До конца прошлого столетия единственным материалом для изготовления режущего инструмента была углеродистая сталь. Эта сталь, кроме железа, содержит углерод в количестве от 0,6% до 1,6%.

Углеродистая сталь обычно в своем составе имеет не только углерод, но в незначительном количестве и другие примеси. Из них одни прибавляются умышленно, для улучшения качества стали, а другие являются безразличными или же вредными примесями, которые трудно или вовсе нельзя удалить. К числу первых принадлежит кремний и марганец, к числу вторых сера и фосфор.

Кремний и марганец в определенных количествах не являются нежелательными для стали, однако при высоком содержании углерода в стали количество их не должно превышать 0,2% для кремния и 0,3% — для марганца. При больших присадках этих элементов сталь получает особые качества, но в этом случае она должна быть отнесена уже к группе специальных сталей.

Сера же и фосфор являются безусловно нежелательными элементами и их содержание должно быть органичено самыми незначительными количествами, которые не могли бы вредно отзывать на качество стали.

Сера делает сталь красноломкой, т. е. легко дающей трещины в процессе механической обработки ее при красном накале (ковке, прокатке); фосфор же делает ее холодноломкой, т. е. легко ломающейся при холодной обработке.

Если присутствие этих элементов в стали с высоким содержанием углерода не превышает приблизительно 0,025%, то их вредное влияние теряет практическое значение и им пренебрегают.

Углеродистая сталь легко поддается обработке. Кроме того, если ее нагреть докрасна (700—900° Цельсия) и затем быстро охладить, то она принимает закал, т. е. делается очень твердой.

Если такую, закаленную сталь нагреть до 200° Цельсия и выше, то она возвращается постепенно к прежнему состоянию, теряя приобретенную закалку твердость. Это свойство углеродистой стали терять твердость или закалку, при нагревании ее до 200° Цельсия, является очень вредным, так как ограничивает скорость резания — во время работы резец часто нагревается свыше 200°, теряя закалку, притупляется и перестает снимать стружку.

Заводы, изготавливающие инструментальные стали, выпускают ее под различными марками. В прейскурантах обычно сообщается для изготовления какого инструмента применяется та или другая марка стали, а также краткие сведения о ее тепловой обработке. Для того чтобы легко было сразу же различить бруски разных сталей, на них наносятся соответствующие марки. Это называется маркировкой сталей.

Маркировка состоит или в окрашивании брусков масляной краской определенного цвета или в наклейке ярлыка. Первый способ является более действительным, ибо он позволяет сразу отыскать на складе нужную сталь. Кроме того масляная краска, в отличие от наклеенных ярлыков, не сходит со стали ни от сырости, ни от неаккуратного обращения.

Марки углеродистой стали. Ниже приведен ряд обозначений (марок) углеродистой стали для резцов, изготавливаемой заводами Союза. К числу заводов, изготавливающих углеродистую инструментальную и специальные инструментальные стали (быстрорежущие, хромистые, вольфрамовые и др.) относятся: 1) „Красный Путиловец“ в Ленинграде, 2) Государственный электрометаллургический завод „Электросталь“ в Москве и 3) Златоустовский государственный механический завод на Урале.

Таблица 9

Углеродистая сталь завода „Красный Путиловец“

Марка	Сокращен- ное явлено	Химичес- кий состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка			
				температура в град.			охлаж- дение
				ковка	закалка	отпуск	
Добрыня № 12	Д 12	C 1,1—1,3 Si до 0,4 Mn до 0,5 S до 0,03 P до 0,04	Для резцов, токар- ных и строгальных станков в случае обычной заводской работы, для фрезеров несложной формы . .	950; кон- чать при 750	740—760	200—220 в зависимости от твердости обра- батываемого ме- талла	В воде
Добрыня № 10	Д 10	C 0,9—1,1 Si до 0,4 Mn до 0,5 S до 0,03 P до 0,04	Для резцов, фрезе- ров, сверл, метчиков, плашек, разверток, холодных матриц, монетных штампов, а также для ножей и напильников выш- шего качества	900; кон- чать при 750	740—760	220—250 в зависимости от твердости обра- батываемого металла	В воде

Марка	Сокращенное клеймо	Химический состав в проц.	Назначение	тепловая обработка			
				Температура в град.			охлаждение
				ковка	закалка	отпуск	
Добрыня № 8	Д8	C 0,7—0,9 Si до 0,4 Mn до 0,5 S до 0,03 P до 0,04	Для резцов и фрезеров по меди, зубил, крайцмесселей, резачков, ножниц большого размера, для штампов, а также для наварки топорков мотыг, кирок и древообделочного инструмента.	900; кончать при 750	750—780	220—250	В воде
					В зависимости от твердости обрабатываемого металла		

Т а б л и ц а 10

Углеродистая инструментальная сталь завода „Електросталь“

Марка	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка			
			температура в град.			охлаждение
			ковка	закалка	отжиг	отпуск
ЭУ 10	C 1,0—1,09	Для инструментов, не подвергающихся ударам и требующих некоторой вязкости на острых лезвиях: для долбежных резцов фрезеров, метчиков, сверл, гребенок, разверток, плашек, веретен, ножей в табачном и бумажном производстве, волочильных колец и пр.	1000, кончать при 775	770—790	770	В воде
ЭУ 11	C 1,1—1,19	Для инструментов, не подвергающихся ударам и требующих очень большой твердости и для токарных и строгальных резцов, фрезеров, сверл, метчиков, разверток и пр.		760—780	770	В воде
ЭУ 12	C 1,2—1,35	Для инструментов, не подвергающихся ударам и требующих очень большой твердости: для токарных				В воде или масле

200—300, в зависимости от необходимой твердости (см. специальные замечания)

Марка	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка			
			температура в град.			
			ковка	закалка	отжиг	отпуск
ЭУ 12	С 1,2—1,35	и строгальных резцов, фрезеров, сверл, плашек, метчиков, разверток граверного инструмента, бритв, шаберов, калибров, хирургических инструментов и пр.	1000, кончать при 775	750—770	770	220—300, в зависимости от необходимой твердости (см. специальные указания)
	С 1,36—1,59	Для инструментов, не подвергающихся ударам и требующих исключительно высокой твердости: для бритв, шаберов, некоторых резцов по твердому металлу, мельничных насеи, зубил, для насечки напильников, напильников для насечки жерновов, инструмента для обработки твердого камня, волоочильного инструмента и пр.		750—770	770	
						В воде или масле

Т а б л и ц а 11

Углеродистая инструментальная сталь Златоустовского завода

Марка	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка			
				температура в град.			охлаждение
				ковка	закалка	отпуск	
Экотра средней твердости	Средне твердая	С 1,3—1,4 Si 0,15—0,2 Mn 0,25—0,35 S до 0,01 P до 0,025	Для спокойно работающего инструмента с твердым лезвием резцов, спиральных сверл, метчиков, фрезеров, разверток, проговок, плашек, измерительных инструментов, а также фрезеров и буров для очень твердых пород	800 900; кончать при 700—600	73—740	225—230	В воде или масле

Марка	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка			
				температура в град.		отпуск	охлаждение
				ковка	закалка		
Экстра устойчиво твердая	Устойчиво твердая	C=1,1—1,2 Mn=0,3—0,4 Si=0,15—0,25	Для спокойно работающего инструмента с твердым левием резцов, спиральных сверл, метчиков, фрезеров, разверток, прогонок, плашек, измерительных инструментов	800—900; кончать при 700—600	730—740	225—230	В воде или масле
Прима твердая	Твердая	C=1,2—1,3 Mn=0,3—0,35 Si=0,15—0,2	Для резцов по твердым металлам, гребенок для отделки резьбы, бритв, грабштихелей, мельничных насок, буров для твердых горных пород и т. п.	800—900; кончать при 700—600	730—740	225—230	

II. Специальные стали

Чтобы повысить определенные свойства стали (твердость) стойкость, нечувствительность к повышению температуры и т. п.), к ней прибавляются различные металлы, чаще всего вольфрам и хром, а также в несколько большем количестве, чем в углеродистой стали, марганец и кремний. Такие стали по роду прибавок получают названия вольфрамовых, хромовых, хромо-вольфрамовых и т. п.

Несмотря на более высокую цену специальных сталей, благодаря некоторым своим достоинствам, они получили широкое распространение и во многих областях совершенно вытеснили углеродистую сталь.

При небольших прибавках указанных металлов, тепловая обработка специальных сталей не отличается значительно от обработки углеродистых сталей. В некоторых случаях немного повышается температура закалки, а для охлаждения, вместо воды, применяется масло. К преимуществам всех специальных сталей нужно отнести то, что температура их закалки не требует такого точного соблюдения, как при тепловой обработке углеродистых сталей. С другой стороны, как показывают наблюдения, с повышением содержания вольфрама и хрома в стали теплопроводность ее уменьшается, в связи с чем такие стали с большей осторожностью должны подвергаться нагреву.

Различают несколько групп специальных сталей; из них наиболее употребительны в инструментальном деле: вольфрамовая, хромовая, ванадиевая, хромо-вольфрамовая, быстрорежущая.

Вольфрамовая сталь. Вольфрам служит весьма ценной примесью, так как увеличивает режущие качества стали, в то же время делая ее менее чувствительной к отпуску. Достаточно небольшой прибавки ее (0,5—1%), чтобы повысить твердость и вязкость стали; большее содержание вольфрама придает стали высокую твердость, сохраняемую и при красном накале. Одновременно с этим в обычном состоянии такая сталь делается более хрупкой и легко дает трещины от ударов и резких повышений температуры.

Вольфрамовая сталь при закалке дает малое изменение в размерах, вследствие чего ее весьма полезно применять для изготовления точных и ответственных инструментов, как, например, для калибров, метчиков, плашек, кондукторных втулок.

Сталь с содержанием вольфрама 4—5% применяется для резцов, назначаемых для обточки твердых бандажей, вальцов и т. п.

Следует отметить, что влияние вольфрама на свойства стали было известно уже в древности: знаменитая дамасская сталь содержала некоторое количество вольфрама, никеля и марганца, т. е. примесей, входящих в состав современных специальных сталей.

Вольфрамовая сталь идет на изготовление различного режущего инструмента, который должен иметь более высокую стойкость при ударах, как то: зубил, штампов и т. п.

Хромовая сталь. Хром повышает твердость и особенно глубину проникновения закалки, делая ее более равномерной по всей толщине инструмента. Содержание хрома в таких сталях колеблется от 0,5% до 3%.

При малом содержании хрома (до 1%) сталь, получая значительную твердость, сохраняет большую вязкость, благодаря чему из нее делают инструмент, подвергающийся сильным ударам и толчкам, как то: кузнечные матрицы и пуансоны, зубила, инструмент для выделки гвоздей, гаек и т. п. Но так как с повышением содержания хрома увеличивается твердость и уменьшается вязкость, то стали богатые хромом идут на изготовление более спокойно работающего инструмента: вальцов большой твердости, обдирочных резцов для обработки твердых металлов, волоочильных досок для протяжки стали, измерительных калибров, эталонных плиток и т. п.

Ванадиевая сталь. Прибавка к углеродистой и специальным сортам стали ванадия в небольших количествах (от 0,15 до 0,6%) увеличивает крепость, вязкость и упругость стали.

Из этой стали делаются бородки, пуансоны, резцы и различные изделия, требующие особенно большой вязкости.

Эта сталь хорошо закаливается, не давая при этом трещин и коробления.

Хромо-вольфрамовая сталь. Состав этой стали бывает очень разнообразный. К этой группе принадлежат наиболее употребительные при резании металлов сорта специальных сталей.

В период между 1860 и 1870 гг. англичанин Роберт Мюшет открыл, так называемую, самозакаливающуюся сталь, обладающую значительно более высокой твердостью, чем обычная углеродистая. По анализу, произведенному Тейлором в 1898 г., эта сталь содержала около 5,6% вольфрама и, кроме того, марганец (в значительном количестве), хром, углерод, кремний и примеси серы и фосфора. Самым замечательным свойством этой стали была способность замозакаливанию. Резец, охлажденный в воздухе послековки, получал ту же твердость, что и резцы углеродистой стали, закаленные в воде.

По свидетельству Тейлора сталь Мюшета с момента ее появления приблизительно до 1890 г. применялась почти исключительно для обработки особенно твердых поковок и отливок. Только около 1890 г. был поставлен вопрос относительно повышения скоростей резания; до этого же времени резцам Мюшета повышенной скорости не давали.

Опыты Тейлора, произведенные в период 1894—1895 гг., привели к выводу, что при обработке твердых поковок (бандажная сталь) выгода в скорости резания получается в пределах от 41% до 47%, тогда как при обработке более мягких сортов металла она достигает 90%. Этим было доказано, что ограничение использования стали Мюшета на практике лишь для обработки твердых металлов было ошибочным. Стало очевидным, что эти резцы должны применяться в мастерской для повседневных работ и должны вытеснить углеродистую сталь.

С 1885 г. применение самокальных резцов начало развиваться весьма быстро и по Тейлору к 1900 г. от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ обдирочных резцов в хороших механических мастерских Америки изготовлялись уже из самозакаливающейся стали.

В период от 1885 до 1895 г., кроме стали Мюшета, появилось на рынке много других марок самозакаливающейся стали. К концу этого периода открыли, что, вводя вместе с вольфрамом хром, вместо марганца, можно получить хорошую самозакаливующуюся сталь.

Быстрорежущая сталь. Производя опыты над закалкой хромо-вольфрамовой стали, Тейлор и Уайт (1898—1900 гг.) нашли, что нагревая резцы из этой стали почти до точки плавления, можно придать им исключительные режущие свойства. Новый метод закалки, примененный к известным в то время маркам самокала дал резцы, которые получили название *быстрорежущих*. В 1900 г. на Парижской выставке демонстрировались эти резцы Тейлора, буквально поразившие весь промышленный мир и оставившие далеко за собой известные до того времени инструментальные стали, в том числе и сталь Мюшета. С этого времени и началась эпоха быстрорежущей стали.

Отличительную особенность быстрорежущей стали составляет удивительное свойство этого материала, приобретаемое им при правильной закалке и названное Тейлором *красностойкостью*. Накаляясь во время своей работы даже докрасна (около 500° Ц) резец из быстрорежущей стали все же не теряет в своей твердости и режущей способности, между тем как твердость углеродистой стали уже при 200° Ц начинает уменьшаться. Поэтому резцы из быстрорежущей стали более производительны, позволяя повысить скорость резания в 2—3 раза сравнительно с обыкновенной углеродистой сталью.

Следует отметить, что первые быстрорежущие резцы отличались от обычных резцов из самозакаливающейся стали того времени только методом термической обработки. С 1900 г. до настоящего времени развитие быстрорежущей стали было направлено по пути постепенного повышения содержания присадок и изучения их влияния. Методы термической обработки также не изменились в основном и только были изучены в деталях для разных марок стали. Для характеристики приводим сравнительную таблицу химического состава разных сортов инструментальной стали.

Таблица 12

Химический состав в проц.	Самозакалка Мюшет	Быстроре- жущая сталь Тейлора	Новейшая быстроре- жущая сталь
Углерод	1,2—2,4	1,8	0,5—0,8
Вольфрам	5—10	8	14—24
Молибден			0—5
Хром	0,5—3	3,8	3—9
Ванадий			0—1,8
Кобальт			0—5
Марганец	1—3	0,3	0,1—0,5
Кремний	0,5—1	0,5	0,2—1

По поводу влияния перечисленных в таблице присадок следует добавить еще следующее.

Углерод обязательно входит в состав быстрорежущей стали, так как образующиеся карбиды вольфрама и хрома необходимы для придания стали надлежащей твердости. При содержании углерода в количестве, превышающем 0,9%, сталь становится хрупкой, с крупнозернистым изломом.

Вольфрам и хром вместе придают стали свойство самозакалкивания и стойкости при высоких температурах. Чем выше содержание вольфрама, тем выше температура закалки. При содержании его выше 25% температура закалки переходит за 1350°, т. е. тот предел, при котором сталь начинает плавиться.

Поэтому дальнейшее повышение содержания вольфрама бесполезно. Содержание хрома обычно колеблется между 3 и 9%; при меньшем содержании его сталь недостаточно тверда, при большем — хрупка и пориста.

Ванадий служит, как раскислитель, — для удаления из стали остатков окислов. Действие его, таким образом, очищающее. При применении его сталь делается более вязкой и кроме того в ней образуются карбиды, что повышает режущие свойства стали. Содержание ванадия не должно превышать 2%; в противном случае режущие свойства опять охудшаются. Чем выше содержание вольфрама, тем меньше дается ванадия (1% ванадия примерно заменяет 6% вольфрама).

Прибавка ванадия не повышает температуры заковки, поэтому стали с большим содержанием ванадия и меньшим вольфрама позволяют получать более чистые поверхности инструмента после заковки. Ванадий делает сталь менее чувствительной в отношении термической обработки.

Влияние **кобальта** теоретически недостаточно изучено. Установлено, что прибавка его повышает теплопроводность стали, а, следовательно, облегчает отвод тепла от режущего лезвия, что особенно ценно, так как быстрорежущая сталь вообще значительно менее теплопроводна, чем углеродистая. Однако это еще не объясняет несомненно сильного влияния прибавки кобальта на повышение качества быстрорежущей стали. Установлено, что кобальтовая сталь должна содержать ванадий, без которого влияние кобальта очень слабо.

Молибден сильно повышает режущие свойства стали, но делает ее крупнозернистой и крайне затрудняет термическую обработку ее. Поэтому в настоящее время содержание молибдена в стали обычно невелико. Во время империалистической войны, когда подвоз вольфрама в Германию вследствие блокады прекратился, там получила большое распространение чисто молибденовая сталь, в которой вольфрам был целиком заменен молибденом. Состав молибденовой стали был следующий: углерода—0,8%, молибдена—8%, хрома—5%. Однако после войны германская промышленность опять быстро перешла на вольфрамовую сталь. Свойство молибдена заменять собой вольфрам известно давно (1% молибдена заменяет 2% вольфрама), но также давно известны и отрицательные стороны такой замены.

Марки специальных инструментальных и быстрорежущих сталей. Ниже приводится перечень изготавливаемых заводами Союза специальных инструментальных сталей для резаков с указанием их тепловой обработки (табл. 13—15).

Сортамент сталей. Заводы выпускают углеродистую и специальные инструментальные стали в виде полос и прутков определенных поперечных сечений. Ниже приведены нормальные сортаменты заводов Союза, изготавливающих инструментальные стали (табл. 16—18).

Специальная инструментальная сталь завода „Красный Путиловец“

Условие	Марка	Сопоставительное клеймо	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка			
						температура в град.			охлаждение
						ковка	закалка	отпуск	
Успех	Победа	П	Инструментальная быстрорежущая сталь	Хромо-вольфрамо-ванадиевая	C 0,5—0,8 Si до 0,6 Mn до 0,5 S до 0,03 P до 0,04 Cr 3,5—5,5 W 16—20 Va 0,5—1,0	Для режущих инструментов, работающих при весьма больших скоростях и при наибольшей по ширине и толщине стружке	После медленного нагрева до 1150; кончать при температуре около 900; отжиг при 850 с постепенным охлаждением	Медленная до 850; затем острие быстро доводится до белого, сварочного каления	Около 500
У	У	У		Хромо-вольфрамовая	C 0,5—0,8 Si до 0,6 Mn до 0,5 S до 0,03 P до 0,04 Cr 3,5—5,5 W 15,0—19,0	Для резцов токарных и строгальных станков, фрезеров, сверл и пр. Особенно применима для новейших станков, предъявляющих в инструментальной стали самые высокие требования. Применяется при работе без ударов	После медленного нагрева до 1150; кончать при температуре около 900; отжиг при 850 с постепенным охлаждением	Медленная до 850; затем острие быстро доводится до белого, сварочного каления	Около 500
Витязь	В	В	Специальная инструментальная сталь	Хромо-вольфрамовая	C 0,9—1,1 Si до 0,5 Mn до 0,5 S до 0,03 P до 0,04 Cr 1,5—2,0 W 3,0—4,0	Для резцов токарных и строгальных станков, а также сверл, метчиков и плашек при обработке особо твердых стальных и чугунных предметов. Применяется для работы без ударов с повышенной скоростью резания; рекомендуется для чистовой обработки	1000; кончать при 850	800	200—220, в зависимости от твердости обрабатываемых металлов
Святотор	СГ	СГ		Ванадиевая	C 0,9—1,1 Si до 0,4 Mn до 0,5 S до 0,03 P до 0,04 Va 0,25—0,5	Для резцов токарных и строгальных станков, а также для сверл, метчиков, плашек и разверток при обработке очень твердых предметов. Рекомендуется для фрезеров малых размеров и сложной формы	950; кончать при 750	750	200—150, в зависимости от твердости обрабатываемых металлов
									В воде, кончать в масле

Марка	Сокращенное клеймо	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка		
					температура в град.		
					ковка	за-калка	от-пуск
Валнгура А	ХА	Специальная инструментальная сталь	Хромовая	Для профильных резцов токарных и строгальных станков. При закалке делается исключительной твердой и рекомендуется для обработки твердых металлов	1000; кончать при 850	830—850	220—250
						В зависимости от твердости обрабатываемых металлов	
							В масле

Таблица 14

Специальная инструментальная сталь Златоустовского завода

Марка	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка		
				температура в град.		
				ковка	за-калка	от-пуск
Рapid-самозакалка	Инструментальная быстрорежущая сталь, хромо-вольфрамо-ванадиевая	C 0,6—0,7 Si 0,1—0,1 Mn 0,15—0,25 Cr 3,5—4,0 V 0,3—0,4 W 17,0—18,0 или W 13,0—14,0 Mo 1,5—2,0	Для инструментов, работающих на быстром ходу станках при большой скорости резания, подаче и глубине резания: для токарных, строгальных и долбежных резцов, фрезеров, спиральных и перовых сверл, плашек и машинных метчиков	Нагревать медленно до 800, затем быстро довести нагретое до 1000—1150, после чего ковать, кончать ковку при 800	Резцы нагревать медленно до 800 и затем быстро довести до ярко белого цвета 1250—1300; фрезера и сверла до 1200	500—550
						В теплом масле, растительном масле или струе воздуха
Вольфрамовая	Специальная сталь, вольфрамовая	C 1,2—1,3 Si 0,15—0,2 Mn 0,25—0,35 S до 0,01 P до 0,025 Cr 1,2—1,5 V 0,15—0,25 W 4,0—5,0	Для инструментов, работающих при малых скоростях резания по очень трудным металлам: для изделий из закаленного чугуна, накатанных вагонных колес, мельничных валцов и т. п.	800—600; кончать при 700	740—750	Резцы при 200; инструмент сложной формы — без отпуска
						В воде температурой 20°; инструмент сложной формы (фрезера, рифельные резцы и пр.) — в керосине или конопляном масле

Марка	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка			
				температура в град.			охлаждение
				ковка	закалка	отпуск	
Хромистая	Инструментальная сталь хромистая	C 1,1—1,2 Si 0,15—0,25 Mn 0,25—0,35 S до 0,01 P до 0,025 Cr 1,0—1,5 Va 0,1—0,2	Для инструментов, требующих высокую твердость, вязкость и малое изменение размеров при закалке; для очень твердых резцов резьбовых калибров, метчиков, профильных фрез, сверл, клейм, бритв, простых штампов, резачков, ножиц, ножей для насечки напильников, пуансонов, измерительного инструмента	900—1000; кончать при 700	750—780	225	Предметы сложной формы — в масле, масле или известковой воде; лезвия режущих инструментов — в воде с обязательным отпуском или в масле без отпуски, крупные предметы — в воде до потемнения поверхности, а затем в масле.

Таблица 15

Специальные инструментальные стали завода „Электросталь“

Марка	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка			
				температура в град.			охлаждение
				ковка	отжиг	закалка	
ЭМК 10	Инструментальная быстрорежущая сталь „Молния“	C 0,7—0,8 Cr 3,5—4,5 W 17,0—19,0 Va 0,7—1,0 Co 8,0—10,0	Для обдирочных резцов наивысшей производительности при наибольшем сечении стружки и предельной скорости резания на сильнейших современных токарных станках при обработке самых твердых материалов	1250—825		860 1350	625
	Высокообогащенная						В масле или струе воздуха

Марка	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка				
				температура в град.			охлаждение	
				ковка	отжиг	закалка		
ЭМ К 5	Инструментальная быстрорежущая сталь "Молния"	Кобальтовая	Для обдирочных резцов и спиральных сверл высшей производительности при очень больших скоростях резания на сильнейших станках при обработке очень твердых материалов	1225—925	860	Резцы	В масле или струе воздуха	
						1325 600		
						Сверла		
ЭМ В	Инструментальная быстрорежущая сталь "Молния"	Высоко-ванадиевая	Для обдирочных и фасонных резцов, спиральных сверл и фрезеров очень высокой производительности при больших скоростях резания и обработке твердых материалов	1200—925	860	Резцы	В масле или струе воздуха	
						1300 600		
						Фасонные инструменты		
ЭМ	Инструментальная быстрорежущая сталь "Молния"	Хромо-вольфрам-ванадиевая	Для резцов, сверл, фрезеров, шарошек, разверток, плашек и других инструментов высокой производительности при больших скоростях резания и обработке материалов повышенной твердости	1200—925	860	Резцы	В масле или струе воздуха	
						1325 200		
						Фасонные инструменты		
ЭМ 1	Инструментальная быстрорежущая сталь "Молния"	Хромо-вольфрам-ванадиевая	Для резцов, сверл, разверток и крупных фрезеров, шарошек, плашек и других инструментов нормальной производительности при больших скоростях резания и обработке материалов нормальной твердости	1200—925	860	Резцы	В масле или струе воздуха	
						1325 575		
						Фасонные инструменты		

Марка	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка				
				температура в град.				охлаждение
				ковка	отжиг	закалка	отпуск	
ЭМ 2	Инструментальная быстрорежущая сталь "Молибд"	С 0,6—0,75 Cr 3,0—4,5 W 12,0—14,0 V 0,3—0,6	Для сверл, фрезеров, шарошек, плашек и других инструментов повышенной производительности при быстрой обработке материалов пониженной твердости	1675—925	860	1150	200	В масле
	Хромо-вольфрамонадичная							
ЭХ 2	Специальная инструментальная сталь							
		Хромовая твердая	Для инструментов и изделий, требующих большой твердости и устойчивости для токарных, строгальных и долбежных резцов, резакон, ножей, зубил для насечки напильников, штемпелей, сложных матриц, калибров мельничных насок, шариков и колец шарикоподшипников, небольших бойков, закаливаемых машинных частей, скалок, храповиков, собачек, сулариков и пр.	1100—750	780	780—820; 780—850	150—300	В воде В масле
ЭХ 3	Специальная инструментальная сталь							
		Хромовая	Для инструментов, требующих очень высокой твердости и не подвергающихся сильным ударам: для токарных и строгальных резцов по очень твердым материалам при небольшой скорости резания, шаберов, валков при холодной прокатке, ножей, круглых ножниц для разрезки твердых материалов, кернов, очень твердых калибров и проч.	1050—825	800	790—810	220—300	В воде или масле

Марка	Качество	Химический состав в проц.	Назначение	Тепловая обработка											
				температура в град.				охлаждение							
				ковка	отжиг	закалка	отпуск								
ЭФ	Специальная инструментальная сталь	Алмазная (вольфрамовая)	C 1,3—1,7 Cr 0,5—0,75 W 4,0—5,0 Для резцов токарных, строгальных и долбежных при работе с небольшой скоростью резания самых твердых материалов; закаленного чугуна наторженных бандажей, панцирных плит. Для гравировальных резцов, ножей для рифления, волочильных досок для особенно твердого материала и проч.	1000—825	800	800—820	150—180	(см. специальные указания)	В теплой воде						
						Самозакалка (хромовольфрамовая)	C 0,75—0,9 Cr 3,5—4,5 W 6,5—8,5 Для резцов, фрезеров и др. инструментов при обработке с повышенной скоростью; для больших сложных инструментов			1150—825	860	975—1000	250—350	(см. специальные указания)	В масле или струе воздуха
												Ванадиевая	C 1,0—1,2 Va 0,1—0,2 Для инструментов, изготавлиющихся из сталей марок Э 410—Э 411, но работающих в более тяжелых условиях и требующих большой стойкости		

Таблица 16

Нормальный сортмент инструментальных сталей завода
„Красный Путиловец“ (в мм)

Круглая (Ø)	Квадратная	Полосовая	Полосовая
6	20	10 · 30	25 · 150
8	22	10 · 35	25 · 200
10	25	10 · 40	30 · 60
12	30	10 · 45	30 · 90
14	35	10 · 50	30 · 120
16	40	10 · 60	30 · 150
18	45	12 · 20	40 · 80
20	50	12 · 25	40 · 100
22	55	12 · 30	40 · 130
24	60	12 · 35	40 · 150
27	65	12 · 40	40 · 200
30	70	12 · 50	Шести- гранная
33	5	12 · 60	
36	80	12 · 65	
39	90	12 · 75	16
42	100	12 · 90	20
45	110	12 · 100	22
48	120	16 · 25	25
52	130	16 · 30	30
56	140	16 · 40	33
60	150	16 · 45	39
65		16 · 50	Восьми- гранная
70	Полосовая	16 · 65	
75		16 · 80	
80	6 · 10	16 · 100	16
85	6 · 12	16 · 130	20
90	6 · 16	20 · 80	22
95	6 · 20	20 · 40	25
100	6 · 25	20 · 50	30
110	6 · 35	20 · 60	33
120	6 · 40	20 · 65	39
130	6 · 50	20 · 80	Овальная
140	8 · 12	20 · 100	
150	8 · 16	20 · 120	
	8 · 20	25 · 40	
	8 · 25	25 · 45	
Квадратная	8 · 35	25 · 50	16 · 25
	8 · 40	25 · 65	16 · 30
	8 · 50	25 · 75	16 · 35
	10 · 16	25 · 90	20 · 25
	10 · 20	25 · 100	20 · 35
16	10 · 25	25 · 130	20 · 40

Таблица 17

Нормальный сортмент инструментальных сталей треста „Электросталь“
(в мм)

Круглая (Ø)	Квадратная	Полосовая	Полосовая
6	6	8 · 25	20 · 80
8	8	8 · 32	20 · 100
10	10	8 · 48	20 · 120

Продолжение табл. 17

Круглая (Ø)	Квадратная	Полосовая	Полосовая
12	12	8 · 65	20 · 160
14	16	8 · 80	20 · 200
16	20	10 · 16	25 · 38
18	25	10 · 20	25 · 50
20	30	10 · 25	25 · 75
22	35	10 · 30	25 · 100
25	40	10 · 40	25 · 150
28	45	10 · 50	25 · 200
30	50	10 · 60	30 · 45
32	55	10 · 80	30 · 60
35	60	10 · 100	30 · 90
38	65	12 · 20	30 · 120
40	70	12 · 25	30 · 180
42	75	12 · 30	40 · 60
45	80	12 · 35	40 · 80
48	90	12 · 48	40 · 120
50	100	12 · 60	40 · 160
52	120	12 · 75	40 · 200
55	130	12 · 100	50 · 75
60	140	12 · 120	50 · 100
65	150	16 · 25	50 · 150
70		16 · 32	50 · 200
75	Полосовая	16 · 40	Овальная
80		16 · 50	
85	6 · 10	16 · 65	
90	6 · 12	16 · 80	
95	6 · 18	16 · 100	10 · 16
100	6 · 25	16 · 130	12 · 25
110	6 · 35	16 · 160	16 · 30
120	6 · 50	20 · 30	20 · 32
130	6 · 60	20 · 40	
140	8 · 12	20 · 50	
150	8 · 16	20 · 60	

Таблица 18

Стандарт размеров поковок в виде шайб без дыр

Для быстрорежущей стали:

100 · 20	110 · 30	120 · 40	130 · 40	140 · 40	150 · 40
100 · 30	110 · 40	120 · 50	130 · 50	140 · 50	150 · 50
100 · 40	110 · 50	120 · 60	130 · 60	140 · 60	150 · 60
100 · 50	110 · 60	120 · 70	130 · 70	140 · 70	150 · 70
100 · 60	110 · 70	120 · 80	130 · 80	140 · 80	150 · 80
100 · 70	110 · 80	120 · 90	130 · 90	140 · 90	150 · 90
100 · 80	110 · 90	120 · 100	130 · 100	140 · 100	150 · 100
100 · 90	110 · 100	130 · 20	140 · 20	150 · 20	150 · 110
100 · 100	120 · 20	130 · 30	140 · 30	150 · 30	150 · 120
110 · 20	120 · 30				

Для остальных сортов стали — те же размеры, что и для быстрорежущей, и кроме того:

160 · 20	180 · 40	200 · 30	220 · 20	220 · 150
160 · 30	180 · 50	200 · 40	220 · 30	250 · 20
160 · 40	180 · 60	200 · 50	220 · 40	250 · 30
160 · 50	180 · 70	200 · 60	220 · 50	250 · 40
160 · 60	180 · 80	200 · 70	220 · 60	250 · 50
160 · 70	180 · 90	200 · 80	220 · 70	250 · 60
160 · 80	180 · 100	200 · 90	220 · 80	250 · 70
160 · 90	180 · 110	200 · 100	220 · 90	250 · 80
160 · 100	180 · 120	200 · 110	220 · 100	250 · 90
160 · 110	180 · 130	200 · 120	220 · 110	250 · 100
160 · 120	180 · 140	200 · 130	220 · 120	250 · 110
180 · 20	180 · 150	200 · 140	220 · 130	250 · 120
180 · 30	200 · 20	200 · 150	220 · 140	

III. Стеллиты

После того, как первое впечатление, произведенное появлением быстрорежущей стали (1900 г.) улеглось и были сконструированы станки, способные использовать преимущества быстрорежущих резцов, начались поиски еще более производительных режущих материалов.

Когда было замечено, что прогресс быстрорежущей стали идет очень медленно, что даже лучшие стали, содержащие ванадий, за последние 15—20 лет мало изменили свои свойства — техника обратилась к сплавам, имеющим, вместо железа, другое основание. Американец Хейнс в начале этого столетия (около 1907 г.) изобрел сплав хрома-вольфрама-кобальта, обнаруживший значительно более высокие режущие свойства, чем у лучших сортов быстрорежущей стали. Этот сплав или совсем не содержит железа или содержит его только в виде присадки, поэтому он не может быть назван сталью.

Сплаву этому присвоено название *стеллит*, потому что в полированном виде он отличается блестящей поверхностью (*stella* — латинское слово, обозначающее звезда).

Химический состав стеллита колеблется в довольно широких пределах и обычно состоит главным образом из 32—75% кобальта, 5—25% вольфрама, 13—34% хрома, небольших количеств углерода (1,5—3,5%) и железа (0,6%). Иногда, вместо вольфрама, вводят в количестве от 5 до 45% молибден.

Довольно существенное значение в стеллите играет содержание углерода. Обергоффер считает наиболее выгодным содержание его в количестве от 2,5 до 3,5%.

Стеллит отличается весьма значительной твердостью (7,5—8,5 по шкале Мооса, в то время как сталь углеродистая и самокальная всех сортов имеет только 6—7) и потому хорошо режет твердые материалы.

Стеллит коренным образом отличается от всех инструментальных сталей тем, что его нельзя ковать, а можно только отливать в соответствующие формы; он не требует никакой термической

обработки, так как после охлаждения получает свою естественную твердость и в дальнейшем обрабатывается лишь наждачным кругом и оселками.

Стеллит еще в большей степени, чем быстрорежущая сталь, обладает свойством красностойкости. Ввиду этого скорость резания стеллитовых резцов в среднем в два раза выше скорости резания лучшей быстрорежущей стали. Впрочем вполне обстоятельных исследований режущей способности стеллитовых резцов не имеется.

В связи с хрупкостью, присущей стеллитовым резцам, они требуют осторожного обращения. Вообще говоря, для снятия больших стружек они менее пригодны, чем обыкновенные быстрорежущие резцы.

Углы резания для стеллитовых резцов берутся более тупые, чем для быстрорежущих. Это делается с целью дать режущей кромке большую устойчивость.

На рынок инструменты стеллита поступают в следующих видах.

1. В виде отлитых и необработанных палочек разного сечения с точностью в размерах до 0,5 мм и шлифованных с точностью до 0,01 мм. Такие палочки и вставные резцы предназначаются специально для резцовых державок.

2. В виде наварных, напайных и направленных резцов. Небольшая пластинка дорогого стеллита (стеллит в 5—6 раз дороже быстрорежущей стали) или наваривается электрическим путем на обыкновенную сталь, или же направляется на нее пламенем ацетиленовой горелки. Удовлетворительные результаты дает также твердый припой. Эти резцы применяются главным образом для крупной обдирочной работы.

За границей стеллитовые резцы и фрезы из целого ряда специальных сплавов данного типа (каедит, акрит, персит, пельсит и др.) получили значительное распространение и пользуются признанием; у нас же, к сожалению, стеллит пока мало известен — его развитие прошло мимо заводов СССР. Появившись незадолго до мировой войны, стеллит не успел проникнуть в Россию вследствие отсутствия налаженных сношений с Западом. Теперь же значительно больший интерес и на Западе, и у нас привлекают режущие металлы из карбида вольфрама.

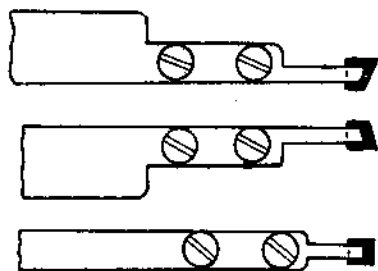
Все же опыты над стеллитами, проводимые сейчас Ленинградским институтом металлов, представляют значительный интерес. Одной из своих задач Институт ставит получение стеллитовых сплавов, в которых дорогой и к тому же импортный кобальт можно было бы заменить дешевым и имеющимся у нас в достаточном количестве никелем. Некоторые испытания, проведенные Институтом металлов в Отделе испытаний Оргаметалла, с такими стеллитовыми резцами дали удовлетворительные результаты и можно надеяться, что труды Института увенчаются должным успехом.

Кроме использования стеллита в качестве режущего инструмента, он еще применяется для наварки режущих краев штампов,

пуансонов и пр. и для покрытия деталей в целях сообщения им твердости и защиты от ржавчины. В этих областях возможности использования стеллита велики.

IV. Алмазные резцы

Потребность в твердых и стойких режущих материалах привела к пользованию алмазом как режущим инструментом. Известно применение алмаза для правки шлифовальных камней и для изготовления бурильного инструмента. В последние годы заметно стремление применять алмазы для резания металлов, которые легко тупят обычные резцы.



Фиг. 86 и 87. Алмазный резец

Являясь самым твердым из известных нам минералов, алмаз дает возможность резать с чрезвычайно большими скоростями при весьма малом давлении резца на обрабатываемую поверхность. Обработанная поверхность из-под такого резца получается гладко отполированной; в связи с достигаемой при этом точностью (до 0,002 мм) отпадает необходимость в шлифовке, полировке, шабровке изделия.

Вследствие своей твердости и стойкости алмазный резец почти не срабатывается и дает возможность без заточки работать весьма долго.

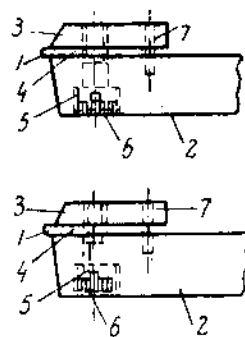
Ввиду точности работы и прочих перечисленных преимуществ алмазные резцы находят значительное применение для обработки подшипников, поршней, цилиндров и шатунов в моторостроении, на заводах точной механики и в оптическом производстве.

Как режущий инструмент алмаз применяется в настоящее время для токарных и расточных резцов, фрез, пил и фрезерных головок. Он превосходно обрабатывает медь, бронзу, латунь, нейзильбер, никель, всякие алюминиевые и магниевые сплавы, серебро, золото, платину, бабит. Для обработки мягкого железа и стали алмазные резцы непригодны, для закаленной же стали и чугуна они применяются лишь в исключительных случаях. Кроме обработки металлов, алмазные резцы широко применяются для обработки изделий из эбонита, рога, фибры, каучука, перламутра, целлулоида и т. п.

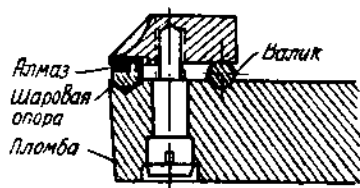
По конструкции алмазный режущий инструмент (фиг. 87) представляет собой державку, в которую вставляется пластинка из алмаза. Основным для качества алмазного резца и срока его службы является способ закрепления алмазного лезвия в державке. Запавание здесь является методом безусловно неудовлетворительным, так как вследствие нагревания в алмазе

могут возникнуть внутренние напряжения: кроме того высокая температура вредно влияет на качество лезвия. Предпочтительнее зажим алмаза в державке с помощью покрывающей пластинки (фиг. 88). Верхняя и нижняя поверхности алмаза плоско отшлифовываются и алмаз зажимается между державкой и верхней пластинкой посредством болта. Пломба предохраняет алмаз от покражи.

В связи с тем, что в оправке заранее создается жесткое положение зажимных плоскостей, трудно учесть возможные неточности алмазной пластинки, вследствие чего при этой конструкции трудно достигнуть абсолютно правильного прилегания обеих плоскостей алмаза к оправке. При неправильном же прилегании давление верхней пластинки вызывает в кристаллическом строении алмаза внутренние напряжения, которые, вследствие сдвига кристаллов или повышения температуры настолько возрастают, что достаточно небольшого дополнительного рабочего давления на резец, чтобы алмаз раскололся. Во избежание неправильного зажима алмаза сечение его делали клинообразным, почти треугольной формы, так что при закреплении он опирался на одно ребро. Но и при этой конструкции возможны большие напряжения зажима; лучшим способом является применение такого зажима, при котором плоскости его автоматически принимают положение, соответствующее плоскостям резца.



Фиг. 88. Зажим алмаза с помощью пластинки. 1 — алмаз; 2 — державка; 3 — накладка; 4 — промежуточная планка; 5 — зажимной винт; 6 — пломба; 7 — установочный штифт



Фиг. 89. Шарнирная установка алмаза

Шаровая шарнирная установка алмаза (фиг. 89) дает возможность избежать внутренних напряжений, так как алмаз под давлением верхней пластинки здесь автоматически принимает нужное положение. Путем шлифовки алмазному лезвию придается нужная форма, соответственно обрабатываемому материалу и назначению резца. Угол заострения резца обычно равен 80° , задний угол $5-10^\circ$. При работе резец устанавливается несколько выше оси изделия.

Алмазные резцы применяются главным образом для чистовой обточки. Их предельная скорость резания достигает 2000 м/мин ; обычно же станки не допускают таких скоростей, — рабочими являются скорости в $200-300 \text{ м/мин}$. Для достижения полированных поверхностей не следует применять скоростей ниже 100 м/мин . Подача должна быть по возможности равномерной, что делает

обязательным ее автоматичность. Величина подачи колеблется от 0,005 до 0,15 мм на оборот.

Подводить и отводить резец следует при полном вращении изделия и с максимальной осторожностью, дабы не повредить лезвия. Державки для резцов должны быть устойчивыми и для предотвращения вибраций точка закрепления в супорте станка должна быть возможно ближе к режущей кромке резца. Если к изделию не предъявляется повышенных требований в отношении точности, можно работать на обычных токарных станках; в противном случае целесообразны специальные станки большей жесткости и солидной конструкции, устанавливаемые на прочных фундаментах и лишенные дрожания и вибраций.

Развитие применения алмазных резцов шло бы, вероятно, быстрее, если бы у них не появился конкурент — режущие металлы из карбида вольфрама.

V. Карбиды вольфрама

Литые карбиды вольфрама. Наряду с развитием стеллитов в 1914 г. появился на рынке новый режущий металл карбид вольфрама. Впервые он был выпущен в Германии фирмой Ломан (Lohmann Co) под названием воломит. Новый материал отличался в тоже время чрезвычайной хрупкостью. Пытались применять его для волочильных матриц, наконечников для сверл, для замены алмазов в буровых коронках и, наконец, для токарных резцов.

Значительного распространения в качестве режущего инструмента воломит не получил вследствие его хрупкости. Резцы из воломита могли снимать лишь самые незначительные стружки; правда, они давали возможность применения громадных скоростей резания.

Вслед за воломитом другие фирмы выпустили ряд родственных ему торговых марок: вольфрамит, торон, эльмарид (Германия); пердерум (Швейцария); суламит, бориум, минкон (Америка) и др.

В плавленных сплавах типа воломита твердость может быть достигнута не только за счет вольфрама, но и других элементов например, карбида молибдена, карбида бора [возможно, таким является пердерум, выпускаемый швейцарской фирмой Металл-Бор (Metall-Bor)], карбида кремния, карбида титала, а также окиси алюминия.

На таблице 19 представлены анализы некоторых литых твердых сплавов.

Как видно из таблицы, все сплавы содержат больше всего вольфрама. Обязательным компонентом является также углерод, для получения карбида. Значительный процент в некоторых из приведенных сплавов составляет молибден. Согласно целому ряду немецких патентов молибден значительно ослабляет хрупкость литых карбидов вольфрама. Он содействует получению

более мелкой структуры в сплаве, а через это и более прочного сплава. Кроме того молибден сам легко образует карбиды, по твердости немногим уступающие карбидам вольфрама, так что с прибавкой молибдена сплав почти не проигрывает в твердости.

Таблица 19

Название	W	C	Co	Fe	Mo	Ni	Mn	Ta+ Nb
Воломит	94	4	—	2	—	—	—	—
Ломанит	93	—	—	—	7	—	—	—
Миромант	55	2	—	—	20	—	—	—
Тицет	60	3	—	30	—	—	—	—
Суламит	92,6	4,48	0,78	0,67	1,36	—	0,6	—
Диамандит	95,6	3,91	—	—	—	—	—	—
Торан	95,8	3,94	—	—	—	—	—	—
Борнум	91,4	1,99	—	0,04	6,25	—	—	—
Минкон	74,5	1,8	—	19,84	2,66	—	—	—
Бланквелл	66,66	1,42	—	6,0	1,83	0,24	—	22,5
Эльмарид	83	5,9	4,5	0,5	—	—	—	—

К сожалению, способ производства этих сплавов сильно засекречен и до сих пор о нем не появилось в литературе никаких данных. Известно лишь, что производство их возможно в специальных индукционных печах высокой частоты.

Серьезным недостатком этих сплавов, ограничивающим их применение, является хрупкость. Поэтому они получили применение пока главным образом в буровом деле и при волочении проволоки. В последнее время в Америке фирмой Хей Стеллит (Heyes Stellite Co) выпущен литой материал хейстеллит, имеющий в своем составе карбид вольфрама и по литературным данным обладающий свойствами, позволяющими применять его практически в качестве режущего металла.

Приведем некоторые данные об одном из литых сплавов карбида вольфрама¹—мироманте. Он плавится при 2200° Ц; при температуре ниже 1500° Ц структура сплава остается постоянной; поэтому металл не теряет твердости при нагреве до этой температуры. Заметное размягчение начинается лишь при 2000° Ц. Прочность на раздавливание—около 80 кг/мм². Миромант не подвержен действию воздуха и потому не ржавеет.

Работа над развитием литых карбидов вольфрама продолжается до сих пор, несмотря на наличие в настоящее время других методов получения этих сплавов. Главная причина—это стремление получить более дешевый материал.

Сплавы карбида вольфрама, получаемые спеканием. Работа по усовершенствованию резцов из карбида вольфрама сводилась к борьбе с пористостью и хрупкостью. Решительный шаг вперед был сделан фирмой Осрам (Osram) в Берлине, которая

¹ По данным проф. Шлезингера („American Machinist“, август 17, 1929 г.

ввела, вместо отливки, другой метод получения нового металла. Металл этот применялся фирмой для изготовления глазков для протяжки вольфрамовых витей для ламп и некоторых других целей и был известен под названием твердый металл. Патенты этой фирмы были приобретены фирмой Крупп в Эссене, в лабораториях которой металл был окончательно изучен и выработаны методы его изготовления в значительных количествах. Свойство хрупкости новый металл утерять в значительной степени, сохранив исключительные режущие качества. На рынок он был выпущен лишь в 1927 г. и с этого времени нужно считать начало применения резцов из карбида вольфрама в промышленности.

Металл этот получил название видиа (widia—от начальных букв немецких слов wie Diamant, в переводе: как алмаз), которое указывает на особое свойство нового металла—исключительную твердость.

Видиа впервые демонстрировался на Лейпцигской выставке в 1927 г. и привлек всеобщее внимание. Успех видиа заставил целый ряд фирм начать работу над изготовлением подобных материалов. В Америке патенты компании Осрам приобретены фирмой Карболой Компани (Carboloy Co). Металл карболой очень близок по составу и свойствам к видиа.

В дальнейшем появились на рынке режущие материалы под названиями: штраус металл (Strauss Metall, Германия, Крупп) передерум (Pederum, Швейцария) и др. Повидимому, и их свойства близки к свойствам видиа, хотя каждая фирма указывает на известные преимущества своего изделия.

По своим физическим свойствам и объему применения прессованные карбиды вольфрама имеют несомненные преимущества перед своими предшественниками. Именно этот тип сплава и находит сейчас наибольшее распространение. В СССР выпускается в настоящее время аналогичный сплав под названием: победит.

Значение победита для нашей промышленности огромно—он оберегает миллионы золотой валюты, которые раньше вывозились за границу на приобретение алмаза для буровых работ, волочения проволоки и ряда других производств. Победит дает исключительный по размерам экономический эффект во всех областях его применения, а самое главное—ускоряет темпы работ в ряде важнейших отраслей нашего хозяйства (резание металлов, волочение, буровые работы).

Химический состав разных марок прессованных карбидов вольфрама несколько отличается один от другого. Вообще говоря, металл этот содержит: вольфрама—от 80 до 95%, кобальта—до 13%, и углерода от 3 до 6%.

Другие элементы входят в прессованные карбиды вольфрама в меньших количествах. В таблице 20 приведены анализы карболой и видиа.

Как видно из анализов, карболой содержит больше кобальта чем видиа, что делает его более вязким, но менее твердым.

Железо как в видиа, так и в карболой возможно неумышленно введено, а попало туда из стальных мельниц при размалывании.

Таблица 20

Название	C	W	Co	Fe
Карболой	5,79	81,01	12,9	0,3
Видиа	5,9	86,42	6,98	0,7

Методы изготовления новых металлов резко отличаются от прежних. Составные части (карбид вольфрама, кобальт и др.) дробятся в мельчайший порошок (по некоторым данным зерно имеет размер около 0,002 мм), перемешиваются и спрессовываются в специальных формах под громадным гидравлическим давлением. В таком, спрессованном виде пластинки очень мягки, легко режутся и царапаются острой иглой. Следующей операцией является спекание в электрической печи при высокой температуре.

Режущим материалом в этих металлах служит карбид вольфрама, а связкой — кобальт, однако последний также имеет влияние на твердость металла. Наибольшая твердость получается при содержании кобальта в количестве 5%; при 15% кобальта металл еще имеет хорошие режущие свойства, а при 20% металл делается уже слишком мягким для изготовления режущих инструментов.

Как указывалось выше, победит принадлежит к сплавам типа видиа и карболой, однако его состав и метод изготовления существенно отличны.

Физические свойства карбида вольфрама и победита следующие:

1. Сплавы видиа, победит, карболой имеют удельный вес от 14 до 15, т. е. примерно вдвое больше стали. Колебания зависят от количества присадки и плотности.

2. По твердости победит выше сапфира и уступает лишь алмазу (по шкале Мооса 9,6—9,8). По Роквеллу твердость победита при 90 кг нагрузки близка к 90, а при 150 кг нагрузки 70—73. Испытания, произведенные по Викерсу (вдавливание четырехгранной алмазной пирамидки), в переводе на Бринелль дают для победита 1000—1400; по Мертенсу (метод царапания) — 120.

3. Сопротивление на разрыв равно около 250 кг/мм², т. е. приблизительно вдвое меньше, чем для быстрорежущей стали. Сопротивление сжатию — около 230 кг/мм².

4. Теплопроводность победита и коэффициент его расширения при нагревании низки.

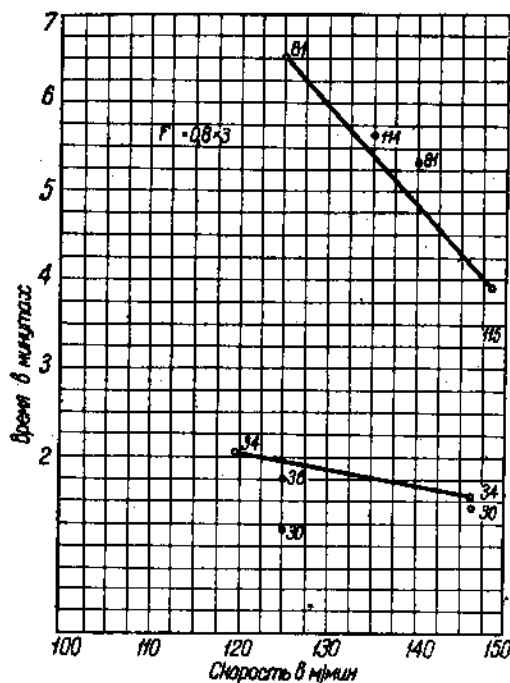
5. Победит противостоят действию кислот, но окисляется на воздухе при нагревании, правда, при температурах порядка 600—700°.

6. Победит не принимает закалки и не отпускается при нагревании. Температура размягчения его 1200—1300°. Победит не ковок — при первых сильных ударах, как в нагретом, так и холодном состоянии разбивается на части. Обработка победита возможна только с помощью карборундового круга „Экстра“, состоящего из карбида кремния.

Режущий инструмент изготавливать целиком из твердых сплавов в силу их относительной дороговизны и хрупкости не рационально. Поэтому эти

твердые сплавы изготавливаются в виде отдельных пластинок.

Качество пластинок не всегда однородно — оно часто колеблется в значительных пределах. Проверенные Оргаметаллом 40 пластинок видиа на приборе Викерса показали твердость по Бринеллю от 1171 до 392, но все же большинство этих пластинок оказалось довольно однородным по твердости с показателями более близкими к высшим пределам. Пластины победита показывают по Викерсу твердость до 1350, причем замечено, что, начиная от 1200 и выше, они показывают себя в работе вполне удовлетворительно; ниже этой твердости они начинают уступать в стойкости соответственно твердости. Пластины с твердостью 1200 показали



Фиг. 90. Зависимость стойкости победитовых резцов от твердости пластинок. Материал — сталь твердостью 130 по Бринеллю; резцы № 21, 114 и 115 твердостью 1200, № 30, 34 и 36 — твердостью около 1050.

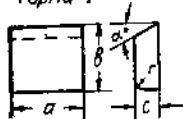
себя по стойкости при работе на удар (по испытаниям Оргаметалла) значительно выше чем видиа. Фиг. 90 показывает влияние твердости пластинок победита на их стойкость в зависимости от скорости резания, причем увеличение твердости в пределах около 150 единиц по Викерсу повышает стойкость пластинок больше, чем в три раза.

Ряд заводов сравнивал победит на процессе резки металлов с немецким сплавом видиа (Электротехнический завод в Харькове, Электросила в Ленинграде, Серп и Молот им. Масленикова в Москве, Большевик в Киеве). Общий вывод — что победит не уступает видиа, а иногда и превосходит его, благодаря мень-

шей хрупкости. Неметаллы — фибра, эбонит, слюда — получили в победите резец, поставивший их в ряд материалов, обрабатываемых без особых затруднений.

Невозможность механической или термической обработки этих твердых сплавов (они поддаются лишь шлифовке в ограниченной степени на специальных карборундовых кругах) вынуждает выпускать пластинки этих сплавов в законченной форме

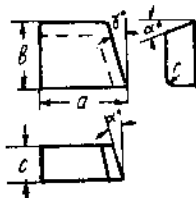
Форма 1



Для резцов токарных изогнутых, карусельных, лобовых и расточных правых и левых

№	Размеры оправок			a	b	c	r	α°	Вес в грам.
	A	B	L						
I	8	12	100	8	8	3	1	18	2,5
II	12	18	150	12	12	4,5	1	18	9
III	15	25	200	15	15	6	1,5	18	19
IV	20	30	250	20	20	8	1,5	18	45
V	25	40	300	25	20	8	1,5	18	56

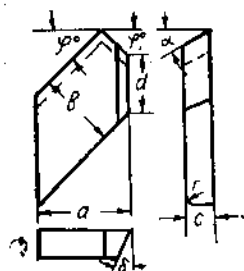
Форма 2



Для резцов токарных обдирочных изогнутых правых и левых

№	Размеры оправок			a	b	c	r	α°	γ°	Вес в грам.
	A	B	L							
I	25	40	300	25	15	8	1—1,5	18	15	42
II	30	45	350	30	10	10	1—1,5	18	15	84
III	40	50	400	40	20	12	1—1,5	18	15	134

Форма 3



Для прямых обдирочных резцов правых и левых

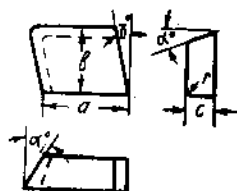
№	Размеры оправок			a	b	c	d	r	α°	φ_1°	φ_2°	σ°	Вес в грам.
	A	B	L										
I	8	10	100	8	8	3	6	1	18	50	45	3	4
II	12	12	150	12	12	4,5	10	1	18	50	45	3	13
III	15	25	200	15	15	6	12	1,5	18	50	45	3	26
IV	20	30	250	20	20	8	16	1,5	18	50	45	3	64
V	25	40	300	25	20	8	15	1,5	18	50	45	3	78
VI	30	45	350	30	20	10	14	1,5	18	50	45	3	118

Фиг. 91.

с определенным профилем (с приданием им заранее приближенных углов резания). В настоящее время завод выпускает эти пластинки по нормалам, разработанным Электрозаводом совместно с отделом испытаний Оргаметалла (фиг. 91, 92, 93). Однако эти нормалы не являются окончательными и в дальнейшем на основе выявления потребностей заводов будут пополняться.

Следует отметить, что имеются и причины, в некоторой степени ограничивающие возможности применения твердых сплавов. Это прежде всего—их относительная хрупкость, заставляющая избегать их применения для работы с вибрациями и прерывистой стружкой (работа с ударами), ведущей не только к повреждению лезвия реза, но и к выкрашиванию значительной части пластинки. Вторая причина заключается в том, что метод выпуска этих сплавов—пластинками—не дает возможности предусмотреть сложные профили, особенно для специальных фасонных резов. Наконец, третья причина—это часто встречающаяся маломощность станочного оборудования заводов, не дающая достаточной возможности использования твердых сплавов.

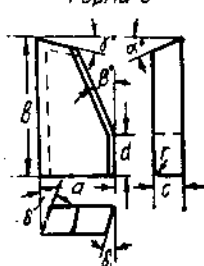
Форма 4



Для резов токарно-карусельных торцевых
правых и левых

№	Размеры оправок			a	b	c	r	α°	α_0°	γ°	Вес в грам.
	A	B	L								
I	12	18	150	12	12	4,5	1	10	18	10	9
II	15	25	200	15	15	6	1,5	10	18	10	19
III	20	30	250	20	18	8	1,5	10	18	10	40
IV	25	40	300	25	20	8	1,5	10	18	10	56
V	30	45	350	30	20	8,5	1,5	10	18	10	71

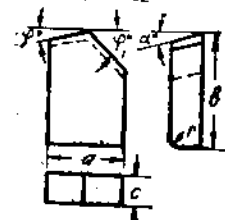
Форма 3



Для резов токарных торцевых правых и левых

№	Размеры оправок			a	b	c	d	r	α°	β°	γ°	δ°	δ_1°	Вес в грам.
	A	B	L											
I	8	12	100	8	12	3	4	1	20	18	12	20	15	3
II	12	18	150	12	18	4,5	4	1	20	18	12	20	15	12
III	15	25	200	15	25	6	5	1,5	20	18	12	20	15	26
IV	20	30	250	20	30	8	7	1,5	20	18	12	20	15	66
V	25	40	300	25	38	8	8	1,5	20	18	12	20	15	88
VI	30	45	350	30	40	10	9	1,5	20	18	12	20	15	145

Форма 6

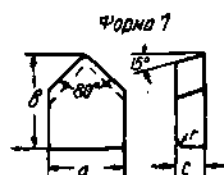


Для резов строгальных проходных правых
и левых

№	Размеры оправок			a	b	e	r	α°	γ°	γ_1°	Вес в грам.
	A	B	L								
I	15	25	200	15	25	6	1,5	15	10	45	28
II	20	30	250	20	30	8	1,5	15	10	45	54

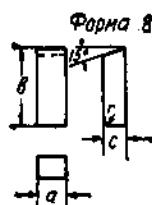
Фиг. 92.

Для чистовых резцов



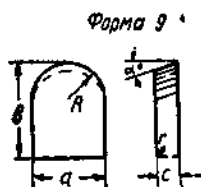
№	Размеры оправок			a	b	c	r	Вес в грам.
	A	B	L					
I	10	8	100	8	10	4	1,5	4
II	18	12	150	12	15	4,5	1,5	9
III	25	15	200	15	18	6	1,5	17
IV	30	20	250	20	20	8	1,5	31

Для отрезных резцов



№	Размеры оправок			a	b	c	r	Вес в грам.
	A	B	L					
I	8	12	100	4	10	4	1	2
II	15	25	200	5	12	4	1	3
III	20	30	250	6	15	4	1	5
IV	20	30	250	8	20	6	1,5	10

Для колесно-бандажных работ



№	a	b	c	R	r	α°	Вес в грам.
I	10	15	5	5	1,5	3—4	10
II	18	25	6	9	1,5	3—4	35
III	26	30	8	10	1,5	3—5	62

Фиг. 93.

Последнее обстоятельство необходимо учесть при проектировании новых фабрик и заводов. Кроме того, для расширения возможностей применения резцов из новых сплавов можно подвергнуть небольшой переделке наличные старые станки. Заграничные фирмы (Л. Лева и др.), сами выпускающие токарные станки, не прибегают при работе с видиа или карболоем к замене старых станков новыми, а чаще переделывают их.

Как уже было сказано раньше, резцы твердых сплавов типа видиа и победит подвергаются опасности быть поврежденными при работе с вибрациями; поэтому при работе с ними следует избегать всего того, что способствует появлению вибраций и вообще в точности придерживаться правил, изложенных ниже в главе о резцах из твердых сплавов (стр. 101).

ГЛАВА III

КОНСТРУКЦИИ РЕЗЦОВ И ДЕРЖАВОК

I. Нормализация резцов

Резец токарного, строгального и долбежного станков является самым употребительным инструментом; без него не обходится ни один металлообрабатывающий завод. Между тем достаточно еглого ознакомления с резцами любого завода, чтобы лишний раз убедиться в том хаосе, который существует на заводах в отношении подбора этого инструмента отдельными токарями или строгальщиками. Можно смело утверждать, что вся эта область инструментального дела покоится на личном вкусе, привычках и опыте каждого отдельного рабочего, заказывающего себе или лично изготавливающего свой, „лучший“, резец и не доверяющего в этом вопросе теории. Если поэтому попытаться изучить опыт отдельного крупного завода, хотя бы и пытающегося уложить изобретательство своих токарей или даже инструментальщиков в какие то общие рамки, то без специальных пояснений и долгих расспросов десятков лиц это дело представится безнадежным. Обычно поражает обилие профилей и углов, не укладывающихся в какие-либо стандарты и применение которых объясняется каждым по своему.

Как было указано выше, каждое изменение угла резания резца, угла в плане и др. в большей или меньшей степени отражается на эффективности резца. Нужно учесть при этом, что вопрос не только в лишнем расходе энергии, но и в лишнем расходе времени на обработку, расходе самих резцов и пониженном выпуске продукции. Отсюда понятно, почему даже грубая стандартизация резцов приобретает чрезвычайно важный производственный и экономический характер, если даже предоставить отдельным инструментальщикам возможность некоторого варьирования в пределах стандарта, конечно.

Некоторые крупные заводы у нас и за границей вводили у себя нормали для резцов, но эти нормали носили частный характер. Попытка нормализации резцов в общегосударственном

масштабе была в Германии и у нас. В результате этой работы имеется два проекта стандарта на резцы: один — комиссии по нормированию в германской индустрии (DIN) и другой — советский — объединения Союзстанкоинструмента (ОСТ, промстандарт).

II. Главные углы резцов и поперечные сечения стержней резцов

Вопрос стандартизации резцов представляется возможным разложить на: 1) стандартизацию главных углов резцов, 2) стандартизацию поперечных сечений стержней резцов и 3) стандартизация форм резцов.

Главные углы резцов. Целесообразный выбор главных углов резца зависит от многих условий. Прямо или косвенно на него оказывают влияние почти все обстоятельства, связанные с процессом резания, но наибольшее значение имеет, конечно, обрабатываемый материал.

Сложность условий, определяющих выбор главных углов, является причиной того, что до сих пор нет ясности в этом вопросе ни в заводской практике, ни в специальной литературе, где можно встретить чрезвычайно разнообразные указания о выборе главных углов.

Комиссия по стандартизации резцов, разрабатывающая проект стандарта главных углов, пришла к следующим выводам:

1. Задний угол γ принять равным 8° .
2. За наименьший предел углов α принять угол, равный 65° , а за наибольший угол — угол, равный 85° .
3. Всю указанную область углов α разбить на пять групп с разницей в 5° между соседними группами.
4. Включить в стандарт ориентировочно указания на связь этих групп углов с обрабатываемым материалом, причем заказывать и изготовлять резцы следует по одной из пяти групп, указанных в стандарте (см. промстандарт), употребление же резцов для обработки того или другого материала определяется собственным опытом завода. Стандарт в этом отношении дает только руководящие указания.

Немецкий общегосударственный стандарт DIN E 801 дает выводы, несколько отличные от приведенных, а именно (табл. 13):

1. Задний угол γ принимается в пределах $6-10^\circ$.
2. За наименьший предел углов α принимается угол, равный 60° , а за наибольший — равный 90° .
3. Вся область углов α разбита на 6 групп с различными интервалами между соседними группами, но с определенной тенденцией прикрепления групп главных углов к определенным обрабатываемым материалам. Стандарт главных углов дает также лишь ориентировочные, руководящие указания.

Из сравнения стандартов ОСТ'а и DIN'а можно сделать следующие выводы:

1. Задний угол γ можно принять равным 8° для всех случаев, так как незначительная разница в 2° в ту или другую

сторону определенного влияния на процесс резания не оказывает и соблюдение ее практически трудно выполнимо. Кроме того величина эта согласуется со сделанными нами выше выводами (стр. 58).

2. Искусственная разбивка групп главных углов с интервалами в 5° , принятая ОСТ'ом, уступает более натуральной разбивке групп по DIN'у с определенной тенденцией прикрепления обрабатываемых материалов на основании практического опыта отдельных заводов к той или другой группе резцов. В связи с этим в нормалах УНИИМаш'а дана таблица углов согласно проведенным в УНИИМаш'е исследованиям (таблица 6).

3. Для обработки твердого, закаленного литья желательно иметь величину угла $\alpha=90^\circ$, чего ОСТ не предусматривает.

Кроме того следует отметить, что как ОСТ'ом так и DIN'ом не предусмотрен угол бокового уклона, который по ряду практических данных отдельных заводов оказывает определенное влияние на процесс резания.

Сечение стержней резцов. При выборе сечений стержней резцов положен в основу проект стандарта „Сталь для резцов“ (промстандарт 512, выпуск 35), куда входит квадратное сечение и прямоугольное с отношением сторон $b:h=1:1,5$. В нормалах указано только прямоугольное сечение.

Формы резцов. Ниже приведен обзор стандартных типов резцов по ОСТ'у и по DIN'у.

ОСТ предусматривает следующие группы форм резцов: 1) проходные обдирочные, 2) проходные чистовые, 3) подрезные, 4) отрезные и 5) расточные.

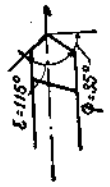
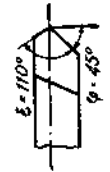
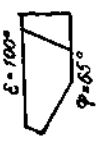
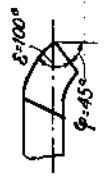
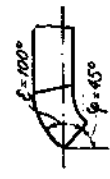
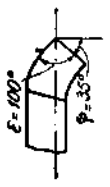
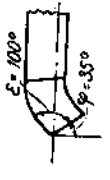
DIN, кроме этих групп, имеет еще одну группу — угловых резцов.

Угловые резцы весьма часто встречаются в производстве и включить их в стандарт необходимо. Нормали угловых резцов поэтому и имеются в нормалах УНИИМаш'а.

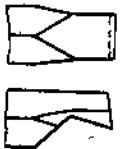
Прямые проходные обдирочные резцы как по ОСТ'у так и по DIN'у имеют три величины углов в плане $\varphi=45^\circ$, 65° и 85° (фиг. 94). Следует отметить, что здесь отсутствует наиболее выгодный угол в 35° . В нормалах УНИИМаш'а имеется лишь одна величина угла в плане $\varphi=35^\circ$; в случае необходимости можно другую величину угла в плане получить путем изменения положения резца относительно обрабатываемого предмета. Это дает возможность значительно уменьшить сортамент резцов. Угол при вершине имеет величину 115° .

Что касается загнутых проходных обдирочных резцов, то по ОСТ'у у них угол в плане $\varphi=45^\circ$, а по DIN'у $\varphi=35^\circ$; лучшей, конечно, следует признать последнюю величину.

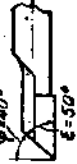
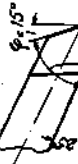
Проект ОСТ'а предусматривает также горизонтальную режущую кромку, по DIN'у и по УНИИМаш'у же принята режущая кромка с углом подъема.

Наименование резцов	ОСТ		DIN		УНИИМаш	
	левые	правые	левые	правые	левые	правые
Обдирочный прямой с углом $\varphi = 85^\circ$	Отсутствует		Отсутствует			
То же с углом $\varphi = 45^\circ$			То же, что и ОСТ		Отсутствует	
То же с углом $\varphi = 65^\circ$			$\epsilon = 90^\circ$	$\epsilon = 90^\circ$	Отсутствует	
То же с углом $\varphi = 85^\circ$			$\epsilon = 80^\circ$	$\epsilon = 80^\circ$	Ут струг	
Обдирочный отогнутый					То же, что и DIN $\epsilon = 115^\circ$	

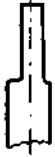
Фиг. 94. Проходные обдирочные резцы по ОСТу, DINу и УНИИМашу

Наименование резцов	ОСТ		DIN		УНИИМаш	
	левые	правые	левые	правые	левые	правые
Чистовой прямой			То же, что и ОСТ		То же, что и ОСТ $\epsilon = 60^\circ$	
Чистовой отогнутый			Отсутствует		То же, что и ОСТ $\epsilon = 60^\circ$	
Чистовой лопаточ- ный			То же, что и ОСТ		То же, что и ОСТ $\epsilon = 60^\circ$	
Чистовой широкий	Отсутствует				Отсутствует	
Чистовой диагональ- ный	Отсутствует				Отсутствует	

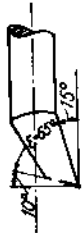
Фиг. 95. Проходные чистовые резцы по ОСТу, DINу и УНИИМашу

Наименование резцов	ОСТ		DIN		УНИИМаш	
	левые	правые	левые	правые	левые	правые
Подрезной прямой					То же, что и DIN	
Подрезной отогнутый					Отсутствует	

Фиг. 96. Подрезные резцы по ОСТу, DIN'у и УНИИМаш'у

Наименование резцов	ОСТ		DIN		УНИИМаш	
	левые	правые	левые	правые	левые	правые
Отрезной прямой			То же, что и ОСТ		То же, что и ОСТ	
Отрезной отогнутый			То же, что и ОСТ		То же, что и ОСТ	
Отрезной загнутый	Отсутствует		Отсутствует			

Фиг. 97. Отрезные резцы по ОСТу, DIN'у и УНИИМаш'у

Наименование резцов	ОСТ	DIN	УНИИМаш
		Формы резцов	
Расточной для проходных отверстий		$\varphi = 80^\circ$ $\epsilon = 100^\circ$	То же, что и DIN
Расточной для глухих отверстий		То же	То же, что и DIN
Расточной чистовой		Отсутствует	
Расточной крючковый		Угол 1°	То же, что и ОСТ

Фиг. 98. Расточные резцы по ОСТу, DINу и УНИИМашу

Проходные чистовые резцы по ОСТ'у и по УНИИМаш'у предусматриваются следующих разновидностей (фиг. 95): 1) чистовые прямые, 2) чистовые отогнутые правые, 3) чистовые отогнутые левые, 4) чистовые лопаточные.

По DIN'у кроме того предусматриваются еще чистовые широкие диагональные резцы. Эти типы не являются обязательными и без надобности увеличивают только число нормальных типов.

Подрезные резцы и по ОСТ'у, и по DIN'у делятся на прямые и отогнутые, но, следует отметить, конструкция DIN'овских отогнутых подрезных резцов более проста в изготовлении. Вообще говоря, в производстве вполне можно обойтись лишь формой прямых подрезных резцов, а потому в нормалях УНИИМаша и имеется только эта форма (фиг. 96), а отогнутые считаются необязательными, хотя нормали их разработаны.

Угол при вершине в подрезных резцах, равный по ОСТ'у 50° , чрезмерно мал. Правда, это имеет то преимущество, что резец может ближе подойти к центру, но он слишком плохо отводит тепло, а потому величину этого угла в 75° (по DIN'у) следует признать более рациональной.

Отрезные резцы как по ОСТ'у, так и по DIN'у предусматриваются двух разновидностей — прямые и отогнутые. В последнем из этих типов резцов особой необходимости в производстве не встречается. В то же время в этих проектах отсутствует форма загнутых отрезных резцов, весьма необходимые, при отрезке на лобовых и карусельных станках в тех случаях когда резец приходится переворачивать (фиг. 97).

Расточные резцы по DIN'у предусматриваются следующих разновидностей (фиг. 98): 1) для проходных отверстий, 2) для глухих отверстий и 3) крючковые.

В ОСТ'е, кроме этих, имеется еще одна разновидность расточных резцов — чистовые. В производстве при расточке чистовой проход обычно совершается тем же резцом, что и обдирочный проход, и особой необходимости в расточном чистовом резце не встречается; поэтому он введен в нормали лишь как необязательный.

III. Резцы из твердых сплавов

Резцы из твердых сплавов типа видиа и победит подвергаются опасности быть поврежденными при работе с вибрациями; поэтому при пользовании ими следует при возможности избегать всего того, что способствует появлению вибраций. Планки, регулирующие супорт, и салазки в своих направляющих должны быть в достаточной степени подтянуты; шпиндель должен быть тщательно отрегулирован в своих подшипниках. Необходимо также соблюдать такое закрепление резца в супорте, чтобы он всем основанием жестко опирался на опорную поверхность последнего и имел по возможности короткий вылет. Крепление

изделия также должно быть максимально жестким, ибо дрожание его ведет к повреждению пластинки. Особенно же нужно следить за тем, чтобы подвод и отвод резца совершался только во время вращения изделия. Остановка изделия до вывода резца почти во всех случаях ведет к выкрашиванию пластинки. При работе с большими скоростями необходимо предусмотреть хороший отвод стружки. Достигнуть этого можно весьма простой пластинкой с отогнутым концом (зацементированным, см. нормаль СТР-П), которая крепится в суппорте вместе с резцом.

При обдирочной работе по стали лезвие резца должно быть установлено на 0,01 диаметра выше линии центров.

Работу по стали рекомендуется производить с обильным охлаждением. Небольшое охлаждение (капельное и т. п.) может лишь повредить пластинке, вызвав в ней трещины.

Серьезнейшее внимание следует уделить вопросу о придаваемых резцу углах, ибо от правильной заточки и придания правильного угла зависит стойкость всякой пластинки твердого сплава и долговечность ее работы. (В приложенных нормалах углы приняты по таблице 6 стр. 58).

IV. Фасонные резцы

Для получения на токарном станке с помощью обыкновенного резца тел вращения со сложной фасонной формой требуется особое искусство токаря и кроме того особый копир (лекало) служащий направлением для движения резца.

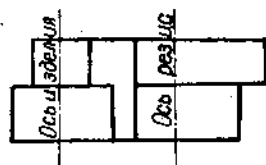
Такая работа очень дорога и не отличается точностью. Резцы для обточки тел вращения, боковая поверхность которых представляет собой сложную форму, образует особую группу, носящую название фасонных. Они обычно не получают движения вдоль оси вращения и выполняют работу с одного положения снятием широкой стружки по всему профилю сразу. Их подача перпендикулярна оси вращения.

В конструктивном отношении резцы эти различны в зависимости от области их применения. Соответственно этому фасонные резцы разделяются на:

- 1) круглые (преимущественно для револьверной и автоматной работы);
- 2) призматические резцы к державкам — радиальные и тангенциальные (для автоматной и токарной работы) и
- 3) цельные призматические (для токарной и затыловочной работы).

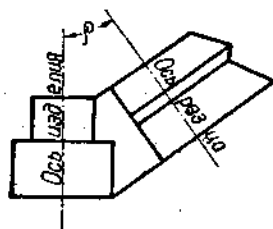
Круглые фасонные резцы. В зависимости от способа установки по отношению к оси изделия различают следующие виды фасонных резцов:

- 1) резцы с осью, расположенной горизонтально и параллельно к оси изделия (фиг. 99);

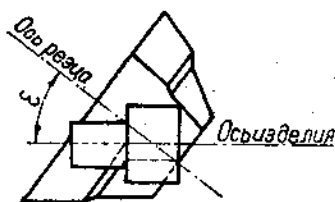


Фиг. 99. Круглые фасонные резцы с осью, параллельной оси изделия

2) резацы с осью, расположенной в горизонтальной плоскости и наклонной под некоторым углом к оси изделия (фиг. 100) и
3) резацы с осью, не параллельной и не лежащей в одной плоскости с осью изделия (фиг. 101).



Фиг. 100. Круглые фасонные резацы с осью в горизонтальной плоскости не параллельной оси изделия



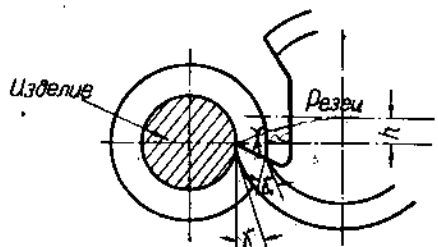
Фиг. 101. Круглые фасонные резацы с осью расположенной не в горизонтальной плоскости и не параллельной оси изделия

Резцы с осью, горизонтальной и параллельной к оси изделия. Ось резца устанавливается выше оси изделия на величину h (фиг. 102). Угол заточки лобовой поверхности $\beta > 0$. На фиг. 102 представлен общий случай $\beta > 0$. Установки режущей кромки резца производится по центру изделия. Снос оси резца h при заданном наружном радиусе резца R_H определяется условием получения надлежащего угла установки γ (заднего угла) по формуле

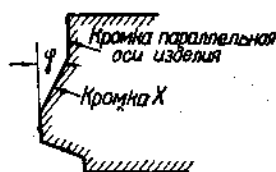
$$h = R_H \sin \gamma, \quad (39)$$

причем γ изменяется от 7° до 15° .

Необходимо учесть, что при $\beta > 0$ угол γ увеличивается по направлению к центру резца и $\gamma_1 > \gamma$ (фиг. 102). Другое обстоятельство, играющее значительную роль в выборе угла γ , — это



Фиг. 102. Установка круглого фасонного резца относительно оси изделия



Фиг. 103. Задний угол на наклонной кромке фасонного резца

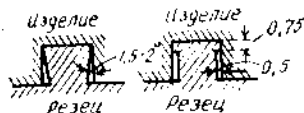
создание надлежащих условий резания на всех без исключения элементах профиля. Очевидно, что режущие кромки профиля, лежащие параллельно к оси изделия, представляют наиболее выгодные условия резания. Перпендикулярные к ней кромки, наоборот, наименее выгодны и для них, независимо от величины

Угла γ , угол бокового установа γ_x всегда равен 0, т. е. неизбежно трение поверхности резца о поверхность изделия. У наклонной кромки (фиг. 103) задний угол γ_x имеет значение промежуточное между 0 и γ и определяемое по уравнению

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \operatorname{tg} \gamma \operatorname{ctg} \varphi, \quad (40)$$

где φ — угол наклона кромки X .

Угол γ_x должен иметь значение не менее $1,5-2^\circ$, чем определяется выбор угла γ , а, следовательно, и h . Уменьшение трения на перпендикулярных к оси изделия режущих кромках достигается способом, изображенным на фиг. 104.



Фиг. 104. Способ заточки для уменьшения трения на перпендикулярных гранях фасонного резца

Углу β при обработке латуни, бронзы, чугуна, дается значение $\beta=0$; для стали β — до 15° , для алюминия — до 30° .

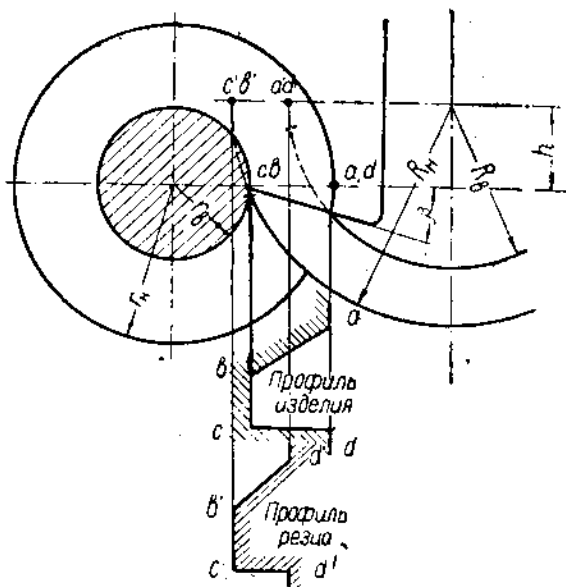
Следствием наличия сноса h и переднего угла $\beta > 0$ является необходимость корректирования профиля резца, ибо профили резца и изделия тогда

в диаметральном сечении уже не совпадают. При $\beta=0$ это корректирование может быть осуществлено автоматически — установкой резца, обтачивающего круглый фасонный резец, на величину ниже центра последнего; при $\beta > 0$ этот способ исключается.

Корректирование может быть произведено графическим и аналитическим путем.

Графический метод корректирования заключается в следующем.

Внутренний радиус резца R_r (фиг. 105) определяется пересечением передней грани резца с наружной окружностью изделия. Продолжая R_H и R_r до пересечения с диаметральной плоскостью резца, находим высоту $c'd'$ профиля



Фиг. 105. Графический способ корректирования фасонных резцов по фиг. 99.

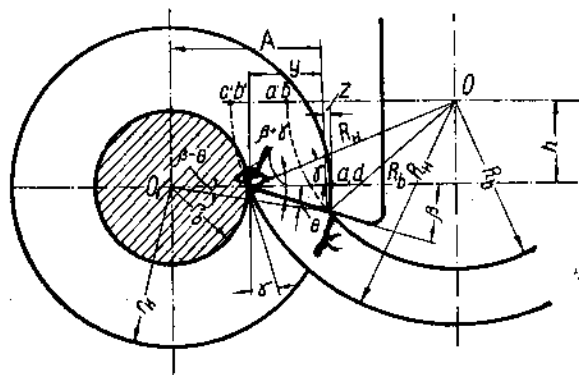
резца, уменьшенную по сравнению с высотой cd профиля изделия.

Размеры в осевом направлении остаются неизменными, т. е.

$$ad = a'd' \text{ и } bc = b'c'.$$

Этот же искомый внутренний радиус резца R_b может быть определен и аналитически (фиг. 106). Из $\triangle OKL$ следует:

$$R_b = \sqrt{R_H^2 + T^2 - 2TR_H \cos(\beta + \gamma)}. \quad (41)$$



Фиг. 106. Аналитический метод корректирования фасонных резцов

Здесь T может быть определено следующим образом:

$$r_H - r_b = a;$$

$$a = y + z;$$

$$T = \frac{y}{\cos \beta};$$

$$A = r_H \cos(\beta - \theta);$$

$$z = r_H - A = r_H - r_H \cos(\beta - \theta).$$

Подставив в выражение для a , получаем:

$$y = a - z = a - r_H + r_H \cos(\beta - \theta) = r_H \cos(\beta - \theta) - r_b$$

и

$$T = \frac{r_H \cos(\beta - \theta) - r_b}{\cos \beta}. \quad (42)$$

из $\triangle O_1KL$ находим неизвестный нам еще угол θ .

$$\frac{r_b}{r_H} = \frac{\sin \theta}{\sin (180^\circ - \beta)} = \frac{\sin \theta}{\sin \beta},$$

$$\sin \theta = \frac{r_b}{r_H} \sin \beta. \quad (43)$$

Таким образом, сокращение размеров, перпендикулярных к оси изделия, происходит в отношении

$$K = \frac{a}{R_H - R_b}, \quad (44)$$

т. е. оно является функцией не только габаритных размеров резца, но и изделия.

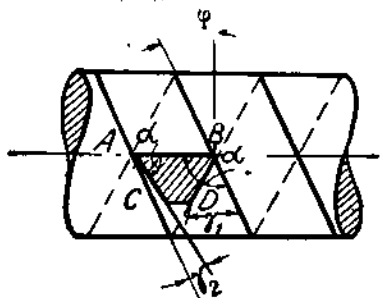
В случае $\beta = 0$ уравнение (41) принимает вид:

$$R_b = \sqrt{R_H^2 - 2 \sqrt{R_H^2 - h^2} + a^2}. \quad (45)$$

В данном случае сокращение размеров уже не является функцией размеров изделия, а лишь функцией размеров резца и высоты обрабатываемого профиля $a = r_H - r_b$ и, следовательно, один и тот же резец может обрабатывать изделия данного профиля, но любого диаметра.

Круглые резцы для нарезания резьбы (гребенки). Эти фасонные резцы могут иметь один или несколько зубцов, соответствующих профилю нарезаемой резьбы. Зубцы многозубной гребенки срезаны на конус на подобие ниток приемной части метчика, чем создается возможность нарезания резьбы с одного прохода, а не с нескольких, при нарезании резцом или однозубной гребенкой.

Подача гребенки, в отличие от прочих фасонных резцов, производится и в осевом направлении. Это обстоятельство, а также наличие винтовой поверхности у изделия вносит ряд своеобразных моментов в конструкцию гребенки. Нарезка гребенки может быть произведена кольцеобразно или по винтовой поверхности. Кольцевая нарезка име-



Фиг. 107. Боковые задние углы при нарезании резьбы

ет тот недостаток, что, как это видно из фиг. 107, сечение резца $ABCD$ образует различные задние углы на боковых краях нарезки и

$$\gamma_1 - \gamma_2 = 2\varphi$$

где φ — угол подъема резьбы изделия.

При крутой нарезке и недостаточно большой величине основного заднего угла γ_1, γ_2 может стать ≤ 0 . Поэтому практически кольцевые гребенки выполняются с $\gamma = 12-15^\circ$.

Несколько более целесообразно нарезать гребенку по винтовой линии, ибо тогда только можно добиться одинаковых условий резания на боковых кромках профиля, сделав $\gamma_1 = \gamma_2$. При этом в целях совпадения углов наклона нарезок изделия и гребенки нужно в случае наружной нарезки нарезать правую резьбу левой гребенкой и наоборот.

Так как угол подъема резьбы φ определяется

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{t}{\pi D},$$

где t —шаг резьбы изделия, то дальнейшее условие совпадения углов наклона нарезок по своей абсолютной величине заключается в выборе диаметра гребенки, равным диаметру изделия.

Осуществить это не всегда возможно; тогда остается диаметр гребенки сделать кратным диаметру изделия и соответственно 2, 3 и т. д. раз увеличить заходность нарезки. Если, напр., диаметр нарезаемого винта 25 мм, то, выбрав для гребенки диаметр 50 мм, нарезку ее следует сделать двухзаходной; при диаметре гребенки в 75 мм—трехзаходной и т. д.

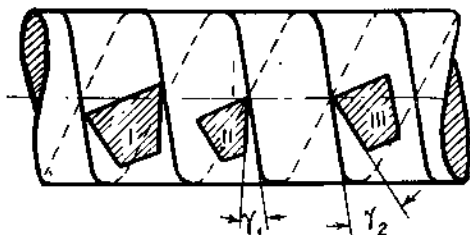
Однако, если существует возможность путем соответствующей конструкции инструмента изменять значения боковых углов установка γ_1 и γ_2 , то для боковых углов резания α_1 и α_2 такой возможности нет и одна грань будет нарезаться при тупому где резания α_1 .

Если переднюю грань заточить в направлении, перпендикулярном подъему винтовой линии нарезки изделия (положение I, фиг. 108), то профиль реза должен был бы иметь сложное криволинейное очертание.

Поэтому при нарезании резьб с подъемом винтовой

линии свыше 4° целесообразно поступать следующим образом. Резцом, установленным в положении I (фиг. 108) и имеющим прямолинейное очертание режущей кромки следует производить только предварительную нарезку; чистовую же отделку нужно производить для каждой грани отдельно самостоятельными резцами с надлежащими углами резания (положение II и III, фиг. 108).

Режущая кромка каждого резца в данном случае может быть прямолинейной, но установка должна быть произведена



Фиг. 108. Боковые углы резания при нарезании резьбы

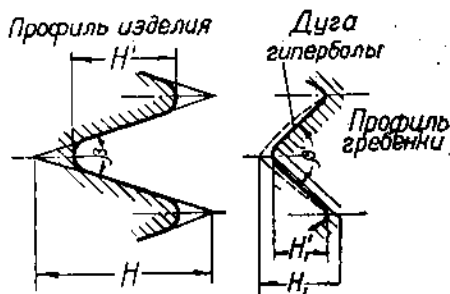
профиля будет иметь самостоятельное смещение, зависящее от присущих ей угловых перемещений.

Сделав указанное построение для нескольких точек профиля и соединив полученные точки плавной кривой, будем иметь искомый профиль гребенки. Построение обычно производится в масштабе 10:1. Смещение Δt может быть приравнено нулю (фиг. 110) только в случае $\beta=0$, когда приравняется нулю угловое перемещение ρ . Для $\Delta t''$ и $\Delta t'''$ необходимым условием их анулирования является равенство $t=0$, что может иметь место только в случае кольцевой нарезки гребенки. Поэтому для кольцевой гребенки при $\beta=0$ существуют наиболее благоприятные условия в отношении искажения профиля ее нарезки. Профиль этот с известной степенью приближения может быть принят за прямолинейный (фиг. 110) и корректирование его тогда сводится к нахождению нового угла профиля β' , ограниченного прямолинейными боковыми гранями. В действительности грани будут дугами гиперболы.

При сделанном нами предположении, вполне допустимом в условиях резбы второго и третьего классов точности, искомый угол β' можно найти по уравнению (фиг. 110)

$$\operatorname{tg} \frac{\beta'}{2} = \frac{H}{H_1} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \approx \frac{H'}{H_1} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2},$$

где, согласно предыдущему,



Фиг. 110. Искажение профиля нарезки

$$H_1' = R_H - R_b = R_H - \sqrt{R_H^2 - 2H'\sqrt{R_H - h^2 + H'^2}}, \quad (47)$$

причем H' — высота профиля нарезки (с закруглением вершины), β — угол профиля нарезаемой резбы.

Уравнение для H_1' дано в предположении, что передний угол равен 0.

Резцы с осью, горизонтальной и наклонной к оси изделия. Этот тип резцов применяется в тех случаях, когда профиль изделия неблагоприятен в отношении бокового угла установки γ_x и имеется необходимость в улучшении условий резания отдельных кромок, например, одна кромка, как на фиг. 100, перпендикулярна к оси изделия. При выборе угла наклона оси резца руководствуются стремлением создать: 1) наименьшую возможную разницу в диаметрах резца и 2) выполнение угла наклона кромок $\varphi \leq 75^\circ$.

В виду сложности аналитического расчета проектирование обычно ведется графически, как это без специальных пояснений видно на фиг. 111.

Необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что при $\beta \neq 0$ ширина резца не будет равна проекции ширины изделия на осевое направление резца, а будет несколько больше ее.

Ниже дано аналитическое выражение для R и ширины B , поскольку оно может служить контролем графического построения

$$R_b = \sqrt{R_H^2 + T^2 - 2R_H \cos(\beta + \gamma)}, \quad (48)$$

где

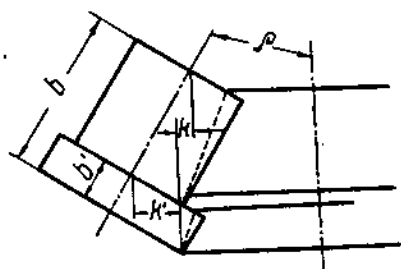
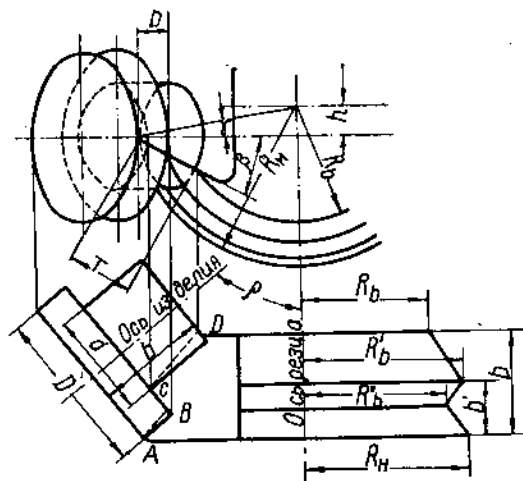
$$T = \frac{\sqrt{k^2 - (1 + \operatorname{tg}^2 \beta \cos^2 \rho) \left(k^2 - \frac{d^2}{4} \cos^2 \rho\right) - k}}{\cos \beta (1 + \operatorname{tg}^2 \beta \cos \rho)}. \quad (49)$$

При $\beta = 0$

$$T = \sqrt{k^2 - k^2 + \frac{d^2}{4} \cos^2 \rho - k} = \frac{d}{2} \cos \rho - k, \quad (50)$$

где k — расстояние центра окружности изделия, радиус которого соответствует радиусу R_b резца, до точки A наибольшей окружности резца в боковой проекции (фиг. 111 и 112).

Аналитическое значение k



Фиг. 111 и 112. Графическое корректирование профиля резцов по фиг. 100

находится для любой окружности по уравнению

$$k = \frac{D \cos \rho - 2b \sin \rho}{2}, \quad (51)$$

где b — расстояние от окружности, соответствующей R_H резца, до окружности, для которой производится подсчет R_b , по оси изделия; D — диаметр изделия, соответствующий радиусу резца R_H .

k в этой формуле будет со знаком —, если центр рассматриваемой окружности будет расположен на меньшем расстоянии от оси резца, чем точка A (k на фиг. 112) и наоборот (k' на фиг. 112).

Общая ширина резца b или ширина какого-нибудь его элемента b' (фиг. 112) могут быть определены по уравнению

$$B = \frac{b}{\cos \rho} - T \cos \beta \operatorname{tg} \rho. \quad (52)$$

В уравнение (50) для T надлежит подставлять те значения d и k , которые соответствуют рассматриваемой окружности изделия. Зная значения B_b' и b' , соответствующие различным окружностям изделия, профиль резца можно построить по точкам.

Резцы с осью, не параллельной и не лежащей в одной плоскости с осью изделия. Резцы этого типа имеют довольно ограниченное распространение по причинам сложности их проектирования и изготовления. Применяются они в тех же случаях и с той же целью, что и резцы с наклонной осью.

Аналитический расчет резца чрезвычайно сложен; поэтому здесь, на фиг. 113, приводится только графический расчет.

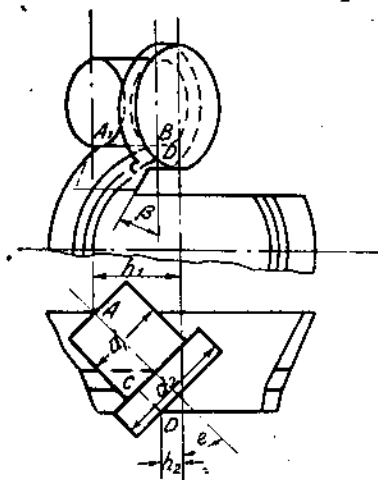
Угол ε назначается от 3 до 5°; режущая грань резца располагается под тем же углом к оси изделия. Для цилиндрической части изделия диаметром d_1 режущая грань AB расположена в диаметральной плоскости изделия. Дальнейшее ее положение определяется графическим построением и зависит от углов β и ε . Цилиндрическая часть изделия диаметром d_2 будет обрабатываться режущей гранью CD , торцевая часть — гранью BC .

Снос h , постоянный для всех точек режущей кромки нормального фасонного резца, в данном случае будет переменный. Так, для точки D снос, согласно фиг. 113, будет h_2 , для точки A будет h_1 . В связи с этим переменной будет и величина угла установки в каждой точке режущей кромки, определяемая уравнением

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{R}.$$

Необходимо стремиться к тому, чтобы задние углы находились в пределе 8—12°. Построение профиля резца ясно на фиг. 113. Наибольший диаметр резца соответствует точке A режущей грани, наименьший — точке D .

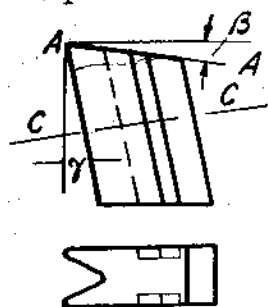
Призматические фасонные резцы. Призматические резцы в изготовлении сложнее и дороже круглых. Их преимущество



Фиг. 113. Графическое корректирование резцов по фиг. 101

в относительно лучшем отводе тепла и, следовательно, большей стойкости, в постоянстве задних углов γ и в некоторых случаях, как, например, в нарезании резьбы, — в более высокой точности работы.

Призматические резцы бывают радиальные и тангенциальные.



Фиг. 114. Заточка радиальных призматических резцов

Подача по отношению к обрабатываемой поверхности у первых радиальна, у вторых же — тангенциальна.

Радиальные призматические резцы шлифуются по любой поверхности AA' (фиг. 114), которая может иметь передний угол $\beta \geq 0$. Угол установка γ имеет значение $8-10^\circ$, а при нарезке резьбы до 15° .

В процессе изготовления нас интересует профиль резца в сечении CC'. Изменение, а именно сокращение, как и в случае круглого фасонного резца, испытывают размеры, перпендикулярные к оси изделия; осевые же размеры остаются неизменными, т. е. $AB=A'B'$ и $CD=C'D'$ (фиг. 115).

Аналитически искомый размер a' ($E'D'$) определится из уравнения

$$a' = \left\{ \frac{a + r_n [\cos(\beta - \theta) - 1]}{\cos \beta} \right\} \cos(\beta + \gamma), \quad (53)$$

где, как и прежде,

$$\sin \theta = \frac{r_h}{r_n} \sin \beta.$$

При $\beta=0$; $\theta=0$ и $a'=a \cos \gamma$, т. е. и в данном случае профиль резца не зависит от габаритных размеров изделия только при $\beta=0$.

Призматические резцы для нарезки резьбы. Построение профиля для случая, когда тело призматического резца лежит строго перпендикулярно к оси изделия на фиг. 116. Решение задачи производится аналогично круглым фасонным резцам.

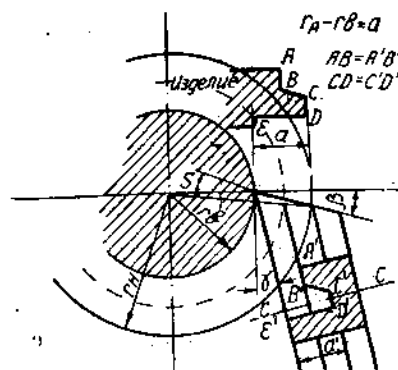
При $\beta=0$ вершина нарезки получает в сечении DD, общем и для изделия, и для резца, смещение

$$\Delta t = t \frac{p}{360}.$$

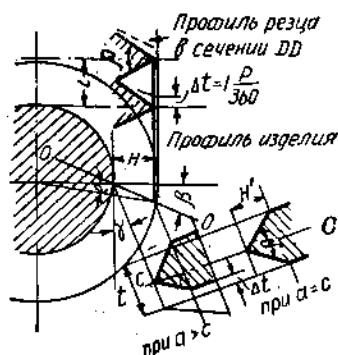
Далее, поскольку известен профиль резца в сечении DD, изображенный на фиг. 116 пунктирной линией, строят профиль в сечении CC, имея в виду, что осевые размеры, в том числе и Δt , остаются неизменными.

При $\beta=0$ смещения не будет и изменится только угол профиля резца. В противоположность кольцевой гребенке этот угол β' ограничен прямыми линиями (а не дугами гиперболы), что облегчает процесс его изготовления и дает возможность сделать

более точную нарезку. В этом основное преимущество призматического резца при $\beta = 0$. Угол β' корректированного профиля



Фиг. 115. Корректирование радиальных призматических резцов



Фиг. 116. Корректирование резбовых призматических резцов с малым углом подъема резьбы

при угле заточки гребенки $\beta = 0$ находится по уравнению

$$\operatorname{tg} \frac{\beta'}{2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}{\cos \gamma}, \quad (54)$$

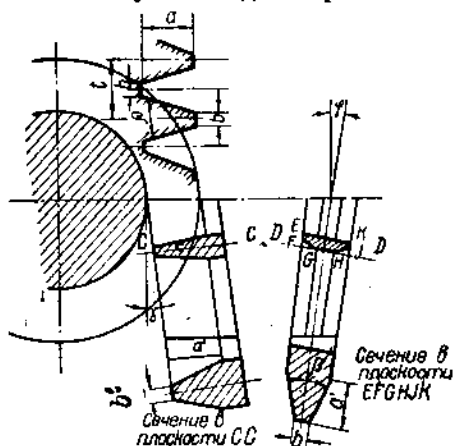
где β — угол нарезаемой резьбы.

В тех случаях, когда угол подъема резьбы изделия φ велик, что в особенности может иметь место при прямоугольных и трапециoidalных нарезках, тело резца получает наклон на угол φ для создания выгодных условий резания на обоих боковых гранях нарезки.

Корректирование такого резца для случая $\beta = 0$ представлено на фиг. 117. В этом случае нужно найти профиль уже не в сечении CC , перпендикулярном плоскости чертежа, а в сечении $EFGHJK$, перпендикулярном направлению движения обрабатывающего призматического резца инструмента.

Этот профиль можно найти, повернув профиль в сечении CC около своей оси на угол φ .

Профиль в сечении CC , находимый обычным путем, представлен на фиг. 117. Здесь, как и в предыдущих случаях, изменились только радиальные размеры, причем $a' = a \cos \gamma$.



Фиг. 117. Корректирование резбовых призматических резцов с большим углом подъема

Угол γ_2 назначается возможно малым — до 2° .

Основное преимущество тангенциального реза заключается в возможности перехода режущей кромки за конечное положение резания, что дает возможность сделать эту кромку наклонной (фиг. 119) и ослабить действующее усилие резания тем, что стружка будет сниматься не по всей ширине изделия. Особенно большое значение это имеет при широкой обрабатываемой поверхности и малой сопротивляемости изделия изгибающему усилию.

Путь резания $S_1 + S_2$ значительно больше пути резания радиального реза.

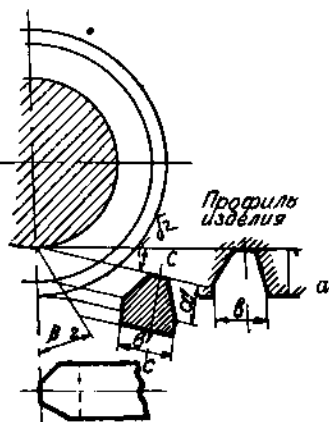
$$S_1 + S_2 = \sqrt{\frac{d_H^2 - d_b^2}{4}} + \frac{d_H - d_b}{2} \operatorname{tg} \gamma_2.$$

Корректирование тангенциального реза изображено на фиг. 120. Осевые размеры b и в данном случае остаются неизменными, радиальные же a сокращаются по уравнению

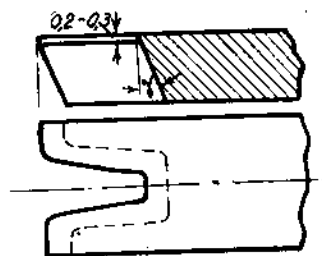
$$a' = \frac{a \cos(\beta_2 + \gamma_2)}{\cos \beta_2}. \quad (58)$$

Уравнение это действительно только для случая $\theta = 0$ (фиг. 119). При $\theta > 0$ построение значительно усложнится.

Цельные призматические резцы. Отличие этих резцов от рассмотренных выше заключается в том, что хвостовик



Фиг. 120. Корректирование профиля тангенциального реза



Фиг. 121. Цельный призматический резец

здесь составляет одно целое с фасонной режущей частью. При серийном производстве в тех случаях, когда это является возможным, резцы с державкой следует из экономических соображений предпочесть цельным резцам, но могут быть операции, например, снятие затылка зуба американских фрез, где резец с отдельной державкой использован быть не может.

Установка реза производится по центру; углы β и γ назначаются так же, как и в прочих фасонных резах. В том случае, когда профиль изделия имеет радиальные кромки, имеющие, как известно, отрицательное влияние на боковой задний угол, применяется конструкция, изображенная на фиг. 121.

Здесь режущей кромке на всем ее протяжении, на некотором участке по высоте не дается совершенно заднего угла и, таким

образом, вдоль режущей кромки образуется фаска высотой 0,2—0,3 мм, вслед за которой затылочная часть резца получает по всему контуру профиля достаточно резкий отход. При такой конструкции ухудшаются условия резания и срок амортизации резца ограничивается временем сошлифовки этой фаски.

Поэтому эти резцы целесообразно применять только в качестве чистовых, производя обдирку резцами с неточным профилем по задним углам. Нередко на обдирочной работе используются изношенные чистовые резцы.

V. Конструкции и работа резцовых державок

Стремление, с одной стороны, уменьшить расход быстрорежущей стали, а с другой — облегчить поддержание в годном состоянии резцового хозяйства, послужило причиной применения резцовых державок.

Однако следует признать, что относительно высокая стоимость и трудность изготовления самих державок для резцов весьма значительно ослабляет указанные преимущества их применения. В виду этого в области обычных проходных работ державки имеют сравнительно слабое распространение и значительно чаще для этих работ применяются наварные резцы.

Значительно большее распространение державки получают на тех работах, где встречаются затруднения в конструктивном оформлении обычных резцов. Так, при расточных работах при необходимости более или менее глубокой расточки изготовление достаточно жесткого расточного резца представляет уже значительное затруднение и здесь, безусловно, державки (так называемые борштанги) имеют явное преимущество. Аналогичное явление мы имеем и при отрезных работах, — в виду трудности изготовления достаточно хорошего резца на смену ему приходит державка.

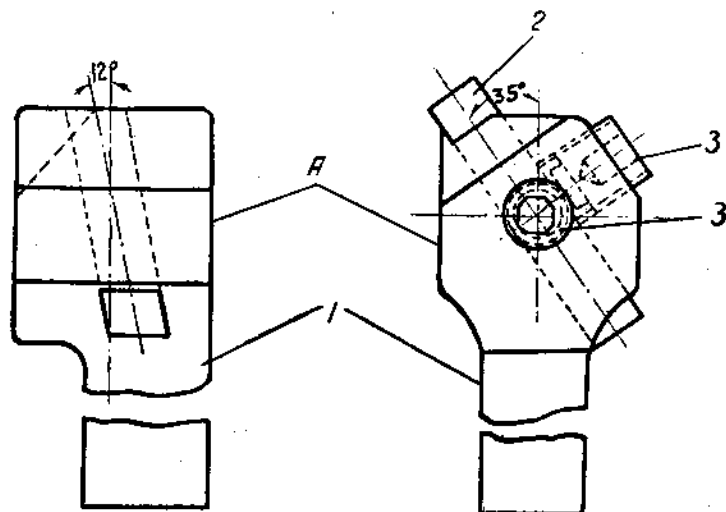
Ниже разобран ряд конструкций державок, разработанных УНИИМаш'ом под руководством проф. Я. М. Хаймовича.

Для удобства нами сохранены в описаниях порядковые номера державок по нумерации Института.

Державки для проходных работ. *Державка фирмы Гишольт.* На фиг. 122 изображена державка, выпускаемая фирмой Гишольт (Gischolt). Она отличается имеющейся в корпусе ее 1 солидной восьмигранной головкой, в которой двумя взаимно перпендикулярными болтами 3 надежно закрепляется резец 2. Благодаря наличию в головке скоса в месте выхода резца, последний может быть выдвинут из головки на незначительную величину. Резец ввиду этого имеет большую опорную поверхность и небольшой вылет, достигается жесткое закрепление его и уменьшение вибрации. Большая же поверхность соприкосновения резца с массивной головкой дает хороший отвод тепла.

Резец 2 — обычного для державок типа; изготавливается он из квадратной быстрорежущей стали путем отрезки и заточки и не требует никакой специальной обработки. Наклонное положение его в головке (под углом $\beta = 12^\circ$) устраняет необходимость в заточке передней грани (для ряда материалов), а угол φ , равный 35° , между осями резца и державки, дает постоянный угол в плане.

Недостатком этой державки является находящийся справа от резца выступ, который не дает возможности подвести резец к концу изделия, расположенного у заднего центра.



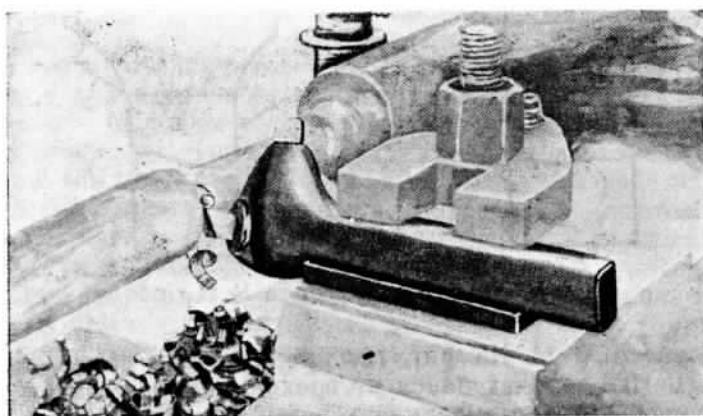
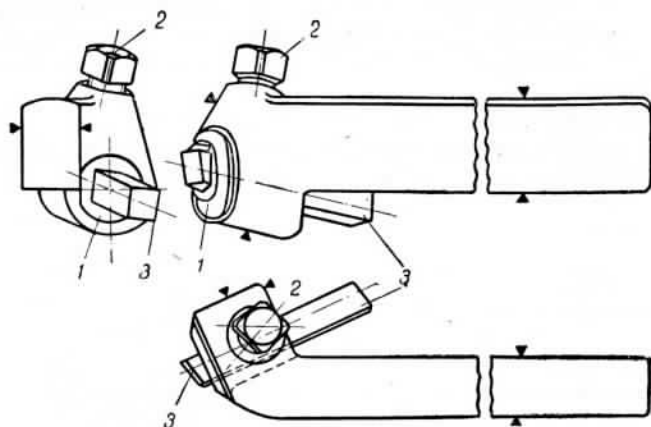
Фиг. 122. Державка № 11

Державка № 15. На фиг. 123 представлена державка фирмы Берфи (Berfi), отличающаяся от всех прочих державок тем, что дает возможность устанавливать резец в державке под разными углами резания.

Резец 3 вставляется в разжимной патрон 1 в головке державки. Патрон раздвижной, пружинящий; он может быть закреплен в любом положении и одновременно с помощью нажимного болта 2 зажимает резец. В виду эксцентричного положения резца, при повороте патрона меняются углы резания.

Резец изготавливается из квадратной быстрорежущей стали; его передняя торцевая сторона отточена одной плоскостью, чем он несколько напоминает гравировальные резцы. При затуплении резца его следует затачивать по этой лишь торцевой плоскости, сохраняя предписанный угол в 55° и скос верхнего крайнего конца примерно на 1—2 мм (см. нормаль). Заточка, как видно из изложенного, очень проста и не требует никакой квалификации для производства ее.

Державка может применяться для обдирочных подрезных чистовых работ и даже для нарезания резьбы. В последнем случае резец должен быть специально заточен.



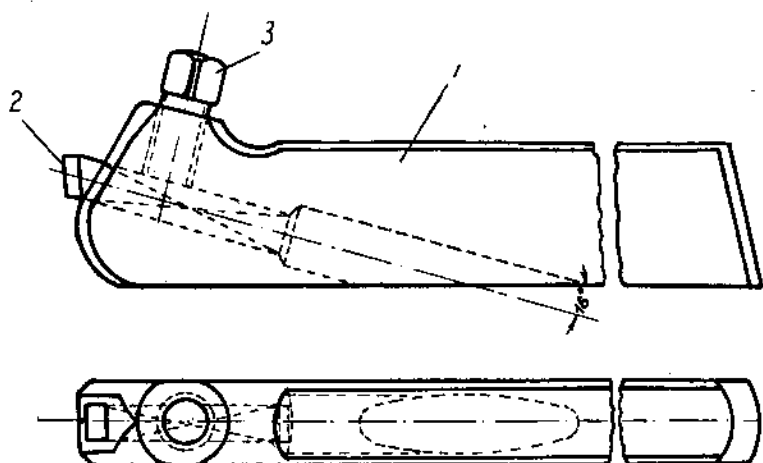
Фиг. 123. Державка № 15 и крепление ее в супорте

Державка № 12. На фиг. 124 показана державка весьма простой конструкции и, следовательно, весьма дешевая в изготовлении. Небольшая ширина державки 1 при отсутствии боковых выступов делает ее особо удобной при обработке разных выточек, а также дает возможность работать в двух направлениях (к передней и задней бабке) при соответствующей заточке резца 2.

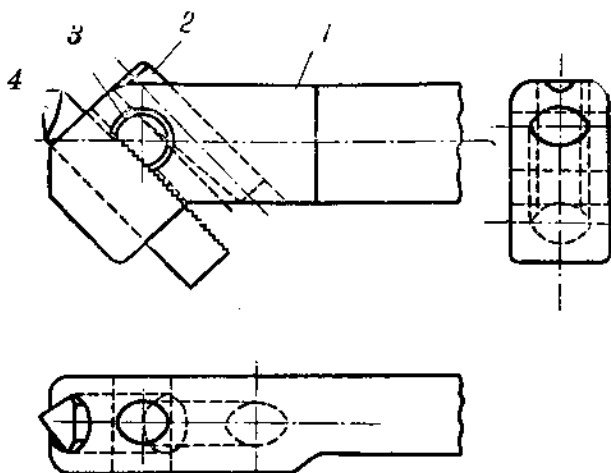
Резец — из квадратной быстрорежущей стали; закрепляется в державке под углом 16° к горизонтали. Закрепление производится одним винтом с квадратной головкой.

Державка № 13. Весьма оригинальная державка приведена на фиг. 125. Большинство деталей ее цилиндрической формы,

что облегчает процесс ее изготовления. Наклонное положение резца 4 в вертикальной плоскости дает возможность регулировать высоту лезвия в небольших пределах. Закрепление резца



Фиг. 124. Державка № 12



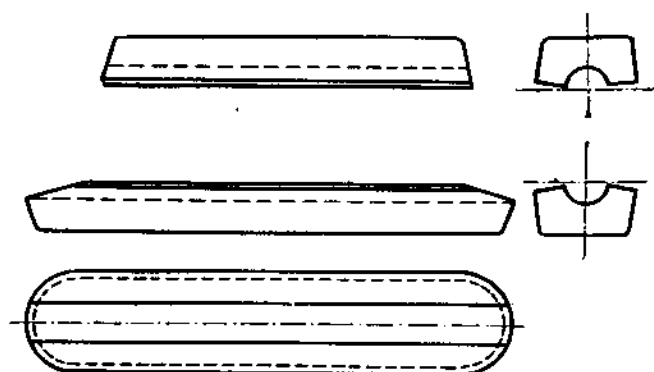
Фиг. 125. Державка № 13

в корпусе 1 достигается при помощи клина 2 и промежуточной прокладки 3, снабженной накаткой. Наличие последней на прокатке и на резце уменьшает опасность скольжения последнего. Резец изготавливается из круглой быстрорежущей стали.

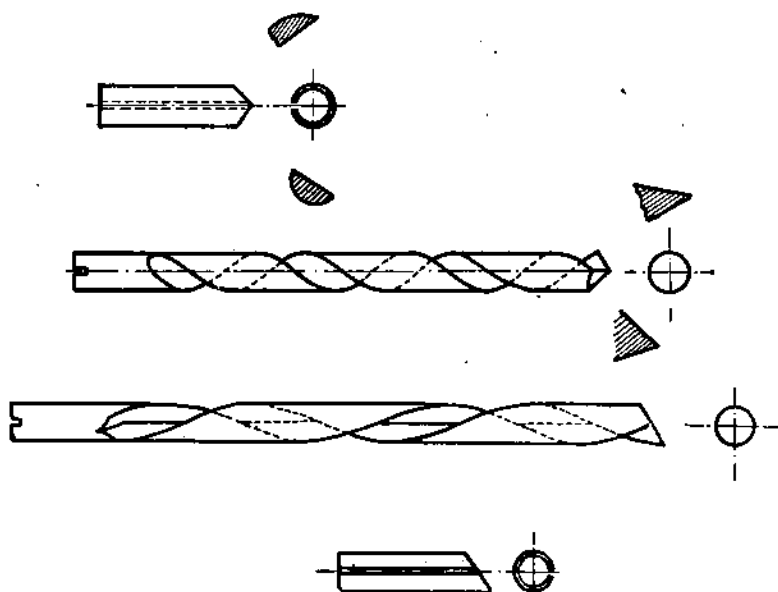
К недостаткам этой державки следует отнести необходимость весьма аккуратного обращения с клиновым зажимом, а также

то обстоятельство, что в процессе изготовления резца его необходимо подвергать термической обработке.

Державка № 16. На фиг. 126 и 127 представлена державка со спиральным резадом. Державка состоит из двух накладок,



Фиг. 126. Державка № 16



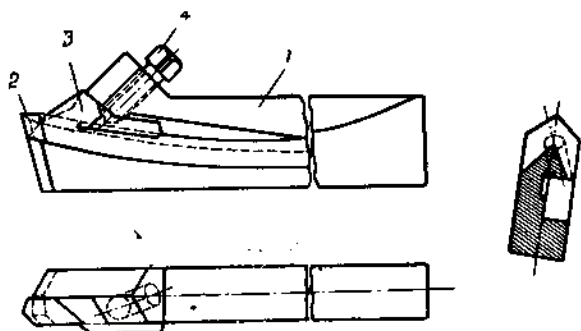
Фиг. 127 и 128. Спиральные резцы

между которыми помещается спиральный резец; приближающийся по форме к спиральному сверлу. Зажатие осуществляется посредством прижимных винтов резцовой головки суппорта. Поворотом резца легко достигается установка на необходимый

угол. Заточка резца не сложна. Для проверки ее служит специальный трубчатый шаблон (фиг. 127 и 128). Спиральный резец может быть и с правой (фиг. 127), и с левой спиралью, (фиг. 128).

К недостаткам этой державки следует отнести слабую конструкцию резца, вследствие чего он может применяться главным образом для отделочных работ, а также то, что резец в процессе его изготовления подвергается термической и механической обработке. Кроме того изготовление резца сложно и требует специального фрезера.

Державка № 17. Державка отличается сложной конструкцией (фиг. 129), так как изготовление дугообразного резца 2 и соответствующего паза для него затруднительно. Кроме того следует признать неудачным изготовление накладки 3 из ковкого чугуна, так как ввиду необходимости изготовления модели и последующей механической обработки это без надобности усложняет и удорожает державку (фиг. 129). Небольшая ширина державки делает ее удобной при обработке выточек, а также дает возможность вести проходные работы в двух направлениях (к передней или к задней бабке).



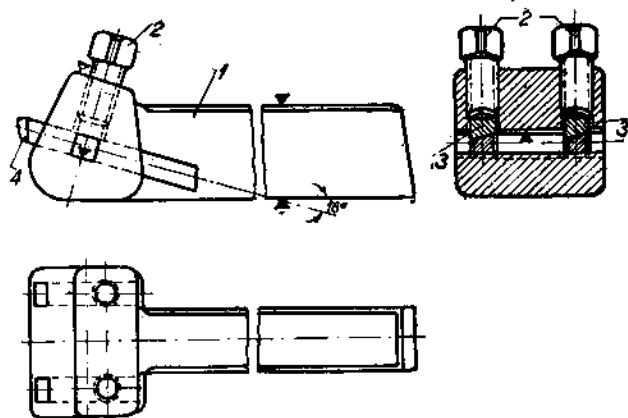
Фиг. 129. Державка № 17

Закрепление резца из быстрорежущей стали 2 в корпусе державки 1 производится посредством накладки 3, положение которой фиксируется прижимным болтом 4.

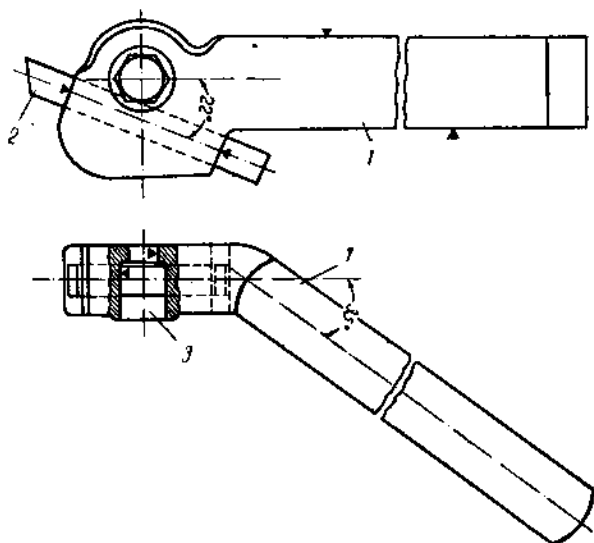
Державка № 18. Державка, изображенная на фиг. 130, снабжена двумя отверстиями для резцов, благодаря чему область ее применения значительно расширяется. Она может быть использована и для правых, и для левых резцов, а также для работы двумя резцами. Кроме того наличие в головке квадратного отверстия для резцов, расположенного перпендикулярно к оси корпуса, дает возможность удобно использовать державку и для подрезных работ.

Наклонное положение резцов 4 в вертикальной плоскости позволяет регулировать высоту лезвия в небольших пределах. Резцы — из квадратной быстрорежущей стали; они закрепляются в державке 1 под углом 16° к горизонтали, что устраняет необходимость заточки передней грани для ряда обрабатываемых материалов. Закрепление одного резца производится независимо от другого при помощи одного винта с квадратной головкой 2.

Державка № 20. Корпус 1 державки, изображенной на фиг. 131, изогнут под углом 145° , что, с одной стороны, дает возможность обойтись без заточки угла в плане, а с другой — делает державку удобной для подрезных работ.



Фиг. 130. Державка № 18

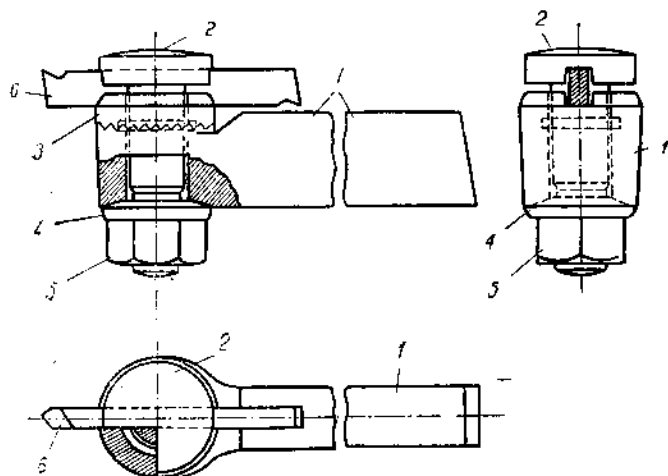


Фиг. 131. Державка № 20

Резец 2 из квадратной быстрорежущей стали наклонен в державке под углом 22° к горизонтали, что облегчает заточку передней грани и делает возможной в небольших пределах регулировку высоты лезвия.

Закрепление резца производится эксцентриком 3, снабженным шестигранной головкой. Эксцентриковый зажим явля-

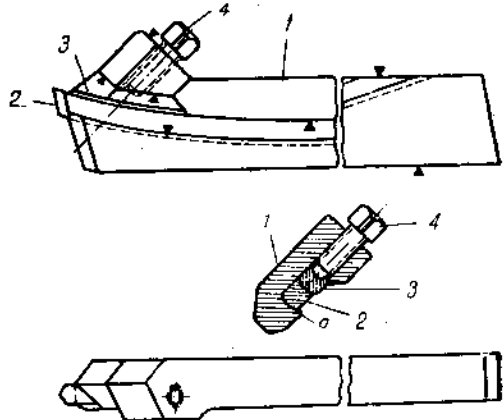
ется недостатком описываемой державки, так как по испытаниям, проведенным автором в УНИИМаш'е выяснилось, что эксцентриковые и вообще всякого рода фрикционные зажимы не дают достаточно жесткого закрепления резца—он во время работы отходит. Наиболее надежным зажимом является винтовой.



Фиг. 132. Державка № 70

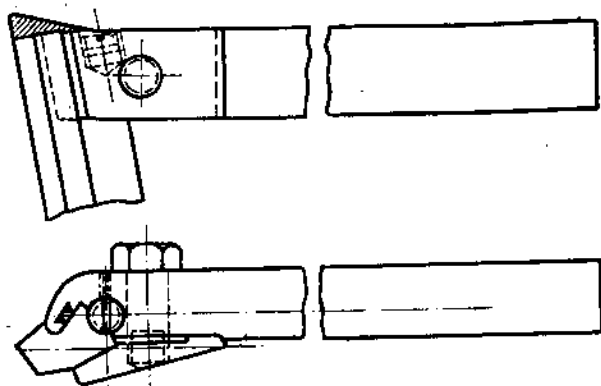
Державка № 70. Державка, представленная на фиг. [132, в основном предназначена для строгания. Она состоит из следующих частей: корпуса 1, зажимного болта 2, подкладки для резца 3, сферической подкладной шайбы 4, гайки зажимного болта 5 и резца из быстрорежущей стали 6.

Некоторая сложность конструкции (необходимость фрезеровки зубьев на корпусе и на подкладке) здесь компенсируется возможностью устанавливать резец в державке под различными углами. Резчик 6 изготовляется из прутковой быстрорежущей стали путем заточки и больше не требует никакой механической обработки. Солидный зажимной болт обеспечивает надежное закрепление резца в корпусе державки.

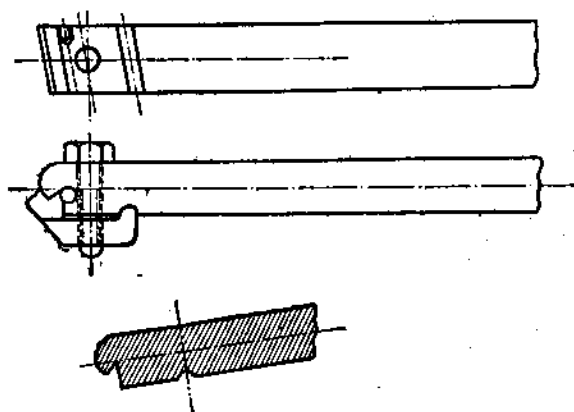


Фиг. 133. Державка № 21

Закрепление производится следующим образом: подкладка 3 кладется в нужном положении на корпус 1, после чего резец 6 вставляется с необходимым вылетом в отверстие зажимного болта 2, который вместе с резцом пропускается через



Фиг. 134. Державка № 22 (1 вариант)



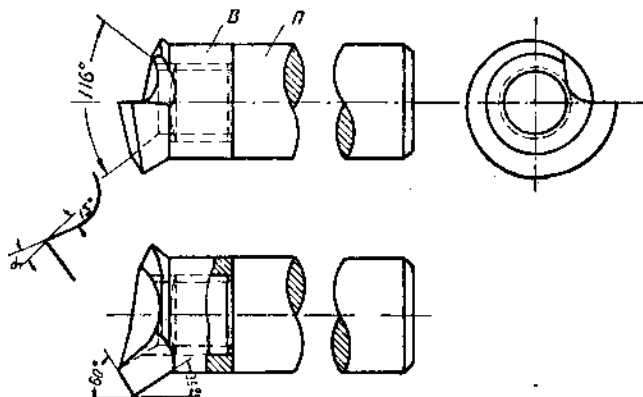
Фиг. 135. Державка № 22 (2 вариант)

подкладку 3 и корпус 1; после этого на болт одевается сферическая шайба 4 и гайкой 5 производится окончательное закрепление.

Державка № 21. Конструкция державки, представленной на фиг. 133, отличается некоторой сложностью, так как изготовление дугообразного резца 2 и соответствующего паза для него несколько затруднительно. Небольшая ширина этой державки делает ее удобной для обработки разных выточек, а также дает возможность выполнять проходные работы в двух направлениях (к передней или к задней бабке), чему, в свою очередь, способствует и конструкция резца, имеющего на верхней грани выемку, стороны которой наклонены под углом в 16° .

Закрепление резца 2 в корпусе 1 осуществляется с помощью накладки 3, зажимаемой сверху прижимным винтом 4. Боковое смещение резца невозможно, благодаря наличию уступа *a* в корпусе державки.

Державка № 22. Державка, изображенная на фиг. 134 и 135, может быть двух вариантов. Наиболее сложную основную часть державки представляет резец. Резец — тангенциальный, довольно сложной формы. Закрепление его в державке производится посредством зажимной накладки, притягиваемой болтом. Во избежание возможного перемещения резца вниз под действием силы давления резания — между ним и державкой помещен шуруп, резьба которого препятствует такому перемещению.



Фиг. 136. Державка № 40

К числу преимуществ этой державки следует отнести длительный срок службы резца, а главным образом — возможность регулировать высоту установки резца относительно линии центров токарного станка. Установка резца по высоте производится с помощью указанного шурупа, который служит для удержания резца. Этот шуруп зажимается в неподвижном положении с помощью зажимного винтика.

Державка эта отличается сложностью и трудностью изготовления. Резец ее, имеющий фасонную форму, требует довольно сложной механической обработки и даже нарезки резьбы.

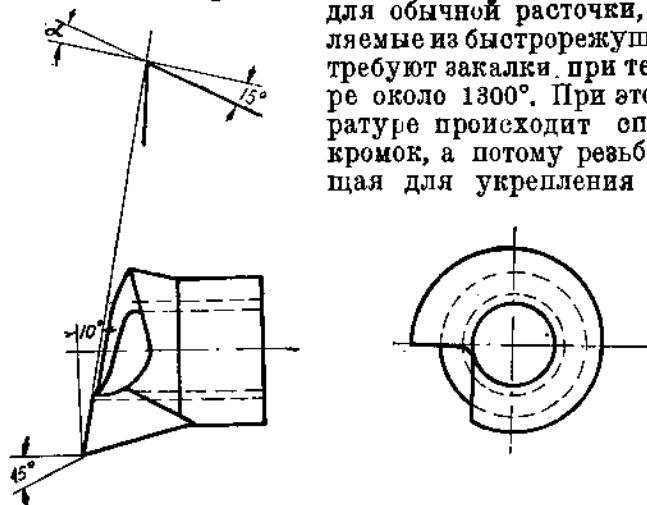
Второй вариант этой державки мало отличается от первого, имея перед ним лишь некоторое преимущество в меньшей сложности профиля резца.

Державки для расточных работ. Державка № 40. Державка, выпускаемая фирмами Fritz Werner и Berfi, весьма остроумна по своей конструкции: на крутом стержне (А) на резьбе укрепляется резец (В) со спиральным винтовым зубом (фиг. 136).

Эта державка может применяться для расточки сквозных и глухих отверстий (резец для глухих отверстий представлен на фиг. 137), а также для нарезания резьбы с помощью опеци-

альных резцов (фиг. 138), изготавливаемых отдельно для метрической и отдельно для дюймовой нарезки.

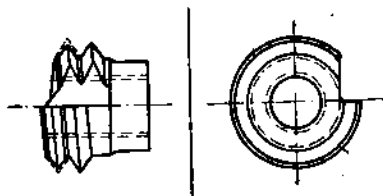
В процессе испытаний державка показала себя достаточно жесткой и удобной в работе. Однако эту державку можно рекомендовать лишь для нарезки внутренней резьбы, так как резцы для обычной расточки, изготовляемые из быстрорежущей стали, требуют закалки при температуре около 1300° . При этой температуре происходит сплавление кромок, а потому резьба, служащая для укрепления резца на



Фиг. 137. Резец для расточки глухих отверстий

штанге, после закалки будет расплавлена. Вследствие этого закалку приходится производить при более низкой температуре, но тогда быстрорежущая сталь не обладает в полной мере красностойкостью и резец теряет в своей производительности.

Так как нарезка резьбы производится при низких скоростях резания, то высокая производительность резца для этой работы не обязательна.



Фиг. 138. Резец к державке № 40 для нарезки резьбы

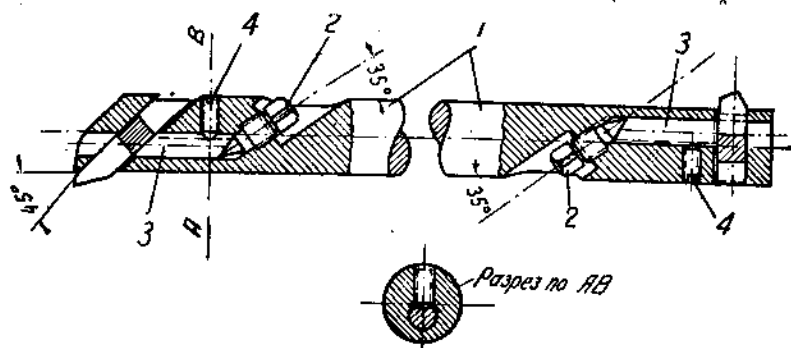
Державка № 41. Державка, представленная на фиг. 139, состоит из штанги 1, в обоих концах которой проделаны квадратные отверстия — одно под прямым углом к оси штанги, а другое под углом в 45° . Резцы из быстрорежущей стали укрепляются в штанге посредством нажимных шурупов 2, наклоненных к оси

державки под углом 35° и передающих давление резцу посредством штифтов 3. Шурупы эти зажимаются специальным торцевым ключом.

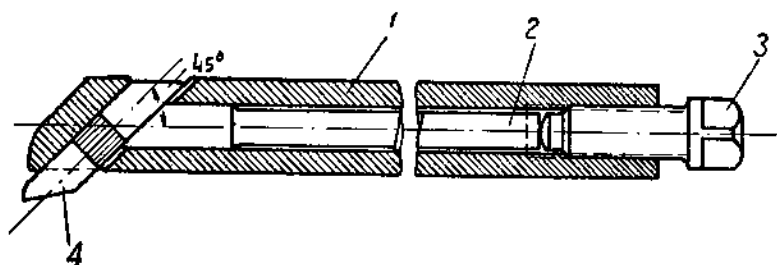
После того, как резец зажат, зажимные штифты, во избежание отхода резца во время работы, еще дополнительно зажимаются шурупами 4.

Однако, как показали исследования, зажим резца недостаточно надежен и резцы во время работы отходят, вследствие чего державка эта для применения на наших заводах рекомендована быть не может.

Державка № 42. Державка, представленная на фиг. 140,



Фиг. 139. Державка № 41



Фиг. 140. Державка № 42

имеет круглый корпус 1, расточенный внутри до отверстия под резец. Корпус изготовляется из машиноподелочной стали и закаливается. Резец 4 зажимается в державке посредством нажимного штифта 2, конец которого скошен под углом в 45° , и нажимного винта 3.

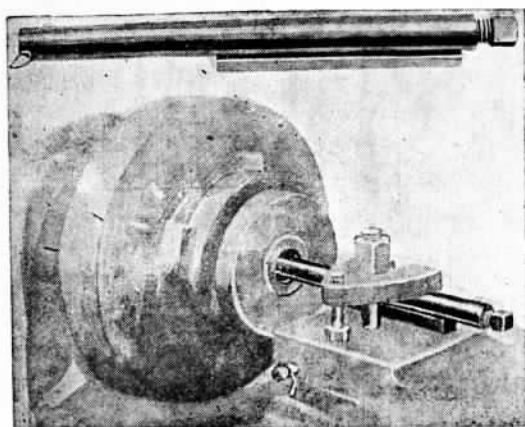
Державкой можно производить обдирку, чистовую расточку и кроме того нарезание резьбы, для чего требуется специально заточенный резец.

Для прочного закрепления державки в суппорте станка служит подкладка с призматической выемкой, в которую вкладывается державка. Закрепление державки на станке показано на фиг. 141.

Державка № 7. Державка, изображенная на фиг. 142, отличается простой конструкцией. Все отверстия в корпусе имеют цилиндрическую форму, что упрощает процесс ее изготовления. Закрепление резца 4 в корпусе 1 достигается при помощи подкладки 2, снабженной накаткой (также, как и резец), и

клина 3. Наличие накатки на подкладке 2 и резце 4 уменьшает опасность скольжения последнего. Резец изготавливается из круглой быстрорежущей стали.

К недостаткам этой державки следует отнести необходимость

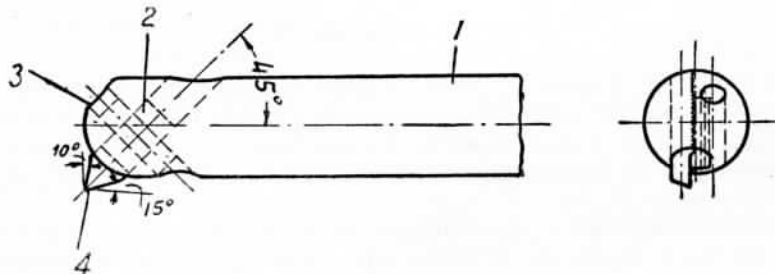


Фиг. 141. Закрепление на станке державки № 42

весьма аккуратного обращения с клиновым зажимом, а также и то обстоятельство, что в процессе изготовления резца он должен подвергаться термической обработке. Кроме того, благодаря специальной обработке (строжка и накатка), резец не может быть быстро заменен другим и в случае его поломки или изнашивания державка выходит из строя до изготовления нового резца.

Державка № 48. На фиг. 143 показана конструкция державки, предназначенной для закреп-

ления крупных расточных борштанг в супортах станков. Она состоит из двух призм, сжимаемых винтами. Нижняя призма снабжена хвостом для закрепления в резцедержателе супорта. Меняя длину зажимных винтов, можно расширить пределы зажимаемых диаметров.

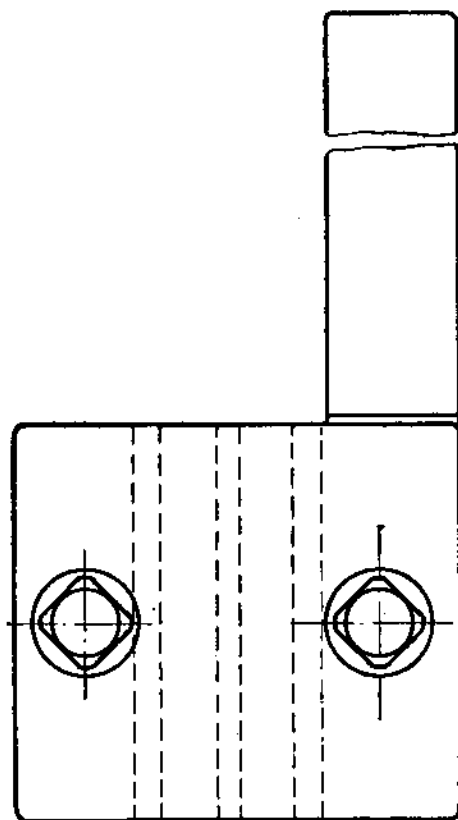
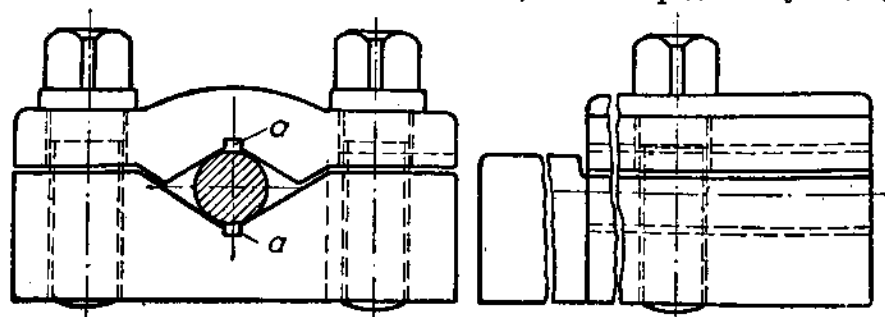


Фиг. 142. Державка № 7

Недостатком этой конструкции является прямоугольная форма канавок (а), могущая при термической обработке вызвать трещины и поломку державки, что и имело место при произведенных нами испытаниях.

Державка № 49. Державка, представленная на фиг. 144, служит для той же цели, что и предыдущая. Она состоит из двух одинаковых призм, причем в зависимости от размеров резцедер-

жателя употребляют или одну, или обе призмы. Закрепление осуществляется посредством прижимных болтов резцедержателя. Недостатком этой конструкции также, как и предшествующей,



Фиг. 143. Державка № 48

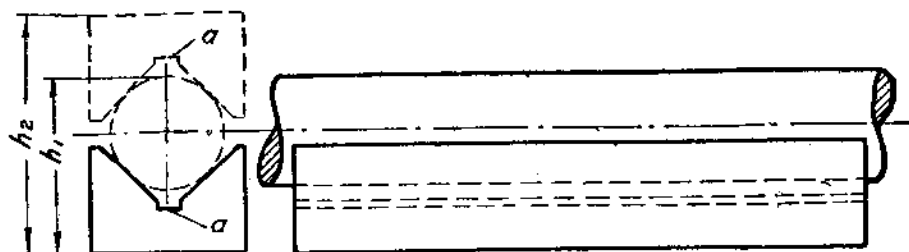
является прямоугольная форма канавок (а), которая может вызвать появление закалочных трещин.

Державки для отрезных работ. Державка № 50. Державка, изображенная на фиг. 145, состоит из следующих частей: корпуса 1, в который вкладывается фасонный резец 3, прокладки 2, помещаемой между корпусом и резцом; фасонного болта 5 с гайкой 6, при помощи которого через промежуточную накладку 4 производится зажим резца, и шайбы 7, помещаемой между гайкой 6 и корпусом 1.

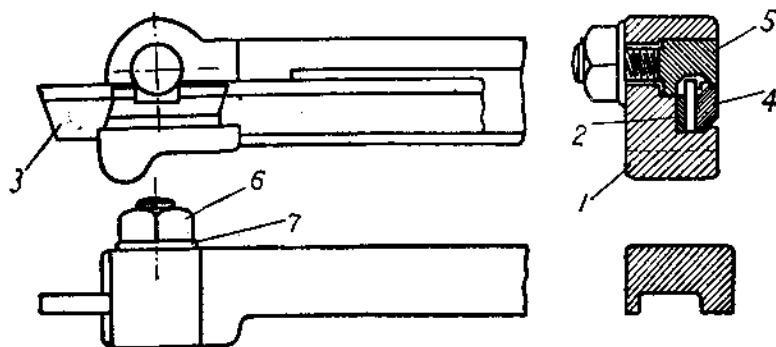
Сложная форма корпуса затрудняет и удорожает процесс изготовления этой державки, а наличие прокладок ослабляет действие винтового зажима. Как выяснилось в испытаниях державки, даже при небольшом сечении стружки зажим в работе сдает. Фасонная форма резца требует механической и термической обработки.

Державка № 52. Державка, представленная на фиг. 146, имеет очень простую конструкцию. Она состоит из корпуса 1, в котором посредством шурупа 3 закрепляется резец 2. Все детали имеют простую форму, удобную

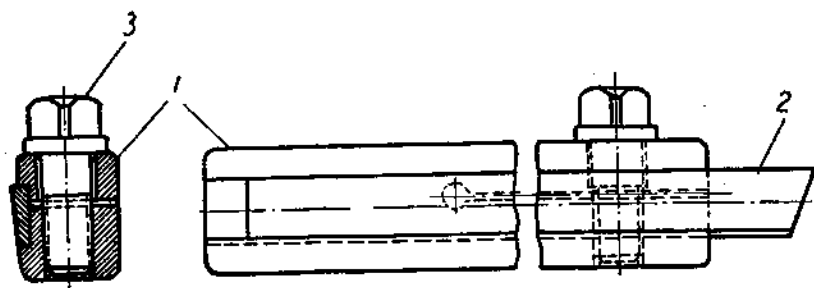
для изготовления. Корпус снабжен пружинящим прорезом, благодаря чему достигается возможность быстрого и надежного закрепления резца в любом положении.



Фиг. 144. Державка № 49



Фиг. 145. Державка № 50

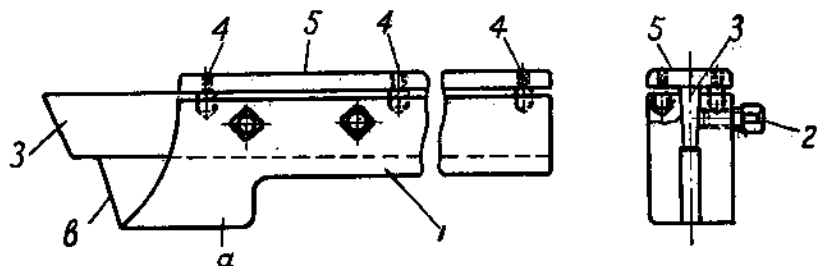


Фиг. 146. Державка № 52

Недостатком этой конструкции является то, что резец находится с правой стороны корпуса, так как это затрудняет отрезку в патроне.

Державка № 53. Державка, изображенная на фиг. 147, состоит из корпуса 1, в котором прижимными винтами 2 крепится резец 3, и накладки 5, положение которой относительно корпуса фиксируется установочными штифтами 4.

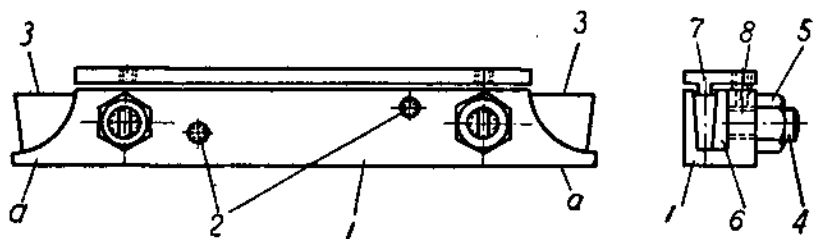
Наличие у корпуса выступов *a* и *b* (особенно последнего) придает резцу большую жесткость, так как при малых вылетах он имеет опору по всей длине, а при больших лишь незначительно выступает за опору. Достигается это тем, что выступ *b*



Фиг. 147. Державка № 53

имеет незначительную ширину (не превосходящую ширины резца), благодаря чему может легко входить в сделанный резцом надрез.

При испытаниях эта державка показала наименьшие вибрации в сравнении со всеми остальными из испытанных отрезных державок, что полностью подтверждает вышесказанное.



Фиг. 148. Державка № 54

Однако при всех своих преимуществах описываемая державка обладает следующими недостатками:

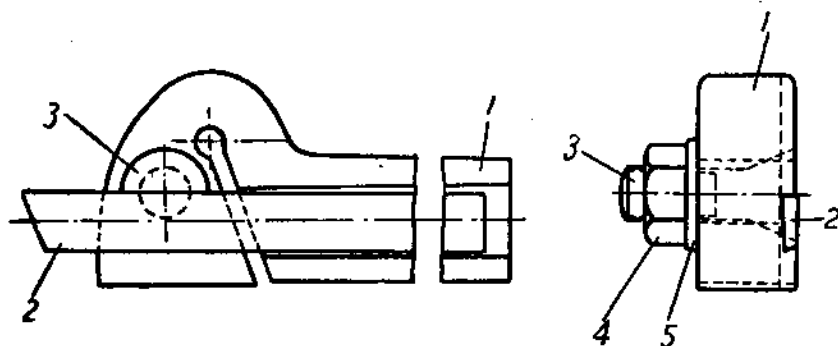
1. Благодаря клиновидной форме, резец заклинивается в корпусе и может быть передвинут лишь с приложением значительного усилия.

2. Криволинейный переход между частями *a* и *b* корпуса затрудняет изготовление державки. Без ущерба для работы державки переход этот может быть заменен прямолинейным, что даст возможность корпус полностью изготавливать на шепинге, тогда как в настоящей конструкции необходима фрезеровка переходной кривой.

Как державка, обладающая все же сравнительно несложной конструкцией и дающая малые вибрации, она рекомендуется для применения на наших заводах.

Державка № 54. Державка, представленная на фиг. 148, состоит из следующих частей: корпуса 1, направляющих штифтов 2, резца из быстрорежущей стали 3, прижимных винтов 4, зажимных гаек 5, подкладки для резца 6, верхней накладки 7, установочных (контрольных) штифтов 8.

Державка — двухсторонняя; корпус — корытообразной формы и снабжен на концах выступами а, благодаря которым резец получает опору вблизи от лезвия и, вообще, большую опорную поверхность, что обуславливает жесткое закрепление резца. Это положение полностью подтвердилось испытаниями, в которых описываемая державка дала небольшие вибрации. Закрепление резца производится следующим образом.



Фиг. 149. Державка № 55

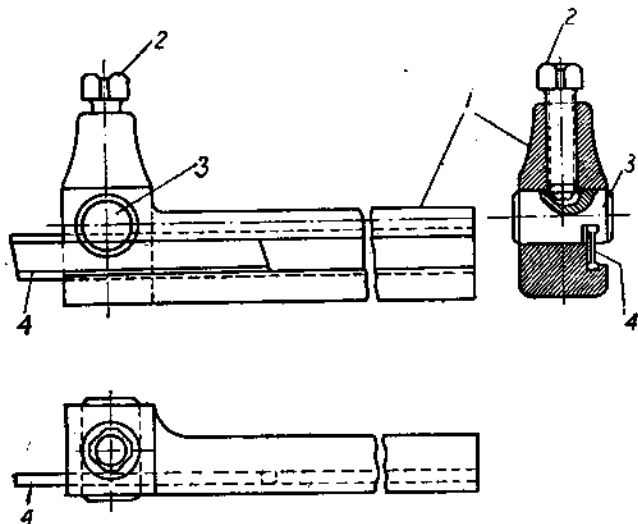
Резец 3 сдвигается относительно подкладки 6 на длину, обеспечивающую необходимый вылет резца, и вместе с подкладкой вкладывается в корпус державки 1. При этом подкладка 6 должна быть приведена в такое положение, чтобы отверстия для направляющих штифтов 2 в корпусе державки и в подкладке совпали. После этого положение подкладки фиксируется завинчиванием направляющих штифтов и подкладка вместе с резцом зажимается прижимными винтами 4, которые затем стопорятся гайками 5. Сверху накладывается верхняя накладка 7, положение которой фиксируют установочные штифты 8. Прижим верхней накладки к резцу, т. е. зажатие резца с верхней стороны производится прижимными болтами резцедержателя супорта.

Недостатком державки является криволинейное очертание выступов а корпуса, которое затрудняет изготовление державки и без ущерба для ее работы, как и в предыдущей державке, может быть сделано прямолинейным.

Эта державка, как отличающаяся простой конструкцией и дающая небольшую величину вибрации, рекомендуется для применения на наших заводах.

Державка № 55. Державка, показанная на фиг. 149, состоит из пружинящего корпуса 1, в котором посредством зажимного болта 3 с конической головкой закрепляется резец 2 из быстрорежущей стали. Закрепление производится затягиванием шестигранной гайки 4. Между гайкой и корпусом помещена шайба 5. Закрепление резца достаточно солидное.

Державка № 56. Державка, изображенная на фиг. 150, состоит из корпуса 1, в котором посредством зажимного винта 2 и клина 3 крепятся резец из быстрорежущей стали 4.



Фиг. 150. Державка 56

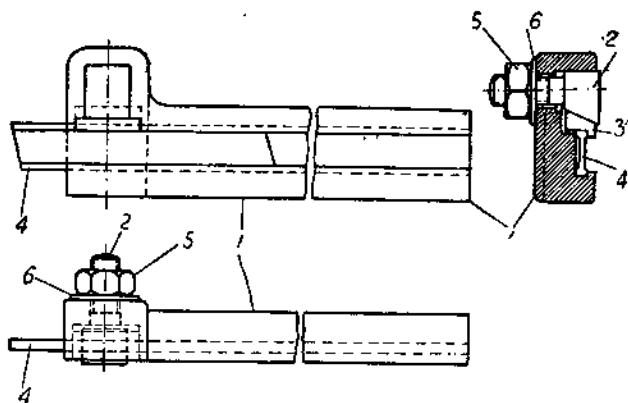
Резец имеет специальную двутавровую форму и в процессе изготовления нуждается в механической и термической обработке.

Основным недостатком этой державки является слабость винтового зажима, который, как показали опыты, сдает, во время работы даже при небольшом сечении стружки. Вследствие этого для применения на наших заводах державка рекомендована быть не может.

Державка № 57. Державка, представленная на фиг. 151, состоит из следующих частей: корпуса 1, зажимного винта 2, зажимного клина 3, резца из быстрорежущей стали 4, шестигранной гайки 5 и шайбы 6.

Форма корпуса 1 отличается значительной сложностью, что затрудняет его обработку и увеличивает стоимость изготовления державки. Призматическая головка зажимного винта 2 также усложняет ее обработку.

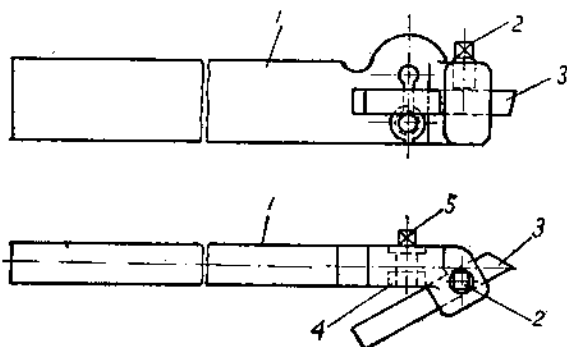
Резец 4 имеет специальную двутавровую форму и нуждается в механической и термической обработке.



Фиг. 151. Державка № 57

Основным недостатком описываемой державки является выявившаяся в процессе испытания слабость клинового зажима, который даже при небольшом сечении стружки сдает при работе. Вследствие этого державка не может быть рекомендована для применения на наших заводах.

Державки для нарезания резьбы. Державка № 60. Описываемая державка предназначена в основном для нарезания наружной резьбы, однако при соответствующем резце может быть применена и при проходных работах. Состоит она из следующих частей



Фиг. 152. Державка № 60

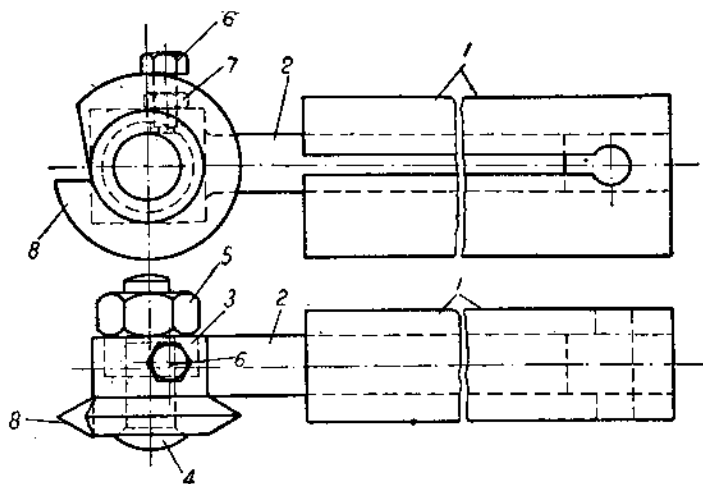
(фиг. 152): пружинящего корпуса 1, зажимного болта 2, резца из быстрорежущей стали 3, круглой гайки с отрезком 4 и зажимного винта 5.

К державке прилагается специальный ключ для зажима винтов, что в известной степени гарантирует от чрезмерных усилий при их зажатии.

Особенностью этой державки является то, что она может работать и как пружинящая, и как жесткая. Достигается это посредством гайки 4 и винта 5. При затянутом винте державка работает, как жесткая; при отпущенном — как пружинящая.

Быстрое и надежное закрепление резца 3 достигается зажатием винта 2.

Державка № 61. Державка, изображенная на фиг. 153, состоит из следующих частей: пружинящего корпуса с прорезом 1,



Фиг. 153. Державка № 61

стержня с квадратной головкой 2, упорной шайбы 3, оси для резца и шайбы 4, гайки оси 5 упорного винта 6, контргайки к нему 7, и круглого (дискового) резца из быстрорежущей стали 8.

Закрепление резца и державки производится следующим образом. Резец 8 одевается на шпонке на ось 4, а последняя вставляется в отверстие квадратной головки стержня 2. Затем на ось одевается упорная шайба 3 в таком положении, чтобы зубцы ее совпали с выемками на оси, а шлиц пришелся под отверстием для упорного винта 6. После этого ввинчивается упорный винт с предварительно одетой на него контргайкой 7, которой и фиксируется положение упорного винта. Окончательное закрепление резца производится затягиванием гайки 5. Стержень 2 с закрепленным в нем резцом вводится в соответственном положении в отверстие корпуса 1 и все вместе закрепляется прижимными винтами резцедержателя.

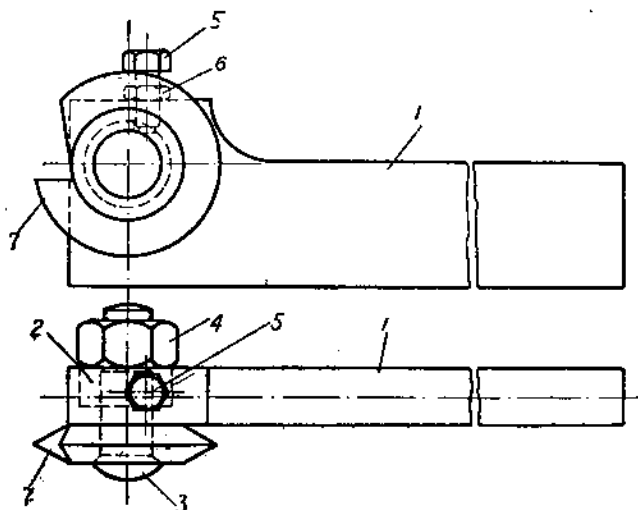
Достоинством этой державки является круглый резец, обеспечивающий при переточках неизменность профиля (заточка производится только с передней грани). Благодаря повороту стержня 2 в корпусе, получается возможность нарезать крутые резьбы.

Одновременно следует отметить сложную форму отдельных деталей державки, в особенности оси 4 и шайбы 5.

Державка № 62. Державка, представленная на фиг. 154, состоит из следующих частей: корпуса 1, упорной шайбы 2, оси для резца и шайбы 3, гайки оси 4, упорного винта 5,

контргайки к нему 6 и круглого (дискового) резца из быстрорежущей стали 7.

Закрепление резца производится следующим образом. Резец 7 одевается на шпонку на ось 3, которая затем вставляется в отверстие корпуса 1. Затем на ось насаживается шайба 2 в таком положении, чтобы зубцы на оси и соответствующие выемки в шайбе прились друг против друга и чтобы шлиц упорной шайбы пришелся под концом упорного винта



Фиг. 154. Державка № 62

5, который после этого затягивается и крепится контргайкой 6. Окончательное закрепление резца производится зажатием гайки 4.

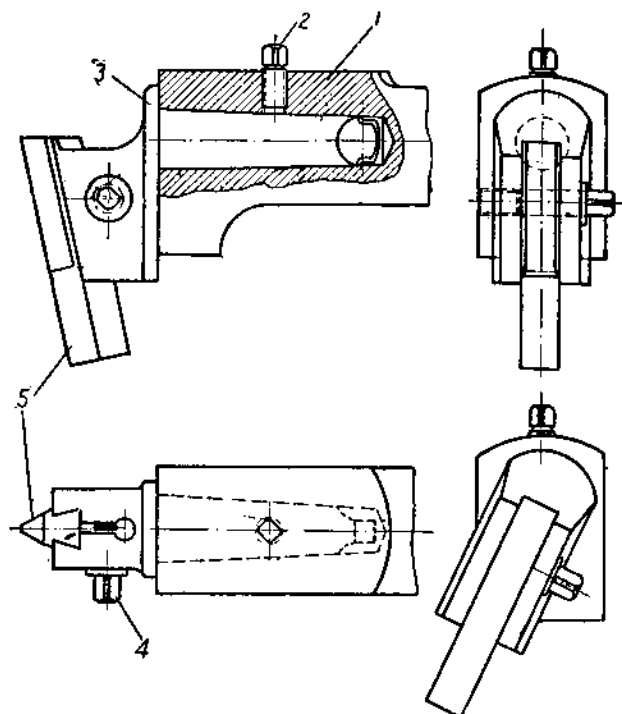
Преимуществом этой державки является: с одной стороны — жесткое закрепление резца, а с другой — круглая форма его, сохраняющая свой профиль при переточке, так как заточка производится только с передней грани.

Следует, однако, отметить, что жесткое закрепление резца в этой державке обусловлено сложной обработкой зубцов шайбы 2 и оси 3, что следует отнести к недостаткам конструкции.

Державка № 63. Державка, представленная на фиг. 155, состоит из следующих частей: корпуса 1, зажимного винта резцедержателя 2, резцедержателя с коническим хвостом 3, зажимного винта для резца 4 и резца из быстрорежущей стали 5.

Особенностью этой державки является возможность точной установки бокового наклона резца, т. е. угла подъема резьбы. Это достигается поворотом резцедержателя 3 в корпусе 4, причем против риски на корпусе устанавливается соответствующее деление шкалы резцедержателя. Вертикальное передвижение резца дает возможность обойтись без подкладок.

Резец 5 затачивается только с передней грани, что обеспечивает постоянство профиля при повторных заточках и должно быть отнесено к числу преимуществ описываемой державки. Недостатком ее следует считать то, что изготовление и пригонка конического хвоста резцедержателя 3 и отверстия для него в корпусе 1 требуют весьма тщательной обработки и усложняют процесс изготовления державки.



Фиг. 155. Державка № 63

Закрепление резца производится следующим образом: резец 5 вставляется в резцедержатель и зажимается в нужном положении винтом 4, после чего резцедержатель с закрепленным в нем резцом вставляется коническим хвостом в отверстие корпуса 1, поворачивается по шкале на необходимый угол и окончательно закрепляется винтом 2.

Испытание державок. Все разобранные выше державки были изготовлены в лаборатории УНИИМаш'а и там же испытаны под руководством автора.

Целью испытаний было выявление наиболее целесообразных и практически приемлемых конструкций державок.

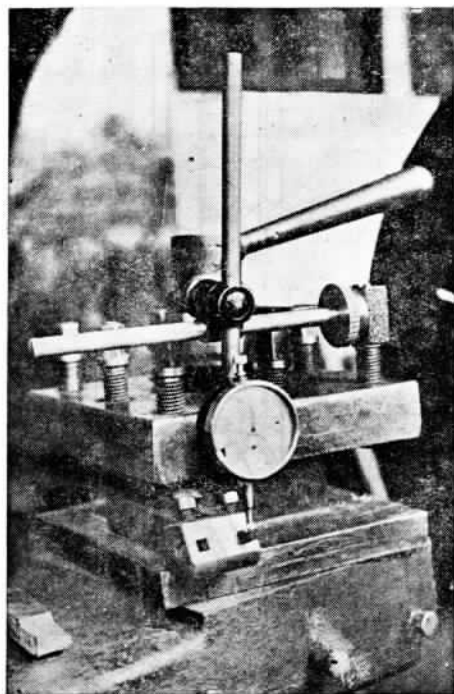
Критериями оценки качества державок являлись: 1) величина вибрации (дрожания) во время работы; 2) прочность крепления резца в державке.

Кроме того по каждому отдельному типу державок выявлялись характерные моменты, отмеченные в описании исследования.

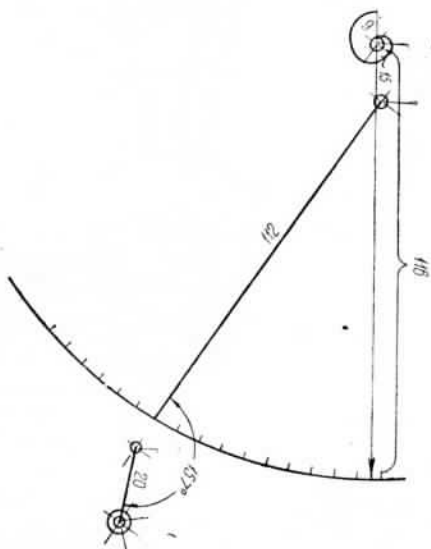
Методика испытаний. Определение величины вибраций державок производилось путем замера ее относительно супорта станка во время работы.

Испытание производилось на обдирочном токарном станке с трехступенчатыми шкивом и перебором.

Болванка из стального литья, на которой производилось исследование, имела размеры: $l=850$; $d=170$ и твердость по Бринеллю $H=150$.



Фиг. 156. Установка индикатора при исследовании державок



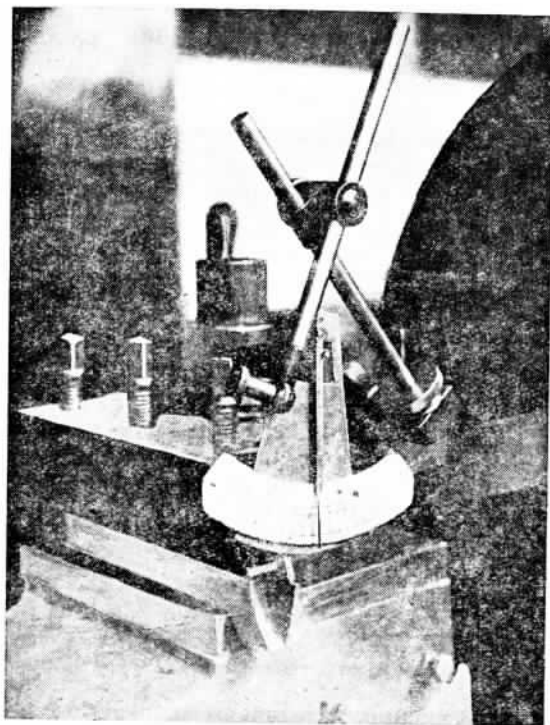
Фиг. 157. Схема рычажного индикатора

Величина вибраций замерялась с помощью индикатора фирмы Цейс, который укреплялся на штативе на супорте станка и подводился к резцу или державке (фиг. 156). Колебания державки таким образом передавались индикатору и стрелка отмечала величину колебаний, которая и явилась величиной, характеризующей жесткость державки.

Этот метод замера применялся лишь для проходных и резбовых державок; при испытании же державок отрезных и расточных колебания оказались столь значительными, что механизм индикатора их не выдерживал и индикатор весьма быстро приходил в негодное состояние.

Ввиду этого пришлось сконструировать и изготовить в лаборатории Института более прочный рычажный индикатор, схема которого приведена на фиг. 157.

Установка рычажного индикатора производилась аналогично индикатору Цейса, на том же штативе на супорте станка (фиг. 158).



Фиг. 158. Установка рычажного индикатора

Проверка заточки резцов производилась на угломере Симона, а установка на соответствующий угол в плане — с помощью универсального угломера фирмы Цейс.

Исследование проходных державок. Заточка резцов при исследовании была следующая: передний угол $\beta = 15^\circ$; задний угол $\gamma = 8^\circ$; угол заострения $\delta = 67^\circ$; угол подъема $\lambda = 3^\circ$; угол в плане $\varphi = 35^\circ$. Материал резцов — быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ.

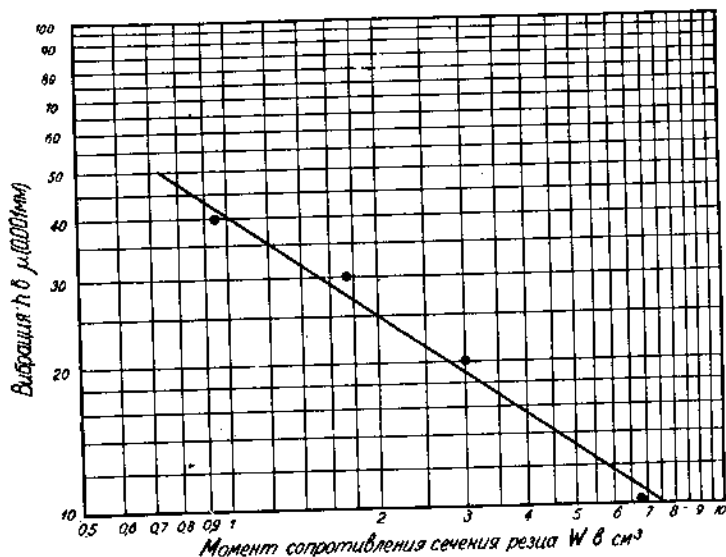
Величина вылета резца относительно державки была установлена в 15 мм, а величина вылета самой державки — 50 мм.

Число оборотов станка было $n = 22,5$, что при диаметре болванки, равном $d = 170$, давало скорость резания
$$\frac{3,14 \cdot 170 \cdot 22,5}{1000} = 12,9 \text{ м/мин.}$$

Подача была установлена $s=0,4$ мм; глубина резания $t=1,0$ мм. Таким образом, сечение стружки при работе было $f=st=1 \cdot 0,4=0,4$ мм².

Во время исследования выявились следующие отдельные моменты:

- 1) вибрация державок;
- 2) вибрация наварных резцов сечений $10 \cdot 16$; $16 \cdot 25$; $20 \cdot 30$ и $25 \cdot 40$;
- 3) стойкость державок при разной величине вибрации, т. е. влияние величины вибрации на стойкость резца (период резания).



Фиг. 159. Зависимость величины вибрации от момента сопротивления сечения резцов и державок

В результате испытаний по первым двум пунктам было выявлено, что наилучшие показатели в смысле жесткости имеют державки: № 12, 18, 13, 16, 17, 19 и 21. Некоторые державки выявили недостаточно жесткое закрепление резца, а именно державки: № 20, 22, (оба варианта), из-за чего, безусловно, не могут быть рекомендованы для применения на наших заводах.

Данные исследований по третьему пункту обработаны в двойной логарифмической сетке и показаны на фиг. 159, 160, 161.

Как видно из приведенной на фиг. 159 зависимости величина вибрации обратно пропорциональна моменту сопротивления сечения резца в степени 0,75 и прямо пропорциональна вылету резца (или державки) в степени 1,5 (фиг. 160).

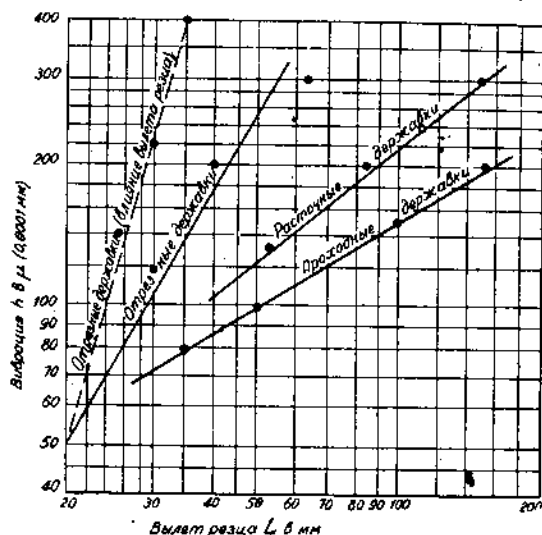
Фиг. 161 дает зависимость стойкости резца от величины вибрации, причем оказывается, что усиленное дрожание очень

сильно влияет на стойкость резца. Кривая рисунка соответствует уравнению

$$T = \frac{H}{h^{1,5}}, \quad (59)$$

где T — период резания; H — коэффициент, зависящий от условий резания; h — вибрация в 0,001 мм.

Исследование отрезных державок. Заточка резцов при исследовании была следующей: передний угол $\beta=0$, задний угол $\gamma=12^\circ$, угол заострения $\delta=78^\circ$. Величина вылета резца — 20 мм, державки — 65 мм. Материал резцов — быстрорежущая сталь



Фиг. 160. Зависимость величины вибрации от вылета державок

„Молния“ ЭМ. Число оборотов станка — 22,5 в минуту. Начальный диаметр отрезки — 176 мм, конечный — 146 мм, что давало скорости резания от $v_{\max}=12,43$ м/мин до $v_{\min}=10,3$ м/мин. Подача была установлена $s=0,25$ мм/об, что при ширине резца $b=4$ мм давало сечение стружки: $f=bs=0,25 \cdot 4=1,0$ мм².

Во время исследования выявились следующие отдельные моменты:

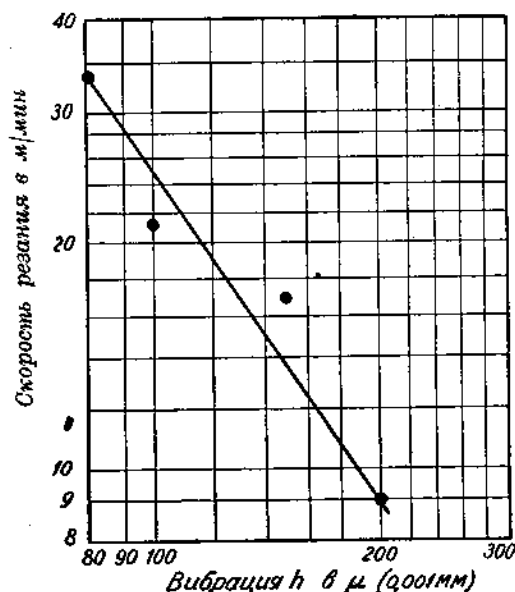
- 1) вибрация державок;
- 2) влияние величины переднего угла на величину вибраций (испытывались углы $\alpha=0^\circ, 8^\circ, 15^\circ, 25^\circ$);
- 3) влияние величины вылета резца и державки на величину вибраций;
- 4) влияние высоты установки режущего лезвия относительно линии центров на величину вибраций (испытывались высоты: 2,5; 5; 7 и 9 мм ниже центра).

Что касается влияния на величину вибраций установки относительно линии центров (пункт 4), то, как видно из приведенной фиг. 162, кривая зависимости имеет параболический характер с явно выраженным минимумом.

Наилучшие результаты получены при положении лезвия ниже линии центров на 5 мм, т. е. наименьшие вибрации получались при

$$x = \frac{-5}{176} D = -0,03 D, \quad (60)$$

где D — начальный диаметр отрезки.



Фиг. 161. Зависимость периода резания от величины вибрации

Как явствует из данных исследования, наилучшими (наиболее жесткими) оказываются державки № 53 и 54. Некоторые державки — № 50 и 56, — как выяснилось, имеют недостаточно жесткое закрепление резца.

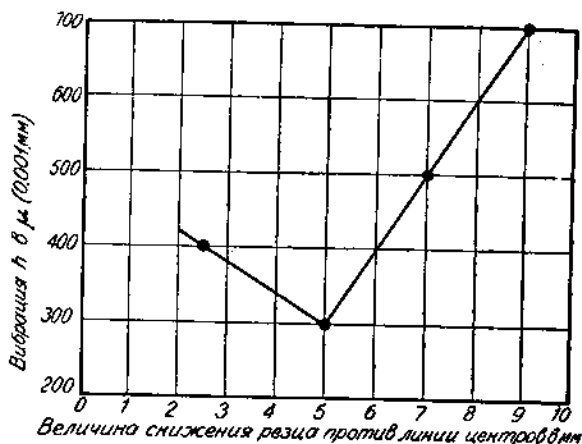
Вообще, из проведенных исследований по проходным и отрезным державкам можно с достаточным основанием сделать вывод, что всякого рода фрикционные зажимы резцов в державках недостаточны. Поэтому для резцовых державок можно рекомендовать, как наиболее надежный, зажим с помощью зажимных болтов; он же является одновременно и более простым и дешевым.

Результаты испытаний обработаны в двойной логарифмической сетке и приведены на фиг. 160. По этим данным между максимальной амплитудой колебания резца и вылетами его и державки существует следующая линейная зависимость:

$$h = HL^{1,75} \quad (61)$$

$$h = H_1 l^{2,5} \quad (62)$$

где h — максимальная амплитуда колебаний резца; H и H_1 — коэффициенты, зависящие от условий резания; L — вылет державки; l — вылет резца.



Фиг. 162. Зависимость величины вибрации от установки отрезных державок по центру

Из этих уравнений можно сделать вывод, что увеличение вылета как резца, так и державки сильно сказывается на величине вибраций (значительно сильнее, чем при проходных работах), причем увеличение вылета резца сильнее сказывается, чем увеличение вылета державки.

Исследование расточных державок. Заточка резцов при исследовании в расточных державках была следующая: передний угол $\beta = 12^\circ$, задний угол $\gamma = 12^\circ$; угол заострения $\delta = 66^\circ$, угол установки резца в плане $\varphi = 35^\circ$. Величина вылета резца — 20 мм, державки — 110 мм. Число оборотов станка — 22,5 в минуту, что при среднем диаметре расточки $d = 108$ мм давало среднюю скорость резания $v = \frac{\pi \cdot 108 \cdot 22,5}{100} \cong 7,63$ м/мин. Подача была установлена $s = 0,4$ мм/об. Глубина резания $t = 0,5$ мм. Отсюда сечение стружки $f = st = 0,2$ мм².

Во время исследования выявлялись следующие отдельные моменты:

- 1) вибрация державок и
- 2) влияние величины вылета державки на величину вибраций.

В результате исследований выявлено, что наилучшими в смысле жесткости являются державки: № 40, 42, 43; державка же № 41 имеет недостаточно жесткое крепление резца.

Вспомогательные державки № 48 и 49 по существу почти одинаковы и особых преимуществ одна перед другой не имеют. Зажим, как показали исследования, у обоих надежный, но державка № 48 является более простой и более дешевой.

Результаты испытания по второму пункту обработанные в двойной логарифмической сетке, показаны на фиг. 160, из которой видно, что у расточных державок вылет несколько сильнее сказывается на вибрации, чем у проходных, и несколько слабее, чем у отрезных. Влияние вылета на вибрацию у расточных резцов определяется формулой,

$$h = HL^{0,8}, \quad (63)$$

где L — вылет державки, а H — коэффициент, зависящий от условий резания.

Нормали державок, показавших во время исследования хорошие качества, приведены в приложениях.

ГЛАВА IV

ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕЗЦОВ

I. Заготовка материала

Чтобы изготовить резец требуемого размера, прежде всего нужен материал соответствующей марки, поперечного сечения и длины. Так как заводы обычно изготавливают инструментальную сталь длинными полосами, то от полосы приходится отрезать нужного размера заготовку.

В холодном состоянии это производится пилами или на станках резцами и фрезерами. Если нужный кусок приходится отрубить от полосы, то прежде всего необходимо место отруба нагреть докрасна и только после этого начать рубку зубилом. При изготовлении резцов из тонких полос углеродистой стали можно еще допустить, в виде исключения, холодную рубку, но если нужно отрезать полосу углеродистой стали значительного поперечного сечения, а тем более быстрорежущей стали, то холодная рубка совершенно недопустима. При такой рубке в заготовке появляются вредные напряжения, а иногда и трещины и кроме того теряется много материала.

Поэтому, как правило, не следует надрубать полосу стали зубилом и отламывать от нее в холодном состоянии. Нормальным методом получения нужного размера заготовки является разрезка инструментальной стали в холодном состоянии на ножовочных станках, на круглых пилах либо на специальных отрезных станках.

II. Ковка

При изготовлении цельных резцов сложной формы приходится прибегать к ковке. Эту работу нужно стремиться производить тщательно и по возможности быстро. При выборе температуры началаковки необходимо руководствоваться тем, чтобы конецковки происходил при температуре, лежащей немного выше критической. Продолжать ковку ниже критической температуры не следует, ибо легко можно вызвать появление трещин, которые трудно обнаружить невооруженным глазом, но которые служат началом больших трещин, появляющихся при закалке и делающих инструмент непригодным к работе.

Каждый сорт стали имеет свой наиболее благоприятный интервал температур, в пределах которого должна происходитьковка. Заводы, изготовляющие сталь, обычно указывают эти температуры для каждой марки стали. Данные некоторых заводов приведены в главе о материалах для изготовления резцов.

Если нагревание материала дляковки резцов производят не надлежащим образом, как это часто бывает, то это вредно отзывается на качествековки. Лучше всего нагревание вести в муфельных или электрических нагревательных печах, которые нагревают материал равномерно и не портят его. Ввиду того, что такие печи не всегда имеются, приходится по необходимости пользоваться горном. В этом случае нагревание необходимо производить медленно, поворачивая резец в огне, по временам вытаскивая его из жара для того, чтобы углы и кромки могли в это время несколько охладиться, и прогревая его таким образом до самой середины сечения. Особенно это важно для быстрорежущей стали, так как по сравнению с углеродистой она хуже проводит тепло, благодаря чему оно в ней не так быстро распространяется. Такая задержка в распространении тепла может вызвать местный перегрев стали и ее порчу.

По этой же причине и охлаждение специальных сталей послековки также должно быть по возможности медленным (в песке, золе или теплой печи).

Во времяковки необходимо предохранять сталь от выгорания углерода, для чего она должна быть окружена раскаленным слоем топлива, что предохраняет ее от непосредственного омывания воздухом.

Для получения равномерного пламени в качестве топлива лучше пользоваться древесным углем, так как он отличается наибольшей чистотой сравнительно с другими сортами топлива и легко дает полное сгорание при сравнительно небольшом подводе воздуха. Поэтому сталь, нагреваемая на древесном угле, не будет подвергаться сильному окисляющему действию дутья, могущего служить причиной перегрева или даже пережога ее и уменьшения ее твердости и режущей способности. Кокс или каменный уголь сгорают не так легко, как древесный уголь, а потому требуют более сильного дутья при более высоком давлении, а кроме того они содержат серу, которая может перейти в сталь и очень скверно отразиться на ее качестве, так как, имея большую склонность к соединению с железом, сера во время нагрева образует с ним прочное соединение. Такая сталь становится невосприимчивой к закалке.

Часто наблюдается и такое явление: сера распространяется в стали не равномерно, а участками. Тогда при закалке изделие приобретает твердость во всех частях за исключением участков, загрязненных серой.

Учитывая все это, нагревать резцы в кузнечном горне на каменном угле следует только в случае крайней необходимости и то приняв все меры предосторожности.

Служащее для нагревания топливо должно состоять из кусков одинаковой величины для того, чтобы они могли ложиться плотным слоем и чтобы вдуваемый воздух не попадал, как уже указывалось, прямо на нагреваемый резец. Резец кладут поверх топлива и продвигают в ту часть горна, в которой наименьшая температура. Здесь он остается до тех пор, пока не примет равномерный темнокрасный нагрев (около 650°), после чего его перекадывают ближе к середине огня, где температура выше и где он нагревается окончательно, до надлежащей температуры; к этому времени усиливают дутье.

Важным фактором, влияющим на правильное ведение процессаковки, является также соответствующая данному поперечному сечению сила ударов и, следовательно, мощность молота — при достаточно сильных ударах сталь получает более однородное строение и не требует лишнего числа нагревов. Слишком сильные удары мощного молота по заготовкам малого сечения вызывают разрушения последних — надрывы и т. п., — а, наоборот, под маломощным молотом сталь быстрее охлаждается, деформации распространяются к центру сечения очень слабо и такая сталь с поверхности часто бывает наклепана.

В настоящее время на некоторых заводах для нагревания резцов применяют газовые кузнечные горны. В этих горнах газ можно выпускать понемногу, в связи с чем сталь можно сначала подогреть медленно, а затем быстро довести до требуемой температуры.

Поворотом небольших регулирующих кранов газ и воздух подаются в такой пропорции, что при горении не остается избытка кислорода. Этим устраняется окисление и обезуглероживание стали.

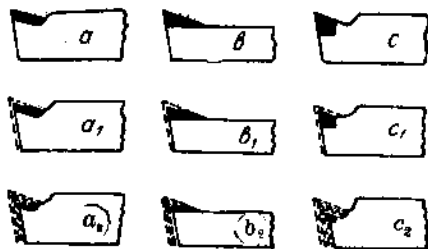
В противоположность обычным кузнечным горнам, где резец прикрывается слоем угля, он здесь во время нагрева виден. Отсутствие дыма дает возможность устанавливать такие горны в инструментальной.

III. Наварка и напайка пластинок

Дороговизна быстрорежущей стали и в особенности ее недостаток побуждают изготовлять в широком масштабе резцы с напайкой или наваркой небольших пластинок из быстрорежущей стали на стержни менее дефицитного материала, обычно из мартеновской стали с сопротивлением разрыву K_2 около 70 кг/мм^2 .

Широко распространенное мнение, что качество составных резцов ниже цельных, нужно отбросить категорически. Если составной резец правильно изготовлен, то он по качеству несколько не уступает цельным; недостатки же составных резцов являются следствием неправильного метода их изготовления. Как на одну из основных причин этих недостатков нужно указать на то, что в качестве материала для пластинок часто

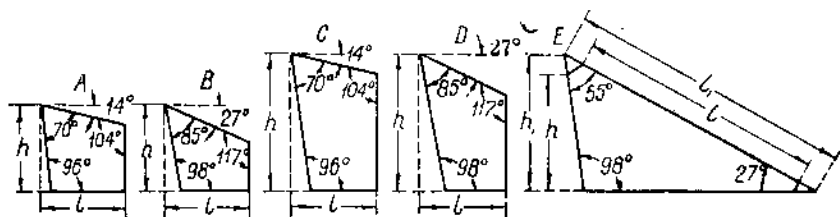
применяются остатки разной быстрорежущей стали неизвестного качества, а также неподходящие профили сортовой быстрорежущей стали, перекованной на нужный размер и часто даже без соответствующего отжига, что весьма неблагоприятно отзывается на качестве быстрорежущей стали. На пластинки следует, конечно, употреблять сталь определенного качества и подходящего сечения, что сводит



Фиг. 163. Формы наварных пластинок

последних наиболее часто применяется форма *c*.

Фигуры a_1 , a_2 ; b_1 , b_2 ; c_1 , c_2 изображают постепенный износ пластинок разной формы при подточках резцов. С точки зрения наибольшего использования пластинок форма *c* оказывается наилучшей. На фиг. 164 представлены стандартные германские пластинки (DIN 771), размеры которых приведены в таблицах 14 и 15. Однако заводы Советского Союза пока изготовляют инструментальные стали только по форме *a*, а потому в нормалах резцов учтены только пластинки этой формы.



Фиг. 164. Износ наварных пластинок

Существуют два метода прикрепления пластинки к резцу: напайка и наварка. Напайка производится медью и имеет тот недостаток, что резцы приходится калий после напайки, вследствие чего температура закалки недостаточно высока (температура плавления меди около 1080° , а потребная для закалки быстрорежущей стали $1250-1320^\circ$). Это обстоятельство сильно понижает качество резца из быстрорежущей стали. В связи с этим напайка себя оправдывает лишь для специальных и самокальных сталей и для карбидов вольфрама, не требующих

термической обработки. Невыгодной стороной напайки является также необходимость производить обдирочную шлифовку над закаленными уже резцами, что может быть избегнуто при применении сварки. Эта шлифовка требует значительной затраты времени и кроме того может привести к отпуску резца, если при шлифовке он будет сильно прижат к шлифовальному кругу.

Таблица 21
Треугольные пластинки Е

№ по порядку	l	h	l_1	h
1	20	10,5	24,1	10,
2	25	12,8	29,1	13,2
3	30	15,1	34,1	15,3
4	35	17,3	39,1	17,7
5	40	19,6	41,1	20
6	45	21,9	49,1	22,3
7	55	26,4	59,1	26,8

Таблица 22
Трапециoidalные пластинки (формы А, В, С и D)

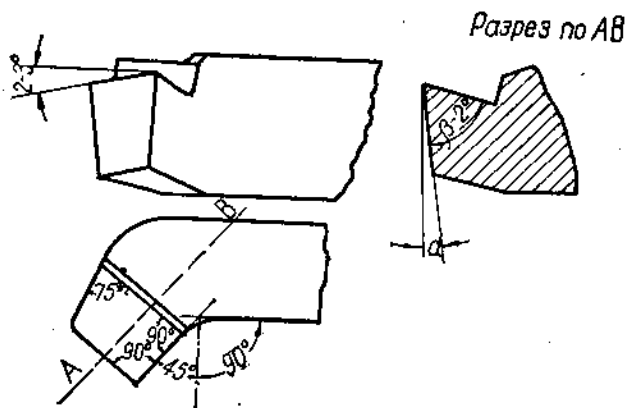
№ по порядку	l	h			
		Форма А	Форма В	Форма С	Форма D
1	6	6	6	10	10
2	8	8	8	12	12
3	10	10	10	16	16
4	12	12	12	20	20
5	16	16	16	25	25
6	20	20	20	30	30
7	25	25	25	40	40

В процессековки резцовых стержней для составных резцов при помощи вырубки зубилом заготавливается площадка для наварки пластинок с приданием ей необходимых углов (фиг. 165).

Углы эти делаются с припуском в $4-5^\circ$ в сторону уменьшения угла заострения с тем, чтобы окончательные углы получить с возможно меньшей шлифовкой пластинки.

Свариваемые поверхности стержня реза и пластинки перед сваркой слегка шлифуются на шлифовальном круге и затем напайваются или навариваются.

В отличие от сварки пайка требует совершенно чистых поверхностей стыка и их плотного прилегания друг к другу. Слой припоя должен быть возможно тонким. Даже незначительный налет жира на поверхностях стыка (например, от прикосновения пальцем) может послужить препятствием к получению хорошего соединения.



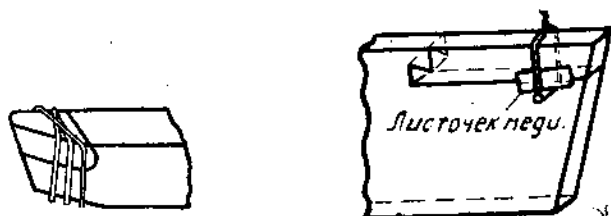
Фиг. 165. Заготовка стержня реза под наварку

Соединение будет тем прочнее, чем тоньше промежуточный слой и чем, следовательно, меньше припоя остается между припаиваемой пластинкой и стержнем реза. Небольшое количество припоя образует с соприкасающимися с ним поверхностями более прочный и однородный сплав.

Способ напайки заключается в следующем: чистая красная медь нарезается небольшими листочками, которые кладутся между припаиваемыми частями либо сверху на шов, в который они стекают при расплавлении, и посыпаются бурой или фосфорной солью. Цель этих примесей — удалить окиси и препятствовать их образованию в процессе пайки.

При пайке нужно обязательно закреплять припаиваемую пластинку в требуемом положении, ибо иначе она может сместиться. Для устранения смещения применяют различные способы закрепления. При некоторых способах оно носит постоянный характер и служит дополнительным средством прикрепления пластинки к стержню. Постоянные соединения делаются чаще всего либо шпильками, либо в виде ласточкиного хвоста. Другие виды закрепления рассчитаны только на время пайки (фиг. 166, 167). Весьма хорошо оправдывает себя на практике закрепление,

изображенное на фиг. 168, главная особенность которого заключается в том, что соединяемые плоскости прижаты друг к другу изогнутой пружиной, притянутой к стержню планкой с прямоугольным отверстием. Дабы, находясь в горне, пружина не отпустила от воздействия высокой температуры, ее нужно оборачивать размоченным асбестовым картоном.



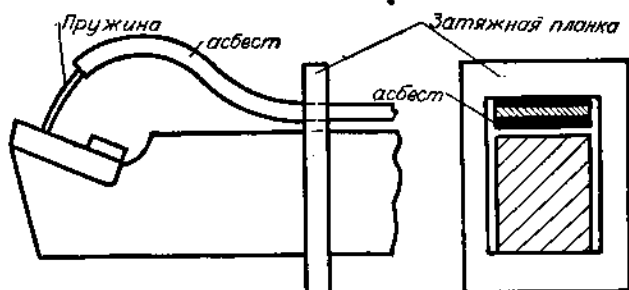
Фиг. 166, 167. Крепление пластинок к стержням при напайке

К числу преимуществ пайки нужно отнести следующее:

1. При пайке отсутствует прессовка, почему привариваемая пластинка не изменяет своей формы от нажатия.

2. Пайка происходит при такой температуре (около 1080°C), которая не вызывает изменений в форме резца. Это особенно важно при изготовлении, например, тонких профильных резцов.

Однако перечисленные выше недостатки напайки заставляют ограничивать область применения ее тонкими фасонными резцами и отрезными резцами, в которых наварку трудно осуществить.



Фиг. 168. Крепление пластинок к стержням при напайке

Наиболее распространенным способом изготовления составных резцов, безусловно, является наварка пластинок. Наварка может быть трех типов: 1) кузнечная наварка в обыкновенных кузнечных или газовых горнах, 2) электросварка на специальных электро-сварочных приборах и 3) автогенная сварка.

Способ кузнечной сварки состоит в следующем:

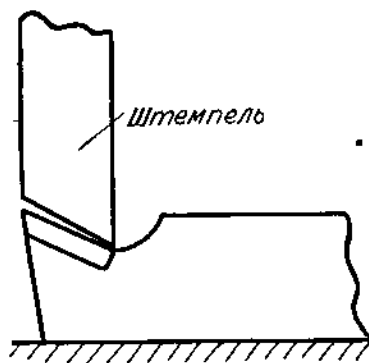
На подготовленный к наварке стержень резца в месте сварки насыпается слой сварочного порошка толщиной в 2—3 мм, сверху помещается пластинка и резец закладывается в горн.

Назначение сварочного порошка заключается в удалении окалины на свариваемых поверхностях. В составе своем порошок имеет главным образом буру, ферро-марганец и железные опилки и кроме того некоторые другие примеси. На некоторых заводах с успехом применяется сварочный порошок следующего состава (по объему):

	%
Опилки высокоуглеродистой стали	15
Толченое стекло	30
Бура	30
Ферро-марганец	12
Сода	5
Канифоль	8
	100

Нагрев реза производится до сварочной температуры, которая в случае, если печь не снабжена пирометром или сварка производится в горне, определяется по светложелтому, почти белому, цвету накала и появлению пузырей на пластинке быстрорежущей стали.

По достижении сварочной температуры резец быстро вынимается из горна и сдавливается под ручным винтовым прессом.



Фиг. 169. Форма штемпеля прессы

Для получения равномерного, достаточно сильного давления по всей поверхности соприкосновения стержня с пластинкой штемпель прессы должен иметь уклон, соответствующий переднему углу реза (фиг. 169), и полностью покрывать пластинку.

После освобождения из под прессы качество сварки проверяется несколькими легкими ударами ручника (фиг. 169). Если пластинка от ударов не отделяется от стержня, то сварку следует считать прочной.

Кузнечная сварка может быть доброкачественной лишь при достаточной опытности и внимательном,

отношении сварщика. В чем должна заключаться эта внимательность, лучше всего разобрать на возможных недостатках такой сварки.

Основным из этих недостатков следует считать недостаточную прочность шва, что чаще всего объясняется следующими причинами:

1. Весьма часто очистка свариваемых поверхностей от окалины перед сваркой производится недостаточно тщательно; при наличии же окалины неминуемо получается слабый шов.

2. При недостаточно сильном давлении при сварке у шва образуются пустоты. Чем грубее пригонка пластинки к стержню,

тем сварка неравномернее и тем, следовательно, большее требуется давление.

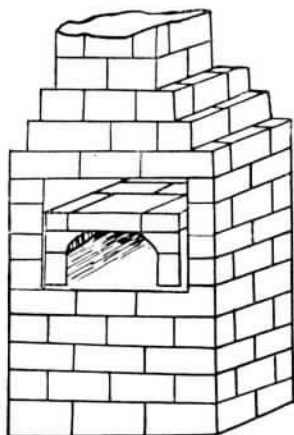


Фиг. 170. Шов при правильной наварке

Правильный сваренный, прочный шов должен иметь вид, представленный на фиг. 170.

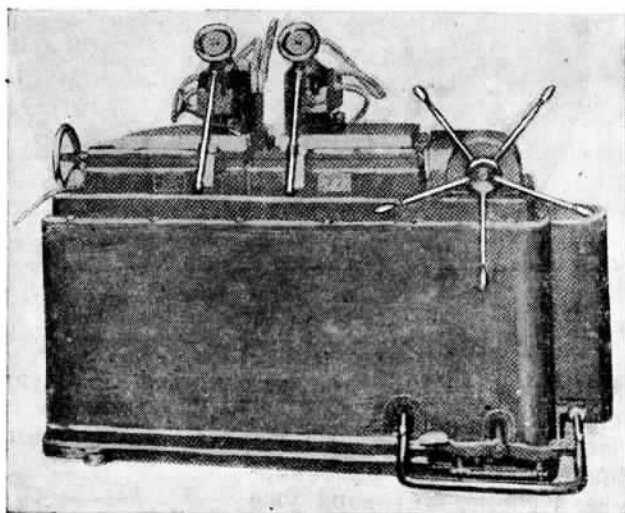
Большое влияние на качество сварных резцов оказывает процесс нагрева. Получение равномерного нагрева в горне, не говоря уже о постоянстве температуры нагрева, требует большой внимательности, опытности, и, вообще, может быть достигнуто с трудом. Вместо горна, целесообразно применять нефтяную печь с двумя небольшими нагревательными пространствами для возможности одновременного подогрева и сварки. Такую печь необходимо снабдить пирометром, ибо вести правильный нагрев, полагаясь лишь на опыт работающего, трудно.

В случае отсутствия нефтяной печи рекомендуется производить нагрев хотя бы в крытом кузнечном горне, специально приспособленном для этой цели (фиг. 171). В нем устроено небольшое гнездо из огнеупорного кирпича, где и производится процесс нагрева. Размер пода гнезда около 350-700 мм при высоте около 150 мм.



Фиг. 171. Крытый горн для наварки

В последнее время в заводской практике для наварки пластинок на резцы часто применяют стыковую электрическую сварку. С помощью электросварки можно получить прекрасное качество прикрепления пластинки даже при недостаточно квалифицированных рабочих. Кроме того при применении электросварки не требуется сварочного порошка и дополнительной прессовки, в чем также заключается преимущество этого способа. Широкое применение электросварки привело к изготовлению специальных электросварочных аппаратов (фиг. 172) для сварки резцов. Такие аппараты изготовляют фирмы AEG, Soog и др.



Фиг. 172. Электросварочный аппарат для наварки пластинок

При изготовлении составных резцов с узкими профилями головок (например отрезные резцы) приходится иногда встречаться с автогенной сваркой. Она производится следующим образом. Прежде всего, тщательно готовят сварочный шов; так как толщина головки резца в данном случае невелика, то скашивают с обеих сторон место стыка, как это показано на фиг. 173.



Фиг. 173. Автогенный шов

При таком скосе получаются канавки для заливки в них расплавленного металла (на фигуре зачернены). В качестве материала для заливки применяют мягкое чистое железо.

Недостатки автогенной сварки:

- 1) местный нагрев в заливаемом шве, который вызывает иногда трещины и
- 2) обезуглероживание стали от окисляющего действия пламени и свободного кислорода.

IV. Заточка

Различают два вида заточки резцов: до закалки и после закалки.

Первая заточка иначе называется предварительной. Она производится на грубом камне, натуральном или искусственном, и имеет целью придать вчерне головке резца требуемую форму. Эта форма должна однако лишь незначительно отличаться от окончательной формы, получаемой последующей заточкой.

При изготовлении цельных резцов предварительная заточка производится послековки. При изготовлении составных резцов вопрос предварительной заточки несколько усложняется. Так как при напайных резцах предварительная заточка вовсе устраняется и закалка производится тотчас после напайки, то из-за затруднительности нагрева напайного резца обе заточки делаются одновременно.

При изготовлении наварных резцов также весьма часто устраняют предварительную заточку, производя закалку после наварки. Этот способ обладает тем недостатком, что грубая форма наваренной пластинки требует обычно снятия значительного количества металла, шлифовка же закаленных резцов требует большей затраты времени и помимо того приходится следить за тем, чтобы резец не прижимался сильно к шлифовальному кругу, что грозит отпуском резца.

Несмотря на указанный недостаток, этот способ часто применяется, так как устраняет лишний нагрев резца.

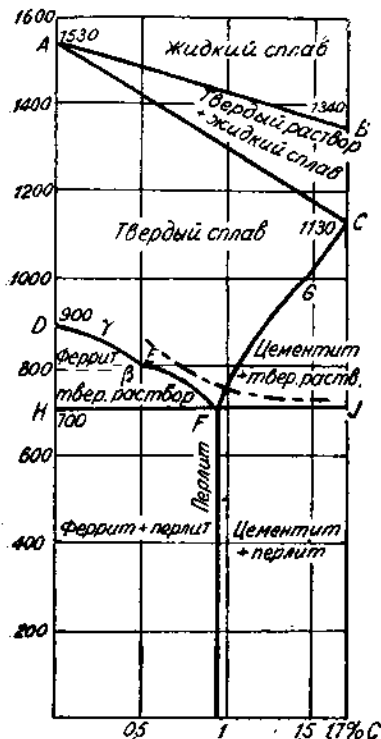
Предварительная заточка ведется обычно без поливки, так как это повышает производительность шлифовального камня; местный же нагрев незакаленного резца вредных последствий не вызывает. На наших заводах для заточки резцов до сих пор еще часто применяют точило с кругом из естественного камня — песчаника. Так как такой камень редко бывает однородным и правильной цилиндрической формы, то заточка на нем далеко не всегда бывает правильной. Производя заточку на таком камне, нужно очень сильно прижимать к нему резец, что затрудняет получение правильной формы последнего. Кроме того самая работа на этих камнях продвигается очень медленно.

Учитывая все это, значительно лучше точить резец на специальных точильных станках с точильными кругами искусственного корунда, средней твердости (СТ), зернистости 24—36. На таком камне заточка резцов производится весьма быстро и точно. Даже при слабом нажатии резца на круг производительность его больше описанных выше естественных точил.

При применении искусственного шлифовального камня, вообще, следует избегать сильного нажатия резцом — оно бесполезно и вредно, так как при этом резец излишне нагревается и может даже испортиться, круг же бесполезно срабатывается.

V. Закалка и отпуск

Процесс закалки распадается на ряд операций. Прежде всего рабочий конец реза (примерно на длину в $1\frac{1}{2}$ раза превышающую его головку) нагревается до соответствующей температуры. Затем производится охлаждение и после того — отпуск. Характер и продолжительность этих операций зависят от сорта стали, подвергаемой закалке.



Фиг. 174. Диаграмма Геренса

лерода при температуре около 700° рекристаллизуется целиком, образуя, так называемую, эвтектическую смесь (перлит), состоящую из мельчайших чередующихся пластин чистого железа (Fe) и карбида железа — так называемого, цементита.

Если сталь содержит менее $0,9\%$ углерода, то при охлаждении по кривой DEF начинает выпадать из твердого раствора избыточный компонент — чистое железо (феррит). Дойдя до линии HJ, оставшийся твердый раствор получает эвтектическую концентрацию ($0,9\%$ C) и застывает целиком в эвтектическую смесь (перлит). Следовательно, ниже линии HJ сталь получает структуру перлит + феррит. Такие стали называются доэвтектическими.

Стали с содержанием углерода выше $0,9\%$ называются заэвтектическими. В них избыточным компонентом является цементит,

Явления, происходящие при охлаждении стали. До сих пор закалка резов до некоторой степени является искусством, однако недостаточно изучить это дело практически — необходимо познакомиться с теорией закалки. Чрезвычайно важное значение для понимания процесса закалки имеют явления, происходящие при охлаждении стали с высокой температурой.

Линия АВ на фиг. 174 соответствует температурам, при которых жидкая сталь с различным содержанием углерода начинает затвердевать. Между линиями АВ и АС лежит область, в которой сталь находится в полужидком состоянии (твердый раствор + жидкий сплав). Ниже линии АС вся сталь находится уже в состоянии твердого раствора. Твердый раствор в обычных условиях может существовать лишь в определенных температурных границах; при дальнейшем охлаждении он начинает распадаться по кривой DEF. Твердый раствор с концентрацией в $0,9\%$ уг-

который и выделяется из твердого раствора по кривой *CF*. Далее, при достижении линии *HJ*, твердый раствор также получает эвтектическую концентрацию и рекристаллизуется в перлит. Таким образом, ниже линии *HJ* получается структура перлит+цементит. Такова картина вторичной кристаллизации стали при медленном охлаждении, при котором все процессы рекристаллизации могут совершаться полностью.

Если же охлаждать сталь, нагретую выше линии *HFJ*, с большой скоростью, например, погружением в холодную воду, то процессы преобразования завершиться не успеют: твердый раствор не успеет распасться вполне и охлажденная сталь получит неустойчивое состояние псевдо-раствора, так называемой, структуры мартенсита. При наличии специальных примесей в стали быстрым охлаждением можно зафиксировать даже совсем не распавшийся твердый раствор, так называемую, структуру аустенита.

При несколько более медленном охлаждении или при повторном невысоком нагреве после закалки получают промежуточные между мартенситом и перлитом структуры — троостит и сорбит.

Различные структуры стали обладают различной твердостью (табл. 23), что позволяет, варьируя термическую обработку стали, получать желаемые механические свойства.

Таблица 23

Элемент структуры	Твердость по Бринеллю
Феррит	82
Перлит	196
Цементит	712
Сорбит	332
Троостит	444
Мартенсит	578
Аустенит	204

Чтобы зафиксировать в стали мартенсит, ее необходимо нагреть несколько выше температур кривой *DEF* и затем по возможности быстро охладить до температуры ниже 700° Ц. Таким образом и производится закалка эвтектоидной и доэвтектоидной стали.

При заэвтектоидных сталях, с большим содержанием углерода, нет особой надобности заботиться о переводе цементита в мартенсит, так как первый тверже и кроме того мартенсит, благодаря своему строению, больше обуславливает выкрашивание и откалывание мелких частей стали, чем цементит. Заэвтектоидные стали закаливаются с нагрева, несколько превышающего линию *FJ*.

Практические температуры нагрева для закалики углеродистой стали показаны на фиг 174 (пунктирной линией).

Температура нагрева и скорость охлаждения имеют большое влияние на степень закалики. Чем выше температура и выдержка при ней, тем крупнее кристаллы. Правильная температура нагрева и быстрое охлаждение дают мелкую кристаллическую структуру и большую твердость.

Вследствие того, что мартенсит имеет меньший удельный вес, чем перлит, все стальные предметы при закатке получают изменение размеров. Так, у стержневидных предметов толщина обычно, правда незначительно, растет; длина иногда в несколько большем размере убывает, иногда же возрастает. Отверстия в большинстве становятся меньше. В общем объем стального предмета при закатке увеличивается.

Отпуск. Закаленная инструментальная сталь не находится в состоянии полного равновесия—она имеет большие внутренние напряжения, делающие ее ломкой, и обладает постоянным стремлением искусственно удержанный мартенсит перевести в предельные конечные состояния. Чтобы уничтожить такое состояние, закаленную сталь подвергают отпуску с повторным нагреванием ее до температуры 100—450°.

Благодаря такому нагреванию кристаллы стали получают некоторую свободу движений, а мартенсит, (твердый, но хрупкий), частично при этом переходит в троостит или сорбит.

Таким образом, отпуск служит для получения именно такой твердости, которая необходима для резания, а также для того, чтобы острие резца не крошилось.

Так как резец при закатке нагревают целиком, а охлаждают и закаливают лишь конец его, то для отпуска часто пользуются собственным теплом резца. Вынув из горна раскаленный резец, его быстро опускают концом в воду или масло и охлаждают по мере надобности, и затем, вынув из ванны и быстро зашлифовав до чиста маленькую площадку у закаленного конца, следят за изменением на ней побежалых цветов, которые появляются от тепла, передаваемого от неостуженного конца к месту закатки.

Для углеродистой стали побежалые цвета отпуска характеризуются следующими температурами:

Таблица 24

Побежалый цвет	Температура по Ц	Побежалый цвет	Температура по Ц
Светложелтый	200	Фиолетовый	285
Темножелтый	240	Темносиний	295
Темнокоричневый . .	251	Серо-синий	315
Коричнево-красный . .	265	Серый	330
Пурпурно-красный . .	275		

Когда нужный цвет достигнут, быстро охлаждают в воде или масле окончательно весь резец.

Однако, следует указать, что измерение температуры отпуска по цветам побежалости далеко не является точным, так как, во-первых, на цвета побежалости в сильной степени влияет продолжительность нагрева при отпуске и, во-вторых на высоколегированных сталях цвета побежалости являются при значительно более высоких температурах, нежели на углеродистых.

В настоящее время для отпуска чаще всего пользуются нагревательными печами из легкоплавких ванн (сплавы свинца) либо масляных, нагреваемых электрическим током.

Нагревание и охлаждение резцов. Нагревание резцов для их закалки в небольших цехах осуществляется в горнах. Температуру нагрева при этом можно определить только по цвету накала резца (табл. 25).

Таблица 25

Цвета накала	Температура по Ц	Цвета накала	Температура по Ц
Светящийся белый . . .	1500	Темнооранжевый . .	1100
Сварочный нагрев . . .	1400	Светловишневый . . .	1000
Яркий светлорыжий . . .	1350	Вишневый	900
Светлорыжий	1300	Темновишневый . . .	800
Светлооранжевый	1200	Красный	700
Оранжевый	1150	Темнокрасный	600

Однако измерение температур по цветам накала является далеко не точным, так как последние сильно зависят от освещения калильной.

Для закалки и отпуска существуют самые разнообразные печи: нефтяные, электрические, соляные и свинцовые ванны и, наконец, только для отпуска—масляные ванны. Каждое из этих устройств имеет как свои достоинства, так и свои недостатки.

При работе на нефтяных или газовых печах, само собой разумеется, не должен засасываться в рабочую камеру воздух извне.

При работе на электрических печах следует считаться с тем, что в них отсутствует поток горячих газов и нагревание стали в них происходит только за счет лучеиспускания нагревательных элементов и стенок. По этой причине нагревание в электрической печи должно быть более длительным, чем в нефтяной. Кроме того, так как нагревательные элементы в электрической печи для того, чтобы поддерживать в ней постоянную температуру, должны быть всегда нагреты несколько выше установленной температуры, то цвет накала их всегда будет ярче нагреваемого и уже прогретого изделия. Изделие будет казаться темноватым и этим вызовет у неопытного калильщика представление, будто оно еще не прогрето. На первое время до освоения с указанным явлением, следует рядом (сбоку или лучше сзади) с на-

греваемым изделием держать в печи другое тело, как, напр., кирпич, кусок железа и т. п., и по моменту слияния цвета нагрева изделия и этого тела судить о времени достижения поверхностью изделия температуры печи, конечно, измеряемой пирометром.

Так как обычно атмосферой электропечи является воздух, то во избежание сильного окисления изделия рекомендуется в печь бросать некоторое количество древесного угля, который при сгорании будет соединяться с кислородом воздуха.

Если нужно закалить не весь инструмент, а только режущую часть его или требуется большая равномерность нагрева, то это осуществляют в свинцовых или соляных ваннах. Из металлов для получения ванны берут свинец, который нагревают однако не выше 850°C , так как при этой температуре начинается сильное испарение его.

Из других веществ употребительна соль хлористого бария, плавящаяся при температуре 980°C . Такую ванну нагревают до температуры $1150 - 1300^{\circ}\text{C}$, т. е. до температуры нагрева быстрорежущих сталей.

Смесь равных частей хлористого бария и хлористого калия плавится при температуре 650° и применяется для обыкновенных углеродистых сталей. Она нагревается до температуры $750 - 780^{\circ}\text{C}$.

При работе на соляных ваннах из хлористого бария следует иметь в виду возможность обезуглероживания изделия вследствие образования окиси бария. Для предотвращения этого рекомендуется в ванну бросать ферросилиций (при обычных размерах ванны—через каждые 1—2 часа от 100 до 200 г). Скорость нагревания стали в расплавленной соли значительно быстрее, чем в нефтяной печи (от 3 до 6 раз, в зависимости от температуры и сечения изделия).

При работе в свинцовых ваннах во избежание сильного окисления свинца следует поверхность последнего покрывать мелкими кусками древесного угля. Скорость нагрева в свинцовой ванне по сравнению с нефтяной печью больше в 5—8 раз.

При работе как в свинцовых, так и в соляных ваннах следует каждый раз убеждаться в том, что вносимые в ванну изделия и клещи совершенно сухи. В случае, если на них находится вода, последняя, мгновенно испаряясь в ванне, производит сильное разбрызгивание свинца или соли.

При нагревании стали основным условием является предварительный подогрев. Следует принять за правило, что холодную сталь ни в коем случае нельзя вносить в печь или ванну, имеющую температуру выше $500 - 600^{\circ}$. До этого ее следует всегда медленно подогреть до температуры примерно в два раза ниже температуры закалки, и затем только переносить ее в закалочную печь.

Из условий, влияющих на правильность термической обработки высокосортных сталей, весьма важным и решающим явля-

ется правильное измерение температуры изделия, на что, к сожалению, большинство заводов обращает недостаточное внимание. Измерение температуры по цветам накала и цветам побежалости по указанным выше причинам страдает большими неточностями, а потому измерение температур должно производиться по возможности пирометром.

Для того, чтобы быть уверенным в правильности показаний пирометра,¹ следует всегда иметь один контрольный пирометр, для постоянной сверки с рабочими пирометрами, и один эталонный для сверки с контрольным. Правильность показаний пирометра еще не гарантирует правильности измерения температуры изделия. Следует обращать большое внимание на то, как термопара вставлена в печь, ибо стрелка гальванометра показывает только температуру горячего спая термопары. Горячий спай термопары должен находиться в печи около нагреваемого изделия, во всяком случае там, где его лжет пламя.

Охлаждение резцов и других инструментов при закалке производится в жидкостях, газообразных и твердых веществах. Охлаждающее действие этих веществ зависит как от чистоты поверхности предмета, так и от теплопроводности, теплоты испарения и теплоемкости этих веществ. Степень закалки зависит от интенсивности действия охлаждающей среды.

Главнейшие из этих веществ в порядке интенсивности действия следующие: 1) вода, подкисленная с 5% поваренной соли и 3% серной кислоты (H_2SO_4); 2) морская проточная вода; 3) чистая проточная вода; 4) репейное масло; 5) говяжье сало; 6) глицерин; 7) керосин; 8) ворвань; 9) сжатый воздух; 10) атмосферный воздух.

Быстрорежущую сталь охлаждают преимущественно в маслах и воздухе.

Вода для охлаждения применяется в холодном состоянии при температуре 15—20° Ц; при температуре в 100° она дает лишь слабую закалку.

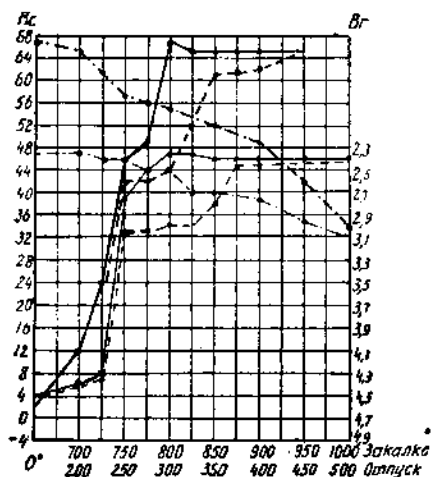
VI. Термическая обработка специальных сталей

Все сказанное выше об углеродистых сталях в основе своей остается неизменным и для сложных сортов, в которых введены Mn, Cr, W, Mo и Va.

Положение точек превращения (*DEF*) для специальных сталей отличается лишь тем, что здесь эти точки значительно понижаются. Превращение мартенсита в феррит, перлит и цементит в специальных сталях происходит при тем более низких температурах, чем больше содержание указанных примесей.

¹ Для детального знакомства с пирометрией можно воспользоваться книгами: 1) Г. З. Нессельштраус, Пирометры в заводском деле, 2) Кейнат, Электрические приборы для измерения температур и 3) Одиак, Современные методы испытания металлов.

При очень большом содержании таких примесей температура превращения мартенсита лежит ниже комнатной, причем мартенсит удерживается в стали даже без быстрого охлаждения, т. е. такие стали не нуждаются в закалке. Они называются мартенситовыми или сталями с естественной твердостью. Если содержание примесей не так велико, чтобы температура превращения лежала ниже комнатной, то сталь требует нагрева и охлаждения в воздухе. Такие стали называются самокальными. Хром и вольфрам представляют собой главные составляющие быстрорежущей стали — они образуют с железом и углеродом двойные карбиды. Растворение этих карбидов в железе в форму наподобие мартенсита происходит при температуре значительно более высокой, а именно от 1100° до 1350° Ц. Отпуск хромо-вольфрамовых быстрорежущих сталей происходит при температурах $400—650^{\circ}$ Ц, т. е. при слабом красном накали. Таким образом, еще при температурах около 600° Ц эти стали не теряют своих режущих свойств.



Фиг. 175. Диаграмма твердости углеродистой стали (9У 10—закалка в воде, отпуск от закалики при 750°)

В обычных случаях на производстве при термической обработке инструментальных сталей в процессе изготовления инструмента следует придерживаться того теплового режима, который указывается

заводами, выпускающими эти стали (см. таблицы на стр. 78—83) и в частности тех правил термической обработки, которые ниже приведены для сталей завода Электросталь.

Специальные указания Электростали. При закалке углеродистой стали следует иметь в виду, что она закаливается не насквозь. Так, нормальная глубина ее закалики при квадрате в 20 мм составляет 2—3 мм, в то время как специальная сталь такого сечения закаливается насквозь. При выборе марки стали для инструмента следует обязательно руководствоваться этим обстоятельством. Кроме того, углеродистая сталь отличается от специальной тем, что имеет более узкие интервалы правильных температур закалики.

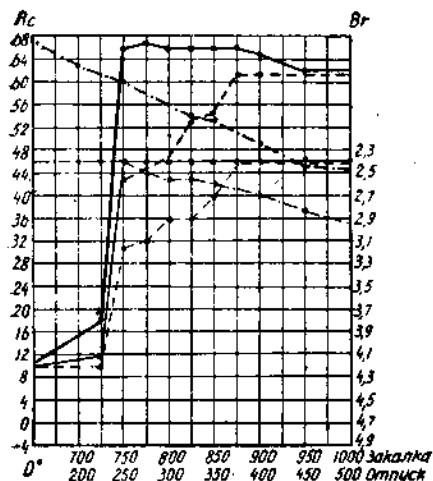
На приводимых ниже диаграммах (фиг. 175, 176) для углеродистых сталей и помещенных далее диаграммах (фиг. 182, 183, 184, 185, 186 и 187) для специальных сталей даны кривые, характеризующие влияние температуры закалики на твердость ядра и поверхности, а также влияние температуры отпуска на твер-

дость поверхности. По этим диаграммам с достаточной точностью можно ориентироваться при выборе температуры отпуска стали.

В перечисленных диаграммах по абсциссам отложены температуры закалки и отпуска, по ординатам — твердость по Роквеллу „С“ (Rc) и Бринеллю (Br). Условные обозначения следующие:

Роквелль „С“ $\left\{ \begin{array}{l} \text{закалка (—);} \\ \text{закалка (---);} \\ \text{отпуск (---);} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{твердость поверхности (—)} \\ \text{твердость ядра (---)} \\ \text{твердость поверхности (---)} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \text{Бри-} \\ \text{нелль} \\ d_{10}^{10} \end{array} \right\}$

Быстрорежущая сталь „Молния“. Одним из главных достоинств быстрорежущей стали, отличающей ее от всех прочих



Фиг. 176. Диаграмма твердости углеродистой стали (X12—закалка в воде, отпуск от закалки при 760°)



Фиг. 177. Микроструктура сложного аустенита (X12—отжиг при 890°)

сталей, является ее, так называемая, красностойкость, т. е. способность противостоять отпуску от нагревания во время работы в пределах до 500—550°, но указанное качество ее тогда только имеет место в полной мере, когда соблюдаются все необходимые для этого условия термической обработки.

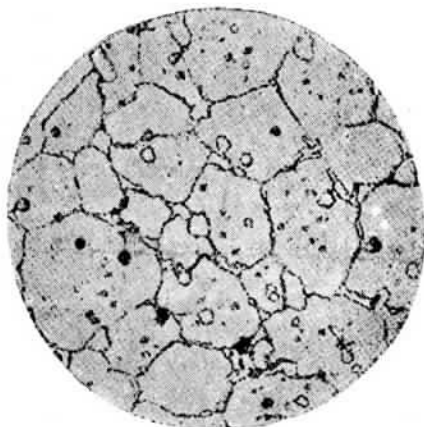
Термическая обработка инструмента из быстрорежущей стали зависит от его назначения. Так, термическая обработка обдирочных резцов и различного нефасонного инструмента, позволяющего доводить кромки его до оплавления, состоит в следующем.

Отковку резца следует вести при температуре 1050—950°, после чего он должен медленно остыть, лучше всего в сухой золе. Для закалки резцов хорошо употреблять соляные ванны или специальные электрические печи, в которых можно точно измерять температуры и держать их на должной высоте, соответ-

венно данным таблицы. Высокий нагрев при закалке, до оплавления кромок реза, преследует перевод в твердый раствор (сложный аустенит) максимального количества карбидов (фиг. 177).

Правильно выбранной температурой закалки считается та, при которой микроструктура представляет собой ясно очерченные полиэдры аустенита с некоторым количеством карбидов (фиг. 178). Правильно же выбранной температурой закалки и выдержки при ней следует считать ту, небольшое превышение которой даст по границам полиэдров аустенита начало образования ледебурита (эвтектики).

При нагревании реза для закалки следует до температуры 850—900° нагрев производить медленно и осторожно; затем ре-



Фиг. 178. Микроструктура правильной закалки (ЭМ—закалка при 1325°)



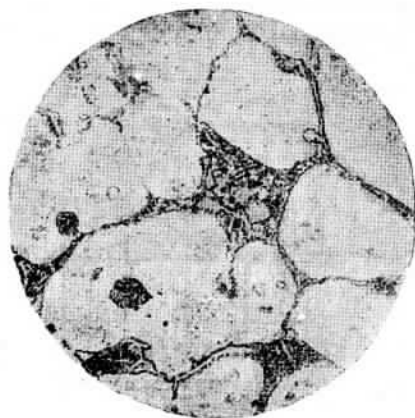
Фиг. 179. Микроструктура стали, отпущенной на 575°

зец с этой температурой переносится в печь, имеющую температуру, указанную в таблице, и выдерживается в ней от 2 до 3 мин. для сечения в 20 мм², если нагрев идет в электропечи, и еще меньше, если в соляной ванне.

Закалку лучше всего производить в масле или струе воздуха высокого давления при условии, если в воздухе нет брызг сконденсировавшейся воды. Указанные температуры и выдержки приблизительно совпадают с началом оплавления кромок реза. Если нагрев производится в горне (с древесным углем), то, также, подогрев реза до 850—900°, его переносят в самое горячее место и здесь нагревание производят $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ мин. — до оплавления кромок реза.

Закалив тем или иным способом быстрорежущую сталь на аустенит, для того, чтобы резец сделать красностойким, следует далее отпустить его при указанной в таблице температуре с охлаждением на воздухе. Лучше всего отпуск производить в

свинцовой ванне, причем для квадрата в 20 мм выдержка достаточна в 5 мин; в случае отпуска в электрической или другой печи при этих же условиях она должна составлять 30 мин. Указанные температуры отпуска дают стали, так называемую, вторичную твердость и завершают в ней все структурные превращения (переход аустенита в мартенсит и другие сложные и важные явления), что видно из микроструктуры отпущенной на 575° стали (фиг. 179), представляющей мельчайший скрытокристаллический мартенсит и карбиды. Из диаграммы на фиг.



Фиг. 180. Микроструктура стали, закаленной на аустенит (при 1175°)

Фиг. 181. Микроструктура перегретой стали (ЭМ—закалка при 1350°)

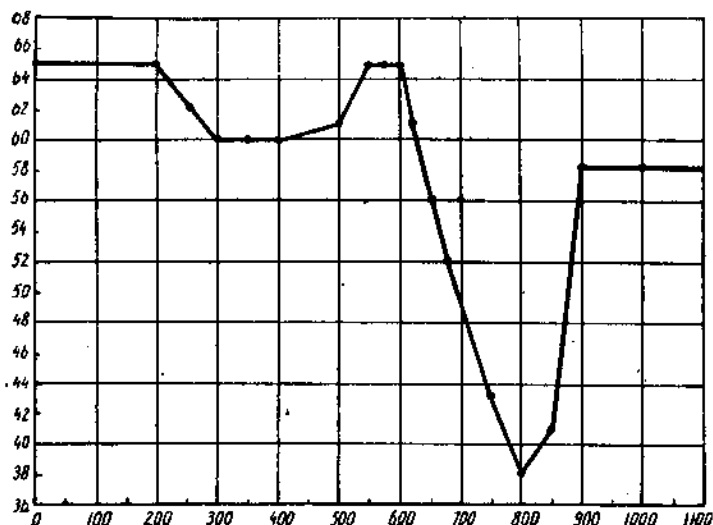
182 ясно видно, что резец закаленный на аустенит и не отпущенный на вторичную твердость, нагревшись во время работы до 400—450°, смягчается и садится.

Если в микроструктуре стали, закаливаемой на аустенит, полиэдры аустенита получаются не ясно выраженными (фиг. 180), то высокая температура отпуска испортит (умягчит) резец, ввиду неполной закалки для получения при отпуске вторичной твердости. Если же при закалке дать чрезмерно высокую температуру или очень продолжительную выдержку, сталь перегревается и по границам полиэдров аустенита образуется большое количество ледебурита (фиг. 181).

Термическая обработка фасонного инструмента, не позволяющего доводить его кромки до оплавления (сверла, фрезера, фасонные резцы и т. п.) заключается в следующем. При термической обработке инструментов, имеющих уже перед закалкой точную конфигурацию элементов резания, естественно, не может стать вопрос о полной закалке на аустенит, а, отсюда, и о высоком отпуске на вторичную твердость. Подобные инструменты закаливают при температурах, указанных в таблице (на мартенсит), причем в том случае, если не происходит порча кро-

мок инструмента, допустимо начало образования полиэдров аустенита. Нормальная микроструктура для такой обработки представлена на фиг. 180. Здесь также является непременным условием медленный нагрев до 850—900°.

Время выдержки в температуре закалки зависит от сечения инструмента и определяется обычным способом (прогрев до температуры печи). Закалка производится в масле или струе воздуха. При закалке крупных фрезеров очень часто бывают случаи сильного перегрева режущих зубьев, так как на нагревание таких крупных изделий затрачивается иногда до одного часа времени и за это время зубья, нагревающиеся в 5—10 минут, перегреваются и даже обезуглероживаются. Зубья такой фрезы



Фиг. 132. Диаграмма закалочных температур стали ЭМ. Влияние температуры отпуска на твердость быстрорежущей стали после закалки при 1,25° в течение 1 мин.; выдержка 25 мин.; охлаждение на воздухе

обычно хрупки и мягки. Во избежание этого такое изделие следует после прогрева при 700—800° перенести в температуру 950—1000° и, выдержав его в этой температуре до полного прогрева, тогда только дать прогрев на температуру, указанную в таблице, причем здесь достаточно дать выдержку только для прогрева зубьев.

Отпуск фасонного инструмента, закаленного на мартенсит, следует давать только для уничтожения внутренних напряжений, т. е. при 200° с охлаждением на воздухе.

Сталь хромистая марки ЭХ 2. Помимо применения стали ЭХ 2 для перечисленных в таблице инструментов, она употребляется для изготовления шарикоподшипниковых колец и шариков. Термическая обработка ее в этом случае следующая: закалка при 700—800° в масле и продолжительный отпуск при 150°.

Рассматриваемая сталь хороша и для изготовления калибров, но в этом случае рекомендуется двойная термическая обработка, дающая возможность свести к минимуму объемные изменения при закалке. Указанная обработка сводится к следующему: грубая обдирка и изготовление калибра „не начисто“, закалка при 800—825° в воде или масле, отпуск при 800—850°, окончательная доводка калибра, закалка при 800—825° в воде или масле и отпуск при 160—180° в течение 20—25 часов.

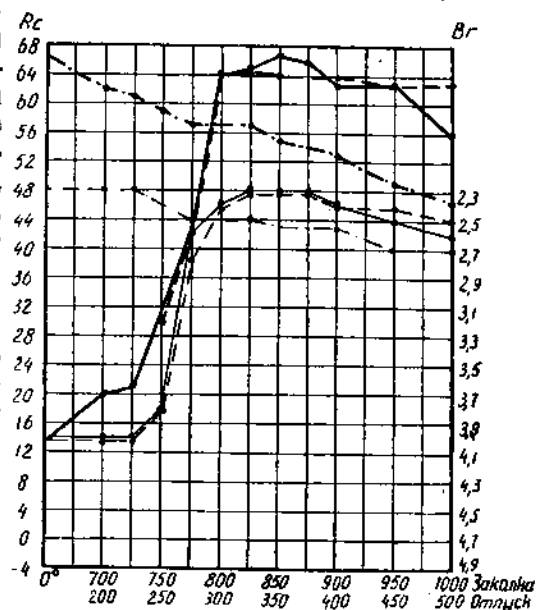
Кроме перечисленных выше применений сталь данной марки дает хорошие результаты при использовании ее для различных штампов (особенно сложных, прорезных матриц), применяемых для холодной прорезной штамповки. Термическая обработка в этом случае обычная: закалка при 800—825° в воде или масле (в зависимости от величины и сложности конфигурации матрицы) и отпуск при 230—270°.

Влияние температур закалок и отпусков на твердость хромистых сталей представлено на фиг. 183 и 184.

Сталь этой марки, имея в сечении 20 мм², практически закаливается насквозь и по сравнению с углеродистой сталью (такого же содержания углерода) имеет, помимо сообщаемой хромом вязкости более широкий интервал правильных температур закалок.

Хромо-вольфрамовая „алмазная“ сталь марки ЭА. Влияние температур закалок и отпусков на твердость хромо-вольфрамовой стали представлено на фиг. 185.

Сталь марки ЭА обладает в закаленном состоянии очень высокой твердостью и является единственной для выполнения работ, предусматриваемых для нее в таблице. При термической обработке инструментов из этой стали следует с особой тщательностью соблюдать следующие условия: очень осторожный медленный подогрев до 300—400°, нагрев строго в пределах 800—820°, сейчас же по достижении этой температуры (не пережидая в печи) закалка в воде с температурой 20—50° (в за-



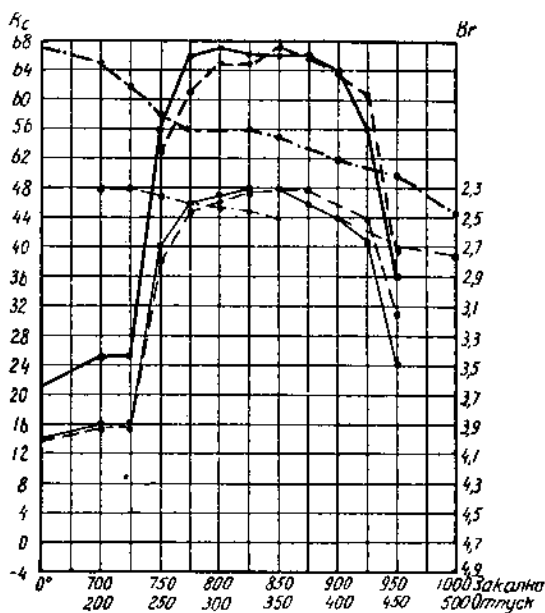
Фиг. 183. Влияние температур закалок и отпусков на твердость хромистой стали ЭХ2 (закалка в воде, отпуск от закалки при 820°)

висимости от сложности инструмента) и немедленный отпуск при 150—180°.

Резцы, изготовленные из этой стали, совершенно не должны при работе перегреваться, так как при нагреве их свыше 180—200° сталь уже отпускается и теряет свою высокую твердость.

Влияние температур закалок и отпусков на твердость сталей ЭС и ЭФ представлено на фиг. 186 и 187.

Общие указания. Вся сталь поставляется заводом в отожженном состоянии. Так



Фиг. 184. Влияние температур закалок и отпусков на твердость хромистой стали ЭХЗ (закалка в воде, отпуск от закалки при 800°)

как, помимо прочих видов контроля, сталь подвергается на заводе отбраковке по твердости, заказчик ни в коем случае не должен прибегать в целях умягчения ее к дополнительному отжигу. В противном случае потребитель, не имея специальных для этой цели установок и не обладая достаточным опытом, рискует многие стали, особенно высоко легированные, получить после своего отжига слишком твердыми. В случаях же, когда изготовление изделия невозможно без горячей обработки, ковка и последующий отжиг должны вестись

по указанному в таблицах режиму.

VII. Окончательная заточка

После того, как резец закален и отпущен, окончательный вид придается ему последующей заточкой. Эта заточка имеет целью, прежде всего, удалить образовавшиеся при нагреве окалины и мягкий обезуглероженный слой. Кроме того ею удаляется излишек материала для получения правильной формы головки резца, режущим ребрам придается необходимая острота и полируются режущие грани.

В отличие от предварительной заточки, производимой в большинстве случаев всухую, последующая заточка ведется с поливкой, которая имеет целью понизить нагрев резца от заточки до допустимых пределов. Она производится сильной струей жидкости (около 20 литров в минуту), подаваемой на резец.

В качестве охлаждающих жидкостей применяется вода с примесью соды, растворы масел в воде (эмульсии) и т. п.

Хотя охлаждение резцов при последующей заточке является обязательным, необходимо учитывать вредное влияние его на прочность резца. Ввиду значительной разницы температур наружного, охлаждаемого слоя и нагретого ядра головки, иногда на шлифуемых поверхностях появляются тонкие трещины (шлифовальные, волосные трещины), сильно понижающие прочность резца. Подобное явление особенно резко сказывается в резцах из быстрорежущей стали, так как она обладает меньшей теплопроводностью, чем обычная углеродистая сталь.

Чтобы избежать появления этих трещин необходимо выполнять следующее.

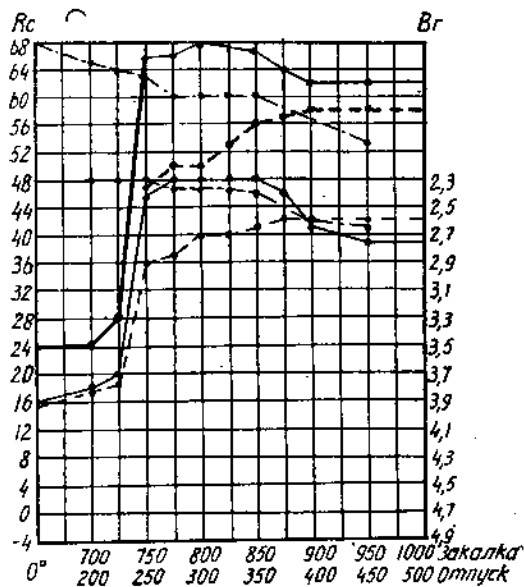
1. Снимать предварительной заточкой наибольшее количество излишнего материала, оставив на последующую лишь самое незначительное количество его.

2. Чтобы не получить местных перегревов, не нажимать сильно шлифующим резцом на камень и не шлифовать сразу значительных поверхностей.

3. Для отвода возникающего при заточке тепла вводить достаточно обильное охлаждение.

Для последующей заточки резцов хорошо применять специальные шлифовальные станки (фиг. 188). Такие станки дают возможность установки и закрепления резца в требуемом положении, а также передвижения резца во время заточки. На них достижима однообразная заточка по заранее заданным углам, между тем на обычных шлифовальных станках это требует от рабочего большого навыка и ловкости.

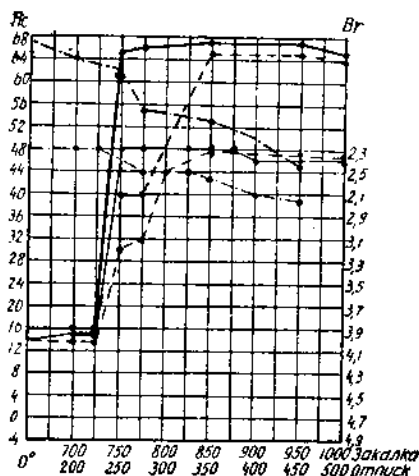
Конструкция такого станка фирмы Гипшольт изображена на фиг. 189. Резец укрепляется в резцовой коробке 1 посредством двух зажимных болтов 2, зажимающих его с боков и третьего болта, зажимающего его сверху. Резцовая коробка может перемещаться по горизонтальной плоскости во внутреннем кольце 4, вращаясь относительно оси 5 на угол 30°. Закрепление



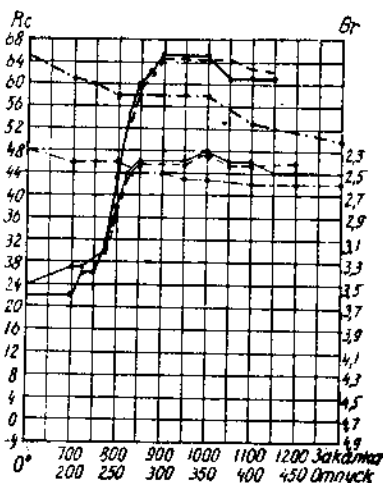
Фиг. 185. Влияние температур закалок и отпусков на твердость хромо-вольфрамовой стали ЭА (закалка в воде, отпуск от закалки при 800°)

коробки в любом положении осуществляется посредством болтов 6 и 7. На выступающей части внутреннего кольца нанесены градусные деления, а на выступающей части коробки — риска, указывающая угол поворота в градусах.

Внутреннее кольцо вместе с резцовой коробкой может вращаться в вертикальной плоскости внутри вращающейся рамы 8 посредством ручек 10 наружного кольца 9, укрепленного на внутреннем кольце на резьбе. По окружности внутреннего кольца нанесена шкала *В* от 0° до 360°, а на вращающейся



Фиг. 186. Влияние температур закалок и отпусков на твердость стали ЭФ (закалка в воде, отпуск от закалки при 775°)



Фиг. 187. Влияние температур закалок и отпусков на твердость стали ЭС (закалка в масле, отпуск от закалки при 1000°)

раме — риска, указывающая величину угла поворота. Закрепление внутреннего кольца в любом месте осуществляется посредством болта 11.

Вращающаяся рама может вращаться в горизонтальной плоскости вместе с резцовой коробкой и внутренним кольцом на качающемся столе 12. На нем же нанесена градусная шкала *В*, а на вращающейся раме — риска. Шкала *В* и риска закрыты; для того, чтобы их открыть, нужно снять крышечку 15. Рама закрепляется в любом положении посредством зажима гайки 13 болта 14.

Качающийся стол может поворачиваться на небольшой угол в вертикальной плоскости в центрах станины 16. На качающемся столе нанесена градусная шкала *Г* от 0° до 30°, а на станинке — риска, указывающая угол наклона качающегося стола. Стол может закрепляться в любом положении посредством рукоятки 26.

Станина укреплена болтами в корыте 17, сидящем на пустотелом валу 18, укрепленном в станине станка. Корыто может

поворачиваться на небольшой угол по рукаву, посредством нажима на рычаг 19, упирающийся одним концом в кулак 20. Рычаг передает движение столу посредством пружины 21, перемещающейся в направляющей рычага 22, укрепленной жестко на корыте. Периодические нажимы на рычаг создают колебательное движение корыта, а, следовательно, и приспособления для зажима резца, благодаря чему последний получает возможность перемещения взад и вперед относительно шлифующей плоскости горшкообразного камня, укрепленного на шпинделе станка.

Подача резца на камень осуществляется посредством ручного маховичка 23 и винта с ленточной резьбой 24, входящего в гайку 25, укрепленную в рукаве 18.

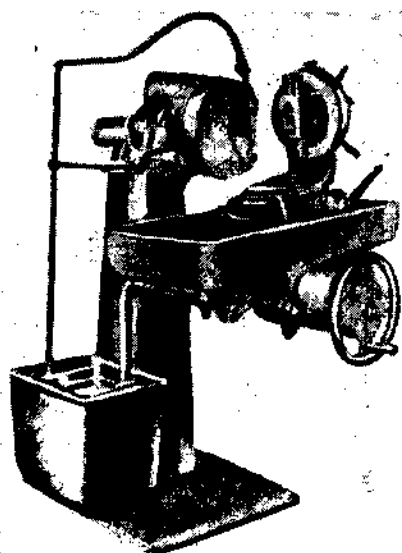
На фиг. 190 представлен сильно распространенный в настоящее время станок для заточки резцов фирмы Шис-Дефрис. Принцип его действия почти не отличается от вышеописанного станка Гипольт, но, являясь более новой моделью, станок Шис-Дефрис удобнее в обслуживании и более производитель.

На фиг. 191 и 192 показаны установки для заточки резцов на станке Шис-Дефрис.

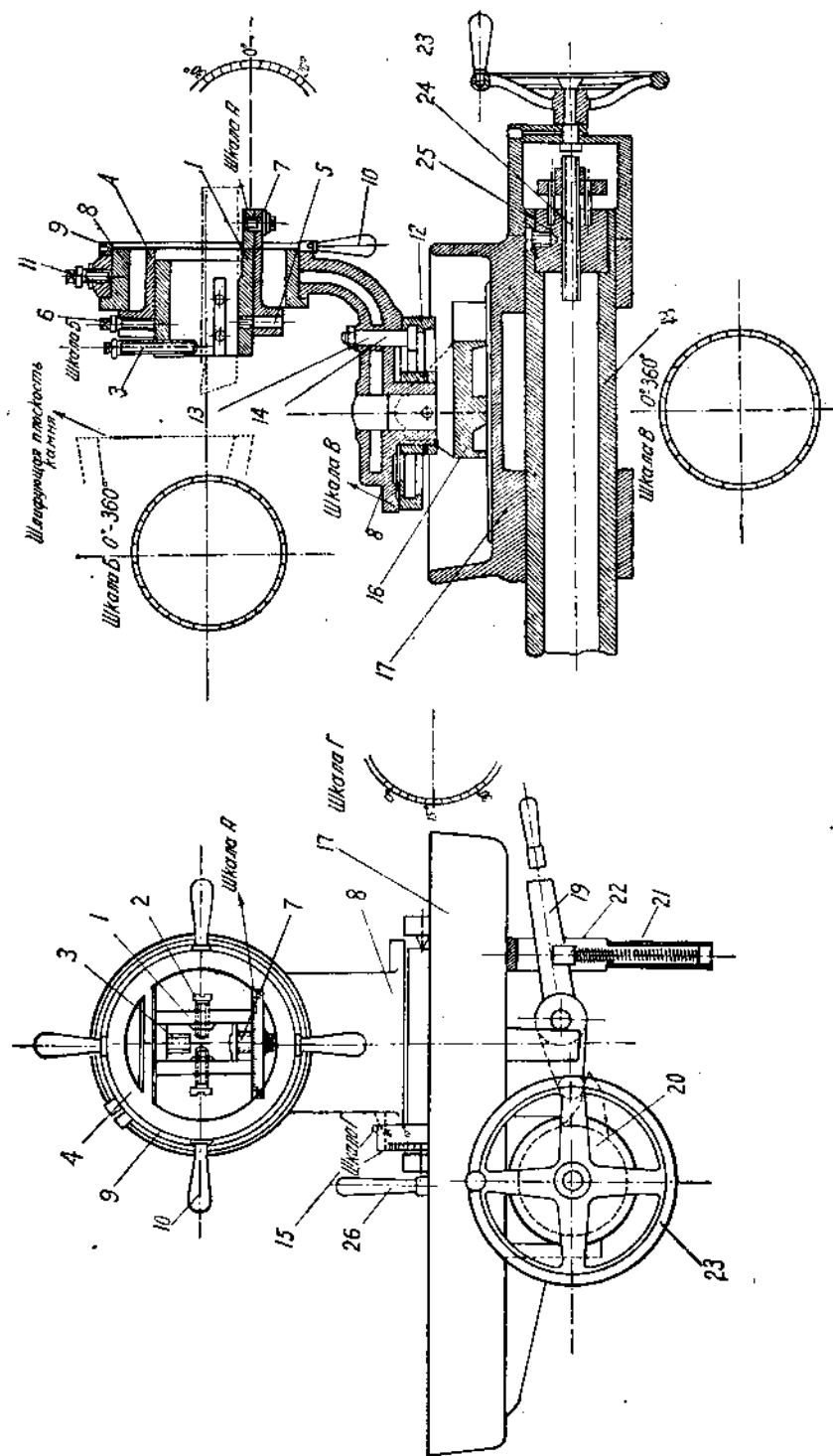
Обычно станки для заточки резцов снабжаются фирмами специальными таблицами, в которых даются указания о положении трех шкал резцедержки станка (шкалы *A* и *B* дублируют одна другую), при которых ведется заточка по каждому типу резца. Так как при этом получаются резцы с углами, предусмотренными фирмой, которые не всегда отвечают формам принятым на заводе, то, естественно, является необходимостью в определении способа установки резцедержки для получения при заточке заранее заданных углов резца.

Попробуем на описываемом станке установить для заточки прямой обдирочный ре-ец (фиг. 193) так, чтобы, пользуясь делительными шкалами резцедержки, получить заданные углы.

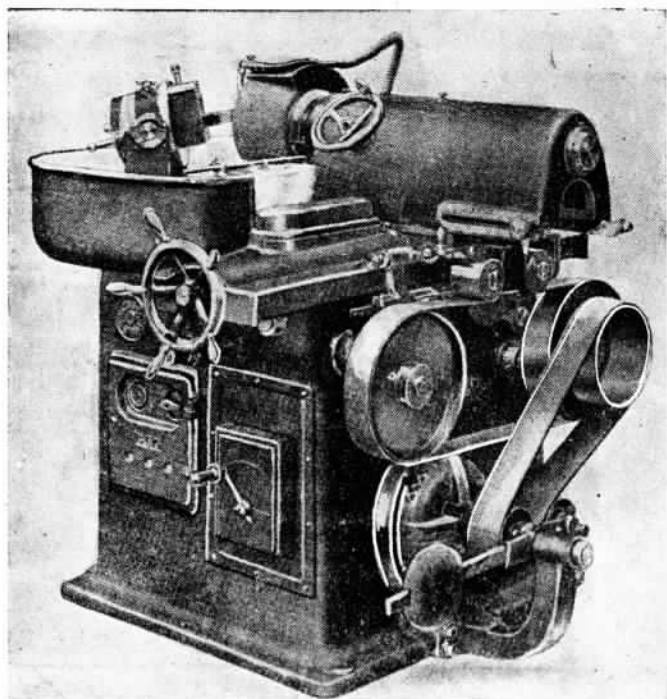
Начнем заточку с плоскости *A*. Плоскость эта, если смотреть по плану, снята под углом $\varphi_1 = 45^\circ$. Поэтому прежде всего повернем вращающуюся раму *S* с зажатым резцом вокруг вертикальной оси на угол $90^\circ - \varphi_1 = 90 - 45 = 45^\circ$ (фиг. 189), сделав для этого отсчет по горизонтальной шкале *B* влево на 45 делений.



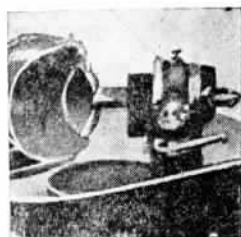
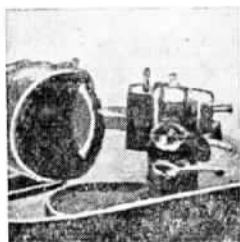
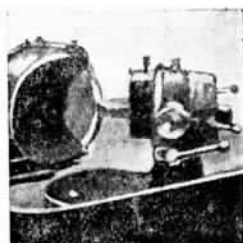
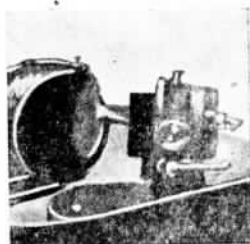
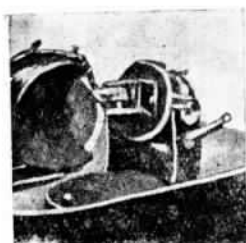
Фиг. 188. Станок для заточки резцов фирмы Гипольт



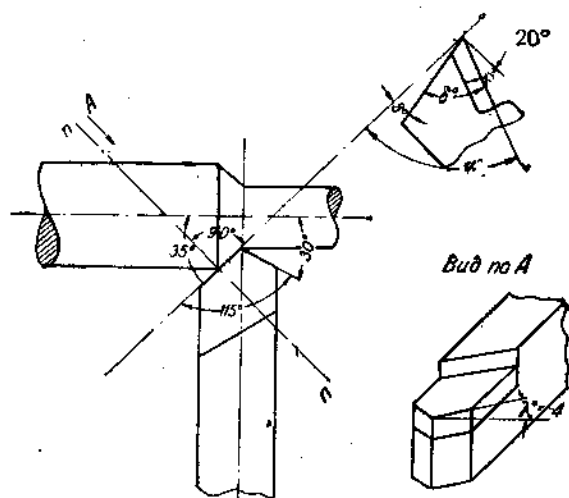
Фиг. 189. Станок для заточки резцов фирмы Гипольт в разрезе



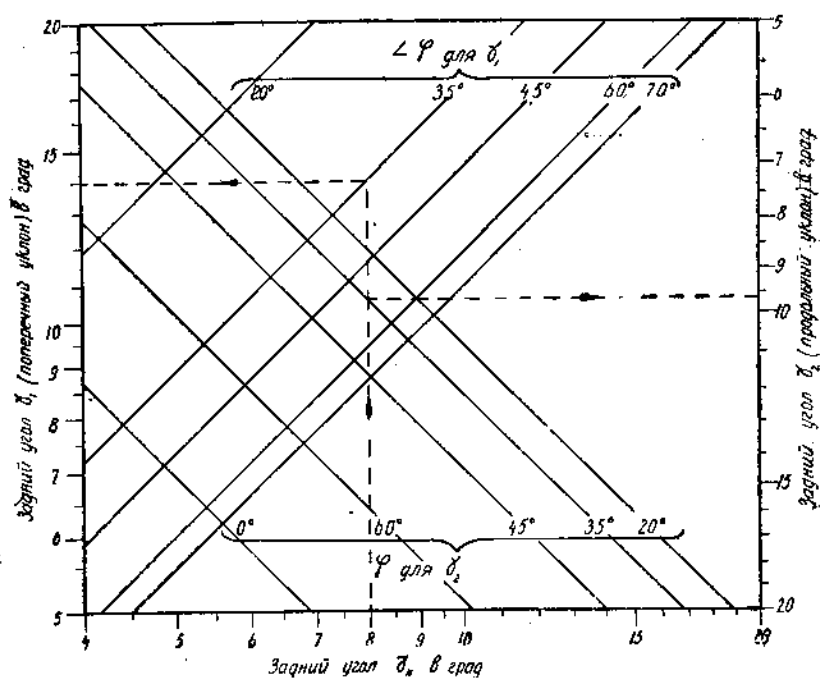
Фиг. 190. Станок для заточки резцов фирмы Шис-Дефрис



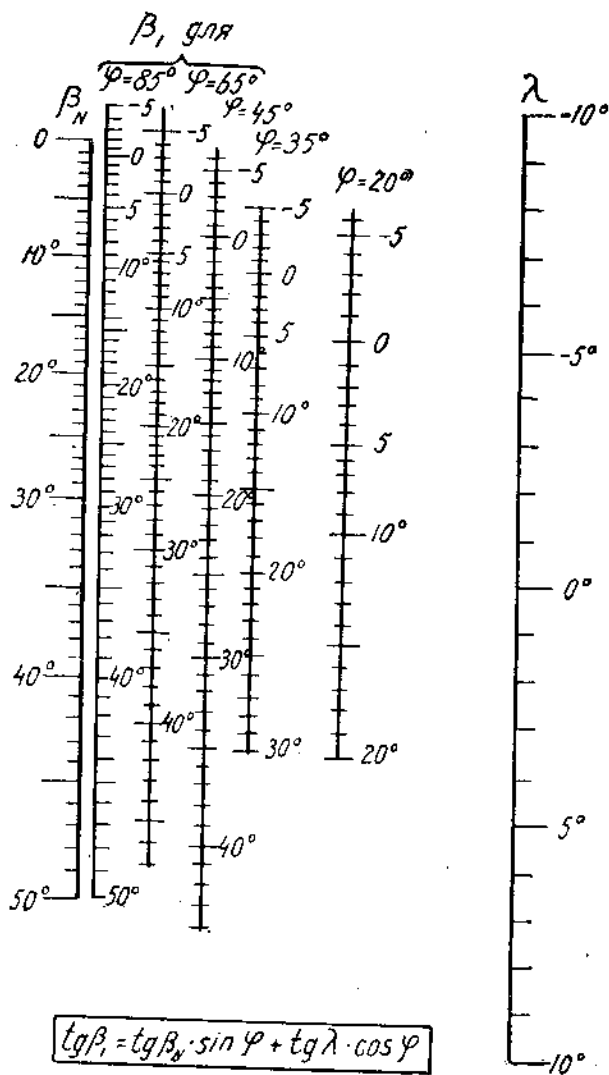
Фиг. 191 и 192. Установка резцов на станке фирмы Шис-Дефрис



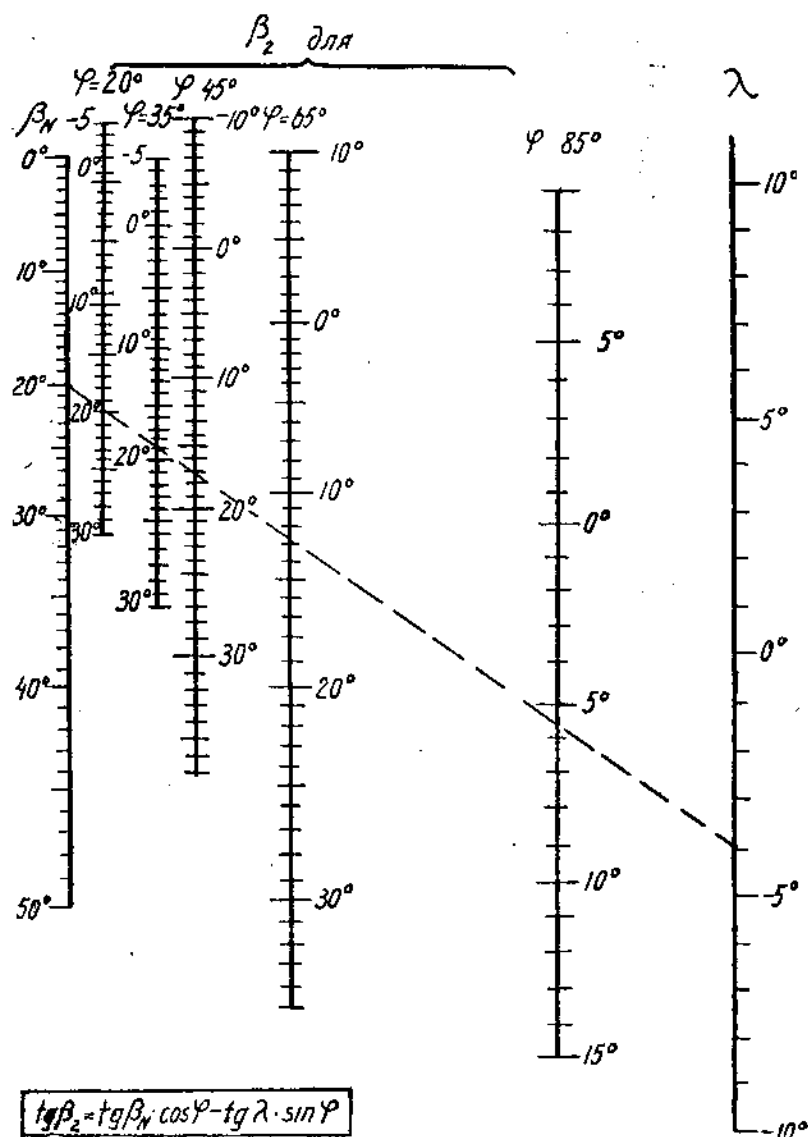
Фиг. 193. Резец



Фиг. 194. Номограмма для пересчета задних углов



Фиг. 195. Номограмма для пересчета передних углов



Фиг. 196. Номограмма для пересчета передних углов

Если при этом оставить верхнюю плоскость резца горизонтальной (вертикальная шкала на 0), то в разрезе по mn (фиг. 193) получится прямой угол, т. е. задний угол γ_2 будет равен 0° . Нам же, согласно данным фиг. 193, необходимо иметь $\gamma = 8^\circ$.

Таким образом нужно решить задачу, насколько требуется повернуть стержень вокруг его оси (отсчитывая по вертикальной шкале), иначе говоря, под каким углом γ_1 должна стать задняя грань к вертикали. Для решения этого вопроса воспользуемся формулой (2а)

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \gamma_1 &= \frac{\operatorname{tg} \gamma_N}{\sin \varphi} = \frac{\operatorname{tg} 8^\circ}{\sin 35^\circ} = \\ &= \frac{0,14}{0,57} = 0,246,\end{aligned}$$

откуда $\gamma_1 = 14^\circ$.

Для вспомогательной задней грани при $\gamma_N = 8^\circ$ и $\varphi = 30^\circ$ получаем:

$$\operatorname{tg} \gamma_1' = \frac{\operatorname{tg} 8^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{0,14}{0,5} = 0,28;$$

откуда $\gamma_1' = 16^\circ 20'$.

Для удобства пользования формулами (2а) и (3а) на фиг. 194 построена специальная номограмма.

Теперь нам осталось определить установку шкал резцедержки для заточки передней грани по заданному углу $\beta_N = 20^\circ$ в плоскости mn и углу $\lambda = -4^\circ$.

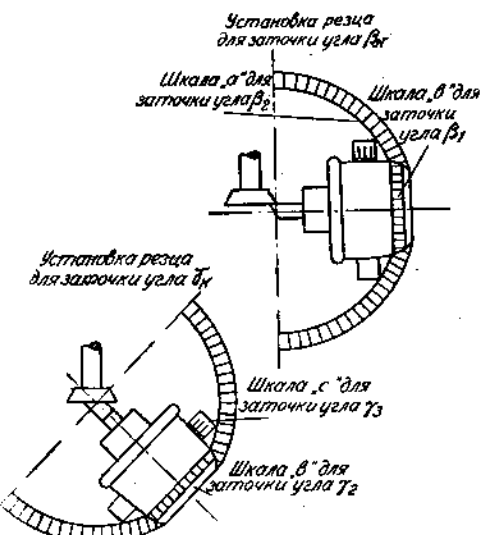
При заточке сначала повернем вертикальную шкалу на 90° так, чтобы верхняя плоскость резца стала параллельно к точильной поверхности камня, а затем решим вопрос, как дополнительно следует установить шкалы, чтобы получить передний угол $\beta_N = 20^\circ$. Для этого воспользуемся формулами (21) и (22).

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \operatorname{tg} \beta_N \sin \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cos \varphi; \quad \beta_1 = 8^\circ 30'$$

и

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \operatorname{tg} \beta_N \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \sin \varphi; \quad \beta_2 = 19^\circ.$$

Для облегчения подсчетов на фиг. 195 и 196 приведены номограммы. Шкалы для установки резцедержки для станка Шис-Дефрис изображены на фиг. 197. В станке Гипольт шкалы те же, но они несколько иначе расположены (фиг. 189).

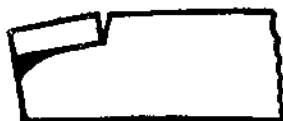


Фиг. 197. Шкалы резцедержки на станке Шис-Дефрис

VIII. Изготовление резцов из твердых сплавов

Победитовые резцы. Материалом для стержней, на которые напаиваются победитовые пластинки, служит инструментальная

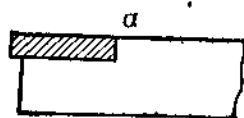
мартеновская сталь с содержанием углерода 0,8—1%. Употреблять для этой цели сталь с меньшим содержанием углерода можно только в крайнем случае, для изготовления резцов, предназначенных для чистовой обработки.



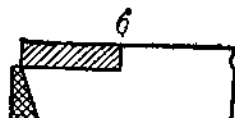
Фиг. 198. Сминание стержня резца под пластинкой победита

При больших сечениях стружки и, следовательно, при давлениях, испытываемых той частью болванки, которая находится под пластинкой в точке приложения давления (т. е. под лезвием пластинки), материал болванки сминается (фиг. 198); пластинка тогда отскакивает и в большинстве случаев ломается.

Благодаря твердости стали, идущей на стержни, достаточно надрубить полосу стали со всех четырех сторон, после чего болванка легко отламывается. Сталь сечением до 25·25 мм легко разрубается таким способом в холодном состоянии. При больших сечениях полосы ее нужно надрубать в горячем состоянии и отламывать болванку после охлаждения.



Неправильно



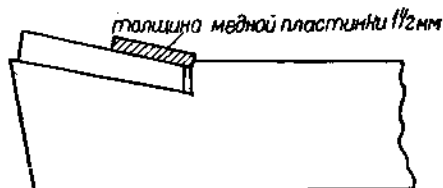
Правильно

Фиг. 199. Расположение пластинки на стержне при напайке

Площадки на стержнях для напайки пластинок подготовляются строганием и фрезеровкой с приданием им необходимых углов (фиг. 185).

Углы эти даются с напуском в 2—3° в сторону уменьшения угла заострения с тем, чтобы окончательные углы получить при зашлифовке небольшого участка поверхности пластинки.

Для получения большей плоскости соприкосновения площадка резца под пластинку должна быть после строжки или



Фиг. 200. Расположение кусочка меди на стержне при напайке

фрезеровки зачищена напильником или прошлифована и иметь ровную чистую поверхность. Так же необходимо прошлифовать и поверхность пластинки. Площадки для напайки очень мелких пластинок необходимо шабрить для увеличения плоскости соприкосновения.

Во избежание необходимости стачивать дорогостоящую пластинку, если она окажется припаянной с выступом, как это показано на фиг. 199а, гнездо в стержне следует делать на 2—3 мм больше самой пластинки (фиг. 199б) с тем, чтобы излишек стержня (на рис. заштрихован) после того, как пластинка будет припаяна, сточить.

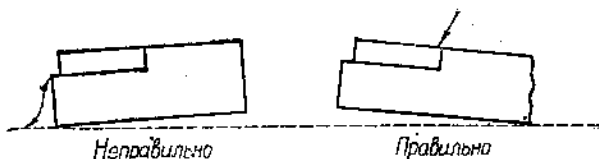
Напайка производится чистой красной медью. Процесс напайки пластинок заключается в следующем.

Вначале нагревается резовый стержень (передняя часть его) до температуры 800° (температура плавления буры). Затем, не вынимая его из пламени, на предназначенную для припайки площадь стержня наносится немного буры. Эту операцию лучше всего производить при помощи прута длиной около 800 мм и диаметром около 8 мм с выкованным в виде ложки концом. Материал для прута должен быть по возможности таким, который не дает окалины.

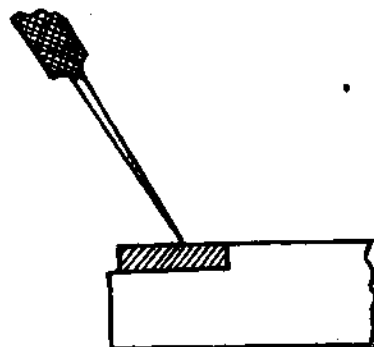
Когда бора расплавляется, стержень вынимают из

печи; проволочной щеткой или торцом напильника его очищают от окалины и, посыпав бурой, накладывают пластинку победита и поверх нее плоскую пластинку или прутки красной меди (фиг. 200). Посыпав поверху опять бурой, стержень с пластинкой вновь помещают в печь и нагревают до температуры плавления ($1080-1100^{\circ}$).

При укладке болванки в печь нужно следить за тем, чтобы плавящаяся медь стекала под пластинку. На фиг. 201 показано правильное и неправильное положение стержня в печи. Если стержень уложен так, как указано на фигуре слева, то расплавленная медь стекает с пластинки, не попадая под нее.



Фиг. 201. Положение реза в печи при напайке



Фиг. 202. Прижим пластинки

Когда струйки расплавленной меди показываются из-под пластинки, стержень вынимается, кладется на какую-либо подставку и пластинка прижимается к стержню торцом напильника либо другим небольшим прижимом, не вызывающим быстрого отвода тепла (фиг. 202). Если при этом пластинка в процессе нагрева несколько сдвинулась со своего места, ее необходимо предварительно, до

нажима, быстро придвинуть в требуемое положение.

После того, как пластинка пристанет к резцу, резец для дальнейшего медленного охлаждения помещается в порошкообразный электродный или древесный уголь так, что бы лезвие в раскаленном докрасна состоянии не подвергалось вредному влиянию кислорода воздуха.

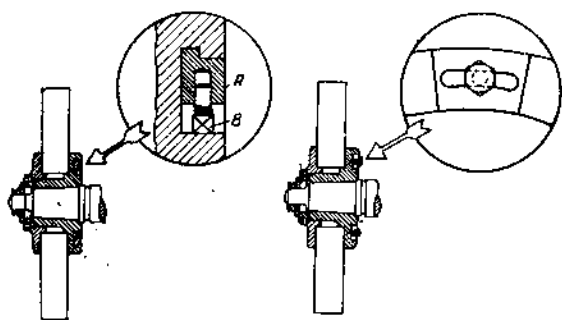
Если напайка производится в горне, то для изоляции нагреваемого реза от топлива его следует поместить в приспособ-

собленную для этого железную трубу, диаметром 75—100 мм и длиной 400—500 мм, один конец которой заделывается огнеупорной глиной.

Охлажденный и очищенный от пыли (железной щеткой) резец поступает в заточку. Прежде всего на обыкновенном точиле снимают излишек болванки (фиг. 199 б). Сама заточка победитовых резцов производится на специальных кругах, выпускаемых заводом им. Ильича в Ленинграде для заточки твердых сплавов.

Вначале производится предварительная заточка на круге с зернистостью 40 и твердостью L, а затем чистовая заточка на круге зернистостью 80 и твердостью K.

При шлифовке для получения острой и ровной режущей кромки (что очень важно, так как резец с острой кромкой обладает значительно большей стойкостью) резец следует лишь слегка прижимать к кругу, так как при



Фиг. 203. Балансировочные приспособления

сильном прижиме сильно изнашивается круг и кроме того трудно получить заточку без зазубрин. Для получения острого лезвия необходимо также, чтобы круги работали без ударов, почему шпиндельные валы заточных станков должны работать спокойно и камни должны быть тщательно выправлены.

Кроме того, в виду плохой балансировки камней, часто наблюдается быстрый износ подшипников шлифовальных станков, в результате чего камни бьются. Поэтому каждый вновь установленный на станок камень должен быть тщательно выбалансирован. На фиг. 203 показаны две конструкции таких приспособлений. В канавке, прорезанной во фланце камня, помещается подвижной сухарик А, который может быть закреплен в требуемом положении распорным болтом В. Понятно, что, независимо от конструкции, должно быть по меньшей мере два сухаря, перемещением которых легко очень точно выбалансировать камень.

Таковыми приспособлениями следует снабжать все шлифовальные станки.

Стеллитовые резцы. Стеллитовые резцы изготавливаются посредством наплавки стеллита на стержни из машиноподделочной стали пламенем автогенной горелки. Процесс их изготовления заключается в следующем.

Поверхность стержня резца, предназначенная к наплавке, тщательной очистки не требует; ее можно даже не шлифовать если она ровная. Окалина с поверхности удаляется бурой.

Место наплавки нужно прогреть автогенной горелкой или в горне или в печи до потения. Во время наплавки часть державки на 20—30 мм от наплавляемой поверхности следует держать в разогретом до светлокрасного накала состоянии.

Нагревание и оплавку стеллита следует производить в восстановительной зоне, которой надо стараться окутывать наплавляющийся металл и плоскость (фиг. 204). Длина восстановительной зоны должна составлять 35—40% всего пламени.

Расплавленные капли стеллита, падая на поверхность стержня, должны расплываться по нем, а не оставаться в сфероидальном состоянии, что характеризует недостаточный нагрев плоскости.

Кроме того в процессе наплавки нужно следить, чтобы оплавливающийся край прутка стеллита находился во время наплавки в наплавляемом слое.

Сейчас же после наплавки, когда наплавленный слой находится еще в тестообразном состоянии, его следует выравнять какой-либо плоскостью.

После наплавки резец нужно вложить в подогретый толченный уголь или песок для медленного охлаждения.



Фиг. 204. Зоны пламени автогенной горелки

СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ЗАТОЧКИ РЕЗЦОВ

При старом индивидуальном способе заточки режущих инструментов, когда каждый рабочий оттачивал сам свой инструмент, не было установленных методов заточки и работа велась на авось. Пользовавшимся точильными станками разрешалось точить свои инструменты, каким было угодно способом, и нередко можно было наблюдать самые курьезные способы заточки. Когда рабочий случайно получал особенно удачный инструмент, с которым можно было работать продолжительное время без переточки, то он приписывал это своему, особому, способу заточки и уже впоследствии точил свой инструмент только этим способом, часто ускоряя таким путем износ инструмента. Кроме того заточка отнимала у станковых рабочих время, которое могло быть с большей пользой употреблено на их непосредственную производственную работу.

Централизация заточки режущих инструментов дает ряд весьма значительных преимуществ по сравнению с индивидуальной системой заточки. Преимущества эти заключаются в следующем:

1. При системе централизованной заточки станковым рабочим не приходится самим производить заточку режущих инструментов, благодаря чему время, уходившее на заточку (от 16 до 30 мин. в среднем за смену), может быть использовано на производственной работе.

2. Заточка инструмента производится на специальных станках или при помощи специальных приспособлений людьми, узко специализировавшимися на заточке того или иного вида инструмента, и форма отточенных резцов сверяется контролерами посредством шаблонов с нормами, что гарантирует точность и равномерность заточки.

3. Централизация заточки ведет к уменьшению расхода инструментов, так как, благодаря тщательной заточке, последние служат дольше, чем при оттачивании случайными, чаще всего ошибочными методами.

4. Централизованная заточка сокращает количество необходимых точильных станков.

Для централизации заточки инструмента необходимо в первую очередь установить нормальные формы и размеры для всех режущих инструментов, так как в противном случае нельзя будет получить единообразия и высокого качества заточки. Кроме того при отсутствии нормализации приходилось бы для бесперебойного снабжения резцами станковых рабочих заготавливать и держать в резерве весьма значительное количество совершенно готовых инструментов.

Система снабжения рабочих мест инструментами должна быть чрезвычайно гибкой, четкой и простой. Ниже приводится такая система, изложенная в виде соответствующих инструкций, предусматривающих, помимо централизованной заточки, также и разноску инструмента по рабочим местам.

Система эта может быть несколько упрощена устранением разности. Тогда станковые рабочие сами обменивают затупленный инструмент на острый в раздаточных пунктах, расположенных в цеху с таким расчетом, чтобы не приходилось терять много времени на хождение для обмена.

I. Инструкция о порядке сборки резцов для заточки в централизованном порядке

1. На каждый из станков токарного цеха выдается определенное количество стандартных инструментов, а именно: а) на токарный — 10, б) на валовой — 9, в) на лобовой — 8, г) на карусельный — 6, д) продольно-строгальный — 7, е) шепинг — 6, ж) долбежный — 6.

2. Кроме того каждый рабочий имеет на руках четыре специальных марки в обмен на которые он может получить из инструментальной кладовой резбовые или другие не нормализованные режущие инструменты.

Пользование инструментом, полученным не из инструментальной кладовой, категорически воспрещается равно, как и подточка инструмента самими рабочими.

3. Рабочий может получить нормальный отточенный резец из инструментальной кладовой только в обмен на тупой маркированный резец либо в обмен на специальную марку (см. п. 2).

4. В случае поломки инструмента рабочий для получения взамен нового должен представить ордер, выписанный бригадиром с визой мастера и приложением всех частей сломанного инструмента.

5. Затупленный резец или сверло передается рабочим специальному сборщику инструмента с указанием, на какой нормальный резец он должен быть обменян, причем взамен рабочий получает временную марку сборщика. Всем рабочим выдается на руки перечень нормальных резцов.

6. Сдача старого резца для замены его на резец другого типа производится рабочим в том же порядке, но с предупреждением сборщика, что инструмент не притуплен.

7. Сборщики инструмента являются сотрудниками инструментальной кладовой и прикрепляются к определенным группам станков, разбитым по территориальному принципу (из расчета до 50 станков на сборщика).

8. Каждый сборщик имеет на руках 50 временных марок и, обходя свой участок не реже одного раза в час, собирает у рабочих резцы для обмена и, отмечая типы требуемых резцов в своем журнале, оставляет временные марки.

9. Сборщик ведет журнал по приложенной форме.

10. Собранные резцы сборщик доставляет в инструментальную кладовую, сдает кладовщику по счету с разбивкой на затупленные и обмениваемые, получает в обмен равное количество резцов и разносит их по станкам в обмен на выданные марки, делая соответствующие отметки в журнале.

Временные марки выдаются сборщику под расписку; они имеют на себе выбитый номер сборщика и свой порядковый номер, и сборщик обязан в любой момент предъявить своей администрации полное количество марок или собранных резцов.

11. Настоящая инструкция на выдачу фасонных резцов (приравненных к приспособлениям) не распространяется.

12. Наблюдение за выполнением данной инструкции возлагается на бригадиров и мастеров цеха, а в отношении работы сборщиков—на заведующего инструментальной кладовой, которому административно подчинены сборщики.

Форма журнала сборщика инструмента

№ по порядку	№ станка где взят инструмент	Название взятого инструмента	Отметка о затуплении	№ временной марки	Наименование требуемого инструмента	Отметка инструмента кладовой о приеме	Отметка сборщика об обмене
1	2	3	4	5	6	7	8
		Указывать марку инструмента по инструкции о маркировке	Затупление отмечается плюсом		Указать марку инструмента по инструкции о маркировке	Расписка кладовщика	Обмен отмечать плюсом

II. Положение о резцовой кладовой

1. Резцовая кладовая является частью общей инструментальной кладовой, органически с ней связанной.

2. Обслуживается резцовая кладовая специальным штатом сотрудников, находящихся в административном подчинении заведующего общей инструментальной кладовой (старшего кладовщика), отвечающего за работу резцовой кладовой.

3. Основными задачами резцовой кладовой являются:

а) сборка от рабочих затупленных и подлежащих замене на другие типы резцов;

б) раздача рабочим острых резцов взамен затупленных и оданных в обмен;

в) выдача по маркам ненормализованного режущего инструмента;

г) слача затупленных резцов для заточки в секцию центральной заточки инструментального цеха;

д) приемка из мастерской центральной заточки заточенных резцов;

е) ведение учета наличия резцов в кладовой и на руках рабочих, приходование вновь поступающих и списывание убывающих как вследствие поломки, так и на основании актов о необходимости перековки, составляемых заточной мастерской;

ж) составление дневных и декадных заявок на заточку резцов;

з) дача заказов на изготовление или закупку новых резцов для пополнения убыли и для возможности удовлетворения расширяющегося производства;

и) маркировка всех вновь поступающих резцов, согласно инструкции;

к) хранение в чистоте и порядке резцов на стеллажах в отделениях, соответствующих назначению и маркировке резцов по каждой разновидности в отдельности.

4. В своей работе резцовая кладовая руководствуется инструкцией о порядке сборки резцов для заточки и инструкцией о маркировке резцов.

III. Положение о центральной заточечной мастерской

1. Центральная заточечная мастерская является частью инструментального цеха и подчиняется в административном и хозяйственном отношении администрации цеха.

2. За центральной заточечной мастерской закрепляются все станки для заточки инструментов, а также часть печей для термической обработки — с постоянным штатом рабочих.

3. Основными задачами центральной заточечной мастерской являются заточка всего поступающего инструмента по соответствующим шаблонам, согласно маркировке инструмента, а также изготовление нового нормального инструмента по заказам резцовой кладовой, утвержденным начальником инструментального цеха.

4. Свою производственную программу мастерская строит на основе месячных, квартальных и годовых заявок производственного отдела.

5. Построение планов, распределение работ и обслуживание заточечной мастерской производится администрацией инструментального цеха при помощи общецехового аппарата.

6. Ответственность за работу мастерской возлагается на начальника инструментального цеха.

IV. Инструкция по маркировке нормальных резцов

Для нормальных типов резцов устанавливаются следующие обозначения:

Токарные резцы

№ по порядку	Название резцов	Марка
1	Проходной правый загнутый	ППЗ
2	Проходной левый загнутый	ПЛЗ
3	Проходной прямой правый	ППП
4	Проходной прямой левый	ППЛ
5	Проходной боковой левый	ВЛ
6	Проходной боковой правый	ВП
7	Подрезной правый	МП
8	Подрезной левый	ПЛ
9	Подрезной отогнутый правый	ПОП
10	Подрезной отогнутый левый	ПОЛ
11	Отрезной загнутый правый	ОПЗ
12	Отрезной загнутый левый	ОЛЗ
13	Отрезной левый	ОЛ
14	Отрезной правый	ОП
15	Отрезной согнутый	ОС
16	Расточной для сквозных дыр	РС
17	Расточной для глухих дыр	РГ
18	Расточной чистовой	РЧ
19	Угловой левый	УЛ
20	Угловой правый	УП
21	Чистовой прямой	ЧП
22	Чистовой загнутый левый	ЧЗЛ
23	Чистовой загнутый правый	ЧЗП
24	Лопаточный	Л

Строгальные резцы

25	Обдирочный правый прямой	СОП
26	Обдирочный левый прямой	СОЛ
27	Чистовой прямой	СПП
28	Чистовой лопаточный	СЛ
29	Угловой правый	СУП
30	Угловой левый	СУЛ

В зависимости от того, для обработки каких материалов резцы предназначены, изменяются углы их заточки. Угол заточки β входит в марку резца.

По размерам стержня (в мм) резцы разбиваются на 7 групп:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1) 10×16 | 4) 20×30 | 6) 30×45. |
| 2) 12×20 | 5) 25×40 | 7) 40×60 |
| 3) 16×25 | | |

В марку резца входит также высота стержня резца.

Резец маркируется совокупностью всех вышеперечисленных признаков. Так, например, резец из быстрорежущей стали — токарный подрезной правый с передним углом $\beta = 15^\circ$ размером 20×30 мм маркируется:

III $\frac{30}{15^\circ}$ — БС.

Марка набивается на одной из боковых сторон резца и ни в коем случае не на нижней или верхней сторонах его.

Кроме того на реце при изготовлении его обязательно наносится марка инструментальной стали, из которой он изготовлен.

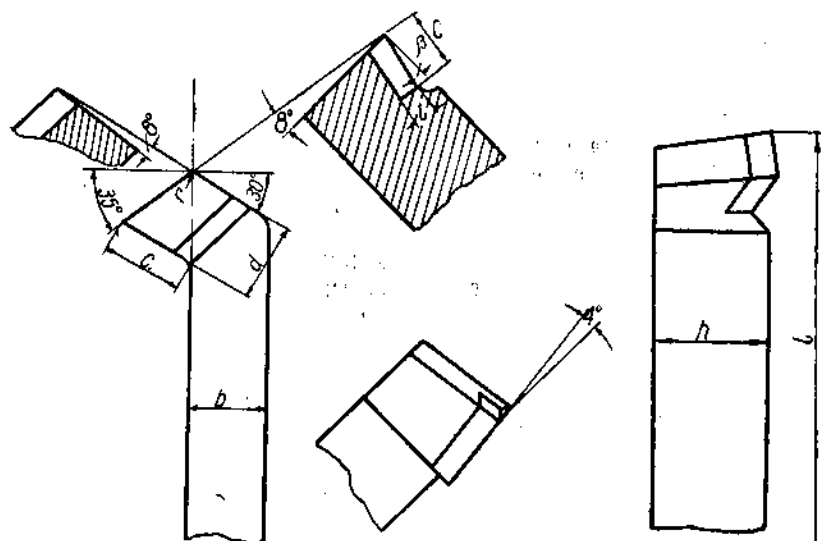
При изготовлении запаса нормальных резцов может возникнуть затруднение в определении количества подлежащих изготовлению резцов каждой отдельной разновидности. Этот вопрос может быть разрешен лишь с помощью соответствующих наблюдений и замеров. Данные, полученные в результате наблюдений на одном заводе, не будут в полной мере соответствовать условиям работы на другом заводе, ввиду неизбежного даже для сходных заводов некоторого различия в оборудовании и выпускаемой продукции. Поэтому перед введением централизованной заточки рекомендуется каждому заводу произвести в своих цехах аналогичные наблюдения, не довольствуясь данными других заводов.

Такие наблюдения, проведенные на Киевском заводе Большевик (завод мелко серийного, частично индивидуального производства), дали следующие соотношения применимости отдельных разновидностей резцов.

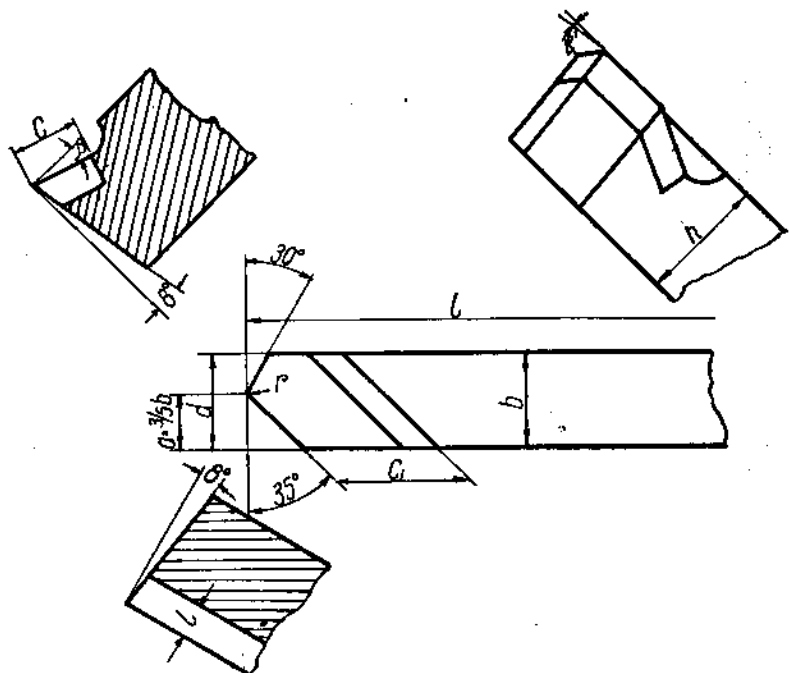
Токарные резцы		Строгальные резцы	
	в проц.		в проц.
Обдирочные загнутые	40	Обдирочные	51
Обдирочные прямые	6	Угловые	24
Подрезные	8,5	Чистовые	18
Прорезные	0,5	Лопаточные	7
Лопаточные	0,5		
Отрезные	3,5	Всего	100
Расточные	20	Долбежные резцы	
Чистовые	15	Обдирочные	68
Угловые	6	Чистовые	32
Всего 100		Всего 100	

В заключение следует указать, что централизованная заточка, требующая при своем введении значительных затрат на нормализацию инструмента, изготовление запаса его и т. п., быстро окупает эти затраты и приносит значительную экономию.

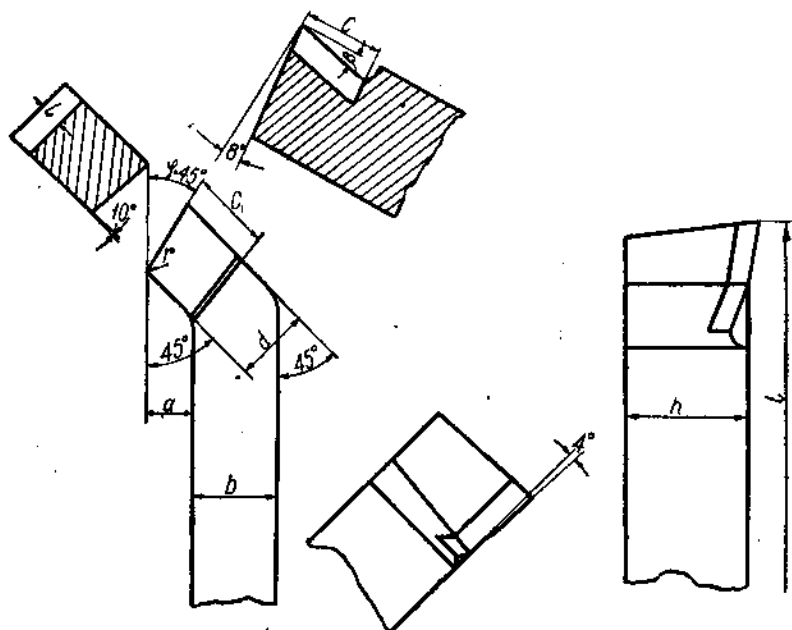
I. НОРМАЛИ РЕЗЦОВ



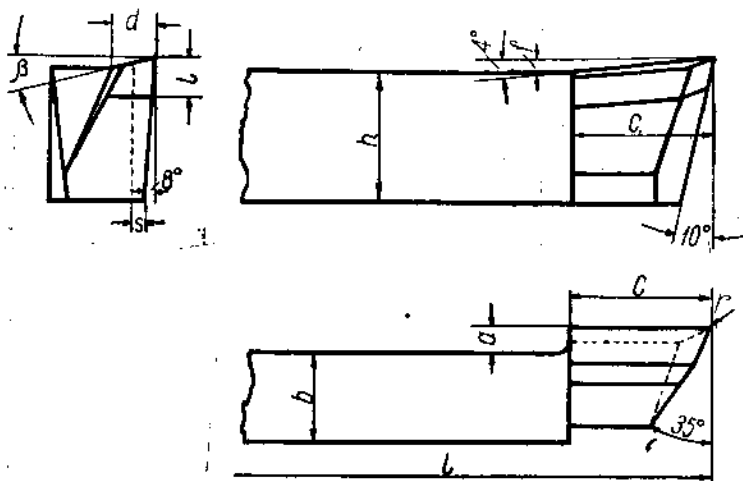
УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Резцы токарные про- ходные загнутые — правый и левый						Таблица ТБ-1 ППЗ ПЛЗ		
Условные обозначения	Разм еры резца			r	c ₁	Размеры наваривае- мой плас- тинки			Угол β	Примечание
	h	b	l			l	d	c		
ПП(Л)З 16/φ BC	16	10	200	2,0	11	5	10	9	В зависимо- сти от обра- батываемо- го матери- ала (см. табл. 6, стр. 58)	Наварить при дефи- ците BC
ПП(Л)З 20/φ BC	20	12	225	2,0	12	6	12	10		
ПП(Л)З 25/φ BC	25	16	250	2,5	16	6	16	14		
ПП(Л)З 30/φ BC	30	20	300	2,5	20	6	20	18		
ПП(Л)З 40/φ BC	40	25	350	3	25	8	25	23		Навари- вать же- ла- тельно
ПП(Л)З 45/φ BC	45	30	400	3,5	30	10	30	27		
ПП(Л)З 60/φ BC	60	40	500	4	40	10	40	36		



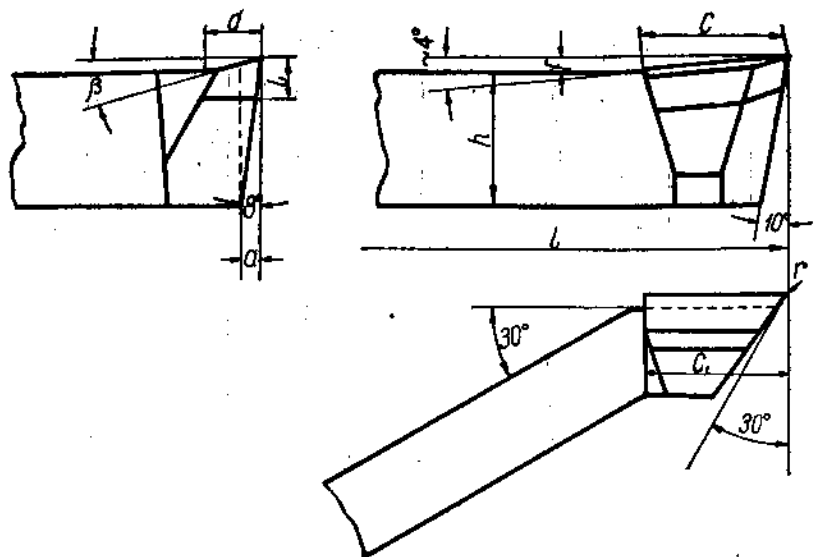
УНИИМап Сектор обработки металлов резанием		Резцы токарные проходные прямые — правый и левый						Таблица ТВ-2		Угол β	Приме- чание
								ППП ПЛЛ			
Условные обозначения	Размеры резца			r	c ₁	a	Размеры наваривае- мой плас- тинки				
	h	b	l				l	d=b	c		
ППП(Л) 16/β BC	16	10	200	2	10	6	5	10	8	В зави- симости от обраба- тываемого материала (см. табл. 6)	Навари- вать при дефи- ците BC
ППП(Л) 20/β BC	20	12	225	2	12	7	6	12	10		
ППП(Л) 25/β BC	25	16	250	2,5	15	9	6	16	12		
ППП(Л) 30/β BC	30	20	300	2,5	20	12	6	20	18		Навари- вать желатель- но
ППП(Л) 40/β BC	40	25	350	3	26	15	8	25	23		
ППП(Л) 45/β BC	45	30	400	3,5	28	18	10	30	25		
ППП(Л) 60/β BC	60	40	500	4	38	24	12	40	35		



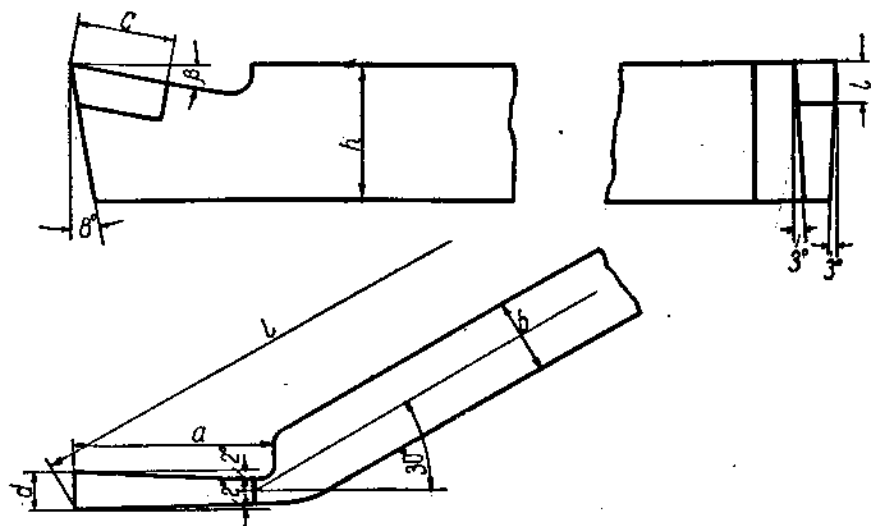
УНИИМаш Сектор обработки металлов резан- ием	Резцы токарные проходные боковой — правый и левый									Таблица ТБ-3	
										БП	БЛ
Условные обозначения	Размеры резца			r	c ₁	a	Размеры навариваемой пластинки			Угол φ	Приме- чание
	h	b	l				l	d	c		
БП (Л) 16/φ BC	16	10	200	1	10	7	5	10	8	В зави- симости от обра- батывае- мого ма- териала (см. табл. 6)	Навари- вать при дефи- ците BC
БП (Л) 20/φ BC	20	12	225	1,5	12	8	6	12	10		
БП (Л) 25/φ BC	25	16	250	2	15	10	6	16	12		
БП (Л) 30/φ BC	30	20	300	2,5	18	12	6	18	15		Навари- вать же- лательно
БП (Л) 40/φ BC	40	25	350	3	22	15	8	22	18		
БП (Л) 45/φ BC	45	30	400	3,5	26	18	10	25	22		
БП (Л) 60/φ BC	60	40	500	4	35	24	12	35	30		



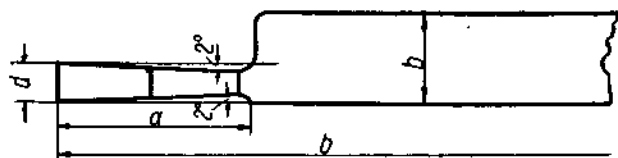
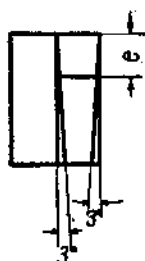
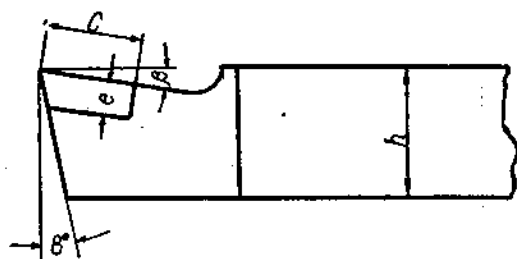
УНИИМаш Сектор обработки металлов реза- нием		Резцы токарные подрезные прямые — правый и левый										Таблица ТВ-4	
												ПП ПЛ	
Условные обозначения	Размеры резца			r	c ₁	f	a	s	Размеры нанаварива- емой плас- тинки			Угол β	Приме- чание
	h	b	l						l	d	c		
ПП (Л) 16/β БС	16	10	200	—	15	1	3	1,5	5	5	15	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 6)	Навари- вать при дефи- ците БС
ПП (Л) 20/β БС	20	12	225	0,5	18	2	3	1,5	6	6	18		
ПП (Л) 25/β БС	25	16	250	0,5	25	2	4	2	6	8	25		
ПП (Л) 30/β БС	30	20	300	1	32	3	4	2	8	10	32		
ПП (Л) 40/β БС	40	25	350	1	42	3	5	2,5	10	12	40		Навари- вать же- латель- но
ПП (Л) 45/β БС	45	30	400	1,5	55	4	6	3	10	15	50		
ПП (Л) 60/β БС	60	40	500	2	65	5	7	3	12	20	60		



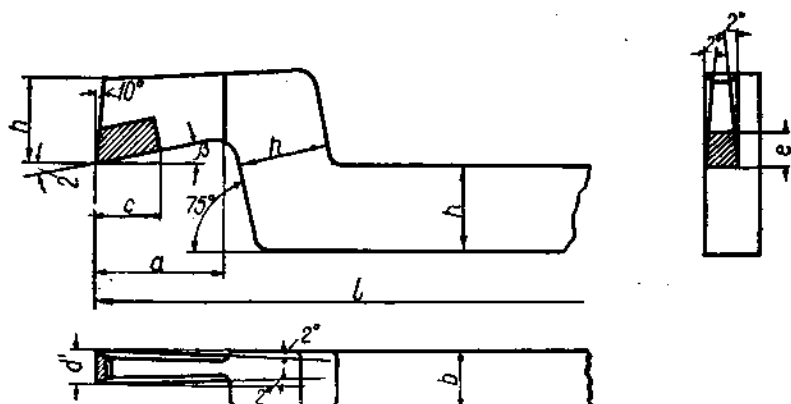
УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием				Резцы токарные подрезные отогнутые— правый и левый							Таблица ТБ-5 ПОП ПОЛ	
Условные обозначения	Размеры резца			r	c ₁	f	a	Размеры наваривае- мой плас- тинки			Угол β	Примеча- ние
	h	b	l					l	d	c		
ПОП(Л) 16/β БС	16	10	200	—	15	1	1,5	5	5	15	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 6)	Навари- вать при дефиците БС
ПОП(Л) 20/β БС	20	12	225	0,5	18	2	1,5	6	6	18		
ПОП(Л) 25/β БС	25	16	250	0,5	25	2	2	6	8	25		
ПОП(Л) 30/β БС	30	20	300	1	32	3	2	8	10	32		
ПОП(Л) 40/β БС	40	25	350	1	42	3	3	10	12	40		Навари- вать же- лательно
ПСР(Л) 45/β БС	45	30	400	1,5	55	4	3	10	15	50		
ПОП(Л) 60/β БС	60	40	500	2	65	5	4	12	20	60		



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Резцы токарные отрезные загнутые— правый и левый						Таблица ТВ - 6	
								СПЗ ОЛЗ	
Условные обозначения	Размер резца			a	Размеры наваривае- мой плас- тинки			Угол β	Примечание
	h	b	l		l	d	c		
ОП (Л) З 16/β BC	16	10	200	25	6	4	10	В зависи- мости от обрабаты- ваемого ма- териала (см. табл. 6)	Наваривать при дефи- ците BC
ОП (Л) З 20/β BC	20	12	225	30	6	5	12		
ОП (Л) З 25/β BC	25	16	250	40	6	6	18		Наваривать желательно
ОП (Л) З 30/β BC	30	20	300	50	8	8	25		
ОП (Л) З 40/β BC	40	25	350	65	8	10	32		
ОП (Л) З 45/β BC	45	30	400	80	10	12	40		
ОП (Л) З 60/β BC	60	40	500	100	12	15	48		

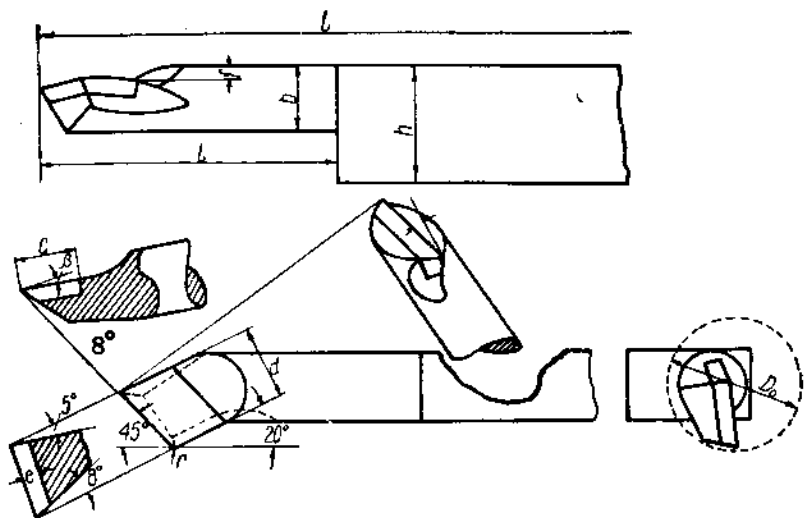


УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием	Резцы токарные отрезные — правый и левый							Таблица ТБ-7	
								ОП	ОЛ
Условные обозначения	Размеры резца			a	Размеры наварива- емой пластинки			Угол β	Примечание
	h	b	l		e	d	c		
ОП (Л) 16/β БС	16	10	200	25	6	4	10	В зависи- мости от обрабаты- ваемого ма- териала (см. табл. 6)	Наваривать при дефи- ците БС Наваривать желательно
ОП (Л) 20/β БС	20	12	225	30	6	5	12		
ОП (Л) 25/β БС	25	16	250	40	6	6	18		
ОП (Л) 30/β БС	30	20	300	50	8	8	25		
ОП (Л) 40/β БС	40	25	350	65	8	10	32		
ОП (Л) 45/β БС	45	30	400	80	10	12	40		
ОП (Л) 60/β БС	60	40	500	100	12	15	48		

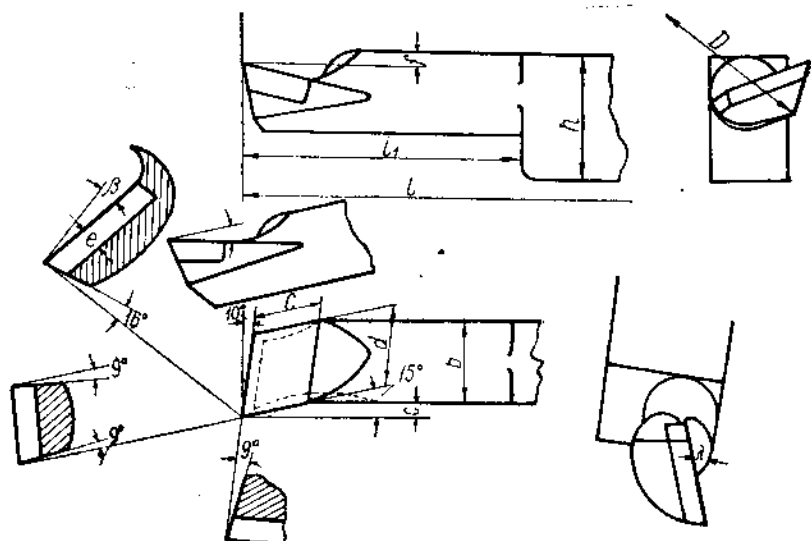


УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием				Резец токарный отрезной согнутый					Таблица ТБ-8	
									ОС	
Условные обозначения	Размеры резца			a	d ₁	Размеры навариваемой пластинки			Угол β	Приме- чание
	h	b	l			e	d	c		
ОС-16/β БС	16	10	200	25	5	6	5	12	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл.6)	Навари- вать при дефиците БС
С-20/β БС	20	12	225	30	6	6	6	20		
С-25/β БС	25	16	250	35/50	7	6	7	25		
ОС-30/β Б С	30	20	300	40/80	8	6	8	28	Навари- вать жела- тельно	
ОС-40/β БС	40	25	350	50/100	9	8	9	32		
ОС-45/β БС	45	30	400	60/100	10	8	10	42		
ОС-60/β БС	60	40	500	75/125	11	8	11	54		

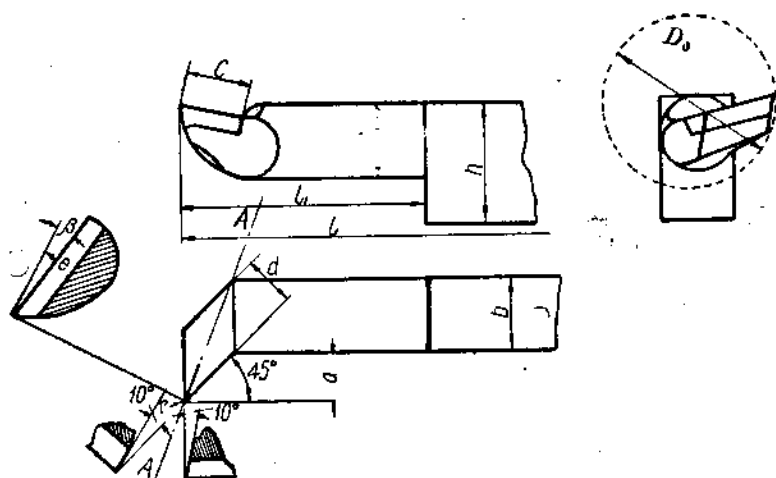
Размер резца с индексом а, указанным дробью, применять для отрезки крупных прибылей, когда нормальные размеры недостаточны. Резец устанавливать по центру.



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием				Резец токарный расточной (для сквоз- ных дыр)					Таблица ТБ-9						
Условные обозначения				Размеры резца			l_1	r	f	Мин. диам. рас- точка D_0	Размеры на- вариваемой пластинки			Угол β	Приме- чание
				h	b	l					e	d	c		
РС 16/β БС	16	10	200	60	1	1	20	—	—	—	В зависи- мости от обрабаты- ваемого ма- териала (см. табл. 6)	Навари- ривать при де- фектите БС			
РС 20/β БС	20	12	225	80	1	1	25	4	12	8					
РС 25/β БС	25	16	250	100	1,5	2	30	6	16	12					
РС 30/β БС	30	20	300	125	1,5	2	40	6	20	16					
РС 40/β БС	40	25	350	150	2	3	55	6	25	18					
РС 45/β БС	45	30	400	175	2	3	70	6	30	25					
РС 60/β БС	60	40	500	200	3	4	80	8	40	32					
													Навари- вать жела- тельно		



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием			Резец токарный расточной угловой (для глухих дыр)							Таблица ТБ-10		
										РГ		
Условные обозначения	Размер резца			l_1	f	a	Мин. диам. рас- точки D	Размеры на- вариваемой пластинки			Угол β	Приме- чание
	h	b	l					e	d	c		
РГ 16/β БС	16	10	200	60	1	3	20	—	—	—	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 6)	Навари- вать при дефици- те БС
РГ 20/β БС	20	12	225	80	1	4	25	4	12	9		
РГ 25/β БС	25	16	250	100	2	5	30	6	16	12		
РГ 30/β БС	30	20	300	125	2	6	40	6	20	16		
РГ 40/β БС	40	25	350	150	3	8	50	6	25	18		Навари- вать жела- тельно
РГ 45/β БС	45	30	400	175	3	10	70	6	30	25		
РГ 60/β БС	60	40	500	200	4	12	80	8	40	32		



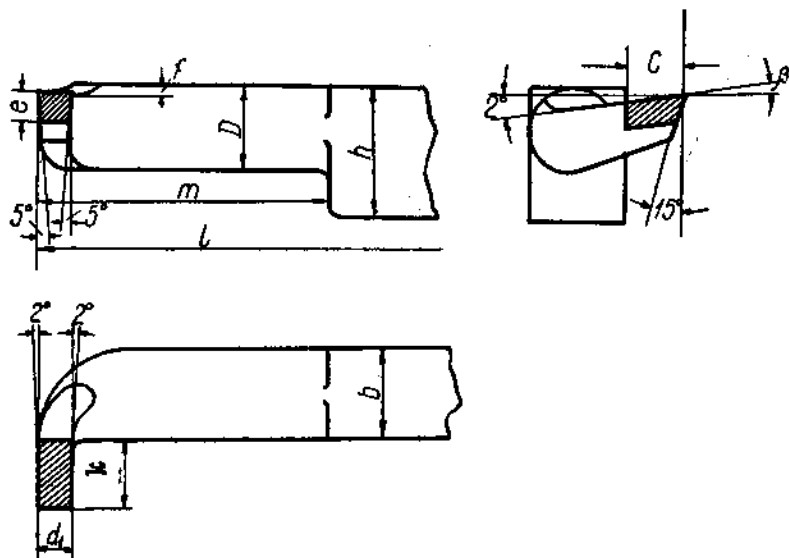
УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

Резец токарный
расточной чистовой

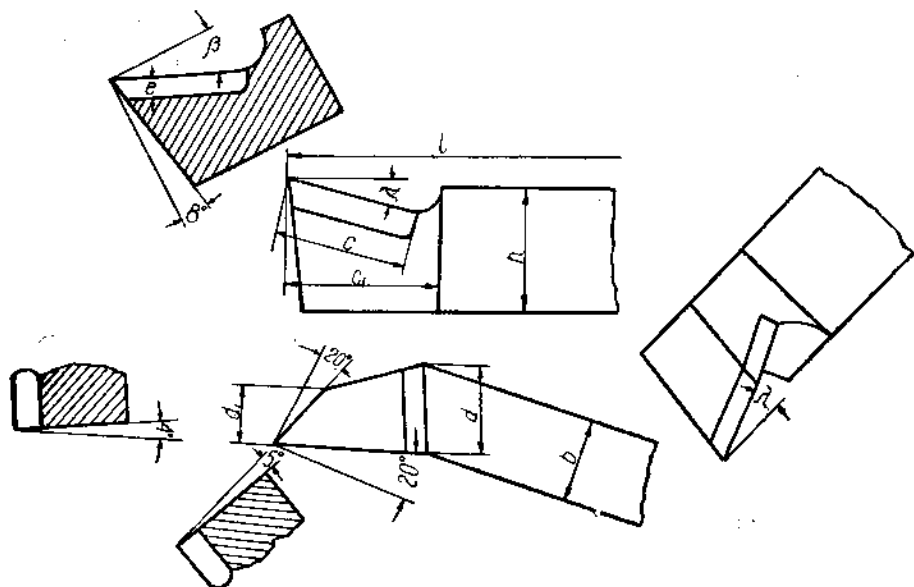
Таблица ТБ-11

РЧ

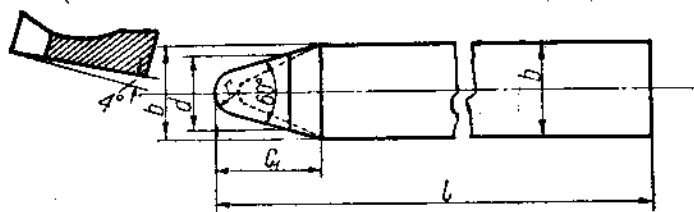
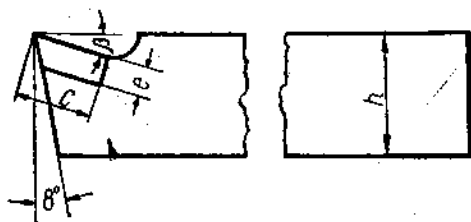
Условные обозначения	Размеры резца			l_1	r	a	Мин. диа- метр рас- точка D_0	Размеры наваривае- мой пла- стинки			Угол β	Приме- чание
	h	b	l					e	d	c		
РЧ 16/β БС	16	10	200	60	1	5	20	—	—	—	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 6)	Нава- ривать при де- фиците БС
РЧ 20/β БС	20	12	225	80	2	6	25	4	10	8		
РЧ 25/β БС	25	16	250	100	2	8	30	6	12	10		
РЧ 30/β БС	30	20	300	125	3	10	40	6	14	12		
РЧ 40/β БС	40	25	350	150	3	12	50	6	18	15		Нава- ривать жела- тельно
РЧ 45/β БС	45	30	400	175	4	15	60	6	22	18		
РЧ 60/β БС	60	40	500	200	5	20	80	8	28	25		



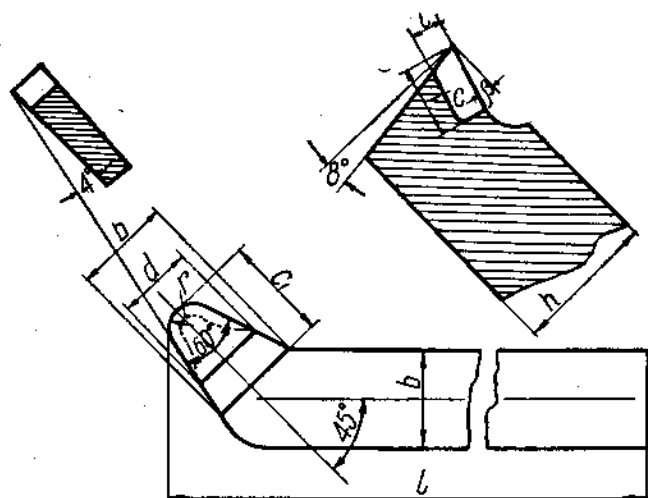
УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Резец токарный расточной крючковый							Таблица ТБ-12				
									РК				
Условные обозначения	Размеры резца			l	m	d ₁	f	k	Размеры наваривае- мой пла- стинки			Угол β	Приме- чение
	h	b = D							e	d	c		
РК-16/β БС	16	10	200	35	5	1	8					2° для	Навари- вать при дефиците БС
РК-20/β БС	20	12	225	40	5	1	10					всех	
РК-25/β БС	25	16	250	50	6	2	12	6	6	12		обраба- тывае- мых	
РК-30/β БС	30	20	300	55	7	2	16	6	7	12		материа- лов	Навари- вать же- лательно
РК-40/β БС	40	25	400	75	8	3	20	6	8	12			
РК-45/β БС	45	30	450	100	9	3	25	6	9	25			
РК-60/β БС	60	40	500	110	10	4	30	6	10	25			



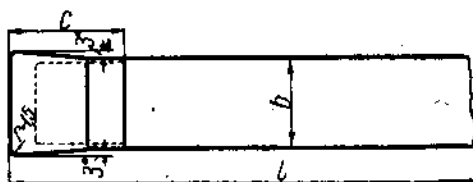
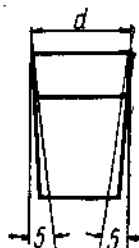
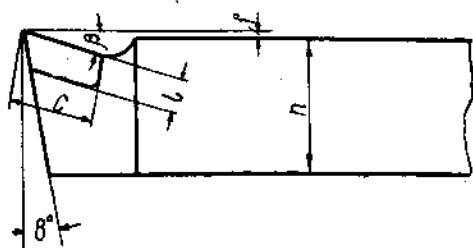
УНИИМаш Сектор обработки металлов реза- нием	Резцы токарные								Таблица ТВ-13	
	угловые — правый и левый								УП	УЛ
Условные обозначения	Размеры резца			c ₃	d ₁	Размеры навариваемой пластинки			Угол β	Приме- чание
	h	b	l			e	d	c		
УП(Л) 16/β БС	16	10	200	20	8	5	10	15	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 6)	Навари- вать при дефиците БС
УП(Л) 20/β БС	20	12	225	25	10	6	12	20		
УП(Л) 25/β БС	25	16	250	30	13	6	16	25		
УП(Л) 30/β БС	30	20	300	35	17	6	20	30		
УП(Л) 40/β БС	40	25	350	46	21	8	25	40		
УП(Л) 45/β БС	45	30	400	58	25	10	30	50		
УП(Л) 60/β БС	60	40	500	70	34	12	40	60		Навари- вать же- лательно



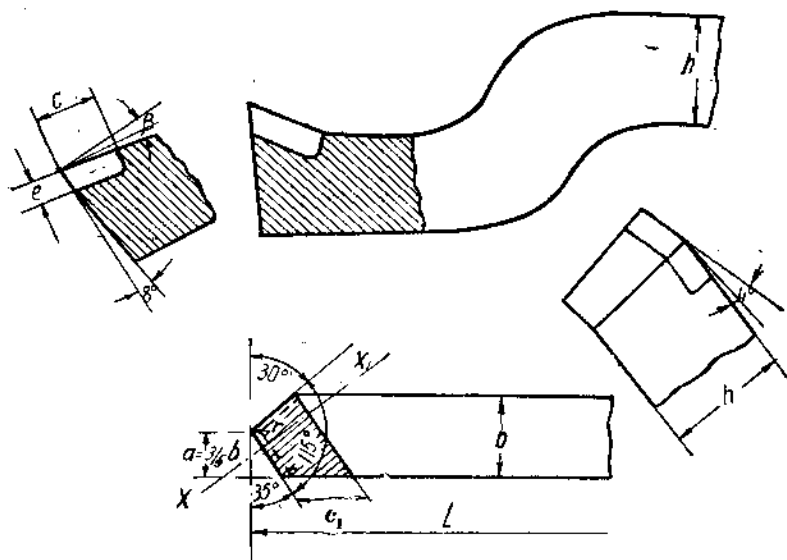
УНИИМаш Сектор обработки металлов реза- нием	Резец токарный чистовой прямой								Таблица ТБ-14	
									ЧП	
	Размеры резца				c_1	Размеры наваривае- мой пла- стинки			Угол β	Приме- чание
Условные обозначения	h	b	l	r		e	d	c		
ЧП 16/β БС	16	10	200	2,5	10	5	7	8	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 7)	Навари- вать при дефиците БС
ЧП 20/β БС	20	12	225	2,5	14	6	8	10		
ЧП 25/β БС	25	16	250	3	18	6	12	14		
ЧП 30/β БС	30	20	300	3	22	6	18	16		
ЧП 40/β БС	40	25	350	3,5	30	8	22	25		
ЧП 45/β БС	45	30	400	4	35	10	26	30		
ЧП 60/β БС	60	40	500	4	40	12	30	35		



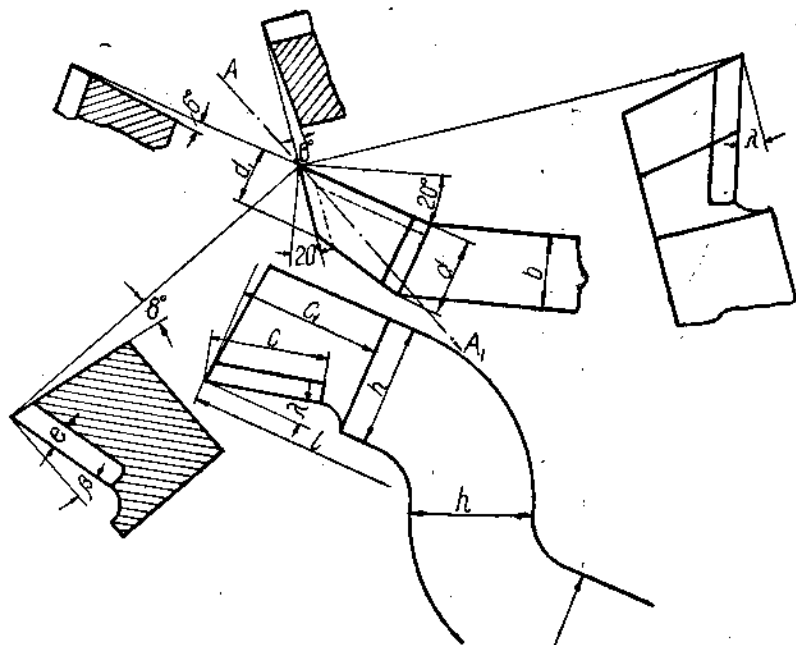
УНИИМаш Сектор обработки металлов реза- нием	Резцы токарные чистовые загнутые — правый и левый								Таблица ТБ-15	
									ЧЗП ЧЗЛ	
	Условные обозначения	Размеры резца			r	c_1	Размеры наваривае- мой плас- тинки			Угол β
h		b	l	l			d	c		
ЧЗП(Л) 16/β БС	16	10	200	2,5	10	5	7	8	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 7)	Навари- вать при- дефиците БС
ЧЗП(Л) 20/β БС	20	12	225	2,5	14	6	8	10		
ЧЗП(Л) 25/β БС	25	16	250	3	18	6	12	14		
ЧЗП(Л) 30/β БС	30	20	300	3	22	6	18	16		
ЧЗП(Л) 40/β БС	40	25	350	3,5	30	8	22	25		
ЧЗП(Л) 45/β БС	45	30	400	4	35	10	26	30		
ЧЗП(Л) 60/β БС	60	40	500	4	40	12	30	35		Навари- вать же- лательно



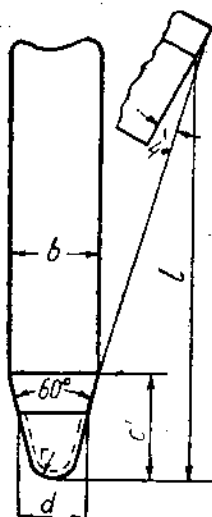
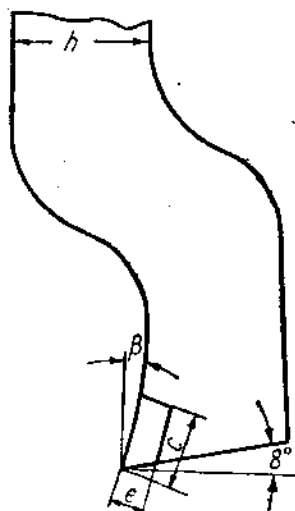
УНИИМаш Сектор обработки металлов реза- нием	Резец токарный чистовой лопаточный						Таблица ТБ-16			
							Л			
Условные обозначения	Размеры резца			c_1	f	Размеры наваривае- мой плас- тинки			Угол β	Приме- чание
	h	b	l			l	d	c		
Л 16/β BC	16	10	200	12	1	5	12	8	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 7)	Навари- вать при дефиците BC
Л 20/β BC	20	12	225	16	1	6	15	12		
Л 25/β BC	25	16	250	20	2	6	18	15		
Л 30/β BC	30	20	300	25	2	6	24	18		
Л 40/β BC	40	25	350	32	3	8	8	25		Навари- вать же- лательно
Л 45/β BC	45	30	400	40	3	10	34	30		
Л 60/β BC	60	40	500	48	4	12	40	35		



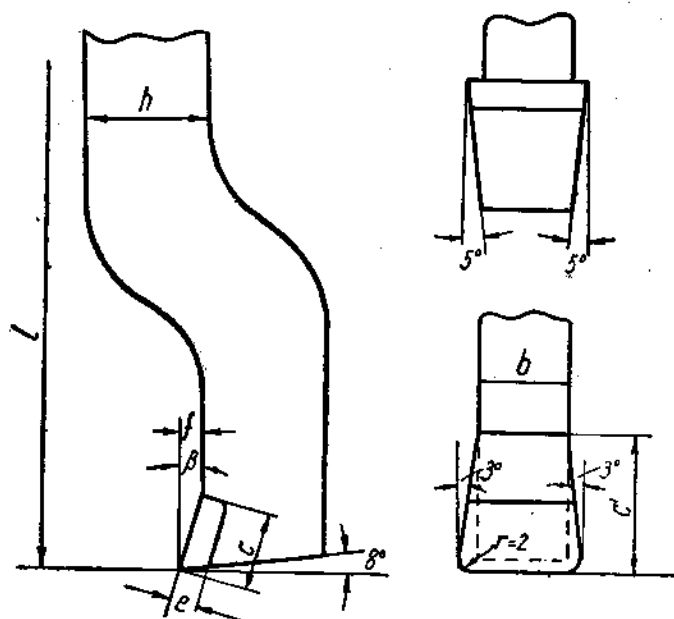
УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Резцы строгальные обдирочные прямые— правый и левый								Таблица СВ-1	
										СОП СОЛ	
Условные обозначения	Размеры резца			r	c ₁	Размеры навариваемой пластинки			Угол β	Примечание	
	h	b	l			e	d	c			
СОП-16/3 БС	16	10	200	2,0	10	6	10	9	В зависимости от обрабатываемого материала (см. табл. 6)	Наваривать при дефиците БС	
СОП-20/3 БС	20	12	225	2,0	12	6	12	10			
СОП-25/3 БС	25	16	250	2,5	15	6	16	14			
СОП-30/3 БС	30	20	300	2,5	20	6	20	18			
СОП-40/3 БС	40	25	350	3	26	8	25	25			
СОП-45/3 БС	45	30	400	3,5	28	10	30	27			
СОП-60/3 БС	60	40	500	4	38	10	40	36			
										Наваривать желательно	



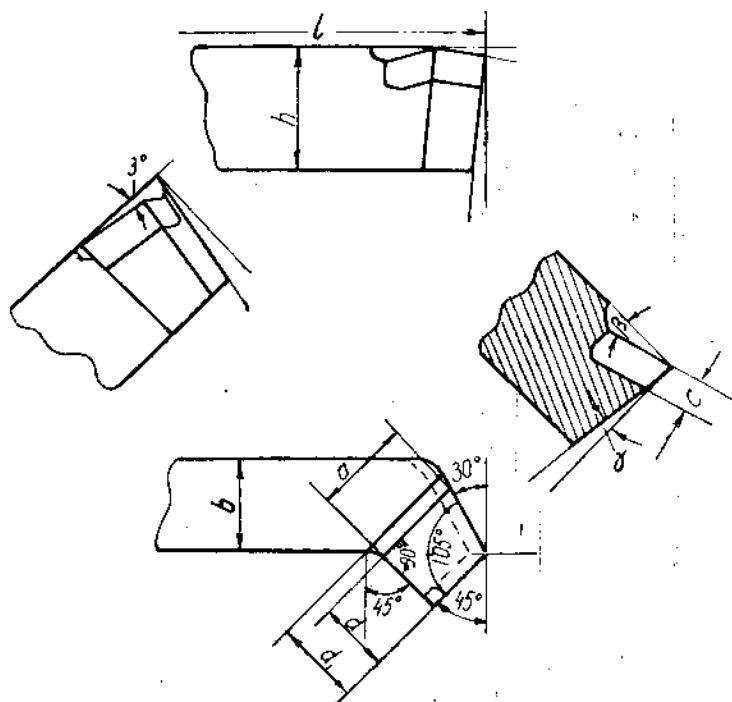
УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Резцы строгальные угловые — правый и левый							Таблица СВ-2	
									СУП СУЛ	
Условные обозначения	Размеры резца			c_1	d_1	Размеры навариваемой пластинки			Угол β	Примечание
	h	b	l			e	d	c		
СУЛ(П) 16/β BC	16	10	200	20	8	5	10	15	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 6)	Наваривать при дефиците BC
СУЛ(П) 20/β BC	20	12	225	25	10	6	12	20		
СУЛ(П) 25/β BC	25	16	250	30	13	6	16	25		
СУЛ(П) 30/β BC	30	20	300	35	17	6	20	30		Наваривать желательно
СУЛ(П) 40/β BC	40	25	350	46	21	8	25	40		
СУЛ(П) 45/β BC	45	30	400	58	25	10	30	50		
СУЛ(П) 60/β BC	60	40	500	70	34	12	40	60		



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Резец строгальный чистовой прямой							Таблица СБ-3	
									СЧП	
Условные обозначения	Размеры резца			r	c ₁	Размеры наварива- емой пластинки			Угол β	Приме- чание
	h	b	l			e	d	c		
СЧП-16/β БС	16	10	200	2,5	10	5	7	8	В зависимо- сти от обра- батываемого материала (см. табл. 7)	Наваривать при дефи- ците БС
СЧП-20/β БС	20	12	225	2,5	14	6	8	10		
СЧП-25/β БС	25	16	250	3	18	6	12	14		
СЧП-30/β БС	30	20	300	3	22	6	18	16		
СЧП-40/β БС	40	25	350	3,5	30	8	22	25		Наваривать желательно
СЧП-45/β БС	45	30	400	4	35	10	26	30		
СЧП-60/β БС	60	40	500	4,5	40	12	30	35		

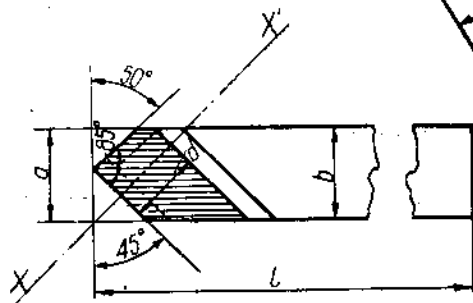
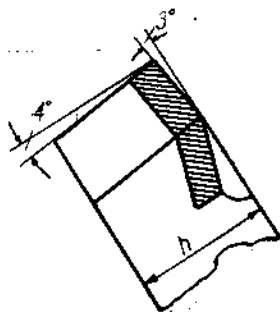
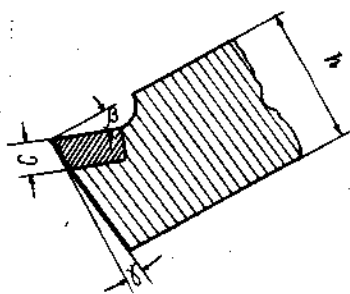


УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Резец строгальный чистовой лопаточный						Таблица СВ-4		
								СЛ		
Условные обозначения	Размеры реза			f	c ₁	Размеры навариваемой пластинки			Угол β	 Приме- чание
	h	b	l			e	d	c		
СЛ-16/β ВС	16	10	200	1	12	5	12	8	В зависи- мости от обрабаты- ваемого материала (см. табл. 7)	Наваривать при дефи- ците ВС
СЛ-20/β ВС	20	12	225	1	16	6	15	12		
СЛ-25/β ВС	25	16	250	2	20	6	18	15		
СЛ-30/β ВС	30	20	300	2	25	6	24	18		
СЛ-40/β ВС	40	25	350	3	32	8	28	25	Наваривать желательно	
СЛ-45/β ВС	45	30	400	3	40	10	34	30		
СЛ-60/β ВС	60	40	500	4	48	12	40	35		



Резцы токарные загнутые обдирочные — правый и левый						Таблица ТП-1			
						Победит		ОЗП ОЗЛ	
Резец устанавливать на $\frac{1}{10}$ диаметра выше центра									
Условные обозначения	Размеры стержня			r	d ₁	Размеры пластинки			Нормаль побе- дитовой плас- тинки
	b	h	l			a	d	c	
ОП(Л)З-25/β П	16	25	250	1,5	25	15	15	6	форма 1, разм. III
ОП(Л)З-30/β П	20	30	300	2,0	30	20	20	8	" " " IV
ОП(Л)З-40/β П	25	40	350	2,5	30	25	15	8	форма 2, разм. I
ОП(Л)З-45/β П	30	45	400	3,0	30	30	20	10	" " " II
ОП(Л)З-60/β П	40	60	500	3,5	35	40	20	12	" " " III

Углы β и γ берутся по таблице 6



Резцы токарные
прямые обдирочные — правый и левый

Таблица ТП-2

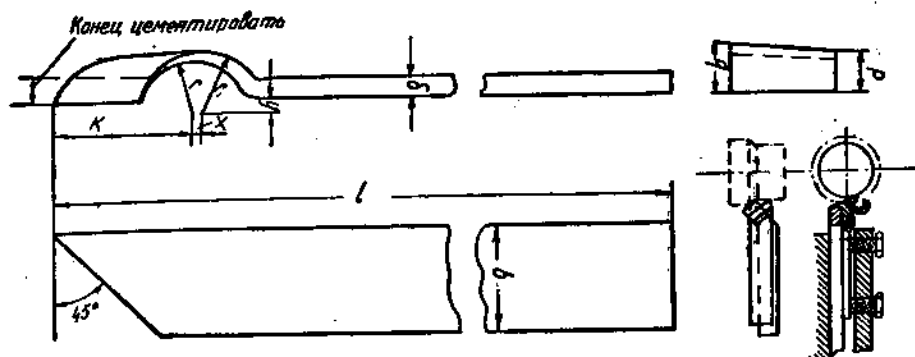
Победит

ОП
ОПЛ

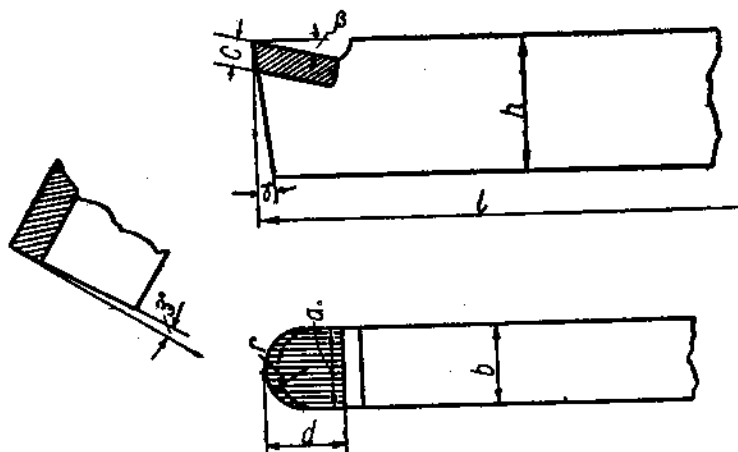
Резец устанавливать на $\frac{1}{30}$ диаметра выше центра

Условные обозначения	Размеры стержня			r	Размеры пластинки			Нормаль побе- дитовой плас- тинки
	b	h	l		a	d	c	
ОП(Л) П-25/β П	16	25	250	1,5	15	15	6	форма 3, разм. III
ОП(Л) П-30/β П	20	30	300	3	20	20	8	" " " IV
ОП(Л) П-40/β П	25	40	350	2	25	20	8	" " " V
ОП(Л) П-55/β П	30	45	400	3	30	20	10	" " " VI
ОП(Л) П-80/β П	40	60	500	3,5	30	20	10	" " " VI

Углы β и γ берутся по таблице 6

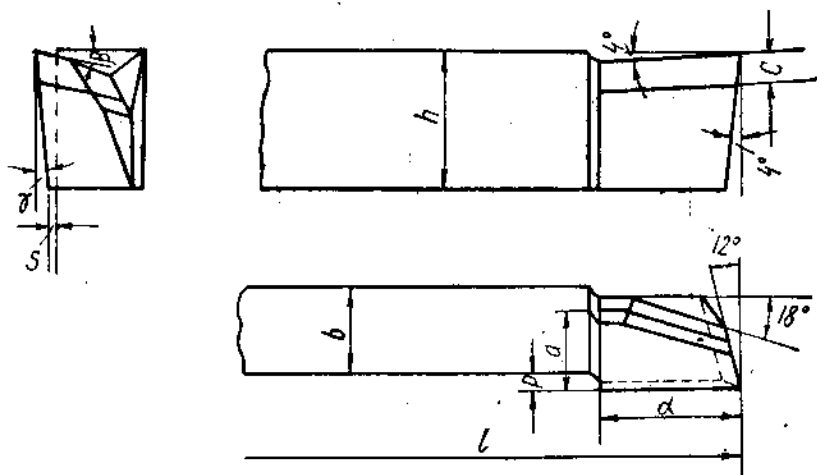


Стружкозавиватель для победитовых резцов								Таблица ТП-0		
								СТР-П		
№	b	l	δ	k	α	r	r ₁	y	p	q
II	25 35	150 250	4 6	35 55	2 3	12 16	15 20	4 6	11 14	12 15



Резцы токарные полукруглые					Таблица ТП-3			
					Победит		П	
Условные обозначения	Размеры стержня			r	Размеры пластины			Нормаль победитовой пластины
	b	h	l		a	d	c	
П-30/8 П	20	30	300	10	20	30	8	форма 9, разм. III
П-40/8 П	25	40	350	10	20	30	8	

Углы β и γ берутся по таблице 6



Резцы токарные
подразные — правый и левый

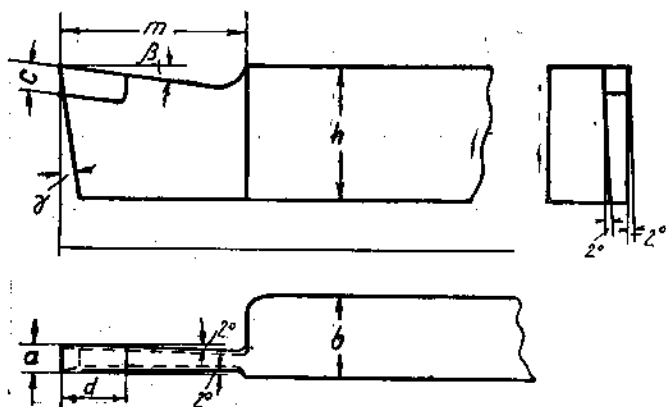
Таблица ТП-4

Победит

ПП
ПЛ

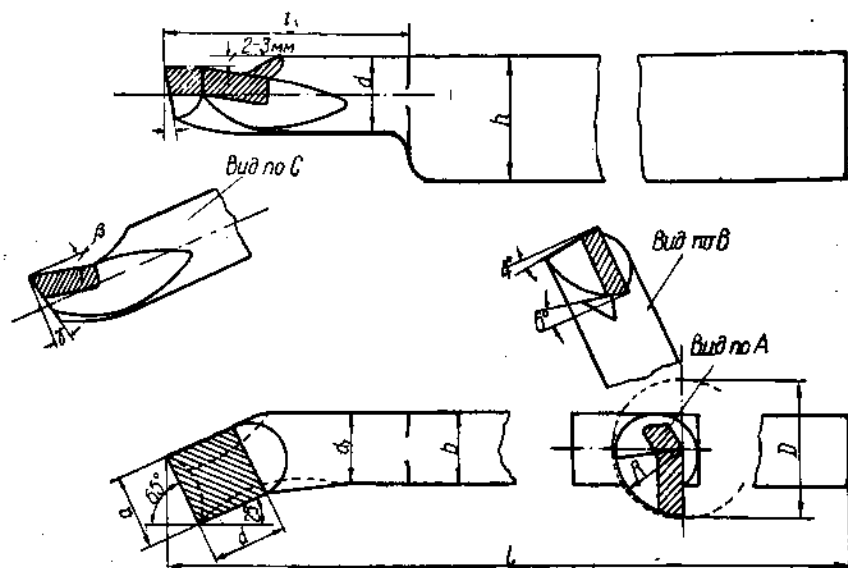
Условные обозначения	Размеры стержня			p	s	Размеры пластинки			Нормаль победитовой пластинки
	b	h	l			a	d	c	
ПП (Л)-25/β П	16	25	250	4	2	15	25	6	форма 5, разм. III
ПП (Л)-30/β П	20	30	300	4	3	20	36	8	" " " IV
ПП (Л)-40/β П	25	40	350	5	3	25	38	8	" " " V
ПП (Л)-45/β П	30	45	400	6	3	30	40	10	" " " VI

Углы β и γ берутся по таблице 6



Резец токарный отрезной прямой							Таблица ТП-5	
							Победит	ОП
Условные обозначения	Размеры стержня			m	Размеры пластинки			Нормаль победитовой пластинки
	b	h	l		a	d	c	
ОП-25/β II	16	25	250	35	5	12	4	форма 8, разм. II
ОП-30/β II	20	30	300	40	6	15	4	" " " III
ОП-40/β II	25	40	350	50	8	20	6	" " " IV
ОП-45/β II	30	45	400	55	8	20	6	" " " IV

Углы β и γ берутся по таблице 6



Резец токарный
расточной для сквозных дыр

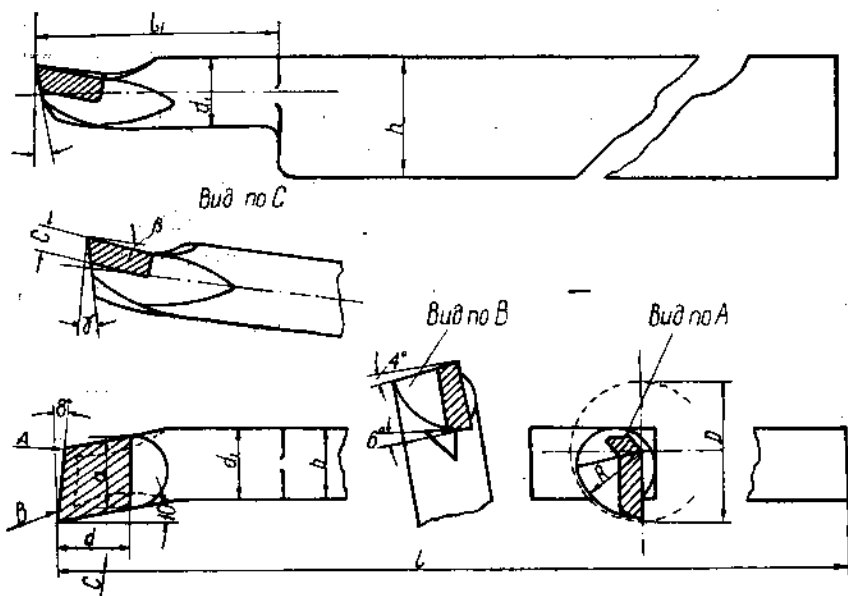
Таблица ТП-6

Победит

РС

Условные обозначения	Размеры стержня						Мин. дли- метр рас- точек	Размеры пластинки			Нормаль по бедитовой пластинки
	b	h	l	l ₁	d	R		a	d	c	
РС 25/β II .	16	25	250	50	15	14,5	30	15	15	6	форма 1, разн. III
РС 30/β II . .	20	30	300	55	20	19,5	40	20	20	8	. . . IV
РС 40/β II . .	25	30	400	75	25	24,5	50	25	20	8	. . . V
РС 45/β II . .	30	45	450	100	30	29	60	25	20	8	. . . V
РС 60/β II . .	40	60	500	120	40	39	80	25	20	8	. . . V

Углы β и γ берутся по таблице 6



Резец токарный
расточной для глухих дыр

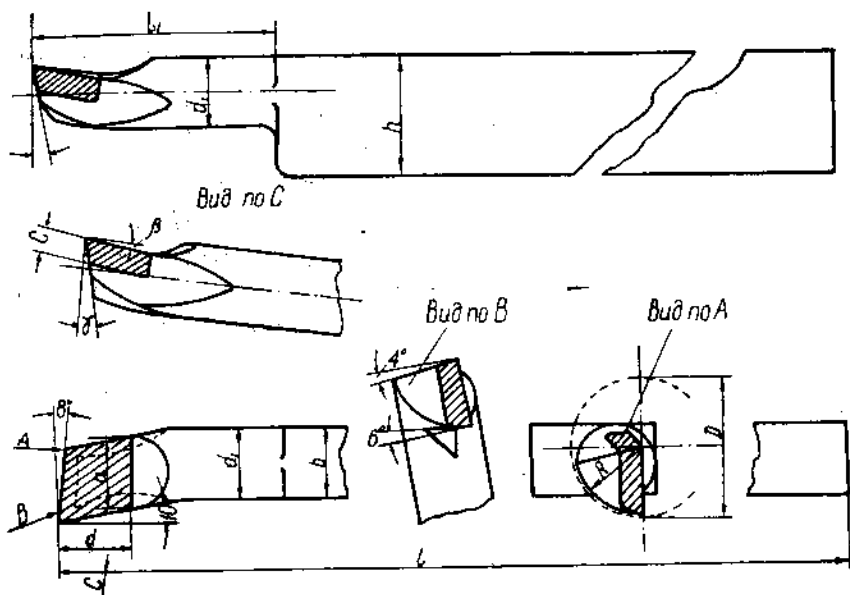
Таблица ТП-7

Победит

РГ

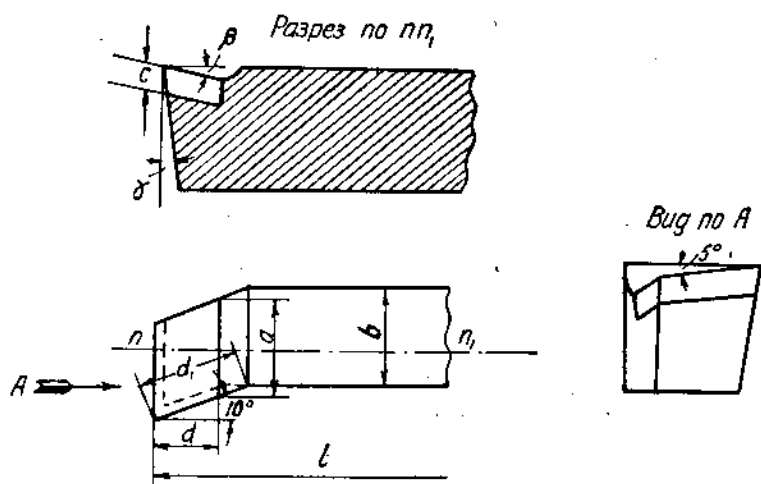
Условные обозначения	Размеры стержня						Мин. diam. расточен	Размеры пластинки			Нормаль побе- дитовой плас- тинки
	b	h	l	l ₁	d ₁	R		a	d	c	
РГ 25/β II	16	25	250	50	15	14,5	30	15	15	6	форма 4, разм. II
РГ 30/β II	20	30	300	55	18	19,5	40	20	18	8	" " " III
РГ 40/β II	25	40	350	75	20	24,5	50	25	20	8	" " " IV

Углы β и γ берутся по таблице 6



Резец токарный расточной для глухих дыр								Таблица ТП-7			
								Победит		РГ	
Условные обозначения	Размеры стержня						Мин. диам. расточен	Размеры пластинки			Нормаль побе- дитовой плас- тинки
	b	h	l	l ₁	d ₁	R		a	d	c	
РГ 25/β П	16	25	250	50	15	14,5	90	15	15	6	форма 4, разм. II
РГ 30/β П	20	30	300	55	18	19,5	40	20	18	8	„ „ „ III
РГ 40/β П	25	40	350	75	20	24,5	50	25	20	8	„ „ „ IV

Углы β и γ берутся по таблице 6



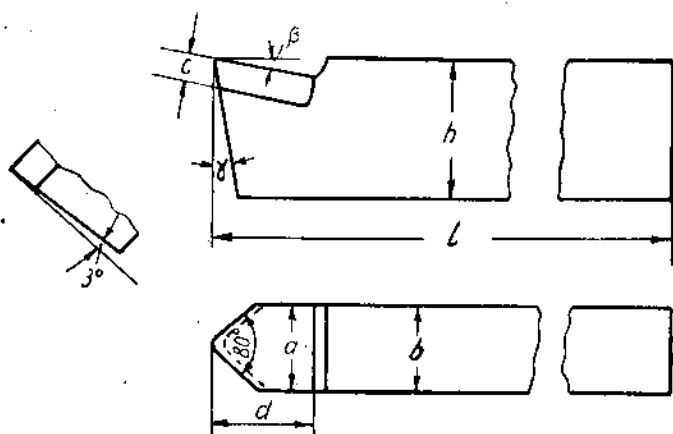
Резцы токарные
угловые—правый и левый

Таблица ТП-8

Победит УП, УЛ

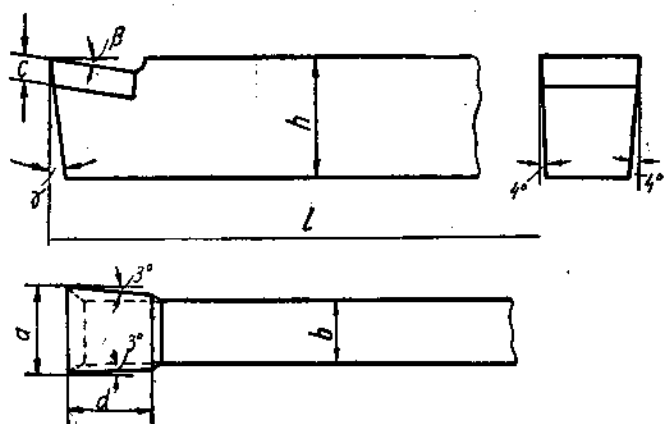
Условные обозначения	Размеры стержня			d_1	Размеры пластинки			Нормаль побе- дитовой пластинки
	b	h	l		a	d	c	
УП(Л) - 25/β П	16	25	250	18	15	15	6	форма 4, разм. II
УП(Л) - 30/β П	20	30	300	25	20	18	8	" " " III
УП(Л) - 40/β П	25	40	350	30	25	20	8	" " " IV
УП(Л) - 45/β П	30	45	400	35	30	20	8,5	" " " V
УП(Л) - 60/β П	40	60	500	35	30	20	8,5	" " " V

Углы β и γ берутся по таблице 6



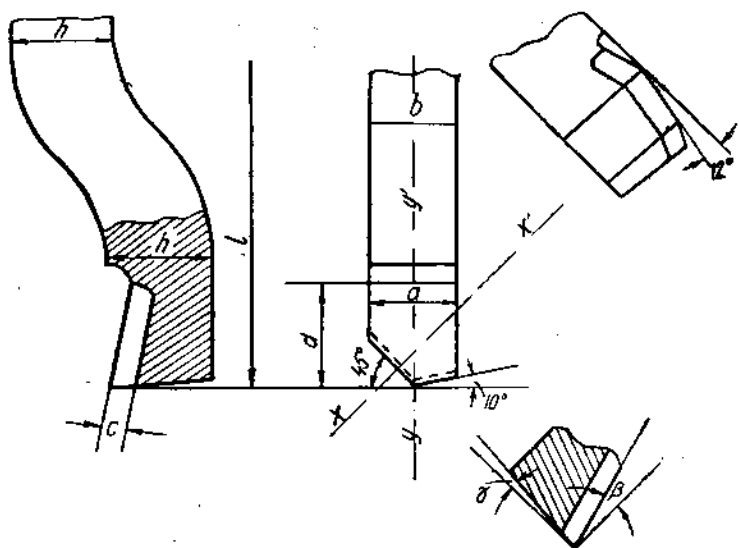
Резец токарный чистовой прямой						Таблица ТП-9			
						Победит		ЧП	
Условные обозначения	Размеры стержня			r	Размеры пластинки			Нормаль победи- товой пластинки	
	b	h	l		a	d	c		
ЧП-25/β П	16	25	250	1,5	15	18	6	форма 7, разм. III	
ЧП-30/β П	20	30	300	2,0	20	20	8	„ „ „ IV	
ЧП-40/β П	25	40	350	2,5	20	20	8	„ „ „ IV	
ЧП-45/β П	30	45	400	3,0	20	20	8	„ „ „ IV	
ЧП-60/β П	40	60	500	3,5	20	20	8	„ „ „ IV	

Углы β и γ берутся по таблице 7



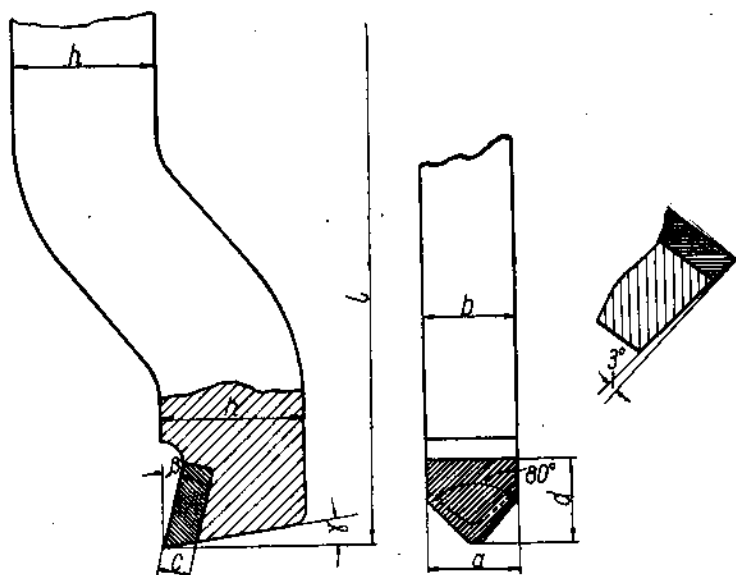
Резец токарный чистовой лопаточный						Таблица ТП-10	
						Победит	ЧЛ
Условные обозначения	Размеры стержня			Размеры пластинки			Нормаль победи- товой пластинки
	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>d</i>	<i>c</i>	
ЧЛ - 25/β П	16	25	250	20	20	8	форма 1, разм. IV
ЧЛ - 30/β П	20	30	300	25	20	8	" " " V
ЧЛ - 40/β П	25	40	350	25	20	8	" " " V

Углы β и γ берутся по таблице 7



Резцы строгальные прямые обдирочные — правый и левый					Таблица СП-1			
					Победит	СОП СОЛ		
Условные обозначения	Размеры стержня			r	Размеры пластинки			Нормаль победы- товой пластинки
	b	h	l		a	d	c	
СОП(Л) 20/β П	16	20	250	1,5	15	25	6	форма 6, разм. I
СОП(Л) 30/β П	20	30	300	2,0	20	30	8	„ „ „ II
СОП(Л) 40/β П	25	40	350	2,5	20	30	8	„ „ „ II

Углы β и γ берутся по таблице 6



Резец строгальный
чистовой прямой

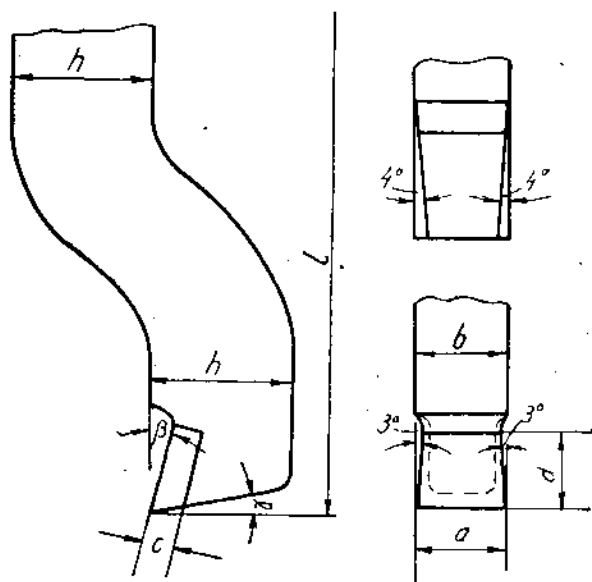
Таблица СП-2

Победит

СЧП

Условные обозначения	Размеры стержня			r	Размеры пластинки			Нормаль победи- товой пластинки
	b	h	l		a	d	c	
СЧП-25/β П	16	25	250	1,5	15	18	6	форма 7, разм. III
СЧП-30/β П	20	30	300	2,0	20	20	8	. . . IV
СЧП-40/β П	25	40	350	2,5	20	20	8	. . . IV

Углы β и γ берутся по таблице 7



Резец строгальный
чистовой лопаточный

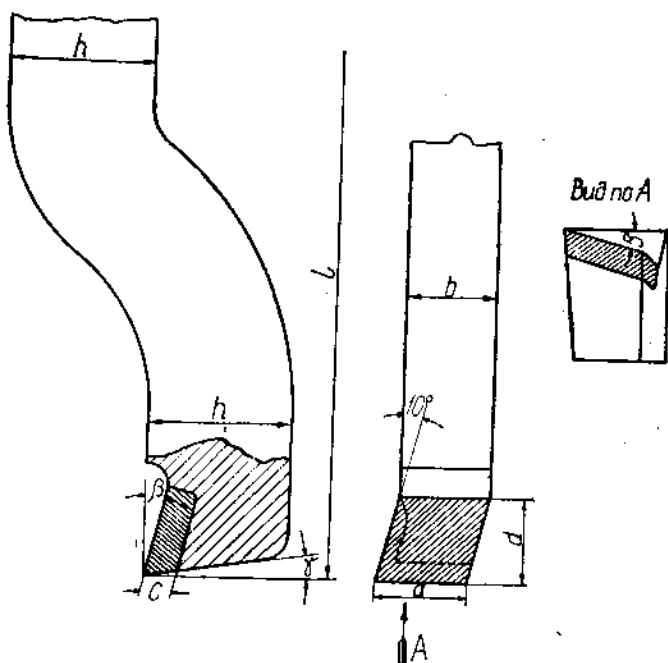
Таблица СП-3

Победит

СЧЛ

Условные обозначения	Размеры стержня			Размеры пластинки			Нормаль победи- товой пластинки
	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>d</i>	<i>c</i>	
СЧЛ 25/β П . .	16	25	250	20	20	8	форма 1, разм. IV
СЧЛ 30/β П . .	20	30	300	25	20	8	„ „ „ V
СЧЛ 40/β П . .	25	40	350	25	20	8	„ „ „ V

Углы β и γ берутся по таблице 7



Резцы строгальные
угловые — правый и левый

Таблица СП-4

Победит

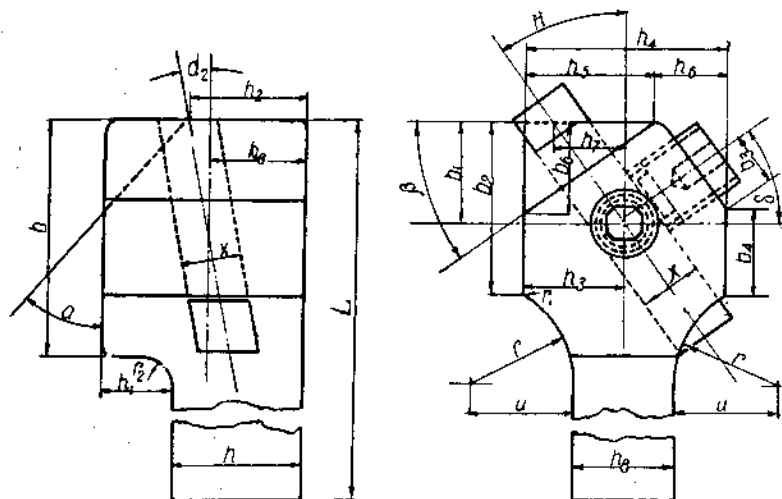
СУП
СУЛ

Условные обозначения	Размеры стержня			Размеры пластинки			Нормаль победито- вой пластинки
	b	h	l	a	d	c	
СУП (Л) 25/β П	15	25	250	15	15	6	форма 4, разм. II
СУП (Л) 30/β П	20	30	300	20	18	8	" " " III
СУП (Л) 40/β П	25	40	350	25	20	8	" " " IV

Углы β и γ берутся по таблице 6

В случае необходимости можно при заточке дать угол при вершине не 80° (как изображено на чертеже), а уменьшить его до 72°, наклонив грань a, как в токарном угловом резце.

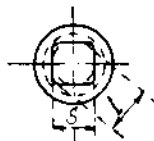
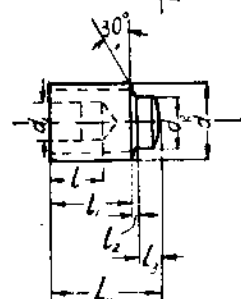
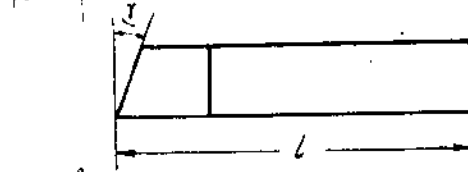
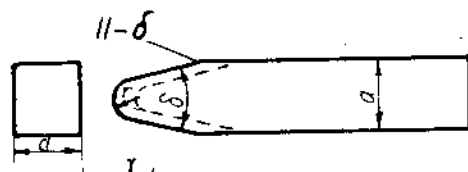
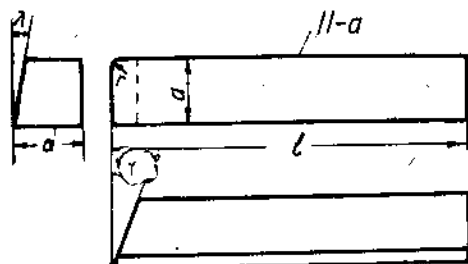
II. Нормали державок



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Державка для проходных работ														11			
№ дер- жавки	Корпус державки															Размеры реза 11-а		Болт	
	L	h	h ₁	b	r	a ₁	r ₁	r _s	h ₂	b ₁	b ₂	β	u	h ₉	a·a·l	d·l			
11—1	260	25	15	58	21	40	2	5	24	20	35	35	21	20	12×12×60	14×18			
11—2	280	34	14	57	44	32	3	7	31	29	47	35	44	25	16×16×85	18×25			
11—3	300	40	15	84	48	38	3	7	38	37	65	35	48	30	20×20×110	20×30			
11—4	320	45	15	101	74	24	3	7	45	43	81	35	74	35	20×20×135	20×35			
11—5	350	50	18	115	93	17	5	10	57	50	90	35	93	45	25×25×150	20×35			
11—6	400	55	19	130	75	16	5	10	62	57	102	35	75	50	25×25×170	24×40			

	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇	δ	b ₆	□ x	b ₃	b ₄	h ₈	a ₂	H
11—1	20	40	29	11	14	35	19	12	10	21	20	12	35
11—2	26	52	39	13	20	35	26	16	12	28	28	12	35
11—3	35	70	52	18	26	35	29	20	16	39	34	12	35
11—4	40	80	62	18	30	35	36	20	16	55	40	12	35
11—5	45	90	67	23	35	35	39	25	20	58	45	12	35
11—6	50	100	77	23	40	35	41	25	20	70	50	12	35

Материал державки — сталь № 4. Конец головки закалить в масле



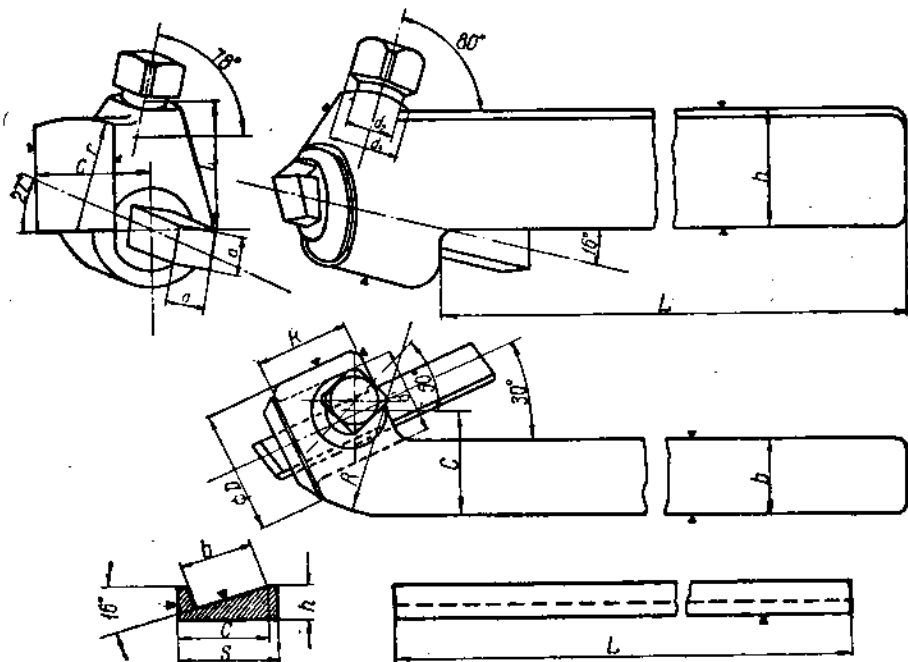
№ державки	Резец	l	a	r	a	λ
11-1	11а-1	60	12	1,5	20	4
11-2	11а-2	85	16	2	20	4
11-3	11а-3	110	20	2,5	20	4
11-4	11а-4	135	20	2,5	20	4
11-5	11а-5	150	25	3	20	4
11-6	11а-6	170	25	3	20	4

№ державки	Резец	b	a	r	r1	a	λ
11-1	11б-1	60	12	3	2	20	30
11-2	11б-2	85	16	4	3	20	30
11-3	11б-3	110	20	5	4	20	30
11-4	11б-4	135	20	5	4	20	30
11-5	11б-5	150	25	6	5	20	30
11-6	11б-6	170	25	6	5	20	30

Материал резцов — быстро-
режущая сталь „Молния“ ЭМ

№ державки	Болт ОСТ-32	Кол- чество	l	l1	l2	l3	l4	d	d1	d2	S	r
11-1	11в-1	2	12	13	1,3	3,7	18	M-14	8	10	7	9
11-2	11в-2	2	16	18	1,8	5,2	25	M-18	9	13	8	10
11-3	11в-3	2	18	23	1,9	5,1	30	M-20	10	15	9	12
11-4	11в-4	2	18	23	1,9	5,1	35	M-20	10	15	9	12
11-5	11в-5	2	18	23	1,9	5,1	35	M-10	10	15	9	12
11-6	11в-6	2	22	31	2	7	40	M-24	12	20	11	14

Болты закалить в масле. Обработать



УНИИМаШ
Сектор обработки
металлов резанием

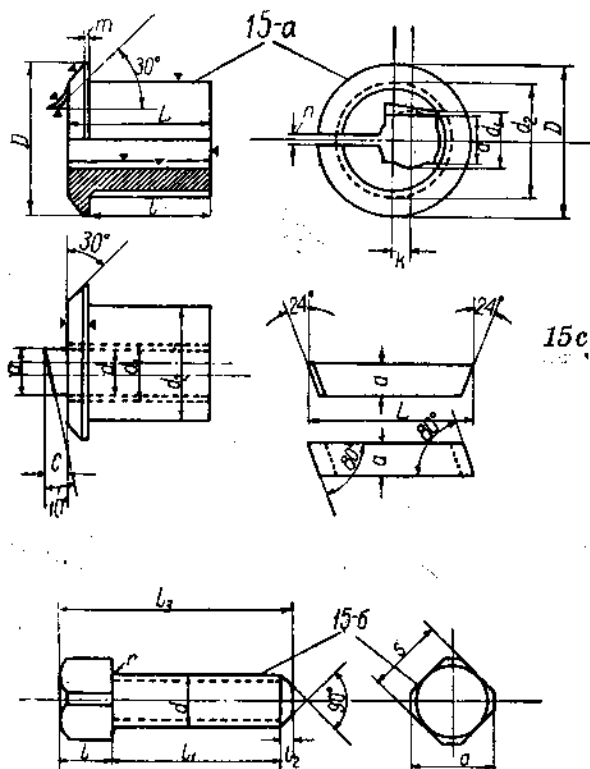
Державка для токарных работ

15

№ дер- жавки	Корпус державки												
	a	d	h	r	L	D	k	d ₁	d ₂	d ₃	c	t	R
15—1	8	16	25	25	150	26	20	18	10	15	22	27	40
15—2	10	20	30	30	180	33	25	23	12	18	28	34	49
15—3	12	25	38	38	210	39	30	27	14	21	33	40	62
15—4	16	32	50	50	240	52	40	36	18	27	44	54	80

Материал — сталь № 4. Головку подкалить

№ дер- жавки	Подкладка					
	b	s	h	c	L	
15—1	16	21,5	7	19	145	Материал— сталь № 6. 2 штуки
15—2	20	26	8,5	23,5	175	
15—3	25	32	10	29	205	
15—4	32	40,5	11,5	37	235	



№ штука	Втулка									
	D	m	L	l	a	d ₁	d ₂	n	c	k
15а-1	24	2	25	20	8	10	18	2	5	2
15а-2	31	2	30	25	10	12	23	2	5	3
15а-3	37	3	37	30	12	15	27	3	6	3
15а-4	50	3	47	40	16	20	36	3	7	3

№ резца	Резец	
	a	L
15с-1	8	45
15с-2	10	55
15с-3	12	65
15с-4	16	85

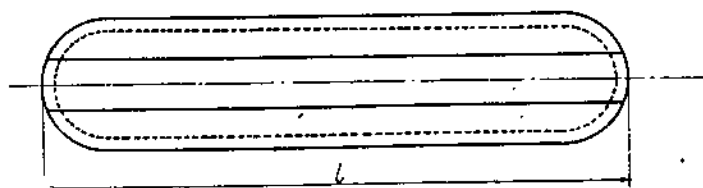
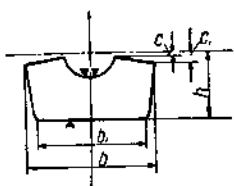
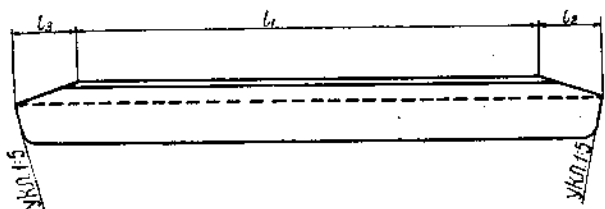
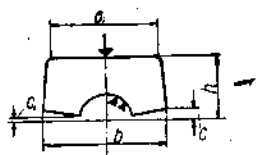
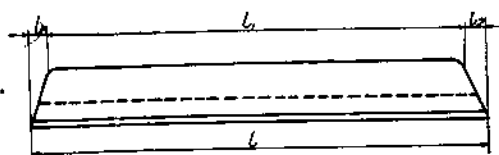
Материал рез-
ца — быстроре-
жущая сталь
„Молния“ ЭМ.
Закалить в масле

№ болта	Болт								Ко- личе- ство
	l	l ₁	l ₂	l ₃	d	S	a	r	
15б-1	8	25	2	35	10	11	14	0,5	1
15б-2	10	30	2	44	12	14	18	0,5	1
15б-3	12	35	3	50	14	14	18	0,5	1
15б-4	16	45	3	64	18	19	25	1	1

Материал — сталь № 6. Обрабатывать. Конец закалить в масле

Примечание к детали № 15а

Изготовить втулку из стали № 6. Наметьте точки для установки втулки для обработки разных материалов. После предварительного испытания закалить втулку в масле



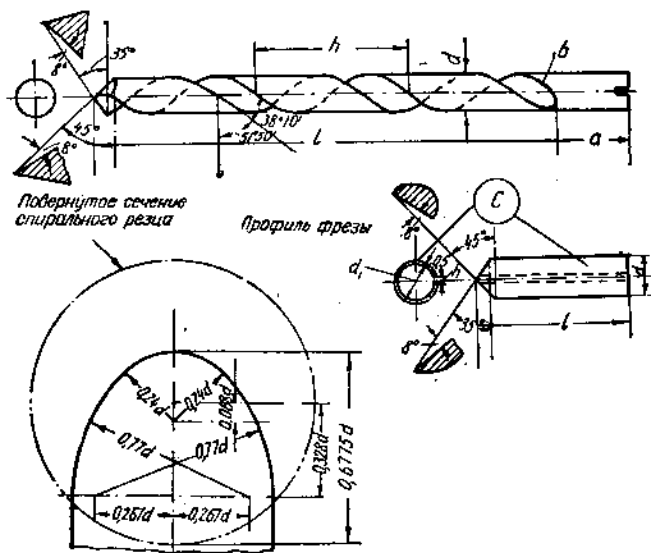
УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

Державка для спиральных
резцов

16

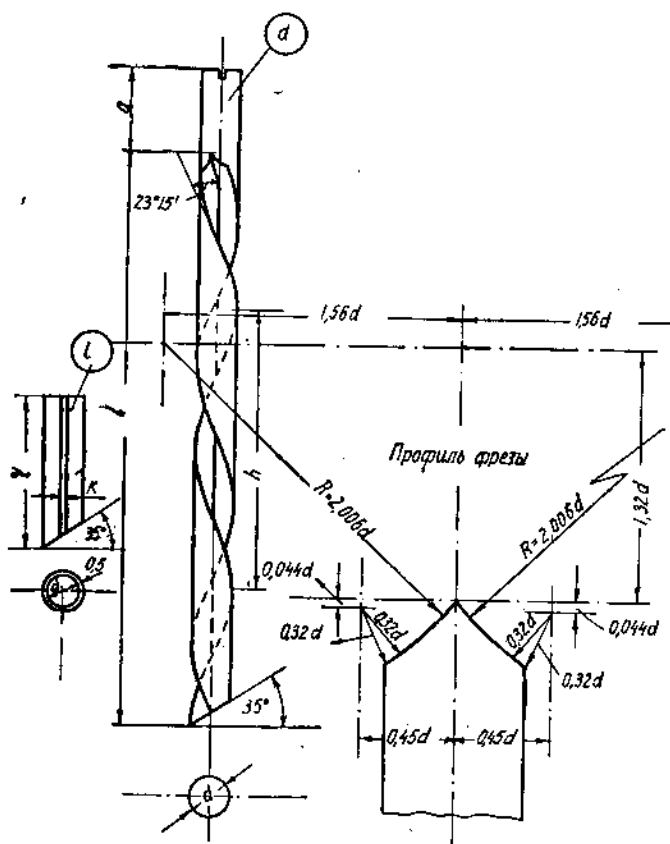
Нижняя накладка	d	l	l_1	l_2	l_3	b	b_1	c	c_1	h
16—1	10	110	70	20	20	25	20	2	1	15
16—2	14	140	90	25	25	35	30	2	1	20
16—3	20	200	140	30	30	40	35	2	1	30
16—4	25	250	180	35	35	45	40	2	1	35
Верхняя накладка	d	l	l_1	l_2	l_3	b	b_1	c	c_1	h
16а—1	10	80	75	2	3	25	20	2	1	15
16а—2	14	110	100	5	5	35	30	2	1	20
16а—3	20	170	160	5	5	40	35	2	1	30
16а—4	25	220	200	10	10	45	40	2	1	35

Материал державки — сталь № 4. Закалить в масле



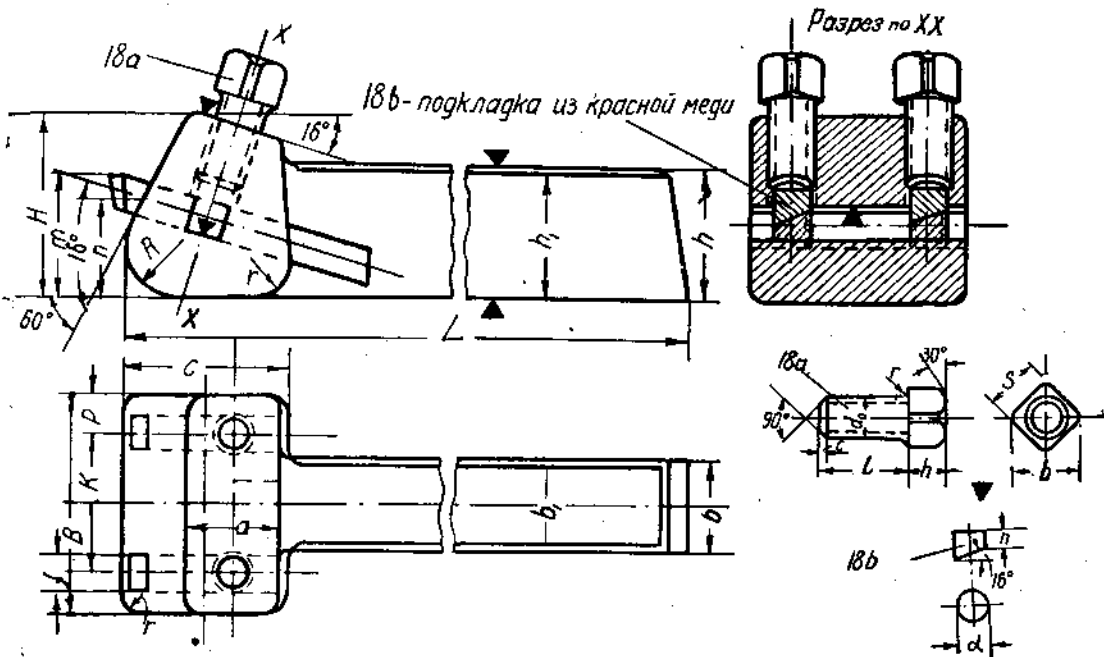
УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Спиральный резец правый				16 Детали (16 б, 16 с)		
Спиральный резец	d	l	a	h	Шаблон для заточки	d ₁	e	k
16б-1	10	135	20	40	16с-1	10	40	1
16б-2	14	165	25	56	16с-2	14	45	2
16б-3	20	205	30	80	16с-3	20	50	2
16б-4	25	280	35	100	16с-4	25	50	2

Материал — быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Спиральный резец левый				16 Детали (16 d, 16 e)		
Спиральный резец	d	l	a	h	Шаблон для заточки	d ₁	e	k
16d-1	10	150	22	73	16e-1	10	40	1
16d-2	14	175	28	102	16e-2	14	45	2
16d-3	20	210	32	146	16e-3	20	50	2
16d-4	25	280	35	182,5	16e-4	25	50	2

Материал резца — быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ



УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

Державка для токар-
ных и строгальных
работ

18

Материал державки — сталь № 4. Головку закалить в масле

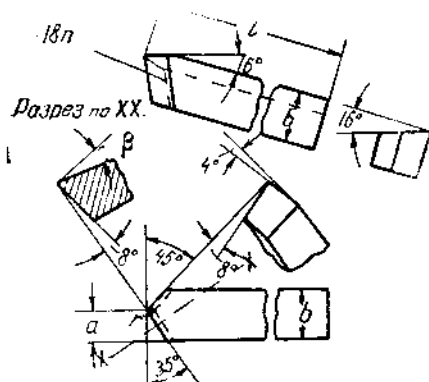
№ державки	Размеры державки																
	L	h	b	h ₁	b ₁	H	B	C	n	t	p	k	a	f	R	E ₁	r
18—1	150	25	16	24	14	35	40	30	17	22	7,5	25	16	6,2	10	6	3
18—2	170	30	20	29	18	42	48	40	21	28	9	30	20	8,2	11	7	4
18—3	200	35	24	34	22	48	60	45	25	33	11	38	25	10,2	12	8	4
18—4	250	45	30	44	28	60	78	58	30	39	14	45	32	12,2	14	9	5

№ держав- ки	№ детали	ОСТ 32 d ₀	Размеры винта					
			l	h	c	r	S	b
18-1	18a-1	8	17	7	1,5	0,5	9	12
18-2	18a-2	10	20	8	2	0,5	11	14
18-3	18a-3	12	22	10	2	0,5	14	18
18-4	18a-4	16	28	14	3	1	17	22

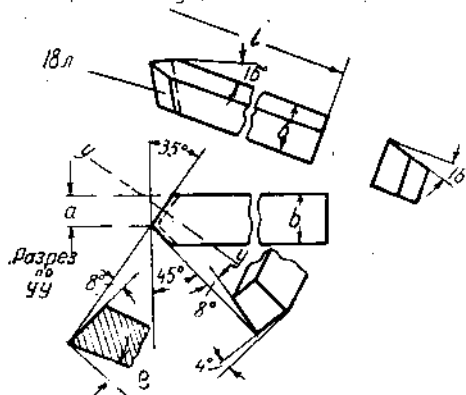
№ держав- ки	№ детали	Размер под- кладки	
		d	n
18-1	18b-1	6	3
18-2	18b-2	7,8	4
18-3	18b-3	9,5	5
18-4	18b-4	13	6

Материал винта — сталь № 6. Концы
винта закалить

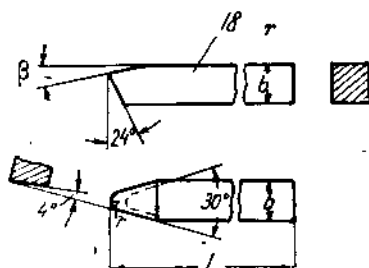
Материал подкладки — крас-
ная медь



Правый обдирочный



Левый обдирочный



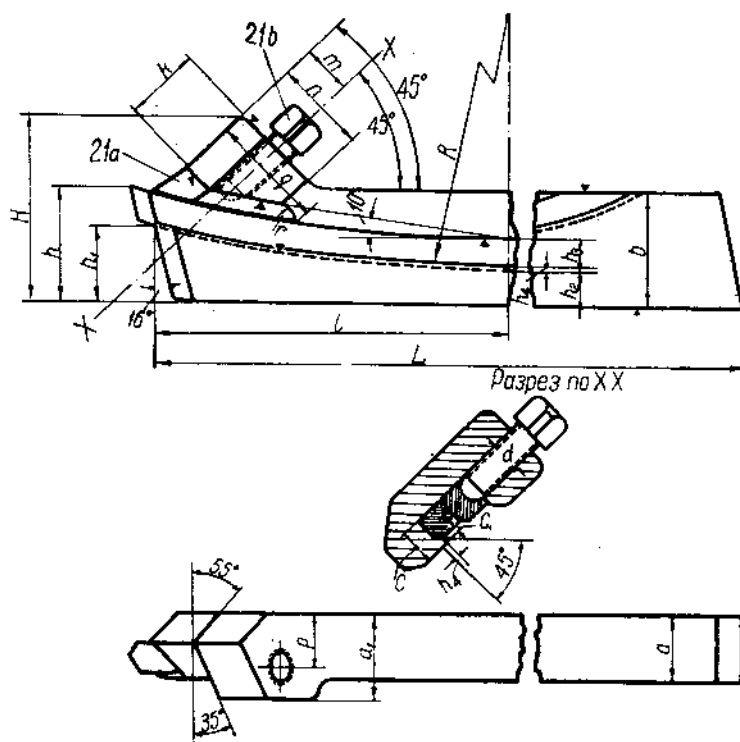
Чистовой прямой

№ державки	№ правых резцов	№ левых резцов	Размеры резцов			
			b	l	a	r
18-1	18п-1	18л-1	6	50	4	1,00
18-2	18п-2	18л-2	8	70	5	1,50
18-3	18п-3	18л-3	10	80	6	1,75
18-4	18п-4	18л-4	12	100	7	1,75

Обдирочные резцы для шлифовки в державке. Материал всех резцов — „Молния“ ЭМ. Закалить весь резец. При обработке разных материалов углу β дают размер согласно табл. 6, учета наклон резца на 16° к горизонтали

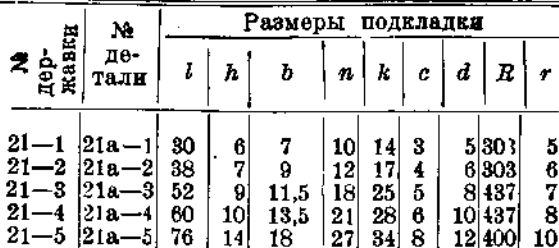
№ державки	№ резцов	Размеры резцов		
		b	l	r
18-1	18ч-1	6	50	1,5
18-2	18ч-2	8	70	2,0
18-3	18ч-3	10	80	2,5
18-4	18ч-4	12	100	3,0

Материал резцов — быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ. При обработке разных материалов углу β дают размер согласно табл. 7, учета наклон резца на 16° к горизонтали



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Державка для проходных работ																		21	
№ держа- вки	L	Размеры державки																			
		a	b	H	h	h ₁	h ₂	h ₃	R	l	h ₄	n	m	P	a ₁	r	c	c ₁	q	k	d
21—1	190	13	24	37	22	16	7	6,5	303	72	1,5	18	10	10	16	5	6	1	24	15	6
21—2	210	16	30	46	26	16	7	8,8	303	73	1,5	23	12	12	20	6	7	1	30	20	8
21—3	250	20	35	57	31	20	7	11,5	437	105	2	30	15	14	25	7	8,5	1,5	40	27	10
21—4	320	24	40	65	32	20	7	12,5	437	105	2	36	18	16	30	8	10,5	1,5	46	32	12
21—5	400	32	50	82	36	20	8	6,5	400	97	2,5	46	24	20	40	10	14	2	56	42	16

Материал державки—сталь № 4. Головку державки закалить в масле



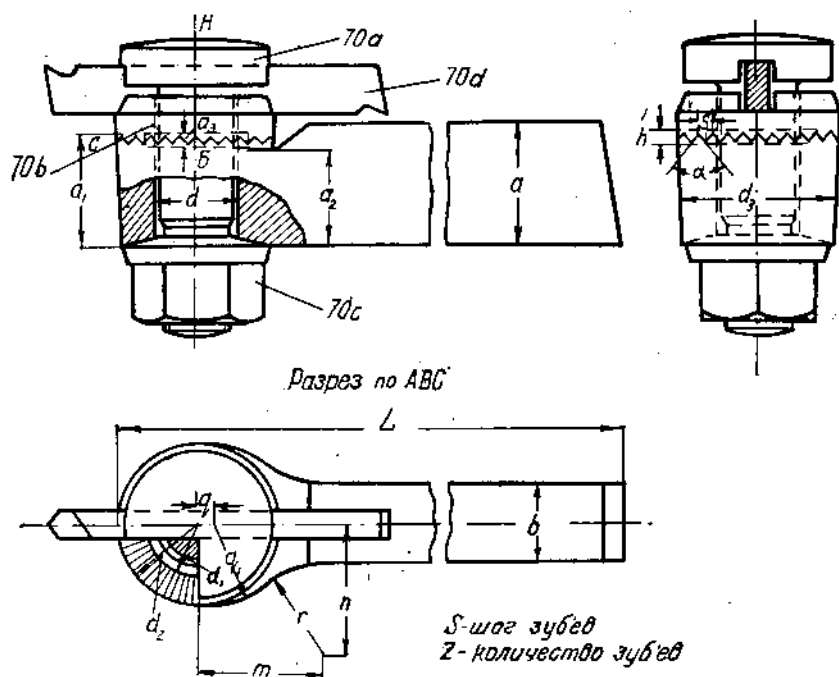
№ дер- жавки	№ де- тали	Размеры винта					
		l	h	c	S	e	d
21-1	21b-1	16	6	3	7	9	6
21-2	21b-2	28	7	4	9	12	8
21-3	21b-3	32	8	5	11	14	10
21-4	21b-4	38	10	5	14	18	12
21-5	21b-5	46	14	6	17	22	18

Technical drawing of a notched beam showing three views:

- Longitudinal Section (Top):** Shows the beam's length L , width b , and height h . A notch of depth $2l_n$ is cut at an angle of 35° . The section is labeled "Разрез по XX".
- Right-Hand Cross-Section (Middle):** Shows the beam's width b and height h . The notch is cut at an angle of 45° . The section is labeled "проходной правый".
- Left-Hand Cross-Section (Bottom):** Shows the beam's width b and height h . The notch is cut at an angle of 35° . The section is labeled "проходной левый".

№ дер- жавн	№ правых резцов	№ левых резцов	Резцы			
			l	b	a	R
21-1	21П-1	21Л-1	170	6	3,5	303
21-2	21П-2	21Л-2	190	8	5	303
21-3	21П-3	21Л-3	220	10	6	437
21-4	21П-4	21Л-4	300	12	8	437
21-5	21П-5	21Л-5	350	16	9	400

Материал резцов — быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ. Обработка со всех сторон. Закалить весь резец. Заточку углов резца производить в державке. При обработке разных материалов углу β дают размер согласно табл. 6, учета наклона резца к горизонтالي



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием							Державка для строгальных работ										70			
№ держав- ки	Корпус державки																			
	L	b	a	a ₁	a ₂	a ₃	d	d ₁	d ₂	d ₃	r	q ₁	m	n	q	α	h	s	z	
70—1	180	16	25	22	20	4	16	20	32	30	18	16	25	26	3	76°20'	2	3,14	32	
70—2	300	20	40	36	33	4	21	28	43	40	24	21	33	31	3	76°20'	2	3,14	43	
70—3	420	35	50	42	38	4	33	45	66	64	34	34	49	52	4,5	76°20'	2	3,14	86	
70—4	560	50	70	63	58	4	41	51	80	76	44	40	54	70	5	76°20'	2	3,14	80	

s — шаг зубьев; z — количество зубьев

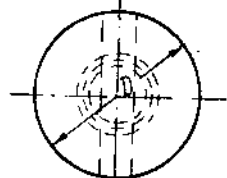
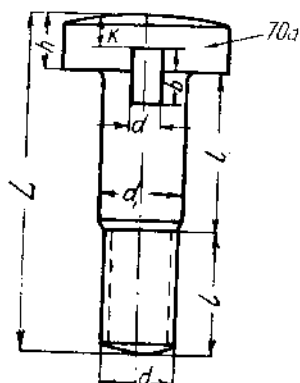
Материал державки — сталь № 4. Головке
закалить в масле

УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

Державка для
строгальных работ

70
детали (70а, 70б)

Разрез по АВС



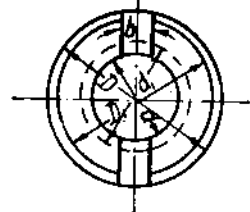
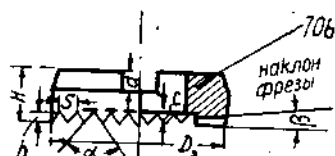
№ дер- жавки	№ де- тали	Болт									
		L	l	l ₁	h	D	d	d ₁	a	b	k
70-1	70а-1	60	22	28	10	30	14	15	6,5	12	5
70-2	70а-2	90	28	48	14	40	18	20	10,5	18	7
70-3	70а-3	120	38	60	22	62	27	32	16,5	27	10
70-4	70а-4	155	50	80	25	70	36	40	20,5	32	11

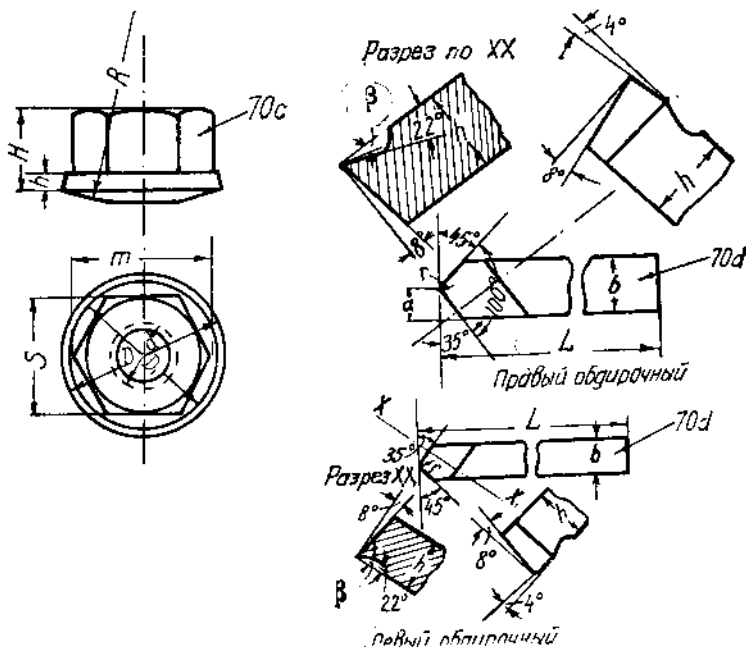
Материал винта — сталь № 6. Закалить в масле

№ дер- жавки	№ де- тали	Кольцо											
		H	D	D ₁	d	d ₁	a	b	c	α	h	s	z D ₂
70-1	70b-1	10	33	30	16	20	5	6	3	76°20'	2	3,14	7°10' 32 32
70-2	70b-2	14	44	40	22	28	7	10	3	76°20'	2	3,14	5°30' 43 43
70-3	70b-3	22	68	60	34	45	11	16	3	76°20'	2	3,14	3°20' 66 66
70-4	70b-4	25	82	70	41	54	14	20	3	76°20'	2	3,14	2°50' 80 80

s — шаг зубьев; z — количество зубьев

Материал кольца — сталь № 6. Закалить в масле





УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием		Державка для строгальных работ	70 Детали (70 с, 70 d)
--	--	-----------------------------------	------------------------------

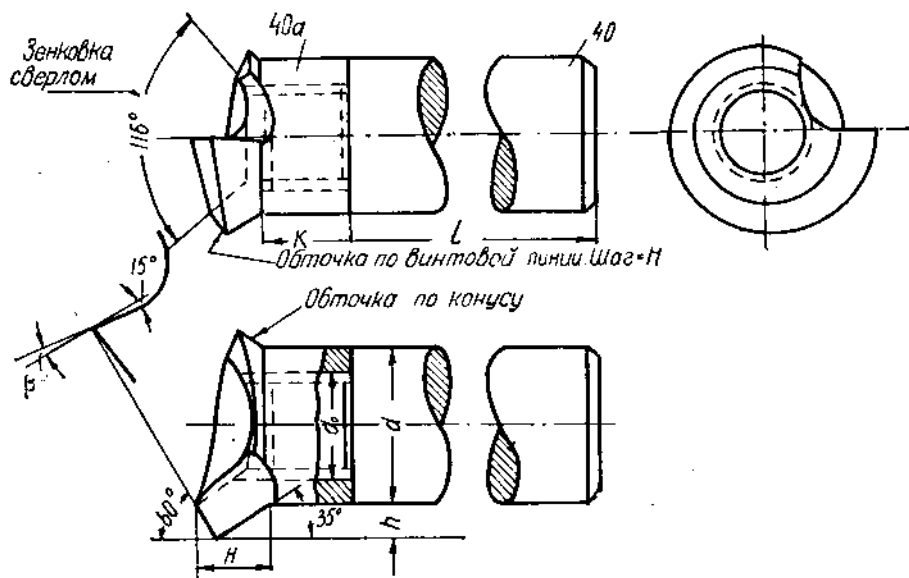
№ державки	№ детали	Г а й к а							
		d	S	m	H	h	R	D	D ₁
70-1	70с-1	14	22	25	15	3	40	30	28
70-2	70с-2	18	32	37	18,5	3,5	50	40	38
70-3	70с-3	27	41	47	28	4	65	60	58
70-4	70с-4	38	55	63,5	30	5	95	70	66

Материал гайки — сталь № 6. Закалить в масле.

При обработке разных материалов углу β дают размеры согласно табл. 6

№ дер- жавки	№ детали	Резец строгальный обдирочный				
		L	h	b	r	a
70-1	70d-1	70	10	6	1	3,5
70-2	70d-2	100	16	10	1,5	6
70-3	70d-3	150	25	16	2	9
70-4	70d-4	200	30	20	2,5	11

Материал резца — быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ.
Закалить весь резец.



УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

Державка для расточных
работ

40

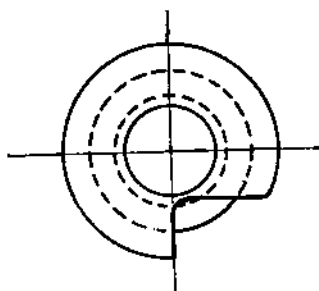
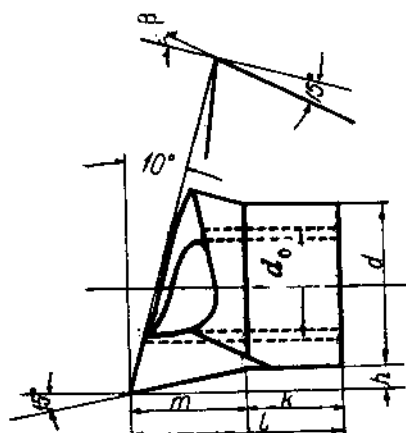
№ дер- жавки	Размеры державки				Резец для расточки 40а			Резец для глу- хих от- верстий 40в	Резец для резьбы 55° 40в	Резец для резьбы 64° 40м
	d	l	ОСТ-32		№ резцов	Размеры				
			d ₀	k		H	h	k		
40-1	15	200	10	15	40а-1	8	4	15	40б-1	40м-1
(40-2)	19	230	14	15	40а-2	10	5	15	40б-2	
40-3	24	260	16	15	40а-3	12	6	15	40б-3	40м-3
(40-4)	29	290	20	15	40а-4	14	7	15	40б-4	
40-5	37	320	24	17	40а-5	18	9	17	40б-5	40м-5
(40-6)	44	350	27	20	40а-6	20	10	20	40б-6	
40-7	54	380	30	20	40а-7	24	12	20	40б-7	

Устанавливать выше центра $\frac{1}{50}$ диаметра отверстия как при обдирании, так и при шлифовке.

При обработке разных материалов углу β дают размер:

Обрабатываемый материал	β в град.
Железо и мягкая сталь	15
Чугун, средняя сталь, латунь, бронза	12
Твердая сталь	8

Материал державки — сталь ЭУ8. Материал резца — „Молния“ ЭМ.
Концы державки закалить в масле



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием	Резец для расточки глухих отверстий	40 б
--	--	------

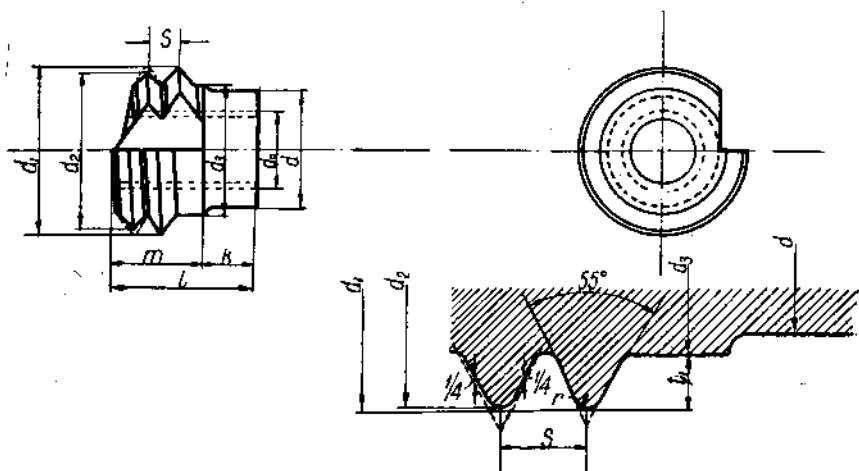
№ державки	Размеры реза							ОСТ 32 d_0
	№ резцов	шаг	h	m	k	l	d	
		H						
40-1	40 б-1	12	3	11	15	26	15	10
(40-2)	40 б-2	16	4	15	15	30	19	14
40-3	40 б-3	16	4	15	15	30	24	16
(40-4)	40 б-4	20	5	19	15	34	29	20
40-5	40 б-5	24	6	23	17	40	37	24
(40-6)	40 б-6	28	7	26	20	46	44	27
40-7	40 б-7	32	8	30	20	50	54	30

Устанавливать по центру.

При обработке разных материалов углу β дают размеры:

Обрабатываемый материал	β в град.
Железо и мягкая сталь	15
Чугун, средняя сталь, латунь, бронза	12
Твердая сталь	8

Материал реза—быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ



УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

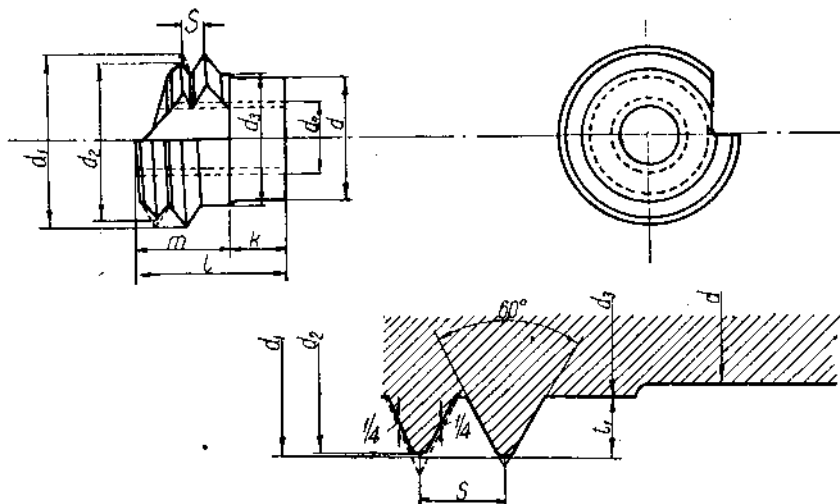
Резец для внутренней дюймовой
резьбы системы Витворта

40 В

№ державки	Размеры резцов по ОСТ'у—33а; 266												
	№ резцов	Количе- ство на ток на 1	S	d	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	m	k	l	t ₁	r
40—1	40—1в—5	5	5,080	15	10	23,508	23,008	17	15	8	23	3,253	0,698
	40—1в—6	6	4,233	15	10	22,422	21,922	17	12	8	20	2,711	0,581
	40—1в—7	7	3,629	15	10	21,646	21,146	17	10	10	20	2,323	0,498
	40—1в—8	8	3,175	15	10	21,066	20,566	17	9	10	19	2,033	0,436
	40—1в—10	10	2,540	15	10	20,252	19,752	17	8	10	18	1,626	0,349
	40—1в—11	11	2,309	15	10	19,958	19,458	17	7	10	17	1,479	0,317
	40—1в—14	14	1,814	15	10	19,324	18,824	17	6	10	16	1,162	0,249
40—3	40—3в—4	4	6,350	24	16	34,132	33,632	26	19	5	24	4,066	0,872
	40—3в—4,5	4,5	5,644	24	16	33,298	32,728	26	17	5	23	3,614	0,775
	40—3в—5	5	5,080	24	16	32,506	32,006	26	15	8	23	3,253	0,698
	40—3в—6	6	4,233	24	16	31,429	30,922	26	12	8	20	2,711	0,581
	40—3в—8	8	3,175	24	16	30,066	29,566	26	9	10	19	2,033	0,436
	40—3в—10	10	2,540	24	16	29,252	28,752	26	8	10	18	1,626	0,349
	40—3в—11	11	2,309	24	16	28,958	28,459	26	7	10	17	1,479	0,317
40—5	40—5в—3	3	8,467	37	24	49,842	49,342	39	25	5	30	5,421	1,163
	40—5в—3,5	3,5	7,257	37	24	48,294	47,794	39	21	5	26	4,647	0,997
	40—5в—4	4	6,350	37	24	47,132	46,632	39	19	5	24	4,066	0,872
	40—5в—8	8	3,175	37	24	43,066	42,566	39	9	13	22	2,033	0,436
	40—5в—10	10	2,540	37	24	42,252	41,752	39	8	13	21	1,626	0,349
	40—5в—11	11	2,309	37	24	41,958	41,458	39	7	13	20	1,479	0,317

Устанавливать по центру; зашлифовать по радиусу. Материал резца — „Молния“ ЭМ.

¹ ОСТ 33а заменен ОСТ'ом 1260, в соответствии с которым могут быть изменены размеры резцов.



УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

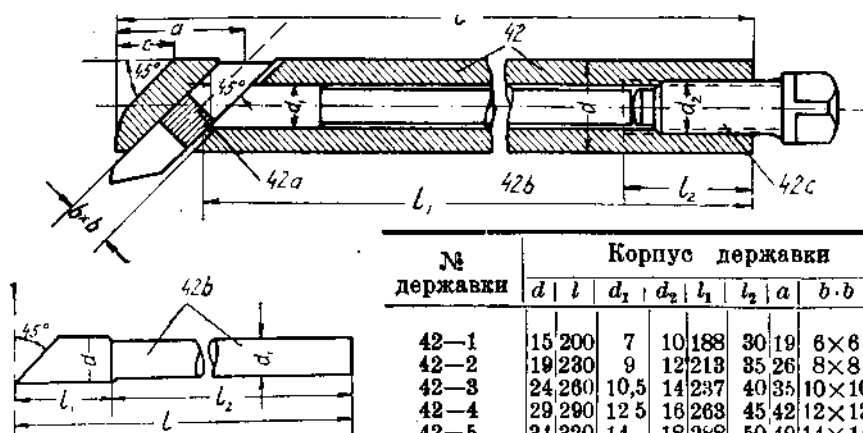
Резец для внутренней
метрической резьбы

40 м

№ державки	Размеры резцов по ОСТ'у-32; 271; 272											
	№ резцов	S	d	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	m	k	l	t ₁	r
40-1	40-1м-1,5	1,5	15	10	19,084	18,584	17	5	12	17	1,042	0,095
	40-1м-2	2	15	10	19,778	19,279	17	6	12	18	1,389	0,126
	40-1м-3	3	15	10	21,168	20,668	17	9	10	19	2,064	0,189
	40-1м-3,5	3,5	15	10	21,862	21,369	17	10	10	20	2,431	0,221
	40-1м-4	4	15	10	22,558	22,058	17	12	10	22	2,779	0,253
	40-1м-4,5	4,5	15	10	23,252	22,752	17	13	10	23	3,126	0,284
40-3	40-3м-1,5	1,5	24	16	28,084	27,584	26	5	12	17	1,042	0,095
	40-3м-2	2	24	16	28,778	28,278	26	6	12	18	1,389	0,126
	40-3м-3	3	24	16	30,168	29,668	26	9	12	21	2,064	0,189
	40-3м-4	4	24	16	31,558	31,058	26	12	10	22	2,779	0,253
	40-3м-4,5	4,5	24	16	32,252	31,752	26	19	10	23	3,126	0,284
	40-3м-5	5	24	16	32,946	32,446	26	15	10	25	3,473	0,316
40-5	40-5м-6	6	24	16	34,336	33,836	26	18	10	28	4,168	0,379
	40-5м-2	2	37	24	41,778	41,278	39	6	12	18	1,389	0,126
	40-5м-3	3	37	24	43,168	42,668	39	9	12	21	2,064	0,189
	40-5м-4	4	37	24	44,558	44,058	39	12	12	24	2,779	0,253
	40-5м-5	5	37	24	45,948	45,448	39	15	10	26	3,473	0,316
	40-5м-5,5	5,5	37	24	46,640	46,140	39	16	10	26	3,820	0,347
	40-5м-6	6	37	24	47,336	46,836	39	18	10	28	4,168	0,379

Устанавливать по центру; зашлифовать по радиусу. Материал
резца — „Молиния“ ЭМ

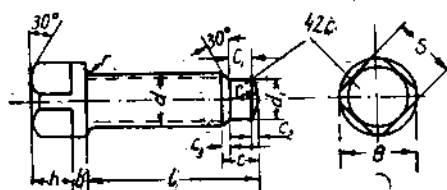
УНИИМап Сектор обработки металлов резанием	Державка для расточных работ	42
--	---------------------------------	----



№ державки	Корпус державки								
	d	l	d ₁	d ₂	l ₁	l ₂	a	b · b	c
42-1	15	200	7	10	188	30	19	6 × 6	10
42-2	19	230	9	12	213	35	26	8 × 8	12
42-3	24	260	10,5	14	237	40	35	10 × 10	16
42-4	29	290	12,5	16	263	45	42	12 × 12	20
42-5	34	320	14	18	288	50	49	14 × 14	24

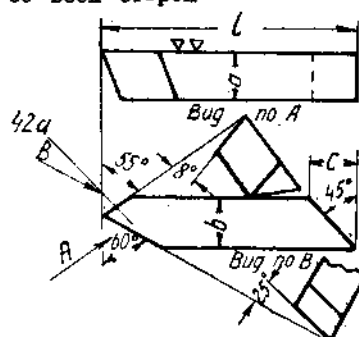
Устанавливать выше центра на $\frac{1}{30}$ диаметра отверстия как при обдирке, так и при шлифовке.

Материал корпуса — сталь № 6. Обработка со всех сторон



№ державки	Нажимной штифт					
	№ детали	d	d ₁	l	l ₁	l ₂
42-1	42b-1	7	6,5	165	20	145
42-2	42b-2	9	8,5	107	25	162
42-3	42b-3	10,5	10	205	30	175
42-4	42b-4	12,5	12	226	35	191
42-5	42b-5	14	13,5	246	40	206

Материал штифта — сталь № 6. Штифт закалить в масле. Обработка со всех сторон

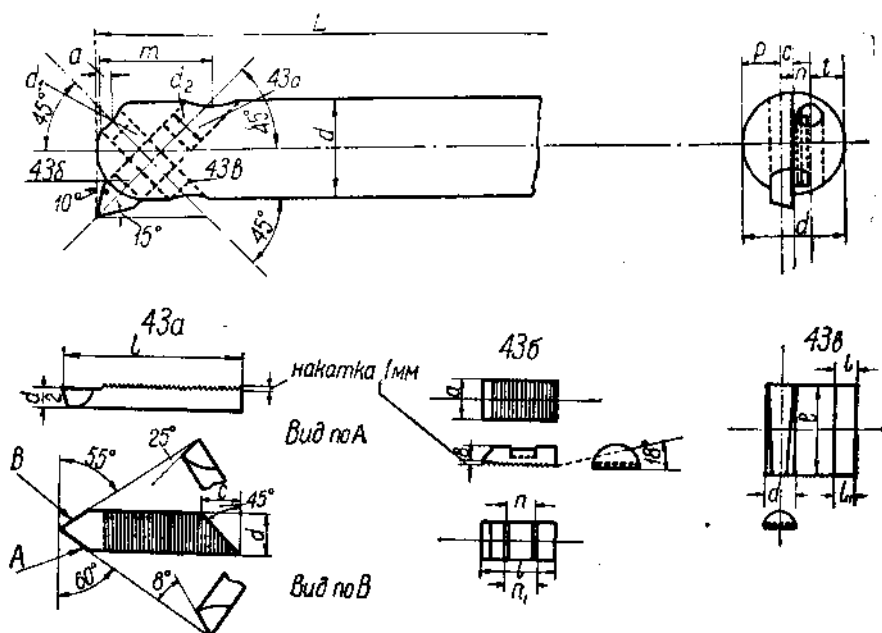


№ державки	Нажимной винт													
	№ детали	d	l	h	b	r	c	c ₁	c ₂	c ₃	d ₁	r ₁	θ	S
42-1	42c-1	10	25	8	3	0,5	4,5	2,5	1	1	6	6	14	11
42-2	42c-2	12	30	10	3	0,5	5,5	2,5	1,2	1,3	8	9	18	13
42-3	42c-3	14	35	12	4	0,5	5,5	2,5	1,4	1,6	9,5	10	19	14
42-4	42c-4	16	40	14	4	1	6	2,6	1,6	1,8	11,5	12	22	17
42-5	42c-5	18	45	16	5	1	6,5	2,7	1,9	1,9	13	14	25	19

Материал винта — сталь № 6. Обработка со всех сторон. Концы винта закалить. Нарезка метрическая. ОСТ-32

№ державки	Режущий				
	№ детали	l	a	b	c
42-1	42a-1	40	5,5	6	6
42-2	42a-2	50	7,5	8	8
42-3	42a-3	60	9,5	10	10
42-4	42a-4	70	11,5	12	12
42-5	42a-5	80	13,5	14	14

Материал реза — быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ



УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

Державка для расточных работ

7

№ державки	Размеры										Резец	Размеры	
	d	l	d ₁	d ₂	a	m	P	c	n	t		d	l
43—1	20	225	6	8	2	19	7,5	2,5	3,5	6,5	43—0,1	8	36
43—2	25	225	10	12	3	25	7	5,5	5,5	7	43—0,2	12	44
43—3	38	300	12	15	5	40	12,5	6,5	8	11	43—0,3	15	60

№ детали	Размеры			
	d	l	$\frac{d}{2}$	c
43 а	8	36	4	8
43 а	12	44	6	12
43 а	15	65	7,5	15

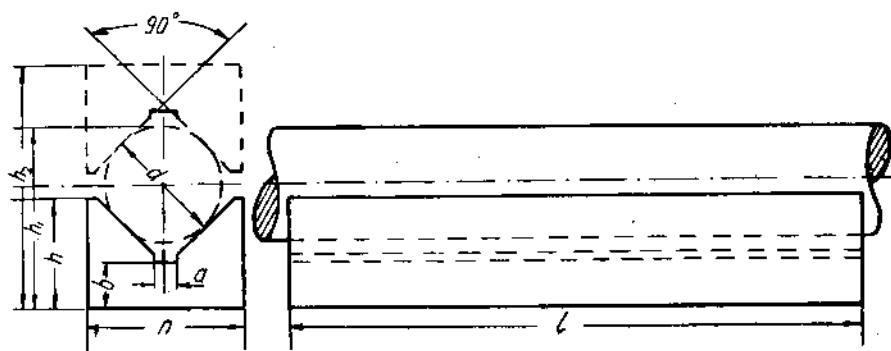
№ детали	Размеры				
	a	l	b	n	n ₁
43 б	8	15	3	5	6
43 б	12	20	5	6	7
43 б	15	28	6,5	7	8

Материал резцов — быстро ре-
жущая сталь ЭМ

Материал стопорной накладки —
сталь № 8; закалить

№ детали	Размеры			
	e	d	l	l ₁
43 в	19	6	4	3
43 в	26	10	8	7
43 в	40	12	10	9

Материал стопор — сталь № 8;
закалить



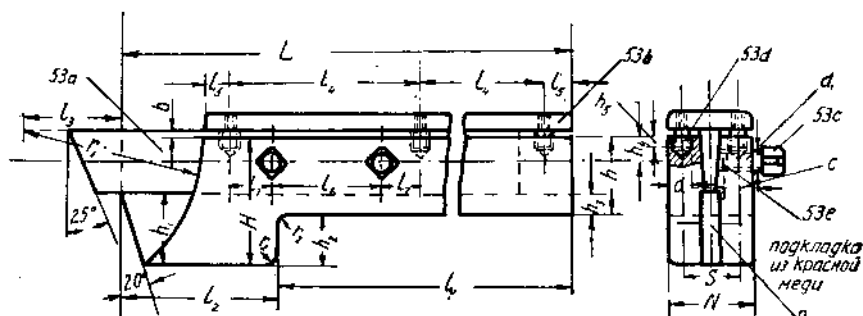
УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

Державка для борштанг

49

№ державки	Размеры державки							
	<i>a</i>	<i>h</i>	<i>n</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>h</i> ₁	<i>h</i> ₂
49—1	14	15	22	7	4	70	25	36
49—2	19	20	28	9	4	90	32	44
49—3	24	25	34	11	6	110	40	56
49—4	29	30	40	13	6	130	48	66
49—5	34	35	48	15	8	150	56	78

Материал державки — сталь № 4. Обработка со всех сторон. Слегка закалить в масле. В зависимости от высоты суппорта или зажима применять h_1 или h_2 .



УНИИМаш
Сектор обработки
металлов резанием

Державка для отрезных
работ

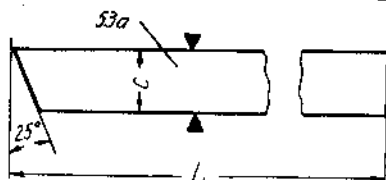
53

№ дер- жавки	Корпус державки																			
	L	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	h	r ₁	H	h	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	r ₂	d ₁	
53—1	170	140	30	20	63	14,5	39	12	1,5	35	26	16	15,5	10	5,5	5	3	3	4	
53—2	200	165	35	25	73	17	47	13	2	45	32	20	19	12	7	6,5	4	4	5	
53—3	225	185	40	30	80	20	50	15	2	55	38	24	22	14	8	8	5	5	6	
53—4	275	230	45	35	100	22,5	66	17	2,5	65	45	30	24,5	15	9,5	9,2	6	6	7	
53—5	325	270	55	40	120	25	80	20	3	75	52	30	32	22	10	10	7	7	8	

№ державки	Размеры корпуса державки					№ деталей державки				
	N	S	d	n	c	53a	53b	53c	53d	53e
53-1	18	11	2,5	2,5	5	53a-1	53b-1	53c-1	53d-1	53e-1
53-2	22	13	3	2,5	6	53a-2	53b-2	53c-2	53d-2	53e-2
53-3	26	14,5	3,5	3	7	53a-3	53b-3	53c-3	53d-3	53e-3
53-4	30	16	4	3,75	8,5	53a-4	53b-4	53c-4	53d-4	53e-4
53-5	32	17,5	4,5	4,45	9,5	53a-5	53b-5	53c-5	53d-5	53e-5

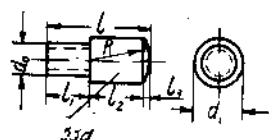
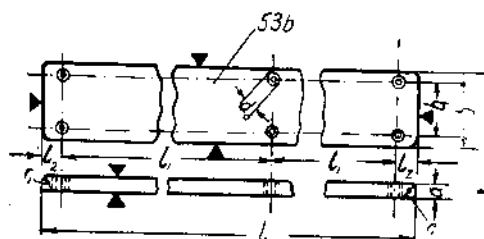
Материал корпуса — сталь № 4; закалить в масле.

Материал резца — быстрорежущая сталь „Молния“ ЭМ



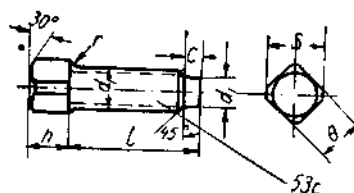
№ держав- ки	№ детали	Резец		
		L	c	m
53-1	53а-1	170	12	3
53-2	53а-2	206	15	3
53-3	53а-3	225	18	3,5
53-4	53а-4	275	21	4,5
53-5	53а-5	325	23	5,5

Материал резца — быстро-
режущая сталь „Молния“ ЭМ



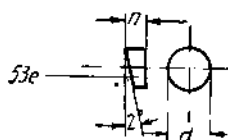
№ дер- жавки	№ де- тали	Верхняя накладка									
		a	b	l	r ₁	l ₂	l ₁	b ₁	d ₀		
53-1	53b-1	3,5	18	155	1,5	14,5	68	11	1,7		
53-2	53b-2	4	22	180	2	17	73	13	2,3		
53-3	53b-3	5	26	200	2,5	20	80	14,5	2,6		
53-4	53b-4	6	30	245	3	22,5	100	16	3		
53-5	53b-5	7	32	290	3,5	25	120	17,5	4		

Материал накладки — сталь № 4



№ держав- ки	№ детали	Направляющий штифт							
		d ₀	d ₁	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	K
53-1	53d-1	1,7	2,4	7,5	3,5	3,8	0,2		4
53-2	53d-2	2,3	2,8	9,5	4	5,3	0,2		5,5
53-3	53d-3	2,6	3,3	11,5	5	6,25	0,25		6,5
53-4	53d-4	3	3,8	14	6	7,7	0,3		8
53-5	53d-5	4	4,3	16,5	7	9,2	0,3		9,5

Материал штифта — сталь № 4. Обработка
со всех сторон

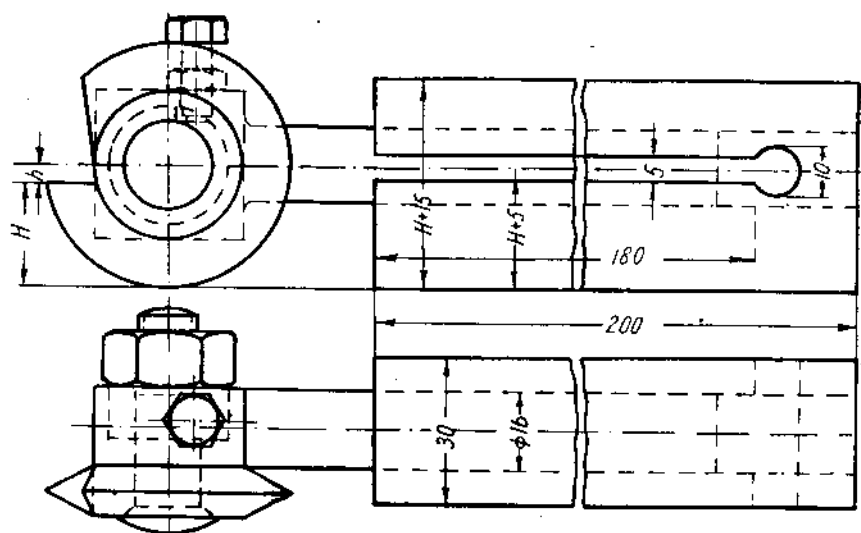


№ державки	№ детали	Подкладка	
		d	n
53-1	53e-1	3	3
53-2	53e-2	3,5	4
53-3	53e-3	4,5	5
53-4	53e-4	5,5	6
53-5	53e-5	6	6

Обработка со всех сторон.
На каждую державку по две
штуки

№ держав- ки	№ детали	Нажимной винт								
		d	d ₁	l	h	c	S	θ	r	
53-1	53c-1	4	3	8	5	2	7	5	0,5	
53-2	53c-2	5	3,5	10	5,5	2,5	8	6	0,5	
53-3	53c-3	6	4,5	12	6	3	9	7	0,8	
53-4	53c-4	7	5,5	13	6,5	3,5	10	8	1	
53-5	53c-5	8	6	14	7	3,5	12	9	1	

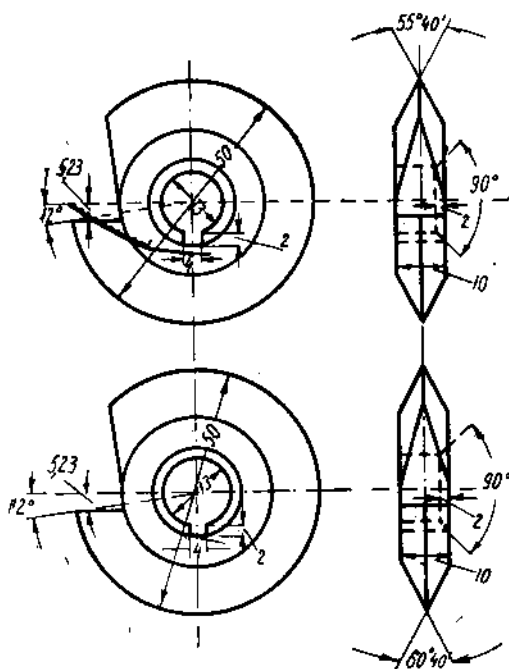
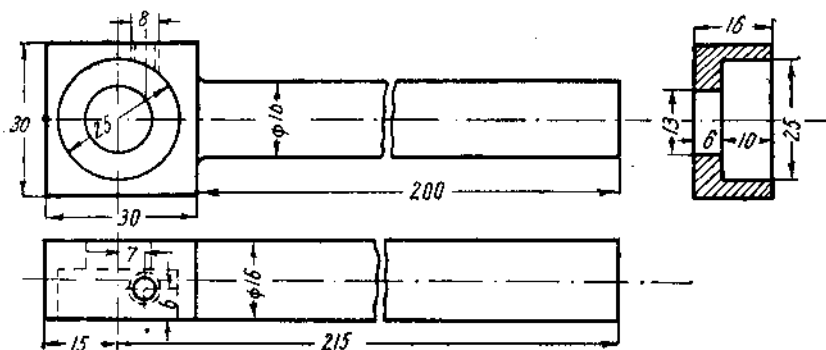
Материал винта — сталь № 4.
Обработка со всех сторон



УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием	Державка для нарезки внешней резьбы	61
--	--	----

Размеры державки	Корпус дер- жавки	
	H	h
61—1	25	5,23
61—2	40	5,23
61—3	50	5,23

Материал—сталь № 4

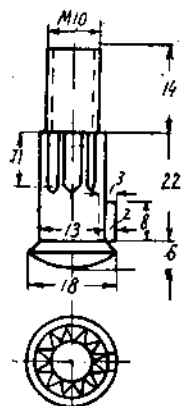


Материал — сталь № 6.
Головку закалить в масле

Дисковый резец для на-
резки резьбы Витворта.
Материал — сталь ЭМ

Дисковый резец для на-
резки метрической резьбы
Материал — сталь ЭМ

УНИИМаш Сектор обработки металлов резанием	Державка для нарезки внешней резьбы	61 Детали
---	--	----------------------

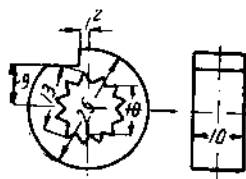


Оправка для резца

Материал — сталь № 6. Закалить в масле.
Количество } зубьев $z=12$.

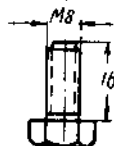
Звездчатая шайба

Материал — сталь № 6.
Закалить в масле.
Количество зубьев $z=12$.



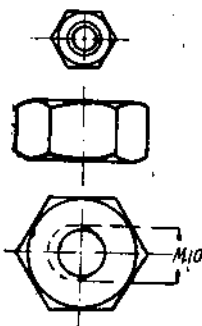
Упорный болт

Материал — сталь № 6.
Закалить в масле.
ОСТ-32 М8.



Гайка

Материал — сталь № 6
Закалить в масле.
ОСТ-32 M10.



I. Нормали резцов

№ по порядку	Наименование	Марка	№ таблиц	Стр.
Токарные быстрорежущие				
1	Проходной загнутый правый и левый	ППЗ и ПЛЗ	ТВ-1	192
2	Проходной прямой правый и левый	ППП и ППЛ	ТВ-2	193
3	Проходной боковой правый и левый	БП и ВЛ	ТВ-3	194
4	Подрезной прямой правый и левый	ПП и ПЛ	ТВ-4	195
5	Подрезной отогнутый правый и левый	ПОП и ПОЛ	ТВ-5	196
6	Отрезной загнутый правый и левый	ОПЗ и ОЛЗ	ТВ-6	197
7	Отрезной правый и левый	ОП и ОЛ	ТВ-7	198
8	Отрезной согнутый	ОС	ТВ-8	199
9	Расточной для сквозных дыр	РС	ТВ-9	200
10	Расточной для глухих дыр	РГ	ТВ-10	201
11	Расточной чистовой	РЧ	ТВ-11	202
12	Расточной крючковый	РК	ТВ-12	203
13	Угловой правый и левый	УП и УЛ	ТВ-13	204
14	Чистовой прямой	ЧП	ТВ-14	205
15	Чистовой загнутый правый и левый	ЧЗП и ЧЗЛ	ТВ-15	206
16	Чистовой лопаточный	Л	ТВ-16	207
Строгальные быстрорежущие				
17	Обдирочный прямой правый и левый	СОП и СОЛ	СВ-1	208
18	Угловой правый и левый	СУП и СУЛ	СВ-2	209
19	Чистовой прямой	СЧП	СВ-3	210
20	Чистовой лопаточный	СЛ	СВ-4	211
Токарные победитовые				
21	Стружкозавиватель	СТР-П	ТП-0	214
22	Обдирочный загнутый правый и левый	ОЗП и ОЗЛ	ТП-1	212
23	Обдирочный прямой правый и левый	ОПП и ОПЛ	ТП-2	213
24	Полукруглый	П	ТП-3	214
25	Подрезной правый и левый	ПП и ПЛ	ТП-4	215
26	Отрезной прямой	ОП	ТП-5	216
27	Расточной для сквозных дыр	РС	ТП-6	217
28	Расточной для глухих дыр	РГ	ТП-7	218
29	Угловой правый и левый	УП и УЛ	ТП-8	219
30	Чистовой прямой	ЧП	ТП-9	220
31	Чистовой лопаточный	ЧЛ	ТП-10	221
Строгальные победитовые				
32	Обдирочный прямой правый и левый	СОП и СОЛ	СП-1	222
33	Чистовой прямой	СЧП	СП-2	223
34	Чистовой лопаточный	СЧЛ	СП-3	224
35	Угловой правый и левый	СУП и СУЛ	СП-4	225

II. Нормали державок

№ по порядку	№ державки	Наименование	стр.
1	11	Державка для проходных работ и детали . . .	226, 227
2	15	Державка для токарных работ и детали	228, 229
3	16	Державка для спиральных резцов	230
4		Спиральный резец правый (детали 16b, 16c) . .	231
5		Спиральный резец правый (детали 16d, 16e) . .	232
6	18	Державка для токарных и строгальных работ и детали	233, 234
7	21	Державка для проходных работ и детали	235, 236
8	70	Державка для строгальных работ и детали . .	237, 238, 239
9	40	Державка для расточных работ	240
10	40b	Резец для расточки глухих отверстий	241
11	40в	Резец для внутренней дюймовой резьбы системы Витворта	242
12	40н	Резец для внутренней метрической резьбы . .	243
13	42	Державка для расточных работ	244
14	7	Державка для расточных работ	245
15	49	Державка для борштанг	246
16	11	Державка для отрезных работ и детали	247, 248
17	12	Державка для нарезки внешней резьбы и детали	249, 250, 251

Перечень литературы

№ п.п.	К какой главе относится	Автор и название работы	Год издания
1	I—I	<i>И. Тиме.</i> Сопротивление металлов и дерева резанию	1870
2	I—I	<i>К. Зворыкин.</i> Работа и усилие необходимые для отделения металлич. стружек	1893
3	I—V	<i>А. Брикс.</i> Резание металлов (строгание)	1896
4	I—VII	<i>Ф. Тейлор.</i> Искусство резать металлы	1922
5	I—V	<i>А. Челюскин.</i> Теория резания	1932
6	I—III	<i>В. Гипплер.</i> Токарное дело	1922
7	I—III	<i>Сборник.</i> Режущий инструмент	1927
8	I—V	<i>М. Кроненберг.</i> Основы теории резания	1930
9	II—V	<i>Соколовский и Оглоблин.</i> Вадия и другие быстрорежущие металлы	1931
10	IV—VII	<i>Белкин.</i> Победит	1931
11	IV—I	<i>Левин.</i> Резцы	1926
12	IV—III	<i>Левин.</i> Как изготовить хороший резец	1929
13	IV—VI	<i>Нессельштраус.</i> Быстрорежущая сталь	1924
14	I—V	<i>С. Рудник.</i> Теория резания металлов	1932

№ п/п	К какой главе отно- сится	Автор и название работы	Год издания
15	I—V	С. Глебов. Теория наимыгоднейшего резания металлов	1933
16	III—V	Н. Шевченко. Конструирование режущего инструмента	1933
17	II	М. Соколов. Инструментальное дело	1933
18	I—VII	Н. Резников. Теория резания металлов	1934
19	IV—V	А. Феста. Режущие инструменты для обработки металла	1930
20	I—V	Klopstok. Untersuchung der Dreharbeit	WT, 1923
21	I—V	Boston. Aresearch on the elements of metals gutting	№ 23 и 24 ASME, 1927
22	I—VIII	Саввин. Влияние смазочных жидкостей на величину усилий и вид обрабатываемой поверхности при резании	
23	I—V	Nikolson a. Smith. Lathe design for high and low speed steels	London 1911
24	I—V	Vogler. Ueber den Kraftverbrauch von Drehbänken	WT, 1909 MB, 1929
25	I—I	Kronenberg. Zerspanungsversuche in Japan	№ 10 — 13 ОИ, 1930 № 3
26	I—I	Окочи и Окоши. Исследования по резанию	MB, 1930 № 17
27	I—III	Simon. Die Geometrie der Schneide	MB, 1924 № 23
28	II—II	Rapatz. Lehnstahl und Schneidmetall	London 1884
29	I—V	Smith. Guttig Tools	Wien, 1892
30	I—V	Hausner. Das Hobeln von Metallen	
31	I—V	Joessel. Rapport sur des experiences relatives à la forme et à l'emploi des outils d'ajustage	Paris 1848
32	I—VIII	Gottwein. Zur Schmierung und Kühlung der Lehnidwerkzeuge	MB, 1928 № 57
33	I—I	Rosenhain and Sturney. Guttig Tools Research	Eng. 1925 vol 119
34	I—I	Stanton and Hyde. Guttig Tools Research	
35	I—V	Ripper and Burley. Guttig Power of Lathe Turning Tools	Eng. 1913 vol CXVI
36	I—VII	Nikolson. Rapid Guttig Tools Steels	Eng. 1903 vol LXXXI
37	I—V	Experiments With a Lathe Tool Dynamometer	Eng., 1904 vol LXXXIII
38	I—V	Симон. Геометрия лезвия и ее значение для снятия стружки	ОИ, 1929 №10
39	I—I	Усачев. Явления, происходящие при резании металла	ВИ, 1916 №1 — 2
40	III—II	Ганниер. Форма реза с научной точки зрения	ОИ, 1925
41	III—I	Рабинович. Нормализация резов	Маш, 1932 № 3
42	I—VII	Smith a. Leigh. Experiments with lathe tools on fine cuts	Eng. 1925, стр. 364
43	I—I	Schwerd	VDI, стр. 785
44	I—V	Boston. The Machinability of metals	St. Eis, 1928 стр. 456
45	IV—III	Рабинович. Наварка резов	Маш, 1933 № 5
46	V	Центральная заточка резов	Маш, 1933 № 6
47	I—VII	Smith. Machinability of the Guttig Tools	Proc. Inst. Mech. Eng., 1929
48	III—VI	Stoewer. Theoretische und praktische Fragen der Drehstahlherstellung	MB, 1926. Sonderheft „Zerspanung“
49	II—V	Мольков. Победит	Cu
50	IV—VI	Стали Электростали	1932

Сокращенные названия журналов

WT — „Werkstattstechnik“
MB — „Maschinenbau“
ZVDI — „Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure“
St. Eis — „Stahl und Eisen“
Eng — „Engineering“
ASME — „Transactions of American Societe of Mechanical Engineers“
OИ — „Организация“
СИ — „Станки и инструменты“
ВИ — „Вестник инженеров“
Маш — „Машиностроитель“

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

Стр. 3

Предисловие

Глава I. Геометрия лезвия и ее влияние на снятие стружки

I. Процесс образования стружки	4
II. Основные элементы реза	9
III. Геометрия лезвия	14
Задний угол. Передний угол. Угол при вершине	
IV. Размеры и площадь поперечного сечения стружки.	24
V. Давление резания и форма реза.	27
Силы, действующие на резец. Теоретическое определение	
давления резания. Несвободное резание. Влияние угла	
в плане на давление резания. Влияние угла резания на	
давление резания.	
VI. Конструкции резцов разных авторов.	40
Резец Тейлора. Резец Клопштока	
VII. Скорость резания и форма реза	44
Выбор формы реза. Влияние угла в плане. Угол реза-	
ния. Задний угол. Угол при вершине. Угол подъема и	
уклона. Радиус закругления	
VIII. Охлаждение резцов во время работы	65

Глава II. Материал, идущий на изготовление резцов

I. Углеродистая сталь.	69
Марки углеродистой стали	
II. Специальные стали	73
Вольфрамовая сталь. Хромовая сталь. Ванадиевая сталь.	
Хромо-вольфрамовая сталь. Быстрорежущая сталь. Марки	
специальных инструментальных и быстрорежущих ста-	
лей. Сортамент сталей	
III. Стеллиты	86
IV. Алмазные резцы	88
V. Карбиды вольфрама	90
Литые карбиды вольфрама. Сплавы карбида вольфрама,	
получаемые спеканием	

Глава III. Конструкция резцов и державок

I. Нормализация резцов	98
II. Главные углы резцов, и поперечные сечения стержней рез-	
цов	99
Главные углы резцов. Сечения стержней резцов. Формы	
резцов	

III. Резцы из твердых сплавов	101
IV. Фасонные резцы.	106
Круглые фасонные резцы. Резцы с осью, горизонтальной и параллельной к оси изделия. Круглые резцы для нарезания резьбы. Резцы с осью, горизонтальной и наклонной к оси изделия. Резцы с осью, непараллельной и не лежащей в одной плоскости с осью изделия. Призматические фасонные резцы. Радиальные призматические резцы. Призматические резцы для нарезки резьбы. Тангенциальные призматические резцы. Целые призматические резцы	
V. Конструкции и работа резцовых державок	120
Державки для проходных работ. Державки для расточных работ. Державки для отрезных работ. Державки для нарезания резьбы. Испытание державок. Методика испытаний. Исследование проходных державок. Исследование отрезных державок. Исследование расточных державок	

Глава IV. Изготовление резцов

I. Заготовка материала	149
II. Ковка	149
III. Наварка и напайка пластинок	151
IV. Заточка	159
V. Закалка и отпуск	160
Явления, происходящие при охлаждении стали. Отпуск. Нагревание и охлаждение резцов	
VI. Термическая обработка специальных сталей	165
Специальные указания Электростали. (Быстрорежущая сталь „Молния“. Сталь хромистая марки ЭХ2. Хромовольфрамовая „алмазная“ сталь марки ЭА. Общие указания).	
VII. Окончательная заточка	172
VIII. Изготовление резцов из твердых сплавов	181
Победитовые резцы. Стеллитовые резцы	

Глава V. Система организации централизованной заточки резцов

I. Инструкция о порядке сборки резцов для заточки в централизованном порядке	187
II. Положение о резцовой кладовой	188
III. Положение о центральной заточечной мастерской	189
IV. Инструкция по маркировке нормальных резцов	190
Приложение.	
I. Нормали резцов.	192
II. Нормали державок	226
Перечень литературы	253



ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
11	2 сверху	β и γ	δ и γ
11	12 снизу	γ_1 меньше чем γ_2	γ_2 меньше чем γ_1
13	15 и 21 сверху	фиг. 11	фиг. 12
17	4 снизу	передней грани S	передней грани S_p
24	фиг. 29	Ширина стружки ($A_1 B_1$) названа d	b
28	3 снизу	$D_1 AM' = 0$	$D_1 AM' = 1/2$
45	14 снизу	$\sin \varphi$	$1 : \sin \varphi$
48	1 сверху	$H_3 = H_x$	$H_3 = \infty$
48	2 сверху	$H_3 = \frac{H_2}{2}$	$H_3 = H_x$
60	20 сверху	фиг. 27	фиг. 20
97	1 снизу	стр. 101	стр. 105
99	2 сверху	по нормированию	по нормализации
99	13 снизу	табл. 13	табл. 3
112	8 сверху	$\beta = 0$	$\beta > 0$
116	10 сверху	любой	лобовой
144	8 снизу	по третьему пункту	по трем пунктам
145	6 снизу	$\alpha = 0^\circ, 8^\circ, \dots$	$\beta = 0^\circ, 8^\circ, \dots$
146	фиг. 161	Скорость резания в м/мин	Период резания в мин.
152	фиг. 163 и 164	Поменять подписи местами под фигурами	
152	12 снизу	табл. 14 и 15	табл. 21 и 22
175	4 снизу	$\varphi_1 = 45^\circ$	$\varphi_1 = 25^\circ$
175	2 снизу	$90 - 45 = 45^\circ$	$90 - 35 = 55^\circ$
175	1 снизу	45 делений	55 делений