

621.9.02
H42

В. Е. НЕДОРЕЗОВ • РЕЗЦЫ

В. Е. НЕДОРЕЗОВ

РЕЗЦЫ

МАШГИЗ • 1952

В. Е. НЕДОРЕЗОВ
КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



РЕЗЦЫ

КОНСТРУКЦИИ, ГЕОМЕТРИЯ,
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1952 ЛЕНИНГРАД

В книге рассмотрены конструкции, геометрия режущей части и технология изготовления резцов.

Книга рассчитана на технологов, конструкторов и цеховой персонал машиностроительных заводов, занимающихся проектированием и изготовлением режущего инструмента.

Рецензенты: канд. техн. наук *А. М. Вульф* и инж. *И. Г. Космачев*

Редактор канд. техн. наук *Л. М. Резницкий*

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА

Редакция литературы по технологии машиностроения

Главный редактор Ленмашгиза инж. *С. А. Большаков*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Зародившиеся в СССР скоростные методы обработки металлов резанием обеспечили резкое повышение производительности труда, снижение себестоимости продукции и сокращение оборачиваемости оборотных средств на машиностроительных предприятиях.

Широкое внедрение скоростных методов обработки металлов во многом способствовало развитию отечественного машиностроения по пути технического прогресса.

Скоростная обработка металлов резанием основана на квалифицированном использовании режущего инструмента, оснащенного металлокерамическими твердыми сплавами. Эффективное использование твердосплавного инструмента обуславливается правильным выбором конструкции и геометрических параметров режущей части инструмента. Важное значение имеет также технология изготовления инструмента.

Несмотря на непрерывное расширение выпуска режущего инструмента отечественными инструментальными заводами, роль инструментальных цехов машиностроительных предприятий в обеспечении нужд своего производства в режущем инструменте остается весьма значительной.

В настоящее время существует значительное разнообразие в технологии изготовления режущего инструмента, а также в конструкциях и геометрии [последнего.

Эта работа представляет собой попытку изложить в более или менее систематизированном виде данные по проектированию и технологии изготовления резцов.

В книге приведены нормативные данные Министерства станкостроения по выбору геометрических параметров режущей части резцов, а также конструкции резцов, разработанные новаторами производства, получившие широкое промышленное применение.

Подробно описаны индукционный и электроконтактный способы напайки твердосплавных и быстрорежущих пластинок на резцы, а также применяемые при напайке оборудование и приспособления.

Значительное внимание уделено изготовлению твердосплавных резцов с чугунными державками, а также заточке резцов.

Автор надеется, что книга будет полезна технологам, конструкторам и цеховому производственному персоналу машиностроительных предприятий, занимающимся проектированием и изготовлением режущего инструмента.

ГЛАВА I

КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИЯ РЕЗЦОВ НОВАТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА

Широкому развитию скоростных методов обработки металлов резанием сопутствует систематическое усовершенствование конструкции и геометрии резцов, оснащенных твердыми сплавами.

Значительная часть современных рациональных конструкций твердосплавных резцов разработана стахановцами — новаторами производства. В этих резцах, наряду с наивыгоднейшей геометрией режущей части, предусмотрены устройства для дробления стружки.

В настоящей главе рассмотрены наиболее важные конструкции твердосплавных резцов и стружколомателей.

1. Резец конструкции токаря-новатора Г. С. Борткевича

Резец, применяемый Борткевичем (фиг. 1, а), позволяет вести как подрезку, так и обточку. Пластика твердого сплава закрепляется в державке резца под положительным передним углом 10°

При заточке на передней грани резца образуется фаска шириной 1,5 мм с передним углом $\gamma = -2^\circ$. Задний угол резца $\alpha = 6 \div 7^\circ$. Главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$. Вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 8^\circ$. Угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 2^\circ$. Радиус закругления вершины резца $r = 0,5$ мм.

Резец устанавливается на станке так, что его вершина располагается ниже линии центров на $0,6 \div 1,0$ мм. Благодаря этому углы резца в процессе резания меняют свою величину сравнительно с углами резца, рассматриваемого как геометрическое тело.

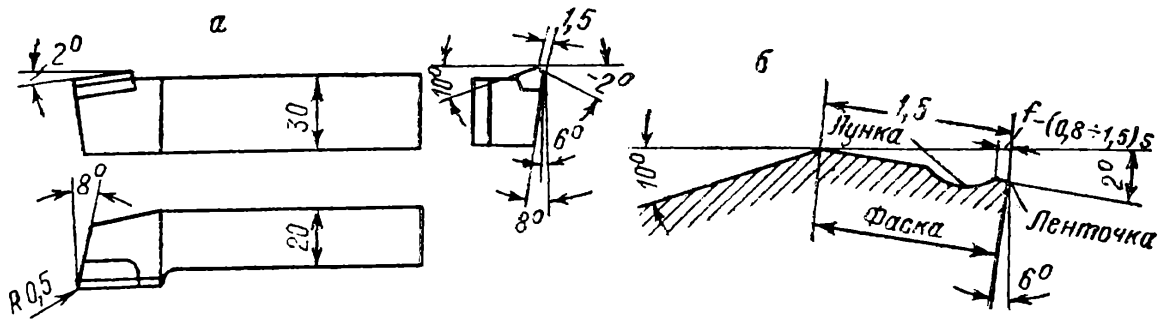
При диаметре точения в пределах $60 \div 240$ мм и смещении вершины резца на $0,6 \div 1,0$ мм относительно линии центров станка, углы γ и α изменяются в среднем на $0,5 \div 1,0^\circ$: угол γ уменьшается на эту величину, а угол α — увеличивается.

В процессе работы на фаске резца появляется лунка (фиг. 1, б), а между лункой и режущей кромкой образуется ленточка, ширина которой f постепенно уменьшается.

Наблюдения за резцом в процессе работы показали, что при уменьшении ширины ленточки до $f < 0,8s$ происходит быстрое разрушение режущей кромки и резец выходит из строя.

Не снимая резца со станка, Борткевич периодически восстанавливает ленточку оселком из зеленого карбида кремния зернистостью 400, поддерживая ширину ее в пределах $0,8 \div 1,5s$.

Обработывая сравнительно короткие детали и периодически восстанавливая оселком ленточку, Борткевич при работе резцами, оснащенными твердым сплавом Т15К6, достиг скорости резания $v = 400 \div 700 \text{ м/мин}$.



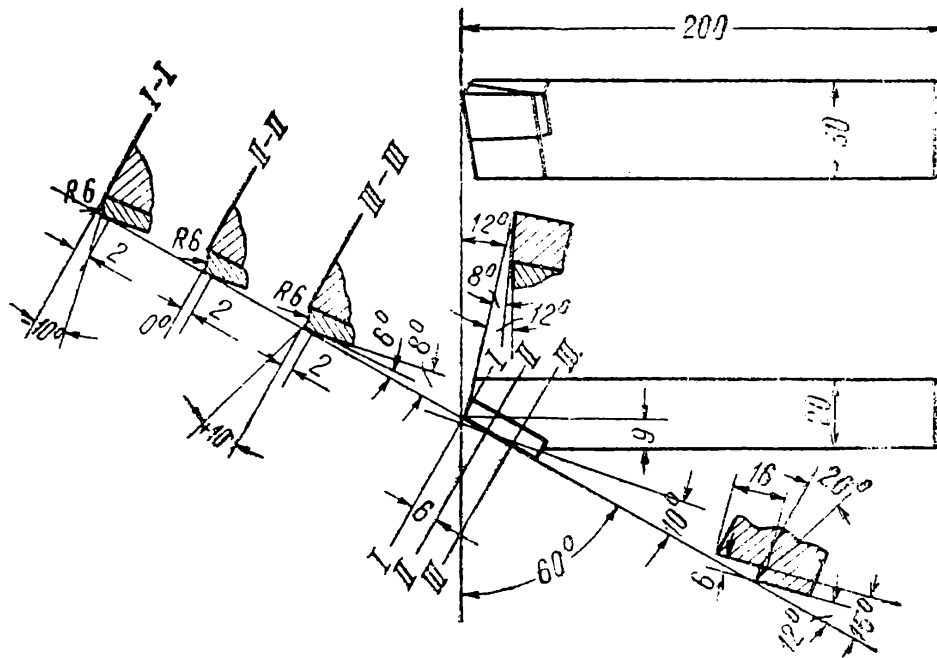
Фиг. 1. Резец конструкции Г. С. Борткевича.

При использовании резца Борткевича в качестве проходного и подрезного достигается значительное сокращение вспомогательного времени.

Резцы Борткевича предназначаются для получистовых и чистовых работ.

2. Резец конструкции И. Е. Савина

Резец конструкции Савина (фиг. 2) отличается от обычных резцов переменным передним углом вдоль режущей кромки и расположением пластинки твердого сплава вдоль задней грани резца.



Фиг. 2. Резец конструкции И. Е. Савина.

Заточка резца по передней грани производится по схеме, представленной на фиг. 3, из которой видно, что при заточке направление возвратно-поступательного движения резца образует угол θ с проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и пересекает ее в точке А на расстоянии l от вершины резца.

Выкружка на передней грани образуется при заточке поворотом шлифовального круга на угол μ относительно направления возвратно-поступательного движения резца. Для получения переменного переднего угла вдоль режущей кромки необходимо, чтобы точка пересечения проекций оси профиля шлифовального круга и оси вращения его совпадала с направлением возвратно-поступательного движения резца. При этом в точке A угол $\gamma = 0^\circ$; угол γ будет принимать отрицательные значения в направлении вершины резца и положительные значения — в противоположную сторону от точки A .

Выкружка резца, заточенного путем поворота шлифовального круга, представляет собой часть дуги эллипса, лежащей на его большой оси.

Величина переднего угла в точке M (фиг. 3) с координатами x_0 и y_0 определяется по формуле

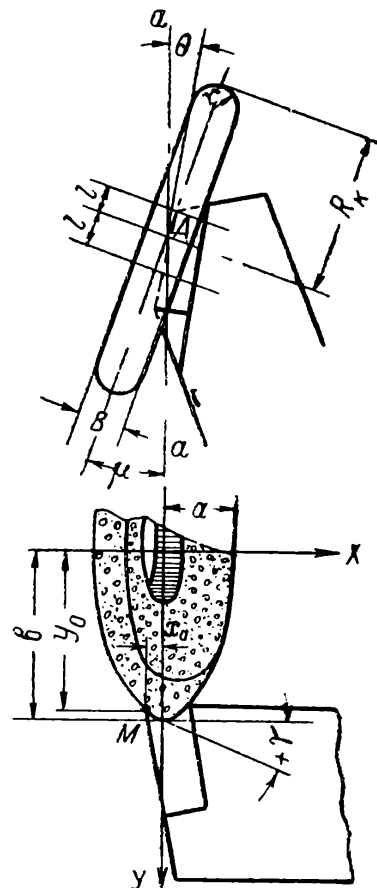
$$\operatorname{tg} \gamma = -\frac{x_0 b^2}{y_0 a^2},$$

где $a = (R_k - r) \sin \mu + r$ и $b = R_k -$ полуоси эллипса.

Угол поворота круга μ при заданных радиусе кривизны выкружки ρ , переднем угле γ , диаметре круга D_k и диаметре профиля его d определяется по формуле

$$\sin \mu = \frac{\sqrt{\frac{\rho R_k^2 \cos^3 \gamma}{R_k - 1,5 \rho \cos^3 \gamma \operatorname{tg}^2 \gamma} - r}}{R_k - r}.$$

Интенсивность изменения угла γ вдоль режущей кромки определяется величиной угла θ . В табл. 1 приведены значения угла θ в зависимости от обрабатываемого материала.



Фиг. 3. Схема установки шлифовального круга при заточке резца конструкции И. Е. Савина.

Ориентировочные значения угла θ

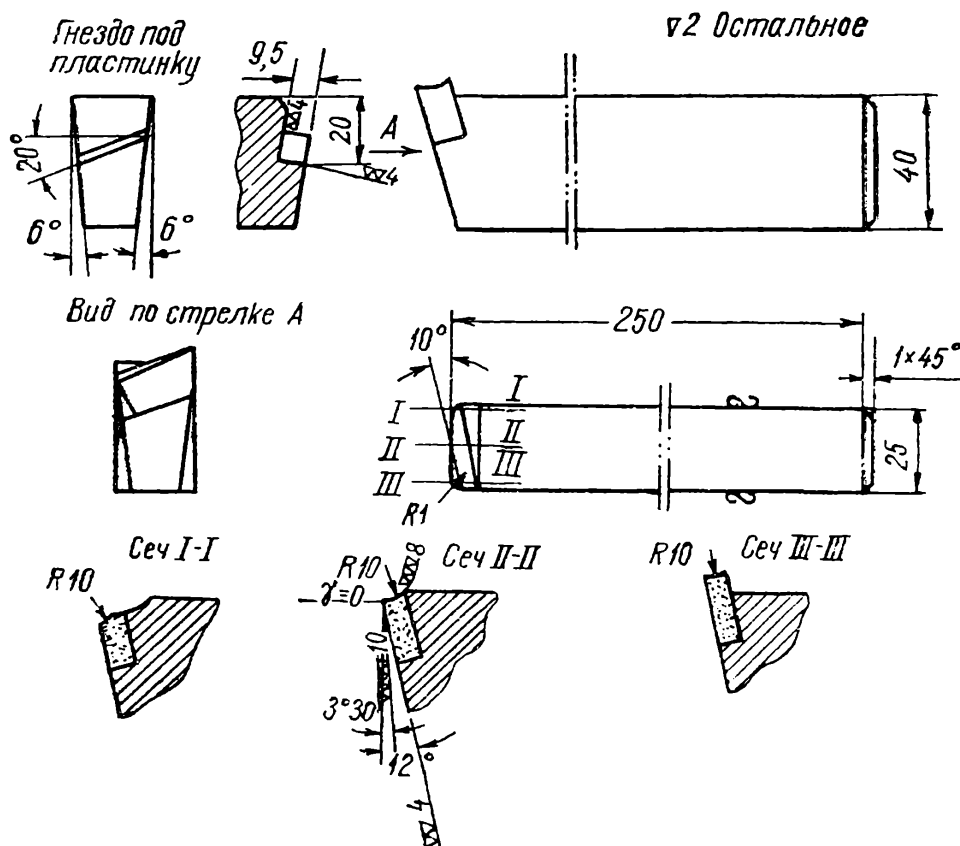
Таблица 1

Обрабатываемый материал	θ°
Легированная закаленная сталь $H_{RC} \leq 50$	10 ÷ 12
Сормайт № 1 и 2 $H_{RC} \leq 50$	10
Углеродистая закаленная сталь $H_{RC} \leq 60$	8 ÷ 10
Сталь $\sigma_b = 80 \div 90 \text{ кг/мм}^2$	6 ÷ 8
Сталь $\sigma_b = 60 \div 80 \text{ кг/мм}^2$	5 ÷ 6
Сталь $\sigma_b = 40 \div 60 \text{ кг/мм}^2$	3 ÷ 5

Резцы конструкции Савина при обработке крупных валов из хромоникелевой стали, при глубине резания $t = 6$ мм, подаче $s = 0,6$ мм/об и скорости резания $v = 304$ м/мин, показали двух-трехчасовую стойкость. Основным преимуществом этих резцов является возможность получения ломаной стружки.

К недостаткам резцов относятся: трудоемкость заточки, заметное ослабление режущей кромки в зоне положительных передних углов и нерациональное расходование пластинки твердого сплава.

Резец для чистового точения (фиг. 4) отличается от обдирочного резца конструкции Савина тем, что имеет угол $\lambda = 20^\circ$



Фиг. 4. Резец для чистового точения.

Доводка режущей кромки резца по задней грани производится круглым чугунным притиром, диаметр которого должен быть больше диаметра обрабатываемой детали на $30 \div 50$ мм.

Режущую кромку резца следует притупить с помощью притира до получения на передней грани фаски шириной $0,1 \div 0,2$ мм.

Эти резцы обеспечивают чистоту поверхности $\nabla \nabla \nabla 7$ и в ряде случаев позволяют отказаться от шлифования. При обработке стали с глубиной резания $t = 0,05 \div 0,025$ мм/об и подачей до $s = 10$ мм/об достигнута скорость резания $v = 150 \div 400$ м/мин.

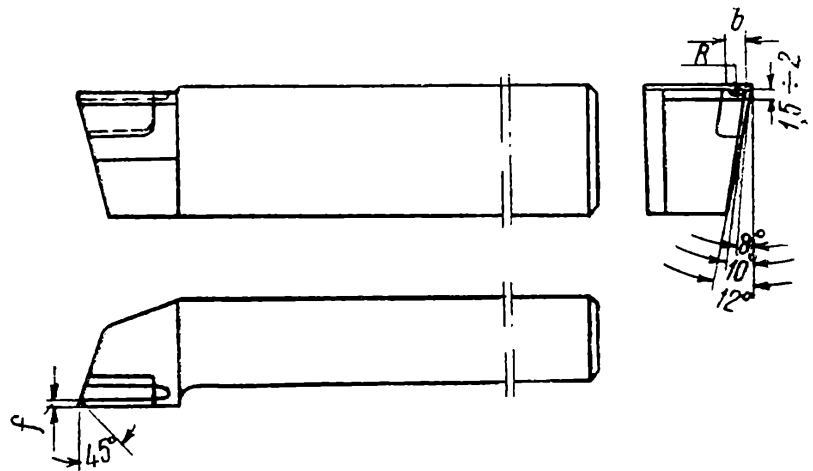
3. Резцы с канавками вдоль режущей кромки

Резец конструкции В. И. Кротова. Твердосплавные токарные резцы обычной геометрии при обработке труднообрабатываемых сталей (например, нержавеющей) показывают низкую стойкость. Инструктор лаборатории резания Ленинградского Дома научно-технической пропаганды Кротов предложил конструкцию подрезного

резца с продольной канавкой вдоль режущей кромки и фаской по передней грани (фиг. 5). Резец показал повышенную стойкость при обработке нержавеющей сталей.

Резец имеет следующую геометрию: главный задний угол $\alpha = 8 \div 10^\circ$, передний угол на фаске $\gamma = 0^\circ$, угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 0^\circ$. Радиус канавки R и ее ширина b выбираются в зависимости от вида обработки: для черновой обработки $R = 3 \div 4$ мм, $b = 3,5 \div 5,0$ мм; для чистовой обработки $R = 1,5 \div 2,0$ мм; $b = 2,0 \div 2,5$ мм. Ширина фаски f принимается равной подаче s . Резцы оснащаются твердым сплавом Т15К6.

Нержавеющая сталь Ж2 успешно обрабатывается резцами конструкции Кротова при следующем режиме резания: глубина резания $t = 4 \div 6$ мм, подача $s = 0,6 \div 0,7$ мм/об и скорость резания $v = 120$ м/мин.



Фиг. 5. Резец конструкции В. И. Кротова.

Положительно показали себя эти резцы также при обработке быстрорежущей стали с режимом резания: $t = 5 \div 7$ мм; $s = 0,5$ мм/об и $v = 215$ м/мин.

Они обеспечивают дробление стружки, сходящей в виде полуколец и коротких спиралей.

Резцы конструкции Кротова могут найти применение также и для обработки обычных углеродистых и легированных сталей, при соответствующих более высоких скоростях резания.

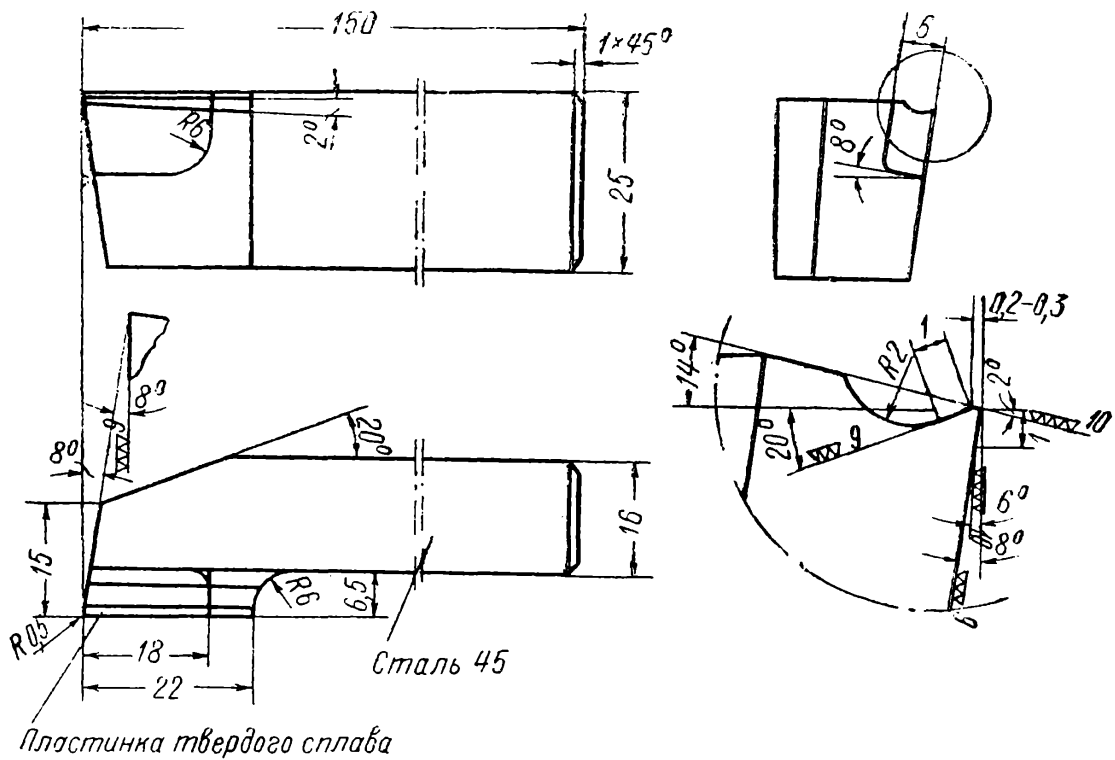
Резец конструкции А. П. Ионова. Токарь-скоростник Ленинградского завода автоматов Ионов предложил конструкцию резца (фиг. 6), показавшего высокую стойкость при скоростях резания выше 100 м/мин на обдирочных и чистовых операциях.

При обточке шпинделей из стали 20Х с режимом резания: $t = 4$ мм, $s = 0,4$ мм/об и $v = 175$ м/мин, резец конструкции Ионова проработал без переточки в продолжение 8 час.

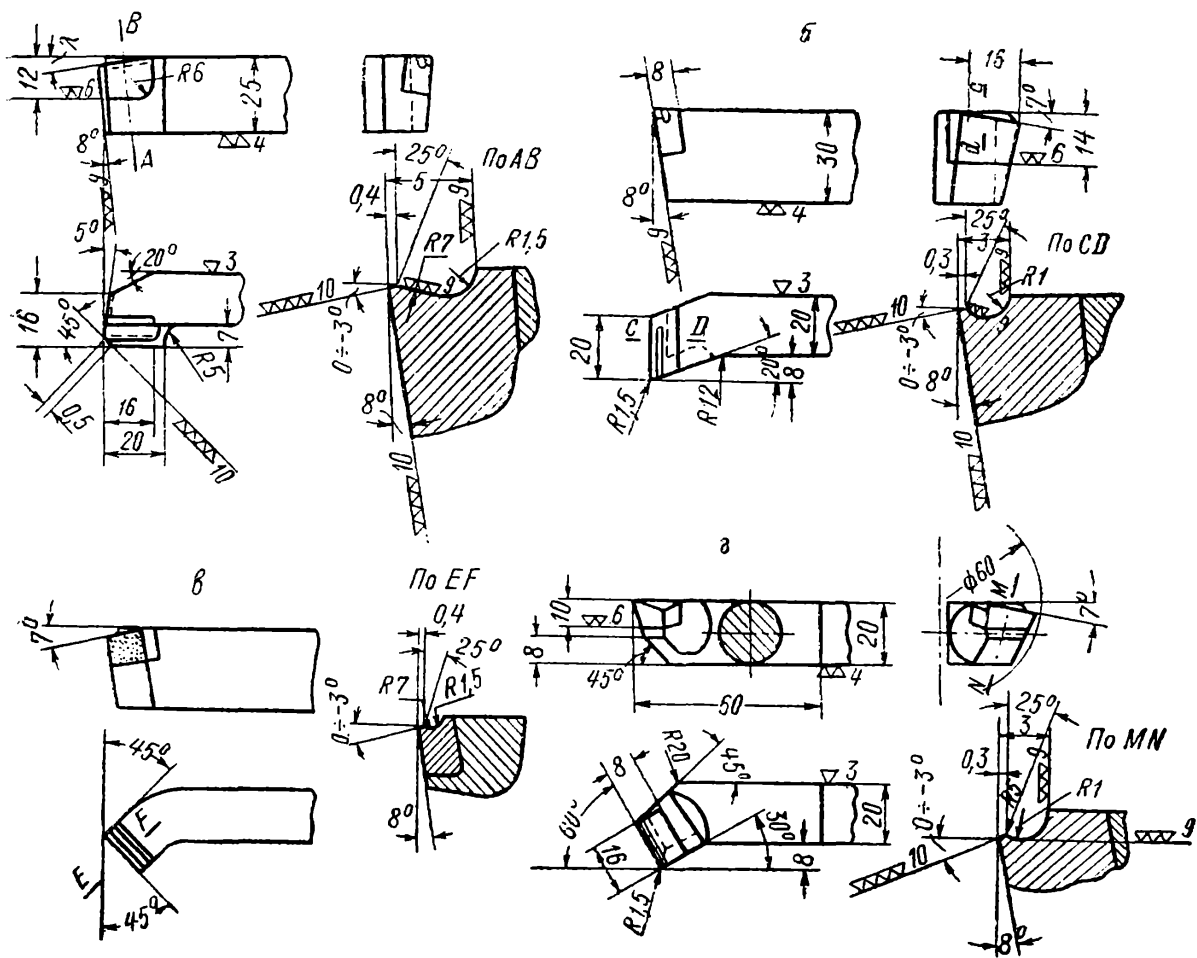
Эти резцы хорошо зарекомендовали себя при работе на автоматах продольного течения, обеспечивая дробление стружки.

Резцы конструкции В. М. Бирюкова, Л. И. Додзина и М. П. Пунгера. Инструктор скоростных методов работы ЛМЗ имени И. В. Сталина, лауреат Сталинской премии Бирюков, инж. Додзин и инж. Пунгер разработали конструкции резцов: токарного подрезного прямого (фиг. 7, а), токарного подрезного отогнутого (фиг. 7, б), токарного проходного отогнутого (фиг. 7, в) и расточного для сквозных отверстий (фиг. 7, г).

Поперечный профиль канавки образован двумя дугами радиусов $R = 7$ и $1,5$ мм — для проходных и прямых подрезных резцов



Фиг. 6. Резец конструкции А. П. Ионова.



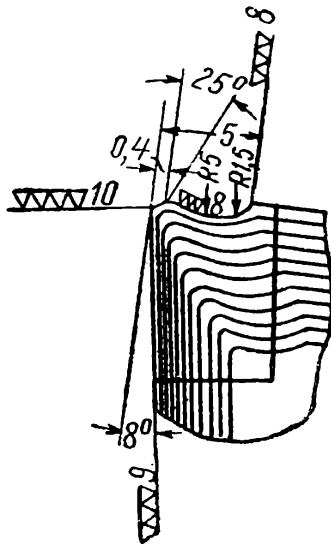
Фиг. 7. Токарные резцы конструкции В. М. Бирюкова, Л. И. Долзина и М. П. Пунгера.

(фиг 7, а и 7, в) и $R = 5$ и 1 мм — для расточных и отогнутых подрезных резцов (фиг 7, б и 7, г). Ширина канавки принимается равной $3 \div 5$ мм.

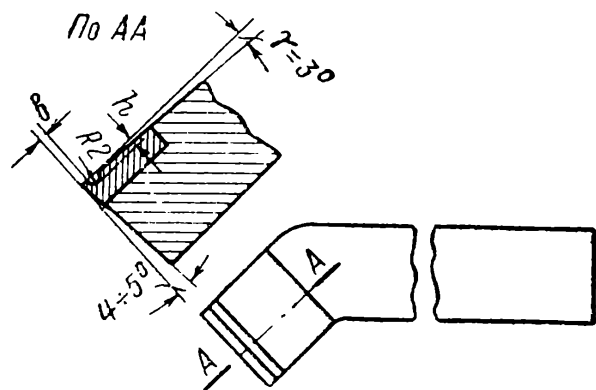
Благодаря положительному углу наклона главной режущей кромки ($\lambda = 7^\circ$) задняя стенка канавки образует на передней грани резца порог переменной высоты. Канавка на передней грани резца создает положительный угол; фаска на передней грани затачивается под передним углом $\gamma = 0 \div (-3^\circ)$.

Пластинка твердого сплава расположена вдоль задней грани резца.

Резцы описанной конструкции дают стружку в виде небольших



Фиг. 8. Схема переточки резца конструкции Бирюкова, Додзина и Пунгера.



Фиг. 9. Резец конструкции П. Б. Быкова.

завитков длиной $30 \div 40$ мм. Эти резцы применяются для обработки сталей невысокой твердости. Их недостатком является трудность абразивной заточки стружкозавивательной канавки. Использование электроискрового и анодно-механического способов ускоряет заточку канавки.

Схема переточки резца по передней и задней граням представлена на фиг. 8.

Резец конструкции П. Б. Быкова. Токарь-скоростник, лауреат Сталинской премии Быков предложил резец (фиг. 9), отличающийся положительным передним углом $\gamma' = 2 \div 3^\circ$ и радиусной канавкой вдоль режущей кромки.

Размеры канавки выбираются в зависимости от обрабатываемого материала по данным табл. 2.

Благодаря положительному переднему углу несколько уменьшается сила резания, что обеспечивает более спокойную работу резца.

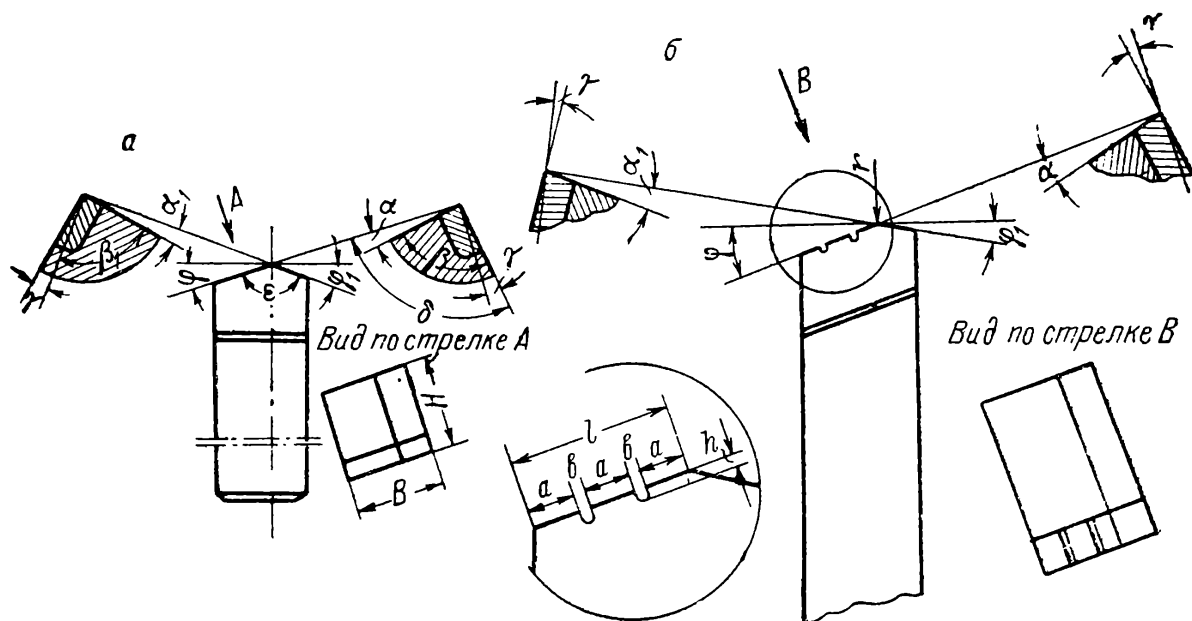
Несмотря на отсутствие фаски под отрицательным передним углом, резцы конструкции Быкова, оснащенные твердыми сплавами Т15К6 и Т30К4, показывают хорошую стойкость при скоростях резания $v = 600 \div 800$ м/мин.

Значения b и h (фиг. 9)

Марка обрабатываемой стали	Размеры канавки в мм	
	b	h
Ст. 10, Ст. 15	0,2 ÷ 0,3	1,5
Ст. 35, 20X	0,3 ÷ 0,5	1,0
Ст. 45, 40X	1,0 ÷ 1,5	0,5

4. Резцы для чистового и получистового точения

Резец КБЕК. Группа научных работников во главе с проф. В. А. Кривоуховым разработала конструкцию резца, получившую название КБЕК (по начальным буквам фамилий авторов предложения: Кривоухов, Бруштейн, Егоров и Козлов).



Фиг. 10. Резец КБЕК.

Особенностью резца КБЕК (фиг. 10, а) является малая величина углов в плане ($\varphi = 10 \div 20^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$), отрицательный передний угол ($\gamma = -5^\circ$) и замена закругления у вершины прямой линией, сливающейся с главной режущей кромкой (что на чертежах резца КБЕК условно обозначается отсутствием радиуса закругления).

Благодаря этому задний угол сохраняет свое постоянное значение в направлении главной секущей плоскости на всей длине режущей кромки, облегчается деформация срезаемого слоя при вершине, на отдельных участках режущих кромок не создается теплового напряжения, и, в результате, износ резца происходит равномерно по всей длине рабочей части режущей кромки.

Малые значения углов φ и φ_1 в сочетании с углом $\gamma = -5^\circ$ повышают прочность и износоустойчивость пластинки твердого сплава.

В табл. 3 приведена геометрия режущей части резца КБЕК.

Таблица 3

Геометрия режущей части резца КБЕК

	α_1	γ°	φ°	φ_1°	λ°
12	12	-5	10 ÷ 20	10	0

Резцы КБЕК оснащаются твердым сплавом Т15К6.

За критерий затупления резца принимается его износ по задней грани в 0,5—0,7 мм. Если чистота поверхности не лимитируется, износ по задней грани может быть доведен до 1,0 ÷ 1,2 мм.

Для нормальной работы резцов КБЕК закрепление детали и резца должно быть жестким. Режущая кромка резца должна устанавливаться строго по линии центров станка. Вылет резца не должен превышать полуторного значения высоты державки резца.

В табл. 4 приведены режимы резания для обработки резцами КБЕК закаленной стали 30ХГСА $\sigma_B = 160 \text{ кг/мм}^2$. Режимы составлены для 60-минутной стойкости резца.

Таблица 4

Режимы резания при работе резцами КБЕК

Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об			
	0,15	0,21	0,3	0,7
	Скорость резания v в м/мин			
0,5	164	137	113	89
1,0	131	107	91	72
1,5	115	96	80	63
2,0	105	88	73	

При чистовой и получистой обработке нержавеющей сталей $\sigma_B = 70 \div 85 \text{ кг/мм}^2$ скорость резания рекомендуется доводить до 250 ÷ 300 м/мин.

Резцы КБЕК могут применяться для обработки высоколегированных, углеродистых конструкционных, нержавеющей и других сталей.

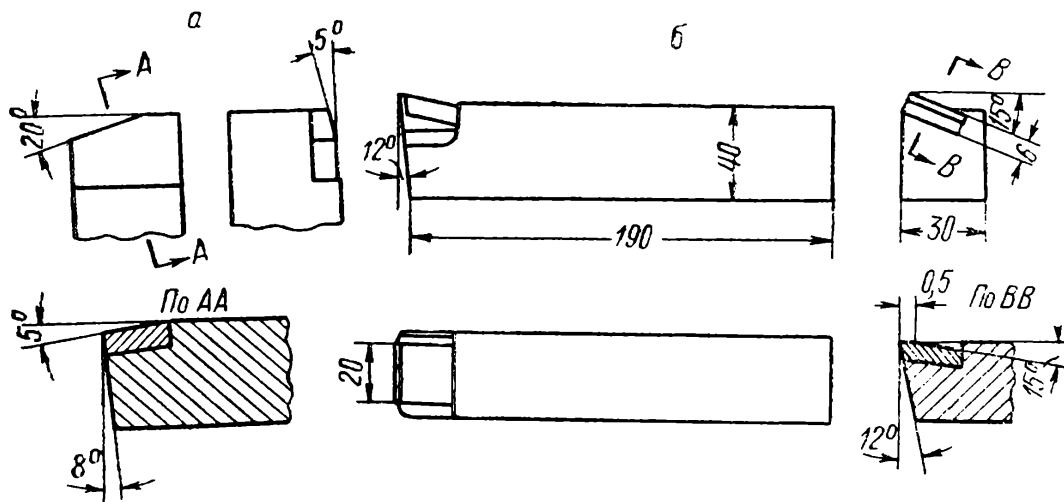
Серьезным недостатком резцов КБЕК является их склонность к вибрациям. Для повышения виброустойчивости резца авторы конструкции рекомендуют создавать на режущей кромке и задней грани резца

две канавки, глубина которых меньше толщины срезаемого слоя металла (фиг. 10, б).

Резцы КБЕК предназначены преимущественно для чистовой и получистовой обработки деталей, обладающих достаточной жесткостью.

Резец для получистового точения конструкции ЛПИ имени М. И. Калинина. В ЛПИ имени М. И. Калинина разработана конструкция резца для получистового точения (фиг. 11, а) с главным углом в плане $\varphi = 20^\circ$, вспомогательным углом в плане $\varphi_1 = 0^\circ$ и передним углом $\gamma = -5^\circ$

Резцы предназначены для работы с глубиной резания $t = 1,5 \div 2$ мм и подачей $s = 1,5 \div 2$ мм/об. При скорости резания, рав-



Фиг. 11. Резец конструкции ЛПИ имени М. И. Калинина.

ной приблизительно 200 м/мин, производительность процесса обработки этими резцами весьма высока.

Благодаря наличию „зачистной“ режущей кромки, при работе этими резцами может быть достигнута чистота обработанной поверхности по классу $\nabla\nabla 6$.

Так как описанные резцы отличаются сравнительно низкой виброустойчивостью, то они могут применяться для получистового точения в условиях высокой жесткости системы станок — деталь — инструмент.

Широкий резец конструкции ЛПИ имени М. И. Калинина. Разработанный в ЛПИ имени М. И. Калинина широкий резец (фиг. 11, б) характеризуется наклоном режущей кромки под углом до 15° в сторону подачи. Наклон режущей кромки повышает виброустойчивость резца и значительно облегчает его установку

Широкий резец предназначен для чистовой обработки жестких и относительно крупных деталей, при глубине резания $t = 0,1 \div 0,2$ мм, подаче $s = 2,4$ мм/об и скорости резания $v = 200 \div 300$ м/мин.

При работе широким резцом конструкции ЛПИ имени М. И. Калинина, оснащенным твердым сплавом ТЗ0К4, может быть достигнута чистота обработанной поверхности по классу $\nabla\nabla\nabla 7$.

5. Резцы для нарезания резьбы

Широкое распространение получило скоростное нарезание резьбы резбовыми резцами конструкции В. М. Бирюкова и вращающимися резцами („вихревой“ способ нарезания резьбы).

Резцы конструкции В. М. Бирюкова. Резбовые резцы Бирюкова (фиг. 12) имеют следующие особенности:

1) их массивная и прочная головка позволяет применять твердосплавные пластинки больших размеров в сравнении с резбовыми резцами обычной конструкции;

2) вершина резца расположена в плоскости, совпадающей с левой боковой стороной стержня резца (при нарезании правой резьбы);

3) угол профиля чистового резца в плоскости, параллельной опорной плоскости резца, меньше угла профиля нарезаемой резьбы приблизительно на 1° (учитывается „разваливание“ резьбы при нарезании);

4) угол профиля чернового резца больше угла профиля чистового на 10° ;

5) геометрия режущей части одинакова для черновых и чистовых резцов: задний угол (боковой) $\alpha_1 = 5^\circ$; продольный угол наклона передней грани $\gamma_1 = 3^\circ$; угол наклона режущей кромки $\lambda = 5^\circ$. Резцы для нарезания трапециoidalной резьбы имеют угол $\alpha_1 = 8^\circ$.

Резьба с шагом до 2 мм нарезается одним резцом, а с шагом больше 2 мм последовательно черновым и чистовым резцами.

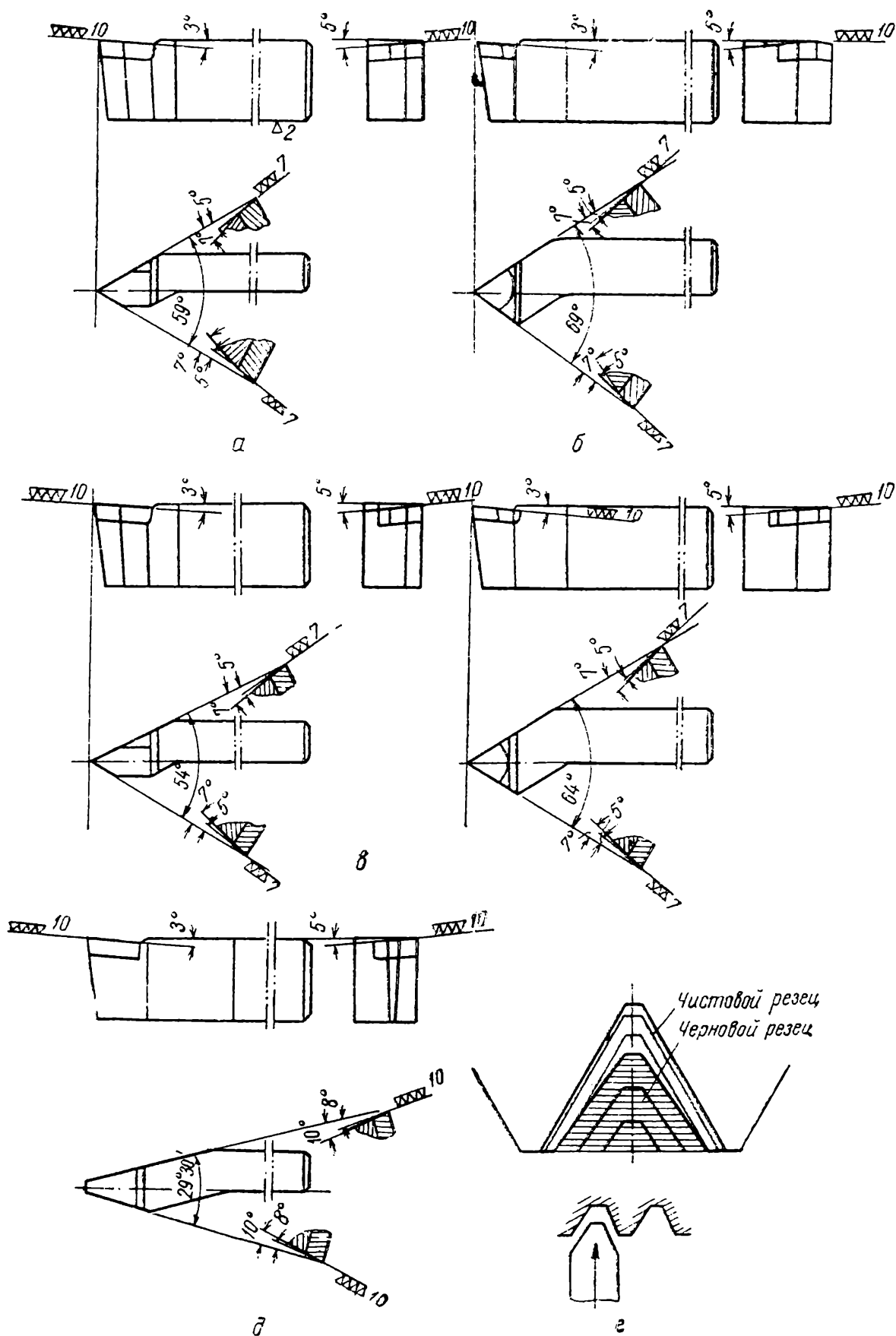
Поперечная подача резца (на глубину резания) производится в направлении, перпендикулярном к оси обрабатываемой детали (фиг. 12, е).

Как видно из схемы работы резцов (фиг. 12, е), основной слой металла снимается черновым резцом, чистовой резец зачищает резьбу. Черновым резцом рекомендуется снимать металл до заострения витка резьбы, остальной металл снимается чистовым резцом.

При работе резцами конструкции Бирюкова необходимо соблюдать следующие условия: а) станок должен быть вполне исправным; б) режущая кромка резца должна устанавливаться на 0,5 ÷ 1 мм выше линии центров станка; в) вылет резца должен быть возможно меньшим; г) перед каждым проходом резец необходимо отводить в сторону задней бабки на расстояние, равное 10 ÷ 15-кратному значению шага нарезаемой резьбы; д) расстояние от конца резьбы до патрона станка или утолщения на обрабатываемой детали должно быть не менее 15-кратного значения шага нарезаемой резьбы; е) работа производится, как правило, без охлаждения; ж) токарь должен быть натренирован в управлении станком.

Поперечная подача (на глубину резания) принимается равной: для черновых проходов 0,5 ÷ 1,0 мм, для первых двух-трех чистовых проходов — приблизительно 0,3 мм и для остальных проходов 0,2 ÷ 0,15 мм.

На ЛМЗ имени И. В. Сталина нарезание резьбы резцами конструкции Бирюкова, оснащенными твердым сплавом Т15К6, производится при скоростях резания, указанных в табл. 5.

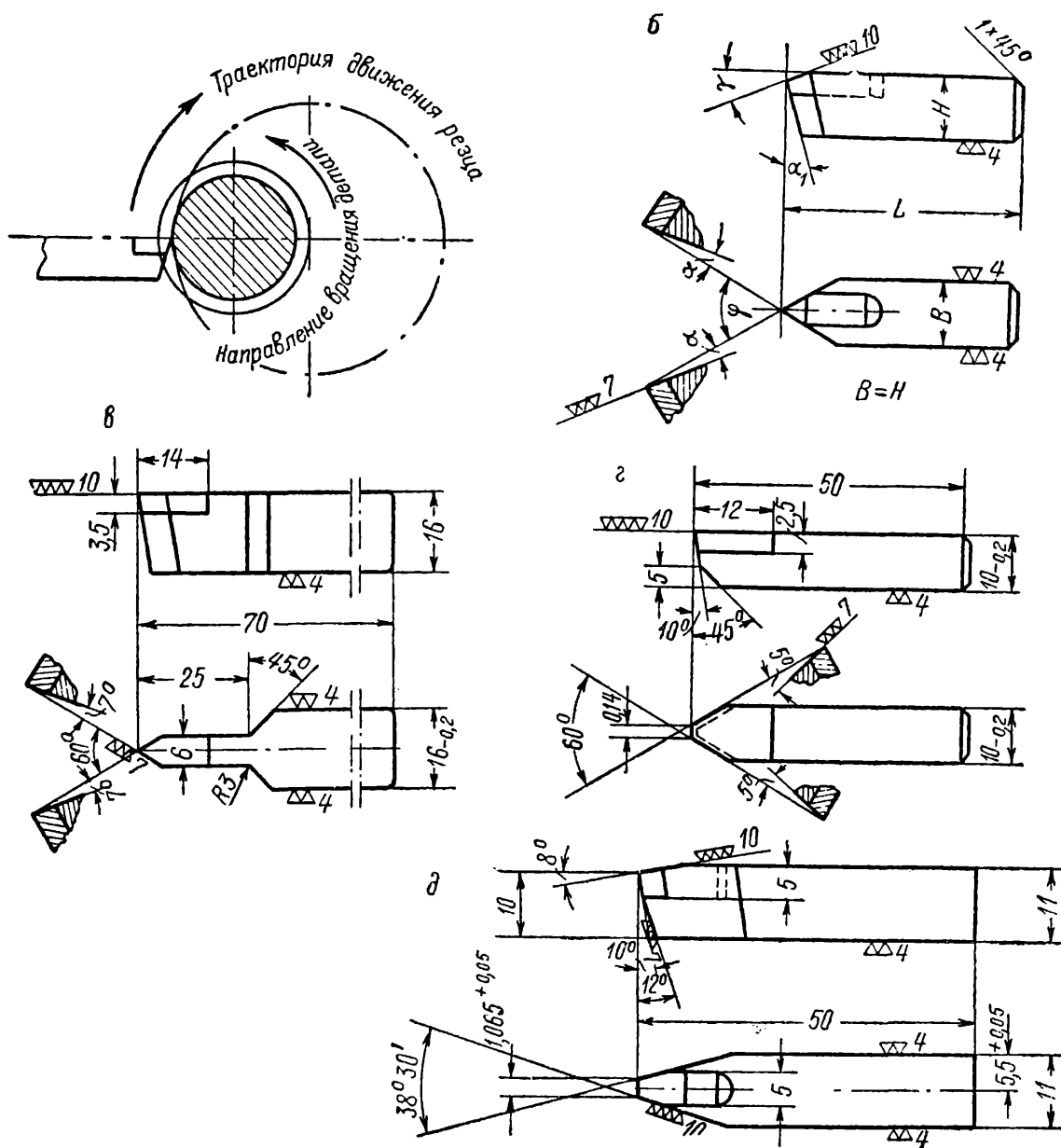


Фиг. 12. Резьбовые резцы конструкции В. М. Бирюкова.

а — чистовой и б — черновой для наружной метрической резьбы; в — чистовой; г — черновой для наружной дюймовой резьбы; д — чистовой для наружной трапецидальной резьбы; е — схема распределения работы между чистовым и черновыми резцами.

Резцы конструкции Бирюкова обеспечивают высокую чистоту обработанной поверхности.

В. М. Бирюковым совместно с инженерами ЛМЗ имени И. В. Сталина решена задача автоматического вывода резца при окончании нарезания. На этом заводе успешно решается задача нарезания резьбы за один проход гребенкой, оснащенной твердыми сплавами.



Фиг. 13. Нарезание резьбы „вихревым“ способом:
 а — схема нарезания резьбы; б, в, г и д — применяемые резцы.

„Вихревой“ способ нарезания резьбы. Вихревой способ нарезания резьбы требует специального приспособления для вращения резца. Он применяется для нарезания метрической, ленточной и трапециoidalной резьбы.

Различают схемы внутреннего и внешнего касания. Наибольшее распространение получило вихревое нарезание резьбы по схеме внутреннего касания (фиг. 13, а).

Конструкции быстроходных приспособлений для вращения резцов весьма разнообразны. Также разнообразны конструкции резцедержа-

телей и резцовых головок. Применяются однорезцовые, трехрезцовые и четырехрезцовые головки.

В табл. 6 приведены рекомендуемые НИФ ГПИ МТрМ углы и размеры резцов (фиг. 13, б).

Таблица 5

Скорости резания при работе резбовыми резцами конструкции В. М. Бирюкова

Обозначение резьбы	Длина нарезки в мм	Материал детали	Число оборотов шпинделя станка в мин.	Скорость резания в м/мин
2М135×3	290	Сталь 35	480	200
1М160×4	200	45	480	240
2М 76×2	100	ЭИ10	480	115
М 36×4	55	30ХМА	480	54
М 30×3,5	50	35	600	56

Таблица 6

Геометрические параметры резцов для вихревого нарезания резьбы

Обрабатываемый материал	Вид резьбы	Шаг резьбы в мм	Размеры и углы резца				
			L в мм	B в мм	α	γ	φ
Сталь $\sigma_B \leq 90 \text{ кг/мм}^2$ Чугун и цветные сплавы	Наружная	до 3	60	12	6°	-4°	59°30'
		св. 3 до 5		14			58°30'
		св. 5		16			
Сталь $\sigma_B > 90 \text{ кг/мм}^2$	То же	до 3	60	12	6°	-8°	59°30'
		св. 3 до 5		14			58°30'
		св. 5		16			
Сталь $\sigma_B < 90 \text{ кг/мм}^2$ Чугун и цветные сплавы Сталь $\sigma_B > 90 \text{ кг/мм}^2$	Внутренняя	до 3	30—35	10	8°	-4°	58°30'
						-8°	—

Геометрические параметры резцов других типов представлены на фиг. 13, в, г и д.

Резец устанавливается на полную глубину резьбы, т. е. нарезание производится в один проход. Скорость вращения детали $n = 3 \div 30$ об/мин. Скорость резания $v = 150 \div 450$ м/мин.

6. Резцы с механическим креплением пластинок и вставок твердых сплавов

Резцы с механическим креплением пластинки твердого сплава получают на производстве все большее применение.

Основными преимуществами этих резцов в сравнении с резцами с напаянной пластинкой являются;

1) исключение термических напряжений, возникающих вследствие различных значений коэффициента теплового расширения державки и пластинки твердого сплава как в процессе напайки, так и в процессе резания; внутренние напряжения приводят к образованию трещин на пластинках;

2) удобство в эксплуатации, так как при затуплении резца токарь не снимает державку со станка, а заменяет пластинку твердого сплава на рабочем месте, что приводит к увеличению производительности труда и уменьшению простоев оборудования;

3) накладная стальная пластинка, служащая для прижима пластинки твердого сплава в державке, выполняет одновременно функции стружкозащиты и стружколома;

4) экономия материала и времени, так как исключается необходимость изготовления державки под каждую пластинку.

Однолезвийные резцы. Известно большое количество конструкций резцов с механическим креплением пластинки твердого сплава; здесь же приведены лишь типовые конструкции, показавшие в эксплуатации хорошие результаты.

Резец конструкции завода имени Свердлова. На фиг. 14 показана конструкция проходного резца сечением 20×25 мм, применяемая на Ленинградском станкостроительном заводе имени Свердлова. Крепление пластинки твердого сплава 2 в державке 1 производится с помощью упора 4, прижимной планки 3 и болта 5. Прижим пластинки к державке осуществляется прижимной планкой непосредственно через упор. По мере износа, пластинка вместе с упором подается вперед, благодаря продолговатой прорези в нем.

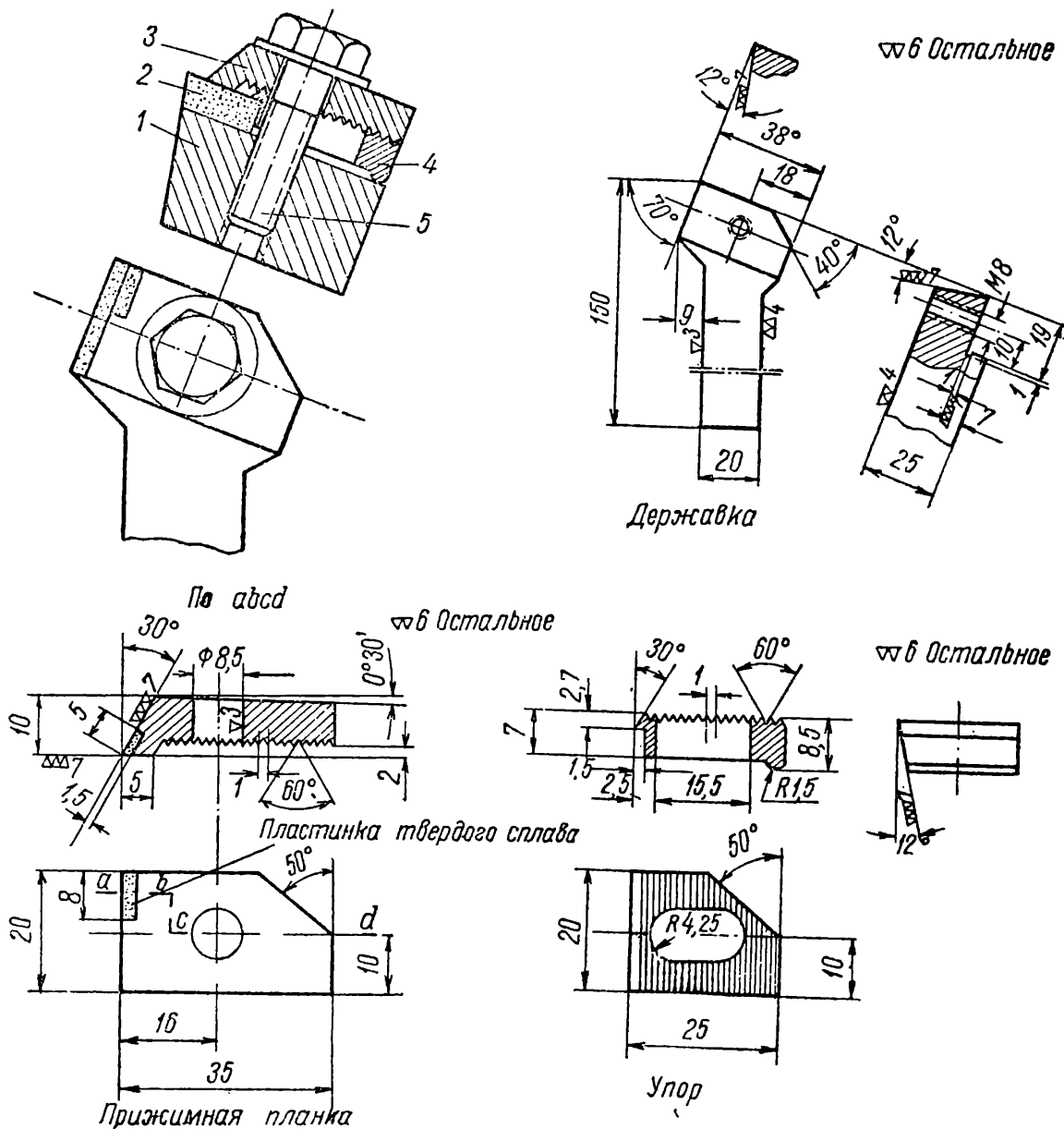
Новая пластинка твердого сплава устанавливается в крайнее правое положение и по мере износа переставляется на одно рифление. Прижимная планка является одновременно стружколомателем; в целях предохранения от износа к ней припаяна пластинка твердого сплава.

Державка, прижимная планка и упор изготавливаются из стали 45. Державка термически обрабатывается до твердости $H_{RC} = 42$, прижимная планка и упор — до твердости $H_{RC} = 35$.

При работе на высоких скоростях резания эти резцы показали хорошие результаты.

Резец конструкции завода „Фрезер“. На заводе „Фрезер“ применяется проходной резец несколько упрощенной конструкции (фиг. 15).

Пластинка твердого сплава 1 закрепляется в державке 2 прижимной планкой 3 и болтом 4. Благодаря продолговатой прорези в прижимной планке, она вместе с пластинкой может перемещаться



Фиг. 14. Проходной резец с механическим креплением пластинки твердого сплава конструкции Ленинградского завода имени Свердлова.

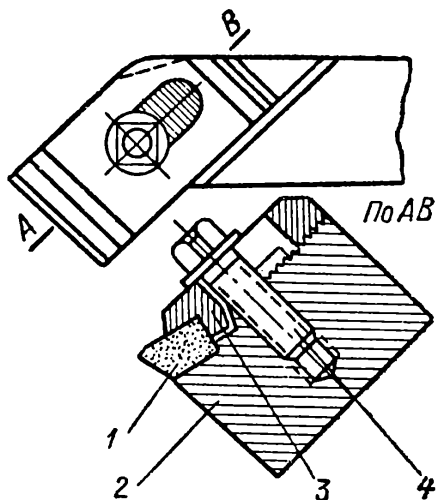
в горизонтальной плоскости. Величина перемещения регулируется рифлениями на прижимной планке и державке. Новая пластинка устанавливается в крайнее правое положение и по мере износа и переточки подается вперед вместе с прижимной планкой на одно рифление, с шагом 1,5 мм.

Пластинка твердого сплава имеет с торца упор, предохраняющий ее от сдвига в перпендикулярном к режущей кромке направлении. Недостатками резцов этой конструкции являются: отсутствие боковых упоров для пластинки твердого сплава и невозможность регулирования расстояния от стружколомателя до режущей кромки.

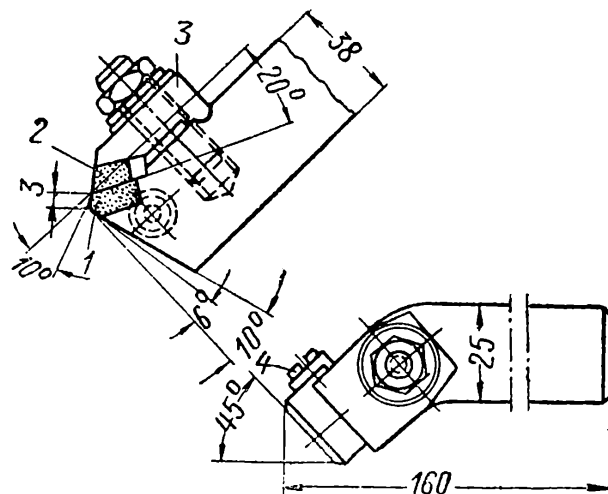
Резец конструкции завода „Красное Сормово“ (фиг. 16) имеет некоторое преимущество по сравнению с резцом конструкции завода „Фрезер“: пластинка твердого сплава здесь имеет боковой упор 4, пластинка стружколомателя 2 может перемещаться по направлению к режущей кромке.

Резцы конструкции заводов „Фрезер“ и „Красное Сормово“ могут быть рекомендованы для полустогового точения.

Резцы конструкции Цниитмаш. Наиболее рациональной конструкцией проходных резцов с механическим креплением пластинки твердого сплава, для всех видов обработки, в том числе для обдирочных работ, является конструкция Цниитмаш, испы-



Фиг. 15. Проходной резец с механическим креплением пластинки твердого сплава конструкции завода „Фрезер“.



Фиг. 16. Резец с механическим креплением пластинки твердого сплава конструкции завода „Красное Сормово“:

1 — пластинка твердого сплава; 2 — стружколоматель; 3 — прижимная планка; 4 — упор.

танная на НКМЗ имени И. В. Сталина (фиг. 17). Резец с накладным стружколомателем одновременно является прижимом для пластинки твердого сплава.

В накладном стружколомателе имеется продольная прорезь, через которую пропущен крепежный болт 5. Путем перемещения по пазу можно изменять расстояние стружколомателя от режущей кромки резца, обеспечивая наиболее выгодные условия для стружкозавивания в зависимости от режима резания.

Накладной стружколоматель прижимает своей передней частью пластинку твердого сплава; задняя часть стружколомателя прижимает переставной упор 3, служащий для перестановки пластинки твердого сплава по мере ее стачивания.

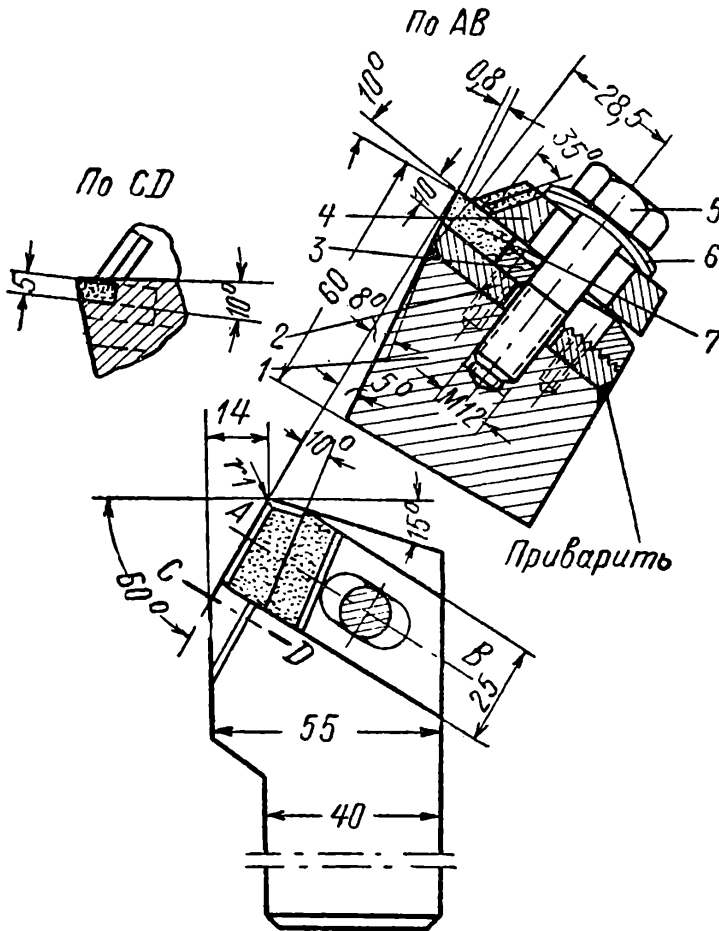
Закаленная опорная подкладка 2, из инструментальной стали, предохраняет пластинку твердого сплава от возможного излома при работе с крупными сечениями среза.

На фиг 18 показан резец конструкции Цниитмаш, предназначенный для токарных станков с высотой центров 200 и 300 мм. Этот резец оснащается пластинками твердого сплава формы 02 по ГОСТ 2209—49.

Резец конструкции Цниитмаш для токарных станков тяжелого типа (фиг. 19) имеет державку сечением 60 × 75 мм; твердосплавные пластинки изготавливаются для него по специальному заказу.

Опытами, проведенными в Цниитмаш, установлено, что при работе резцами с механическим креплением пластинки твердого сплава (фиг. 16—19) оптимальные условия для стружкозавивания получаются при соблюдении равенства

$$h = \frac{bst^{0,5} s^{0,44}}{v^{0,22}} \text{ мм,}$$



где h — расстояние от стружкозавивателя до режущей кромки резца.

Приведенная зависимость представлена на фиг. 20 в виде номограммы, из которой легко определяется значение h .

Порядок пользования номограммой не требует пояснений.

Резец конструкции ХЭМЗ. Оригинальная конструкция резцов с механическим креплением пластинок твердых сплавов разработана на заводе ХЭМЗ (фиг. 21). На фиг. 21, а изображена головка резца, предназначенного для обработки стали, на фиг. 21, б — резца для обработки чугуна.

Пластинка твердого сплава 1 закрепляется клином 2

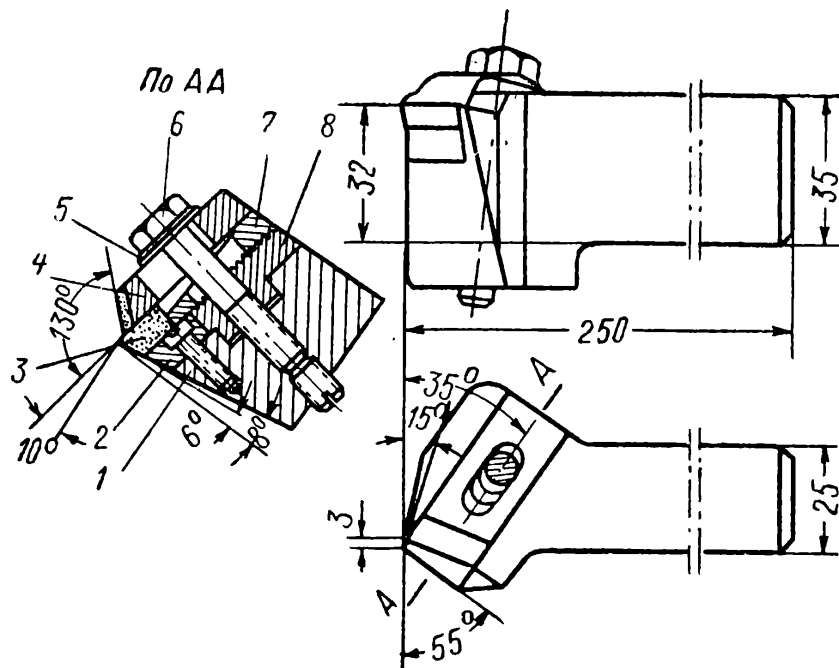
Фиг. 17. Резец с механическим креплением пластинок твердого сплава конструкции Цниитмаш:

1 — державка; 2 — подкладка; 3 — упор; 4 — прижимная планка; 5 — болт М12; 6 — пружинная шайба; 7 — пластина твердого сплава.

посредством шпильки 6 и гаек 7. В державку 8 вставляются прокладки 3 и 5 из Ст. 3. Боковая прокладка 5 является сменной; поэтому она изготавливается различной толщины.

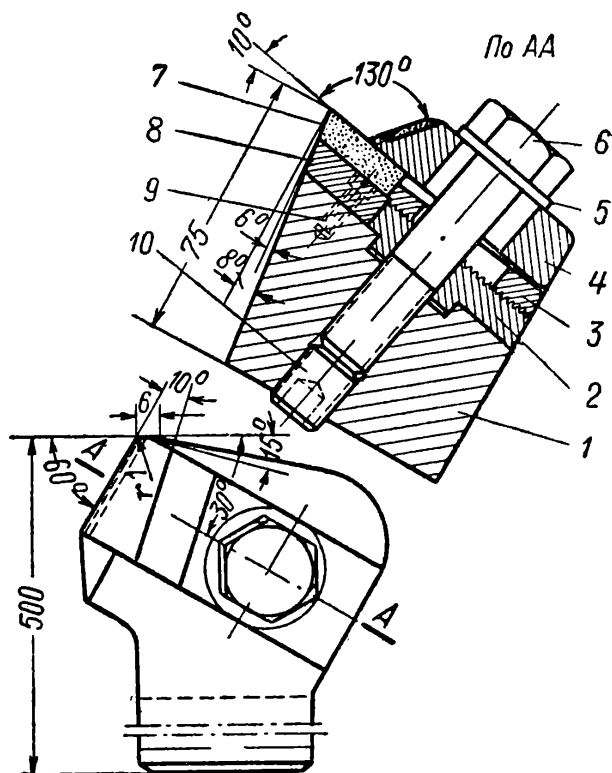
Для переточки пластинки твердого сплава последняя освобождается от зажатия клином и выдвигается на необходимую величину. При этом под заднюю часть пластинки вставляется сменная прокладка 5 необходимой толщины.

Резец для обработки стали отличается от резца для чугуна тем, что в верхней части его державки профрезеровываются пазы, куда впаиваются пластинки твердого сплава толщиной 2 ÷ 3 мм. Эти пластинки предохраняют верхнюю скошенную часть державки от износа и обеспечивают надежное стружкозавивание.



Фиг. 18. Резец с механическим креплением пластинки твердого сплава для токарных станков с высотой центров 200 и 300 мм:

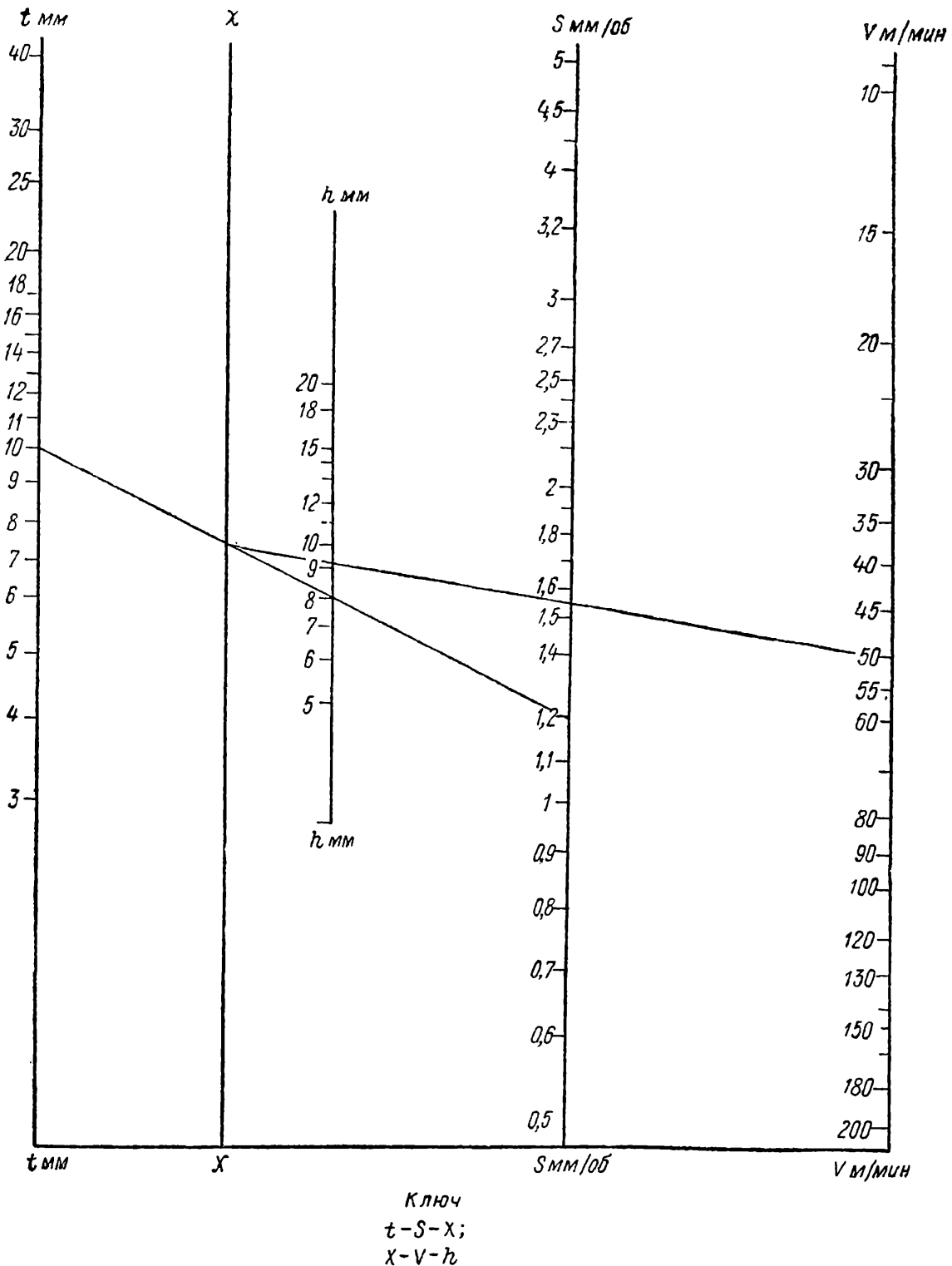
1 — державка; 2 — подкладка; 3 — пластинка твердого сплава; 4 — прижимная планка; 5 — шайба; 6 — болт; 7 — упор; 8 — подкладка упора; 9 — винт М4; 10 — стопорный винт.



Фиг. 19. Резец с механическим креплением пластинки твердого сплава для крупногабаритных станков:

1 — державка; 2 — подкладная планка; 3 — упор; 4 — прижимная планка; 5 — шайба; 6 — болт; 7 — пластинка твердого сплава; 8 — подкладка; 9 — винт М5; 10 — стопорный винт.

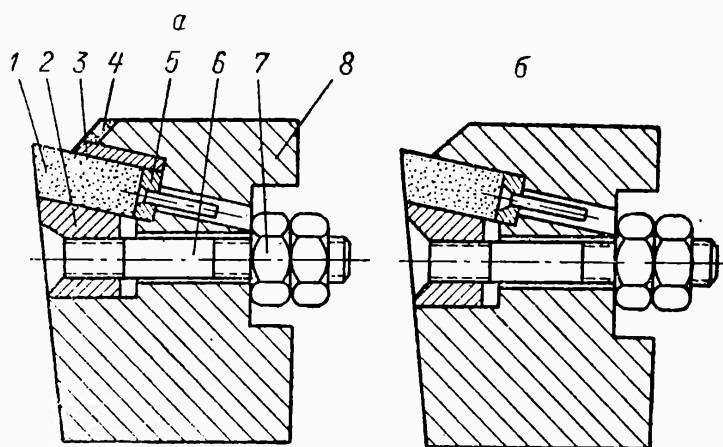
Резцы с клиновым креплением пластинки твердого сплава по габаритам не отличаются от резцов с припайной пластинкой. Поэтому они могут быть рекомендованы для расточки отверстий небольших диаметров.



Фиг. 20. Номограмма для определения h по данным t , s и v .

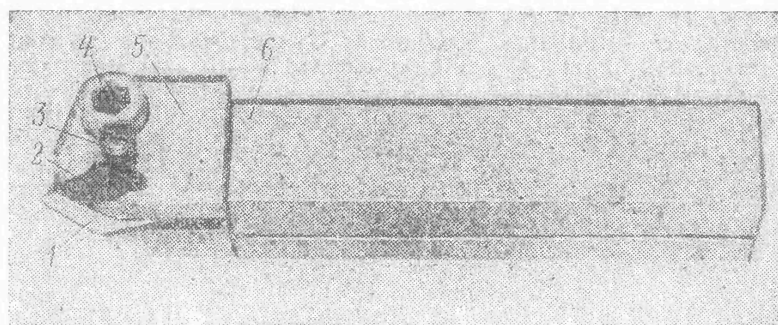
Резцы конструкции Д. И. Рыжкова. Рыжков разработал конструкции токарных резцов: проходного, подрезного, отрезного и резьбового с механическим креплением пластинки твердого сплава.

На фиг. 22 и 23 изображены проходной и подрезной резцы. Резец состоит из корпуса головки 5, цилиндрический хвостовик которого входит в разрезную державку 6. Корпус головки изготавливается из стали 40X и термически обрабатывается на твердость $H_{RC} = 40 \div 45$. Головка резца имеет продольную прорезь, благодаря которой ее верхняя часть пружинит и является прижимом для режущей пластинки твердого сплава 1. Режущая пластинка закрепляется в корпусе головки посредством болта 4.



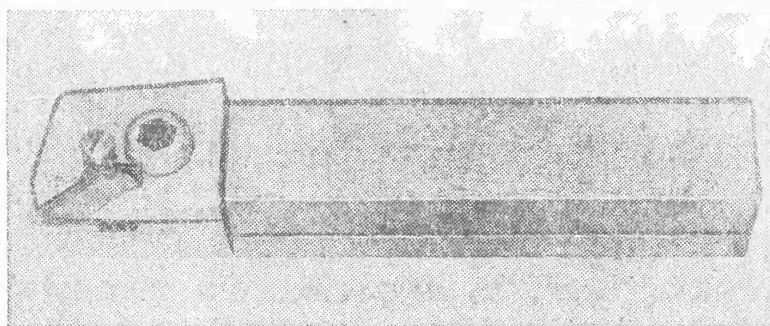
Фиг. 21. Резцы конструкции ХЭМЗ:
a — для обработки стали; — для обработки чугуна.

На верхней части головки выфрезерован паз в виде ласточкина хвоста, в который вставляется твердосплавная пластинка 2, образующая порог-стружколоматель под углом 110° к передней грани режу-



Фиг. 22. Проходной резец конструкции Д. И. Рыжкова.

щей пластинки. Пластинка 2 прижимается к режущей пластинке 1 посредством винта 3. Для регулирования установки режущей пла-



Фиг. 23. Подрезной резец конструкции Д. И. Рыжкова.

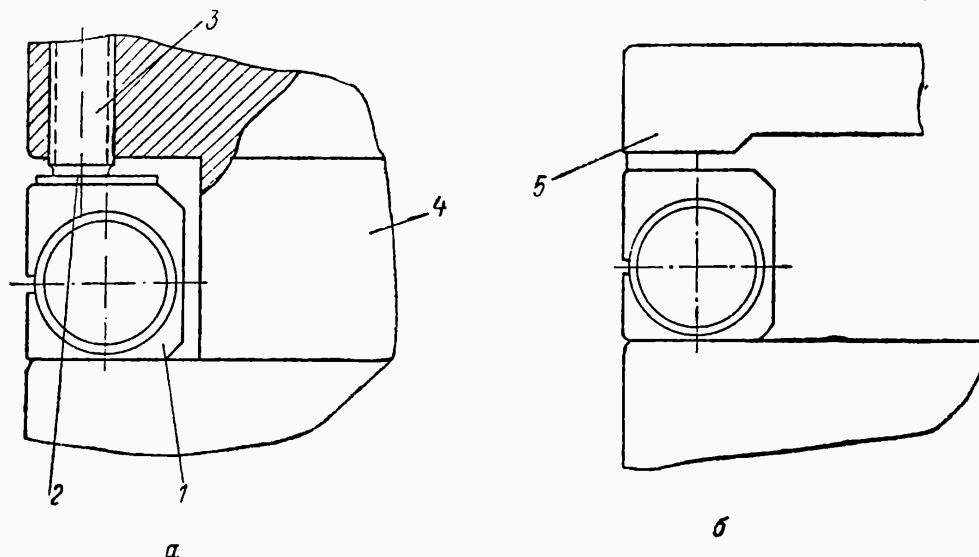
стинки после переточки и предохранения ее от сдвигов в боковой части корпуса головки имеются упор и упорный винт.

Режущая пластинка для резцов рассмотренной конструкции затачивается под задним углом $\alpha = 30^\circ$ и углом заострения $\beta = 60^\circ$.

При необходимости работать с углом заострения резца в пределах $\beta = 65 \div 85^\circ$, на передней грани режущей пластинки затачивается фаска.

Ниже приводятся рекомендуемые Д. И. Рыжковым значения ширины фаски для различных углов заострения резца.

Угол заострения β° :	60	65	70	75	80	85
Ширина фаски в мм:	$0,2 \div 0,3$	$0,5 \div 0,8$	$1 \div 1,5$	$1,5 \div 2$	$2 \div 2,5$	$2,5 \div 3$



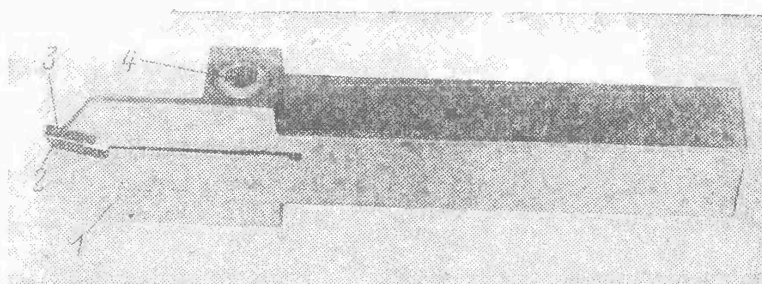
Фиг. 24. Схема зажима резца в державке:

a — болтами; *б* — прижимной планкой; 1 — державка; 2 — прокладка; 3 — зажимной болт; 4 — резцедержатель; 5 — прижимная планка.

Ширина фаски выбирается равной $f = 4 \div 5 s$.

Резцы с $\beta = 60^\circ$ целесообразно применять для обработки деталей малой жесткости.

Как указывалось выше, цилиндрический хвостовик корпуса головки резца входит в разрезную державку, которая зажимается в суппорте станка болтом 3 (фиг. 24, *a*) или прижимной планкой 5



Фиг. 25. Отрезной резец конструкции Д. И. Рыжкова.

(фиг. 24, *б*). Такая конструкция резца позволяет поворачивать его вокруг оси и изменять углы режущей части в зависимости от характера обработки.

Д. И. Рыжков разработал конструкции токарного отрезного и резьбового резцов с механическим креплением пластинки твердого сплава.

В головке 1 отрезного резца (фиг. 25) профрезерован паз, благодаря которому ее верхняя часть пружинит и прижимает пластинку

твердого сплава 2. Для предотвращения в процессе резания сдвига пластинки твердого сплава ее нижняя плоскость имеет зубцы, шаг которых равен шагу зубцов на сопряженной плоскости в корпусе головки резца. Зубцы на пластинке твердого сплава изготавливаются электроискровым способом.

Таблица 7

Значения углов α_p , γ_p , φ_p и λ_p в зависимости от угла поворота резца и угла β при исходном $\varphi = 65^\circ$

β°	ω°	α_p°	γ_p°	φ_p°	λ_p°
60	0	30	0	65	0
60	5	25	4	65	2
60	10	20	9	65	4
60	15	15	14	65	6
60	20	11	18	66	8
60	25	6	23	67	10
65	0	25	0	65	0
65	5	20	4	65	2
65	10	15	9	65	4
65	15	11	14	65	6
65	20	6	18	66	8
70	0	20	0	65	0
70	5	15	4	65	2
70	10	11	9	65	4
70	15	6	14	65	6
75	0	15	0	65	0
75	5	10	4	65	2
75	10	5	9	65	4
80	0	10	0	65	0
80	5	5	4	65	2
85	0	0	0	65	0

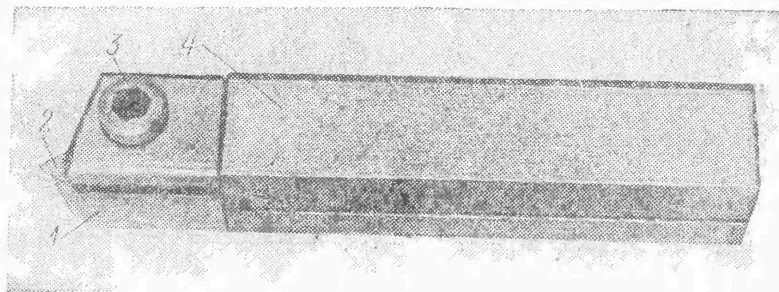
В головке резца устанавливается также пластинка твердого сплава 3, служащая для завивания и ломания стружки. Пластинки 2 и 3 закрепляются в пружинящей головке резца посредством болта 4.

Резьбовой резец (фиг. 26) состоит из головки 1, имеющей цилиндрический хвостовик, пружинной державки 4, твердосплавной пластинки 2 и болта 3.

В табл. 7 приведены значения углов режущей части резца α_p , γ_p , φ_p и λ_p в зависимости от угла поворота резца и его угла заострения β .

Для предохранения порога-стружколомателя от истирания сходящей стружкой рекомендуется упрочнять его или наплавлять на него слой сплава Сормайт толщиной $0,3 \div 0,5$ мм.

Важным преимуществом рассматриваемого резца является возможность установки его под углом, равным углу подъема нарезаемой резьбы, путем поворота корпуса головки в державке.



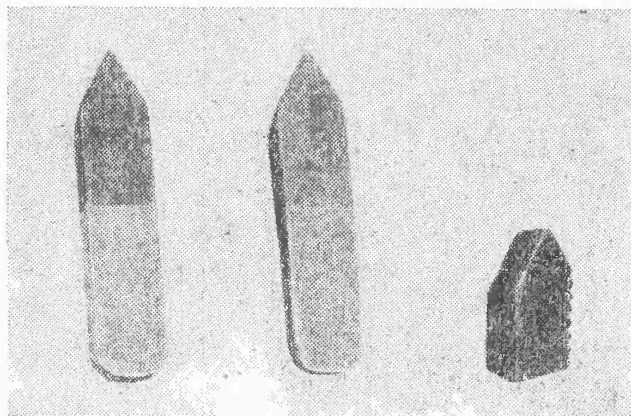
Фиг. 26. Резьбовой резец конструкции Д. И. Рыжкова.

Угол профиля резца на $1 \div 1^{\circ}30'$ меньше угла профиля нарезаемой резьбы.

Для более полного использования пластинки твердого сплава автор конструкции резца рекомендует удлинять пластинку путем припайки к ней подставки из латуни или стали (фиг. 27).

Приведенный материал показывает, что резцами конструкции Д. И. Рыжкова можно выполнять самые разнообразные токарные операции:

продольное точение, подрезку, обрезку, расточку, резьбонарезание.



Фиг. 27. Режущие пластинки для резьбовых резцов конструкции Д. И. Рыжкова.

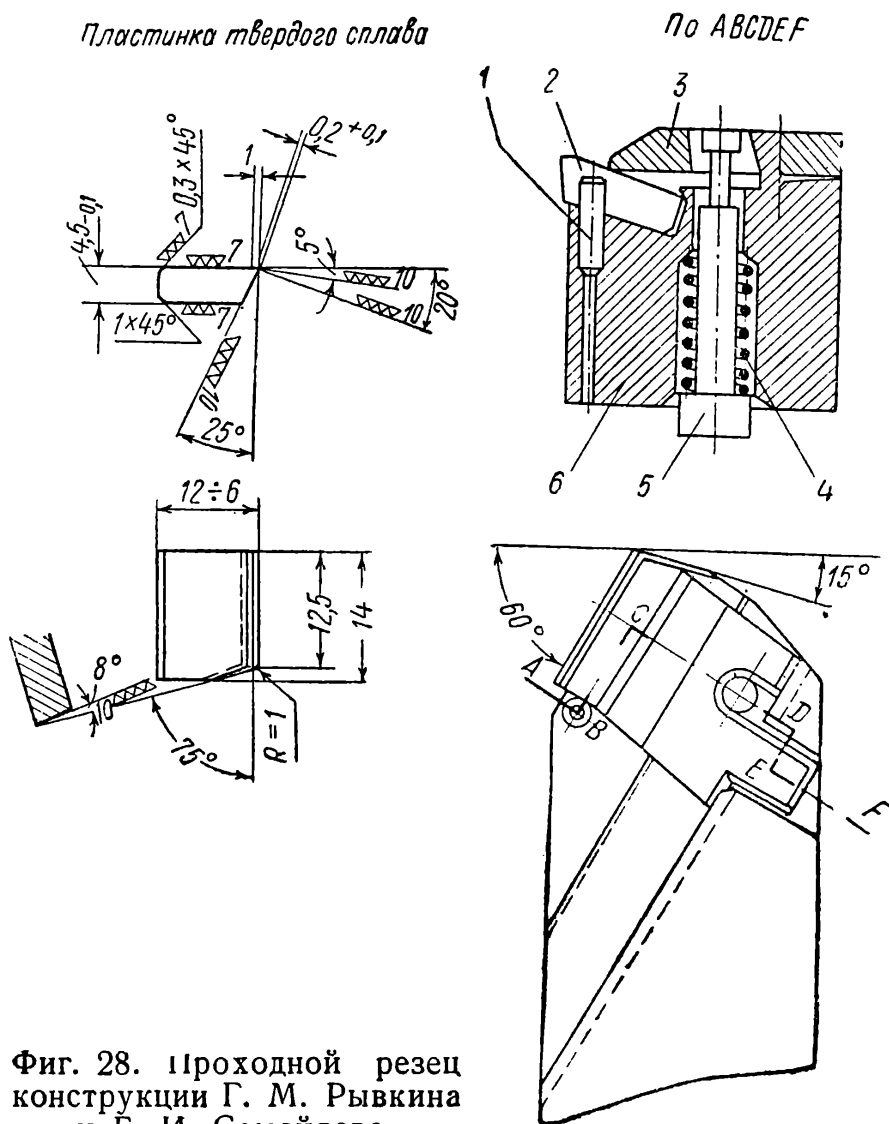
Значительным достоинством резцов конструкции Рыжкова (исключая отрезных) является возможность регулирования в широких пределах их геометрии, а у расточных и резьбовых резцов, кроме того, и величины вылета. Благодаря этой особенности, рассматриваемые резцы могут иметь широкую область применения, при работе с ними легко осуществимо управление стружкой (завивание и ломание стружки) и, кроме того, обеспечивается возможность многократного использования затупившихся резцов без переточки.

Управление стружкой при работе резцами конструкции Рыжкова достигается регулированием расстояния от порога-стружколомателя до режущей кромки и поворотом резца вокруг его оси.

При работе проходным резцом с режимом резания, обуславливающим незначительное истирание передней грани (образование лунки малой глубины) резец может быть использован без переточки до пяти раз. Для обеспечения необходимого заднего угла при значи-

тельном износе резца по задней грани, ему сообщается дополнительный поворот вокруг его оси.

Резцы конструкции Г. М. Рывкина и Б. И. Самойлова. При эксплуатации рассмотренных конструкций резцов с механическим креплением пластинки твердого сплава требуется затрата времени на перестановку и закрепление пластинки. Инженеры Рывкин и Самойлов предложили конструкции резцов для скоростного



Фиг. 28. Проходной резец конструкции Г. М. Рывкина и Б. И. Самойлова.

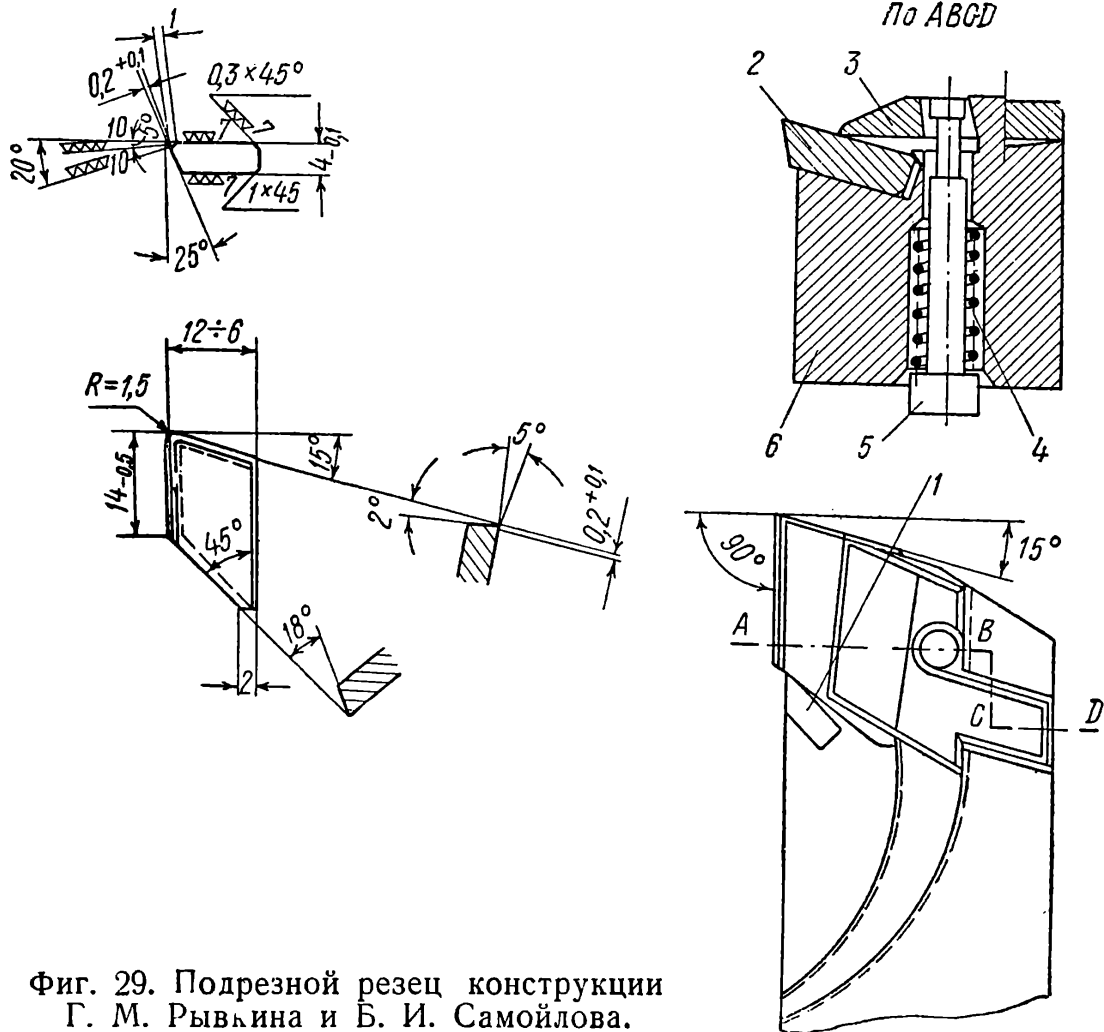
точения стали с креплением режущей твердосплавной пластинки и стружкозавивателя силами резания.

Конструкция правого проходного резца изображена на фиг. 28, а правого подрезного резца — на фиг. 29.

Резцы состоят из державки 6, на каждой стороне которой имеется гнездо для режущей твердосплавной пластинки 2 и стружкозавивателя 3. Стружкозавиватель, изготовленный из литой быстрорежущей стали, армированной карбидом бора, прижимается к режущей пластинке с помощью стержня 5 и пружины 4. Штифт 1 у проходных резцов и сухарь 1 у подрезных резцов служат для боковой опоры режущей пластинки.

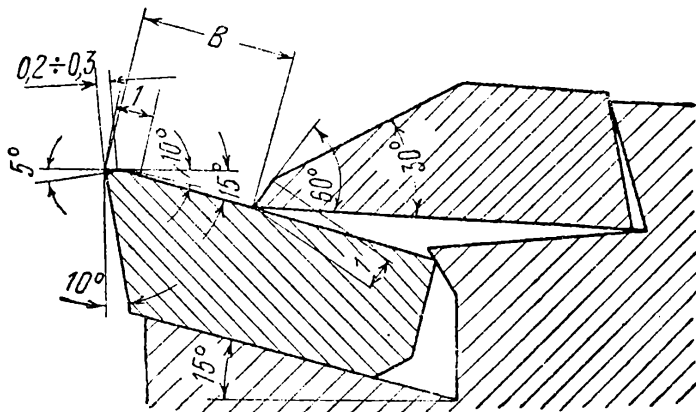
В каждом гнезде державки используется 1 мм ширины пластинки, при наибольшем вылете ее из державки 1,4 мм и наименьшем

Пластинка твердого сплава



Фиг. 29. Подрезной резец конструкции Г. М. Рывкина и Б. И. Самойлова.

вылете 0,4 мм. Для использования половины ширины пластинки с первоначальным размером 12 мм предусмотрено шесть гнезд, расположенных в трех державках (табл. 8).



Фиг. 30. Геометрия режущей части резца конструкции Г. М. Рывкина и Б. И. Самойлова.

Резцы имеют сменные стружкозавиватели (табл. 9), обеспечивающие возможность установки требуемого расстояния B между главной режущей кромкой резца и рабочей кромкой стружкозавивателя (фиг. 30). Резцы конструкции Рывкина и Самойлова имеют следующую геометрию режущей части:

- 1) режущая пластинка твердого сплава устанавливается в гнезде державки под углом 15° ;
- 2) передняя грань режущей пластинки затачивается на длине 1 мм от главной режущей кромки под углом $\gamma = 10^\circ$;

3) на передней грани, кроме того, образуется фаска шириной $0,2 \div 0,3$ мм с передним углом $\gamma = -5^\circ$; при обработке сталей высокой твердости ширина фаски увеличивается до $0,5$ мм;

4) главный задний угол $\alpha = 10^\circ$, вспомогательный задний угол $\alpha_1 = 5^\circ$.

Таблица 8

Ширина режущей пластинки для различных державок резцов

Ширина режущей пластинки в мм	№ гнезда	№ державки резца
12—11	1	I
11—10	2	
10—9	3	II
9—8	4	
8—7	5	III
7—6	6	

Таблица 9

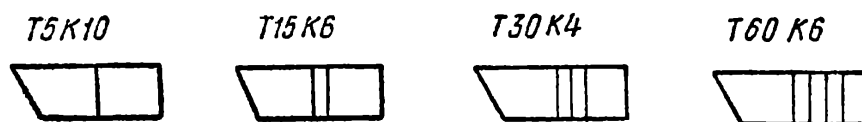
Расстояние B для стружкозавивателей

№ стружкозавивателя	B в мм
I	1,5—2,5
II	3,5—4,5
III	5,5—6,5

Одной из особенностей рассматриваемой конструкции резцов является отдельная от державки резца заточка режущих пластинок. После заточки пластинки сортируются на шесть групп по ширине согласно табл. 8.

Для резцов конструкции Рывкина и Самойлова требуются пластинки специальной формы, не предусмотренные действующим ГОСТ 2209—49 на пластинки твердых сплавов. Впредь до изготовления таких пластинок для проходных резцов могут быть использованы пластинки формы 0223.

Марка твердого сплава обозначается на боковой поверхности режущей пластинки рисками согласно фиг. 31:



Фиг. 31. Маркировка пластинок различных марок твердых сплавов.

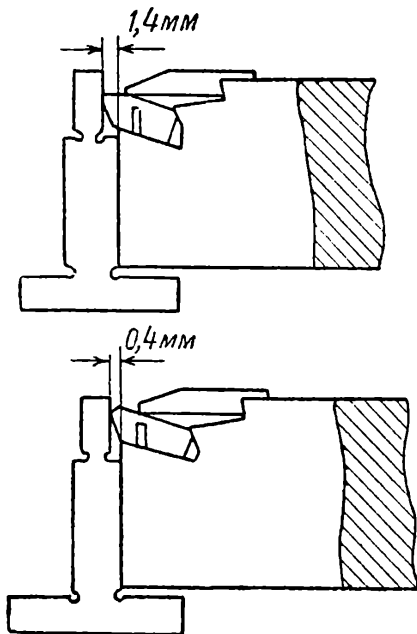
Авторы конструкции указывают следующие правила эксплуатации резцов:

1) вылет режущей пластинки из державки резца должен быть в пределах $0,4 \div 1,4$ мм. Он может контролироваться шаблоном (фиг. 32); величина вылета пластинки обеспечивается сортировкой пластинок на группы по ширине;

2) проходной резец устанавливается на станке так, чтобы его режущая кромка не была выше линии центров;

3) для экономии твердых сплавов и предохранения державки резца от повреждения не должен допускаться износ по главной задней грани пластинки больше 1 мм;

4) если в процессе работы режущая пластинка не врезается в металл и поднимается вверх, следует проверить установку режущей кромки относительно линии центров станка; пластинка может приподниматься также при наличии в ней сколов или чрезмерного износа главной задней грани;



Фиг. 32. Схема контроля вылета режущей пластинки из державки резца.

Подача в мм/об	Глубина резания в мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2	Ш									
0,3	Ш	Ш								
0,4	Ш	Ш	Ш	I		Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
0,5	Ш	Ш	Ш	Ш		Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
0,6	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
0,7	Ш	Ш	Ш	Ш	II	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
0,8	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
0,9	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
1,0	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
1,1	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш

Фиг. 33. Области применения стружкозавивателей при работе резцами конструкции Г. М. Рывкина и Б. И. Самойлова.

5) завивание или дробление стружки обеспечивается применением стружкозавивателя, выбираемого по табл. 9 и фиг. 33, показывающей области применения стружкозавивателей различных размеров при точении стали $\sigma_B = 45 \div 90 \text{ кг/мм}^2$; для смены стружкозавивателя следует нажать на выступающий из державки 6 конец стержня 5 (фиг. 28);

6) между режущей пластинкой и ее опорной поверхностью в державке резца не должно быть зазора; режущая пластинка должна быть прижата к угловой и боковой опорам;

7) стружкозавиватель должен быть прижат к опоре державки; между рабочей кромкой стружкозавивателя и режущей пластинкой не должно быть зазора.

Каждая из рассмотренных конструкций однолезвийных резцов с механическим креплением пластинки твердого сплава имеет те или иные достоинства и недостатки.

До создания конструкции резца, пригодной для различных условий обработки, выбор резца для данных условий должен основываться на наилучшем использовании достоинств отдельных конструкций.

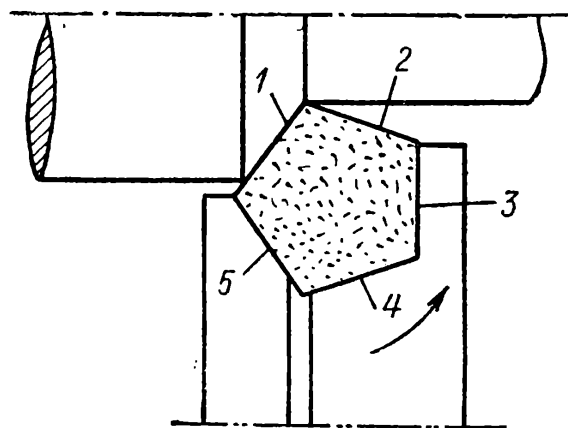
Многолезвийные резцы. Институтом Оргавтопром совместно с заводами разработаны и внедрены в производство резцы новых конструкций с многолезвийными вставками из твердых сплавов.

На фиг. 34 изображена схема резания многолезвийным (пятигранным) резцом. После затупления одного лезвия в работу включается другое лезвие того же резца (цифрами 1, 2, 3, 4 и 5 показана последовательность перестановки твердосплавной вставки резца по мере затупления отдельных лезвий).

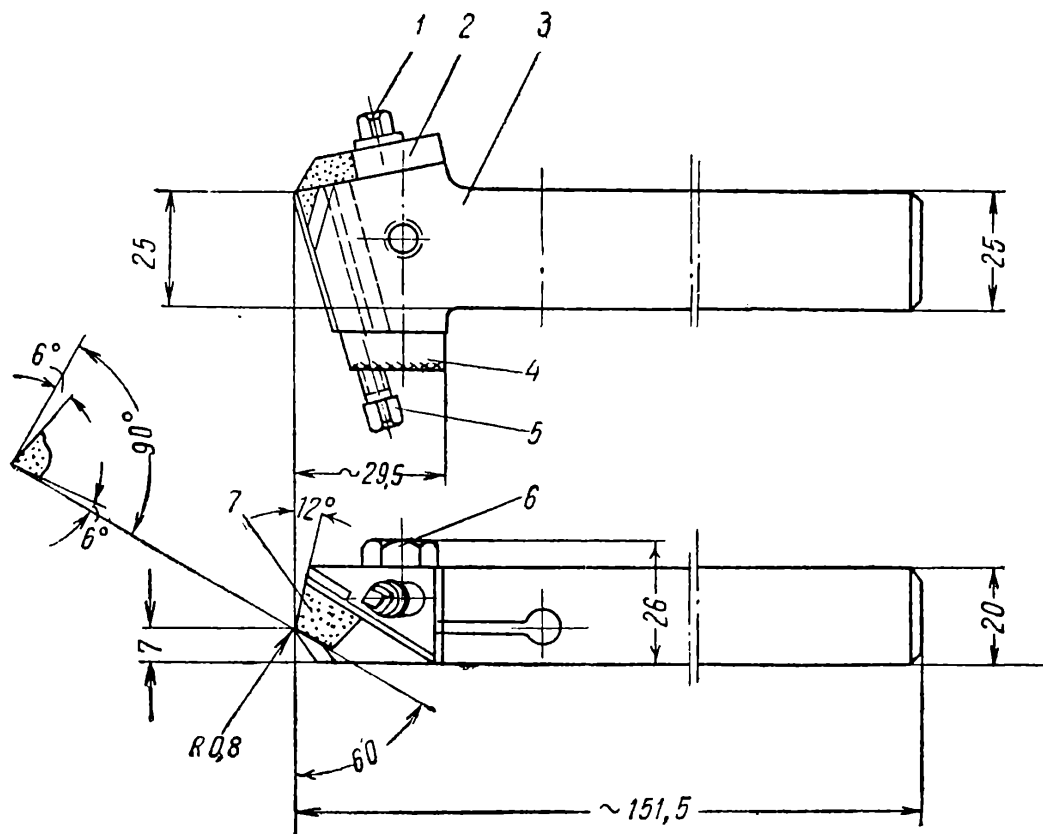
В табл. 10 приведены наиболее распространенные типо-размеры твердосплавных вставок для многолезвийных резцов, а также указаны области их применения.

В табл. 11 указано допустимое число переточек и периодов стойкости вставок для многолезвийных резцов.

Применение многолезвийных резцов обеспечивает значительное снижение расхода твердого сплава на один период стойкости. В табл. 12



Фиг. 34. Схема резания многолезвийным (пятигранным) резцом.



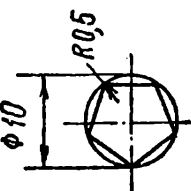
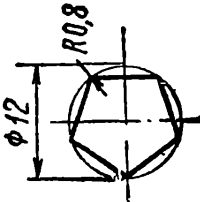
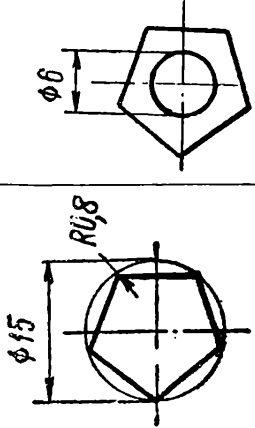


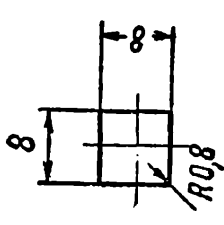
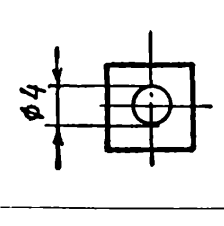
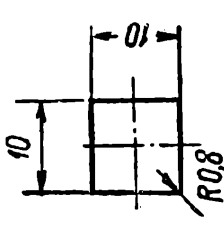
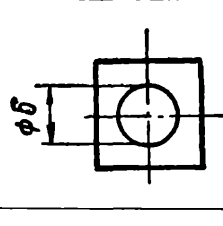
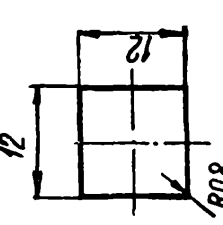
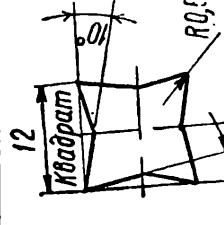
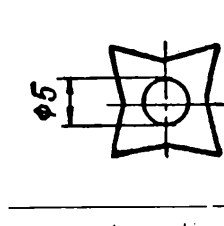
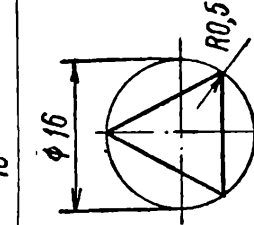
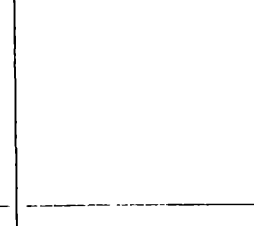
Фиг. 35. Многолезвийный проходной резец с пятигранной вставкой.

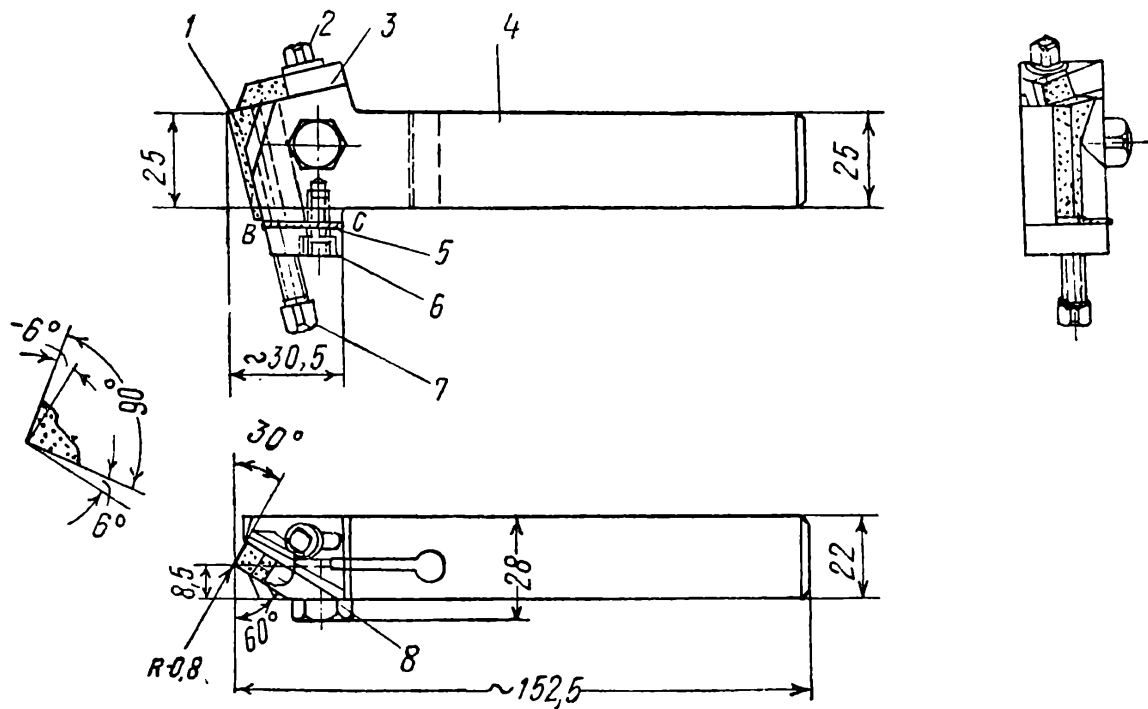
приведены сравнительные данные о расходе твердых сплавов при работе однолезвийными и многолезвийными резцами.

Многолезвийные резцы применяются для обточки на проход и до упора, подрезки торцов и расточки отверстий. На фиг. 35 и 36 представлены проходные резцы для наружной обточки. На фиг. 37—

Формы и размеры твердосплавных вставок

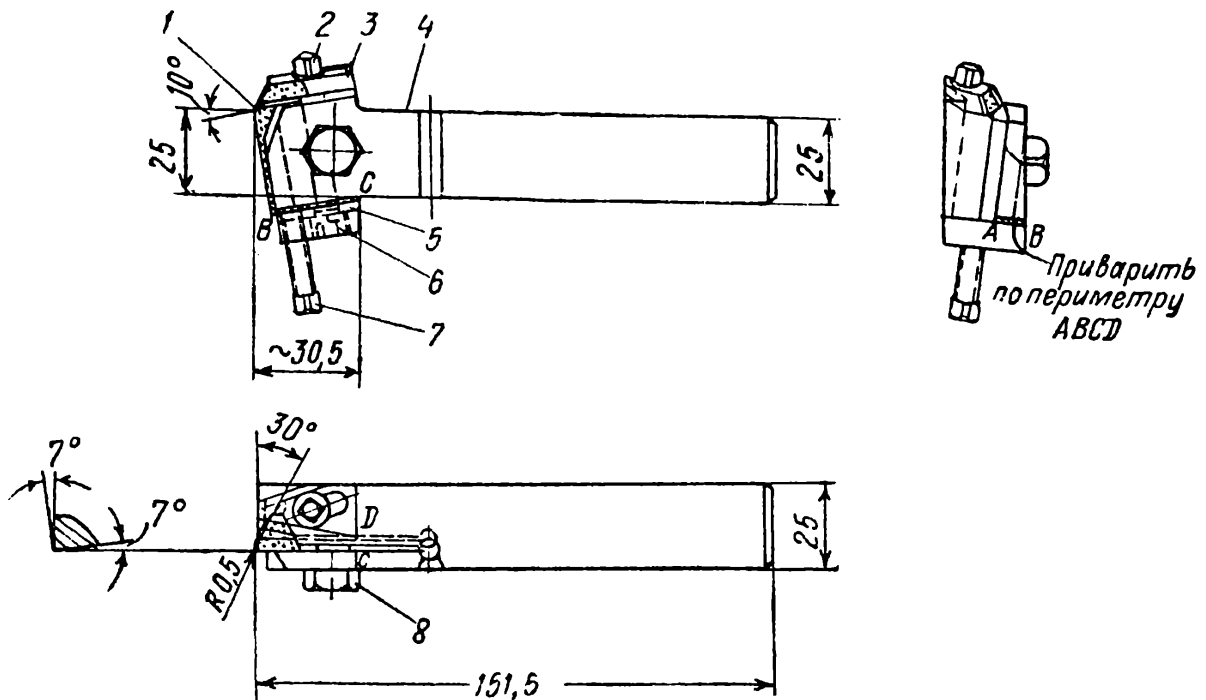
Глубина резания в мм	Форма и размеры сечения вставки		Длина вставки в мм	Марка твердого сплава	Вес вставки в г		Область применения
	сплошная	пустотелая			сплошная	пустотелая	
До 1,5		—	20	ВК8 Т5К10 Т15К6	14,4 12,3 11,1	—	Для получистовых и чистовых работ на токарных, револьверных и многорезцовых станках и полуавтоматах
До 2,5		—	25	ВК8 Т5К10 Т15К6	28 24 21,4	—	
До 3		—	25	ВК8 Т5К10 Т15К6	21,3 18,2 16,2	—	Для обдирочных, получистовых и чистовых работ на токарных, револьверных и многорезцовых станках и полуавтоматах с врезанием и без врезания
До 4,5		—	30	ВК8 Т5К10 Т15К6	36,7 31,3 28,0	—	
До 6				ВК8 Т5К10 Т15К6	57,2 48,8 43,6	45,3 38,6 34,5	

До 4		—	25	ВК8 Т5К10 Т15К6	22,9 19,5 17,4	—	Для обдирочных и получистовых работ на токарных, револьверных и многорезцовых станках и полуавтоматах с врезанием
До 5,5			30	ВК8 Т5К10 Т15К6	42,9 36,6 32,7	37,5 33,2 28,6	
До 7						49,7 42,4 37,9	
До 5			30	ВК8 Т5К10 Т15К6	50,9 43,4 38,8	42,5 36,2 32,4	Для обдирочных, получистовых и чистовых работ при обработке до уступа на токарных, револьверных и многорезцовых станках и полуавтоматах без врезания и с врезанием
До 6						35,7 30,5 27,9	



Фиг. 36. Многолезвийный проходной резец с четырехгранной вставкой и левым расположением стяжного болта:

1 — вставка твердого сплава $10 \times 10 \times 30$ мм; 2 — болт $M6 \times 12$; 3 — стружколоматель; 4 — державка; 5 — планка упорная; 6 — болт $M6 \times 10$; 7 — болт упорный $M6 \times 25$; 8 — болт стяжной $M10 \times 22$.

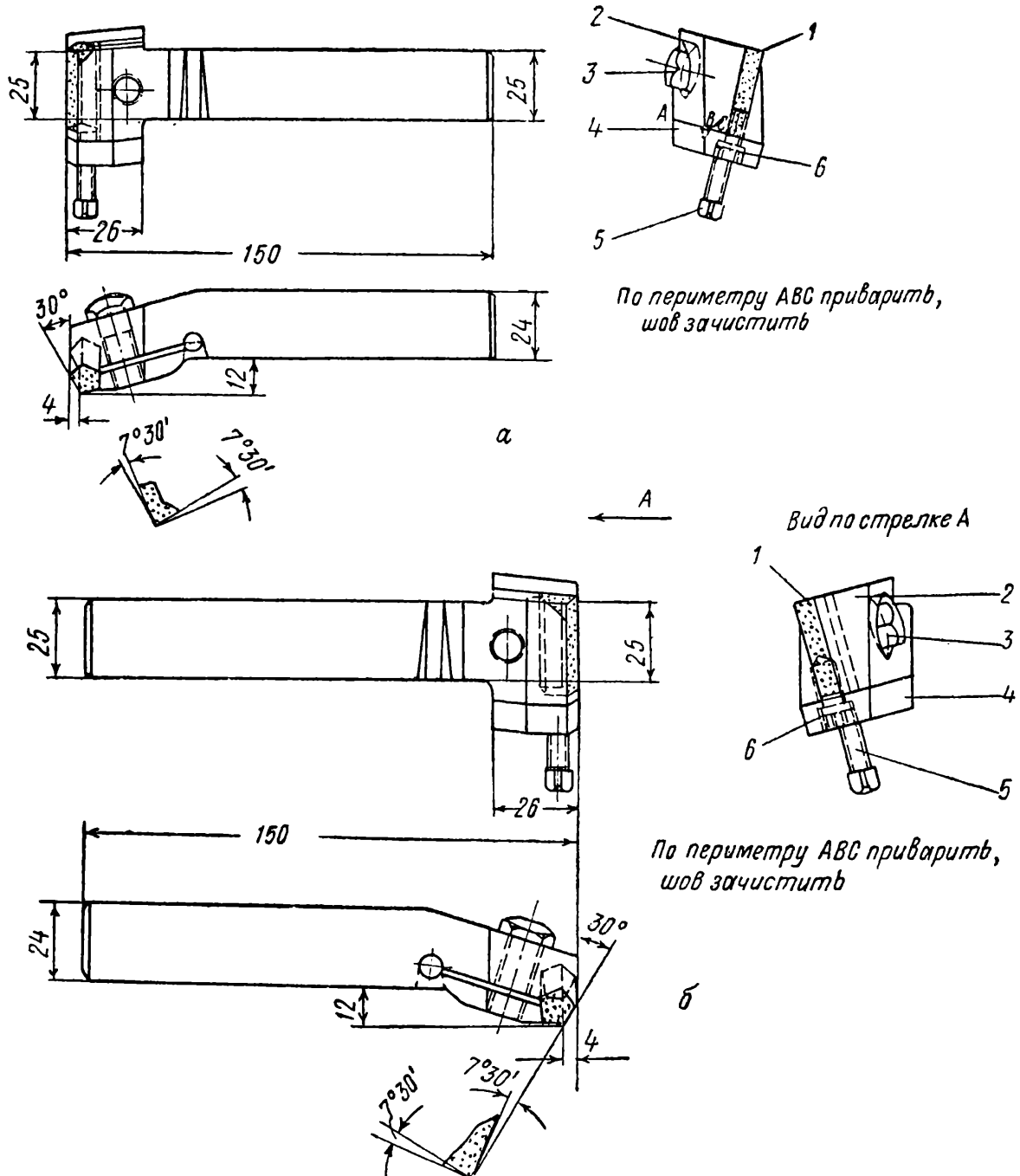


Фиг. 37. Многолезвийный проходной резец с трехгранной вставкой с левым расположением стяжного болта:

1 — вставка из твердого сплава (сторона треугольника 14 мм, длина вставки 30 мм); 2 — болт $M6 \times 12$; 3 — стружколоматель; 4 — державка; 5 — планка упорная; 6 — болт $M6 \times 10$; 7 — болт упорный $M6 \times 25$; 8 — болт стяжной $M10 \times 25$.

для наружной обточки до упора, на фиг. 38 — подрезные резцы, на фиг. 39 — расточные резцы для отверстий диаметром больше 100 мм.

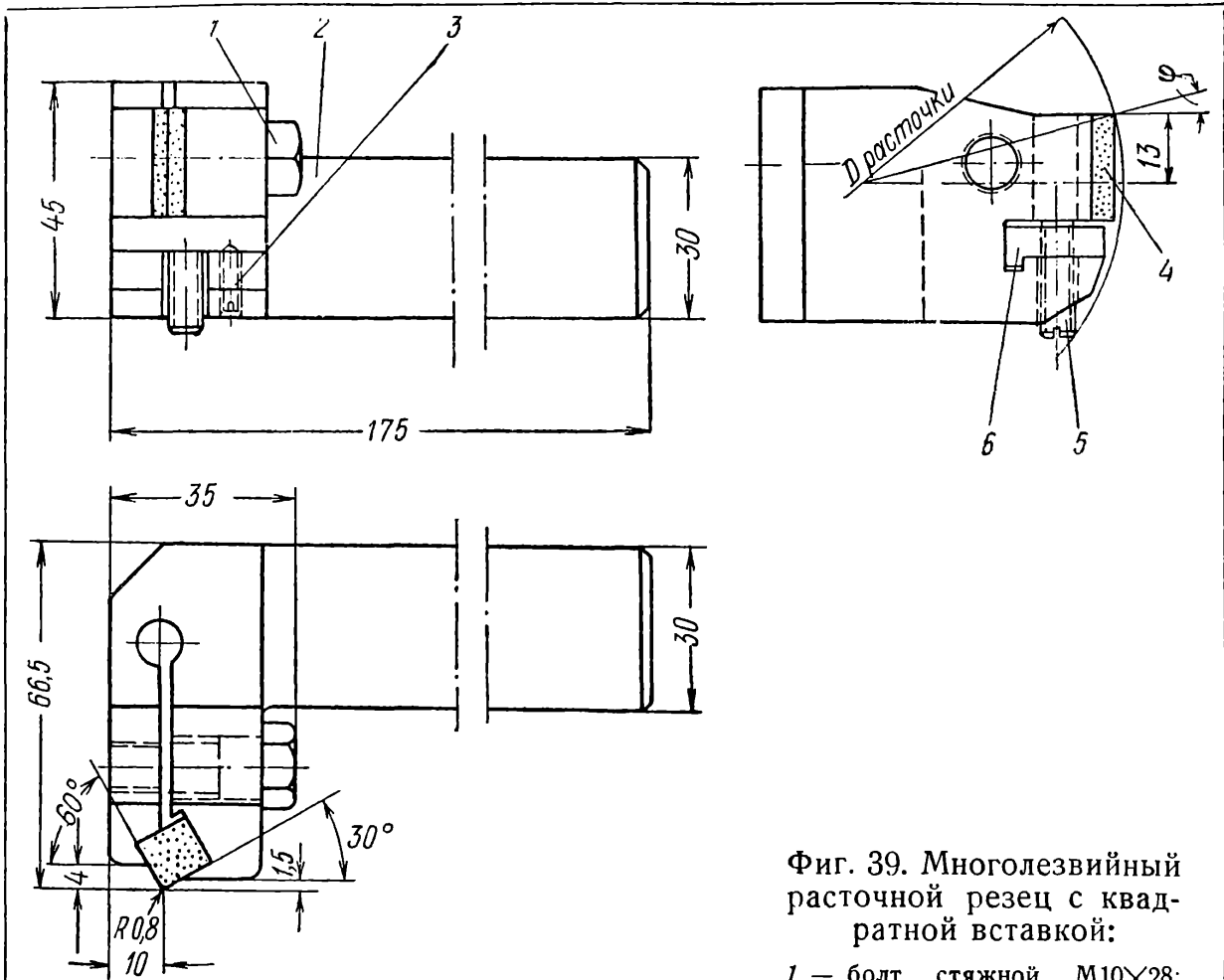
Как видно, резцы всех приведенных типов имеют одинаковую конструкцию. Многолезвийная вставка 7 (фиг. 35) крепится в гнезде



Фиг. 38. Многолезвийные подрезные резцы с пятигранными вставками; а — правый; б — левый:

1 — вставка из твердого сплава $\varnothing 12 \times 30$ мм; 2 — державка; 3 — болт стяжной М10×25; 4 — планка упорная; 5 — болт упорный М6×25; 6 — болт М8×12.

разрезной державки 3 с помощью стяжного болта 6. Форма гнезда в державке соответствует форме твердосплавной вставки. Своей нижней плоскостью вставка опирается на упорный винт 5, ввинченный в планку 4. На вставку устанавливается стружколоматель с напаянной пластинкой 2 из твердого сплава и закрепляется винтом 1 в державке 3.

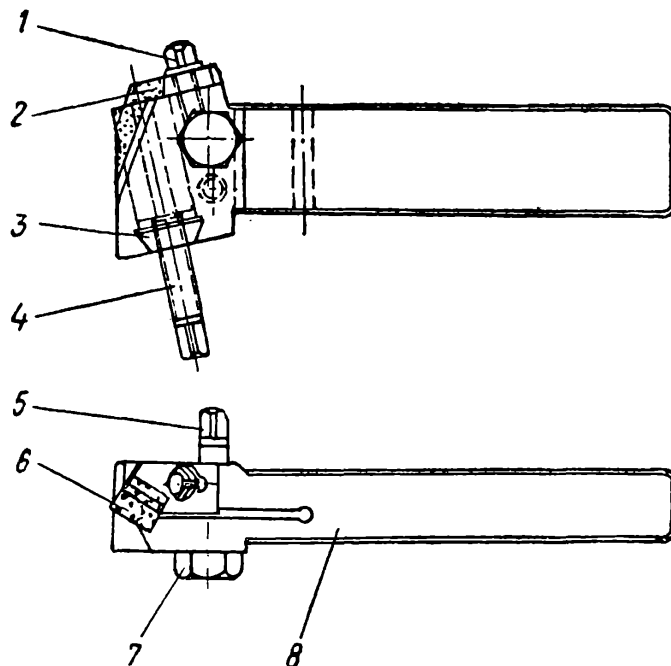


Фиг. 39. Многолезвийный расточной резец с квадратной вставкой:

- 1 — болт стяжной М10×28;
 2 — державка; 3 — винт М4×13;
 4 — вставка из твердого сплава 10×10×20; 5 — винт М6×22
 6 — планка.

$$\gamma_s = -(7^\circ 30' \div 5^\circ 30')$$

$$\alpha = 7^\circ 30' \div 5^\circ 30'$$



Фиг. 40. Многолезвийный резец с квадратной вставкой и дополнительным распорным винтом:

- 1 — болт М6×12; 2 — стружколоматель; 3 — сухарь; 4 — болт М8×30; 5 — болт М8×25;
 6 — вставка из твердого сплава 12×12×30; 7 — болт М12×25; 8 — державка.

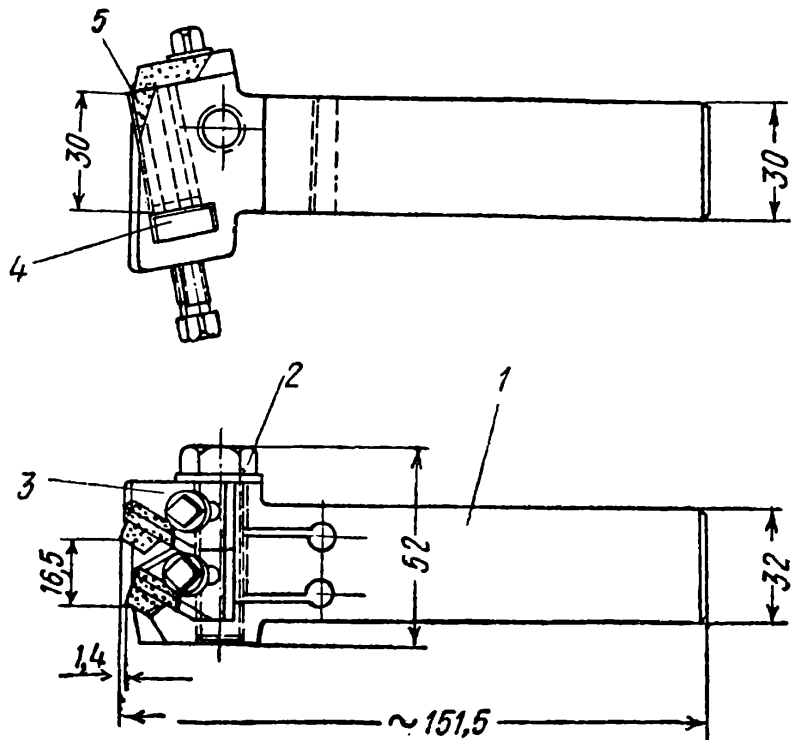
Число переточек и периодов стойкости твердосплавных вставок для многолезвийных резцов при обдирочных и чистовых работах (по данным Оргавтопрома)

Форма и размер вставки	Длина вставки в мм	При чистовой обработке: износ по задней грани $0,7 \div 0,8$ мм		При обдирке: износ по задней грани $1,0 \div 1,2$ мм	
		число переточек	число периодов стойкости	число переточек	число периодов стойкости
Пятигранник $\varnothing 10$ мм	25	31	160	21	110
Пятигранник $\varnothing 12$ мм	30	—	—	24	125
Пятигранник $\varnothing 15$ мм	30	—	—	24	125
Квадрат 8×8 мм	25	31	128	21	88
Квадрат 10×10 мм	30	—	—	24	100
Квадрат 12×12 мм	30	—	—	24	100
Треугольник	30	31	96	24	75

Конструкция резца с дополнительным распорным винтом 5 (фиг. 40) удобна для перестановки твердосплавной вставки.

Блок резцы. Для повышения производительности труда за счет совмещения черновой и чистовой обработки и устранения потерь рабочего времени на подналадку инструмента институтом Оргавтопром разработаны конструкции блок-резцов, в которых одновременно закрепляется несколько многолезвийных вставок из твердых сплавов. Блок-резцы предназначены для многолезвьевых станков и полуавтоматов.

На фиг. 41 изображен блок-резец с двумя пятигранными твердосплавными вставками, позволяющий совместить черновую и чистовую обточку за один проход. Вставки 5 вставляются в соответствующие гнезда державки 1 и одновременно зажимаются болтом 2. Для каждой вставки имеется стружколоматель 3. Нижняя планка 4 является общей опорой для обеих вставок.



Фиг. 41. Блок-резец с двумя пятигранными вставками.

Расход твердых сплавов на 1 период стойкости при применении
обычных и многолезвийных резцов
(по данным Оргавтопрома)

Наименование	Резцы с напаянной пластинкой твердого сплава при работе на			Многолезвийные резцы		
	токарных станках (16×25 мм)	револьверных станках (20×20 мм)	многолезвийных станках (16×25 мм)	пятигранные вставки	квадратные вставки	
Форма пластинки твердого сплава	0405	0905	0709	∅ 12 мм	10×10 мм	8×8 мм
Вес одной пластинки или вставки из твердого сплава Т15К6 в г	6,5	8,0	6,8	28,0	32,7	17,4
Число переточек резца	10	11	7	24	24	21
Число периодов стойкости	11	12	8	125	100	80
Расход твердого сплава на один период стойкости в г	0,59	0,67	0,85	0,22	0,33	0,20
Расход твердого сплава в ‰ по отношению к расходу твердого сплава при работе однолезвийными резцами на многолезвийных станках	70	79	100	26	39	23

На фиг. 42 показан блок-резец с тремя шестигранными вставками, имеющими самостоятельное крепление. Две крайние вставки 2 закрепляются путем стягивания щек державки 1 болтами 6. Средняя вставка 3 закрепляется путем подтягивания планки 4 винтом 5, проходящим через державку.

Геометрические параметры многолезвийных резцов определяются формой твердосплавных вставок и их расположением в державке. В табл. 13 приведены рациональные углы установки многолезвийных вставок (фиг. 43).

Для пятигранных вставок наиболее распространены углы в плане $\varphi = 60^\circ$ и $\varphi_1 = 12^\circ$ или $\varphi = 45^\circ$ и $\varphi_1 = 27^\circ$; для квадратных вставок $\varphi = 60^\circ$ и $\varphi_1 = 30^\circ$; для трехгранных вставок $\varphi = 90^\circ$ и $\varphi_1 = 10^\circ$ при работе на проход и $\varphi_1 = 20^\circ$ при работе с врезанием.

**Углы установки твердосплавных вставок в многолезвийных
резцах**
(по данным Оргавтопрома)

Наименование	Обозначение	Четырех- и пяти- гранные вставки		Трех- гранные вставки
		I вариант	II вариант	
Передний угол продольный	γ_1°	-12	-8	-10
Передний угол поперечный	γ_2°	0	-3	-7
Передний угол в нормальном сечении резца	γ°	-6	-7	-7
Главный задний угол	α°	6	7	7
Угол наклона главной режущей кромки	λ°	10,5	3,5	10

Радиус закругления при вершине многолезвийных резцов принимается $r = 0,5 \div 0,8$ мм. Радиус r создается на твердосплавных вставках в процессе их прессования в пресс-формах. При необходимости его увеличивают при заточке резца.

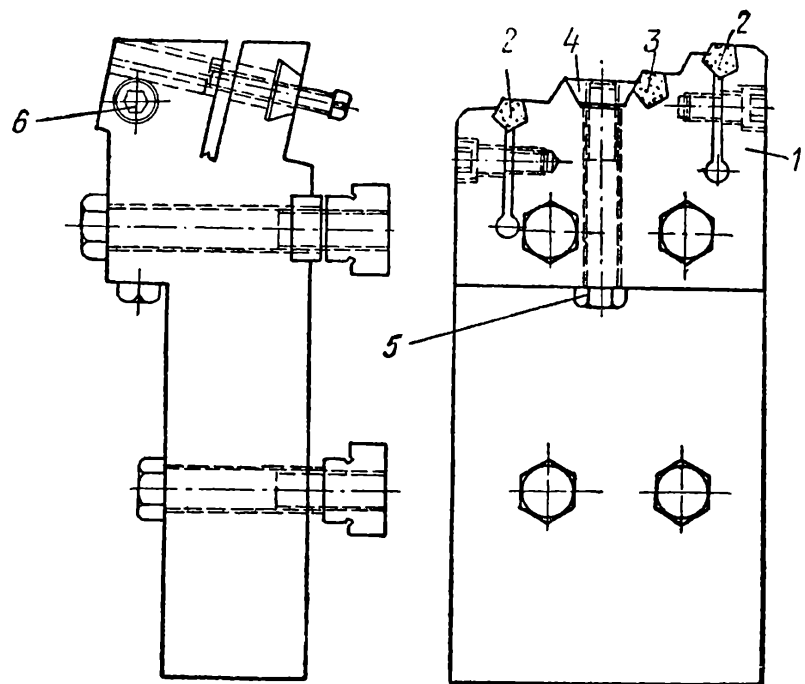
В табл. 14 приведены режимы резания, применяемые при работе многолезвийными резцами на московских заводах имени И. В. Сталина и малолитражных машин.

Многолезвийные резцы могут найти применение на токарных, револьверных, многолезвийных станках и полуавтоматах.

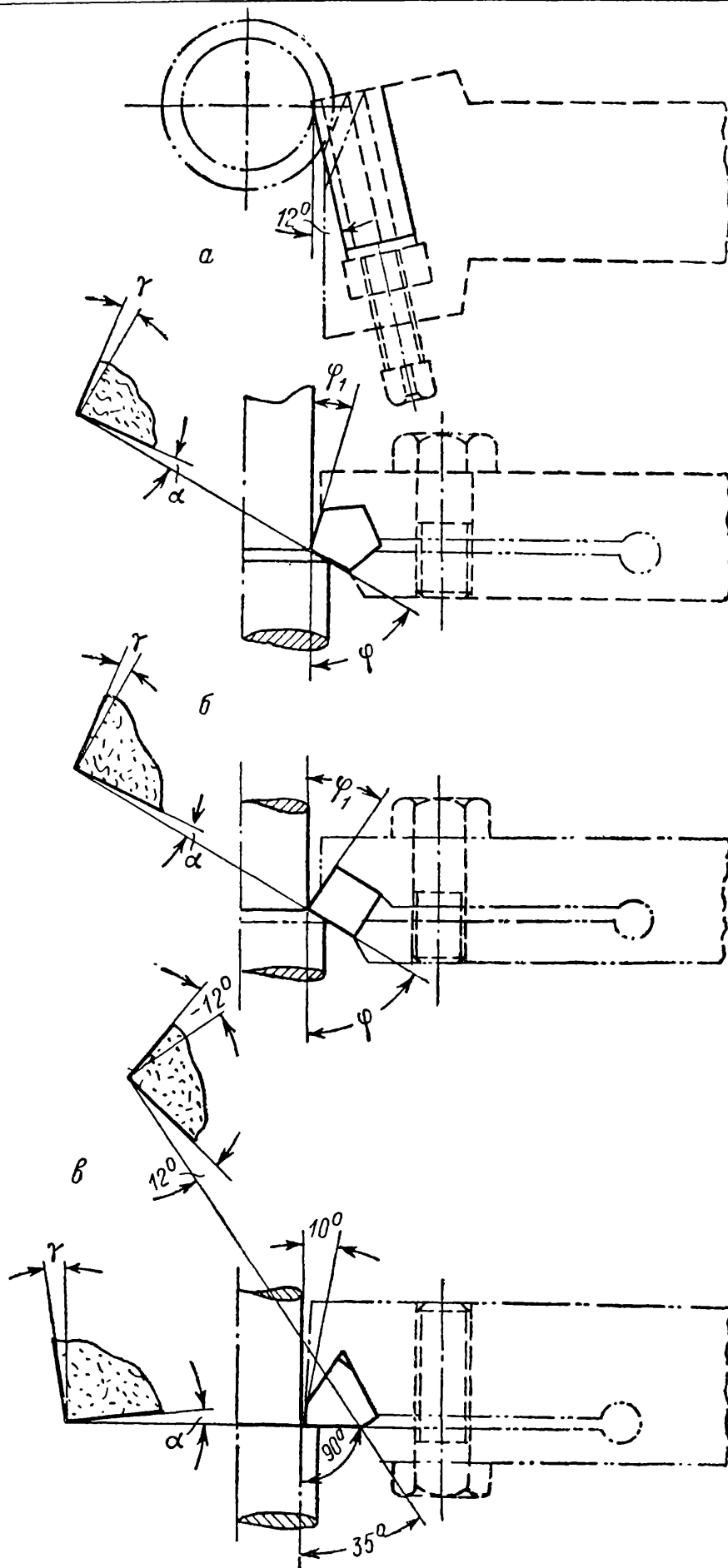
В сравнении с однолезвийными резцами они обладают следующими преимуществами:

1) резкое увеличение (в 25—40 раз) стойкости резца, что обеспечивает повышение производительности труда за счет сокращения времени, затрачиваемого рабочим на смену резца;

2) резкое сокращение затраты времени на регулировку резца; при работе на многолезвийных станках во многих случаях можно



Фиг. 42. Блок-резец с тремя пятигранными вставками.



Фиг. 43. Геометрические параметры многолезвийных резцов:
a — с пятигранными вставками; *б* — с четырехгранными вставками; *в* — с трехгранными вставками.

Режимы резания при работе многолезвийными резцами

Марка обрабатываемой стали	Станок	Число одновременно работающих резцов	Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об	Скорость резания v в м/мин	Период стойкости одного лезвия в мин.
40X	Полуавтомат ЗРС-116	5		0,35	45	252
40X	Полуавтомат 136	5	4	0,55	60	252
12X2H4A	Полуавтомат ЗРС-118	1	4	0,2	80	300
30XH3A	Полуавтомат МТ-44	1	4	0,23	76	—
A12	МТ-45	2	4	0,16	100	—

обходиться без подналадки резца, так как при перестановке или замене многолезвийной вставки сохраняются размеры обрабатываемой детали в пределах 0,2 мм по диаметру. В результате этого достигается также повышение производительности труда;

3) сокращение в 2—4 раза расхода твердых сплавов.

7. Твердосплавные резцы с чугунными литыми державками

В последнее время делаются попытки применения твердосплавных резцов с чугунными литыми державками.

Основным недостатком этих резцов является ненадежность крепления твердосплавной пластинки в чугунной державке.

Работниками ленинградского завода „Электрик“ В. Е. Недорезовым и Д. П. Федючком предложена конструкция твердосплавных резцов с чугунными державками (авторское свидетельство № 83400).

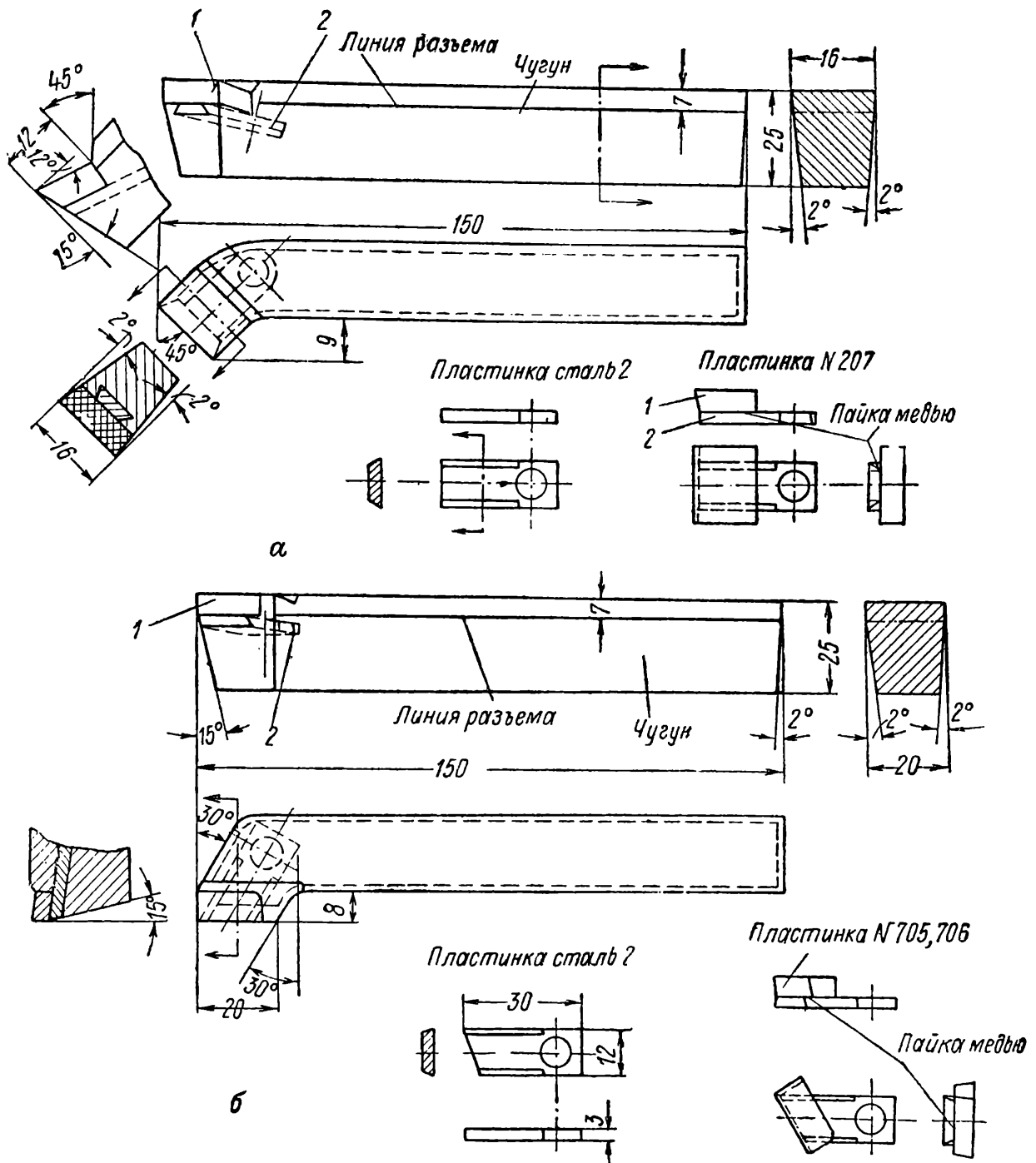
Отличие этой конструкции от существующих состоит в том, что пластинка твердого сплава 1 (фиг. 44, а) припаивается медным припоем к стальной пластинке 2 соответствующей конфигурации. Припаянная пластинка твердого сплава заливается чугуном в земляной форме или в кокиле.

На фиг. 44, а изображен правый проходной резец с прямой стальной пластинкой, а на фиг. 44, б — правый подрезной резец со срезанной стальной пластинкой.

Для резцов крупных сечений (свыше 16×25 мм) следует применять стальные пластинки Т-образной формы. Для прочного соединения с чугунной державкой в них прокалываются отверстия диаметром 8 мм.

При эксплуатации резцов рассмотренной конструкции не было случая поломки державки из-за недостаточной прочности.

На заводе „Русский дизель“ освоено изготовление твердосплавных резцов с державками из сверхпрочного чугуна. Пластинка твердого сплава напаивается на эти державки так же, как и на стальные державки.



Фиг. 44. Твердосплавные резцы с литыми чугунными державками.

Стоимость резцов с чугунными державками ниже, чем со стальными.

Практикой установлено, что державки резцов из модифицированного и сверхпрочного чугуна поглощают вибрации, возникающие в процессе резания. Это способствует повышению стойкости резца и чистоты обработанной поверхности.

Технология изготовления твердосплавных резцов с литыми чугунными державками рассмотрена в гл. III.

8. Резцы с керамическими пластинками

В последнее время советские ученые нашли новый инструментальный материал — керамику АЗ, заменяющий дорогостоящие металло-керамические твердые сплавы, которые изготавливаются из дефицитных металлов, как вольфрам, титан, кобальт и др.

Исследование резцов, оснащенных керамическими пластинками АЗ показало, что режущие свойства нового инструментального материала при чистовом и получистовом точении стали приближаются к режущим свойствам твердых сплавов, значительно превосходя режущие свойства быстрорежущей стали.

Установлено, что наиболее высокими режущими свойствами обладает керамика марок ЦВ-13 и ЦМ-32. Из фиг. 45 видно, что керамика ЦВ-13 по своим режущим свойствам приближается к твердому сплаву Т15К6.

Новый инструментальный материал, изготавливаемый на основе спеченной окиси алюминия, много дешевле твердых сплавов, однако он более хрупок чем они и обладает более низкой теплопроводностью.

Теплостойкость нового керамического материала выше по сравнению с твердыми сплавами — он сохраняет свою твердость до температуры 1100°.

К преимуществам керамического материала относится его более слабая слипаемость со стружкой по сравнению с быстрорежущей сталью и твердыми сплавами. Поэтому в процессе резания обеспечивается меньшая усадка стружки, более низкая температура резания и более высокое качество обработанной поверхности.

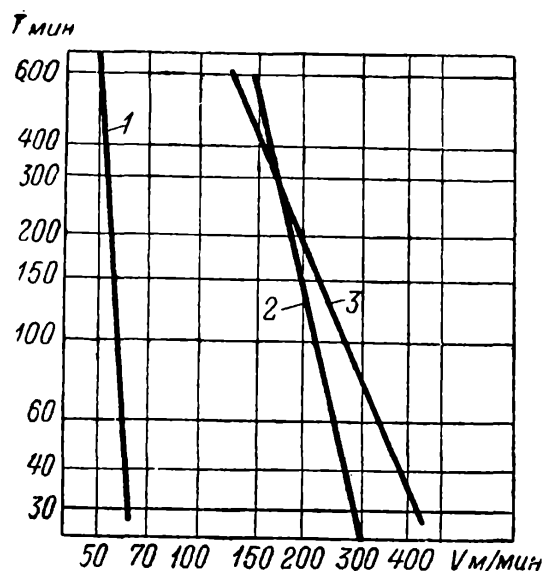
Резцы с керамическими пластинками применяются двух типов: с напаянными пластинками и с механическим креплением пластинок.

На фиг. 46, а и б изображены токарные проходные прямые резцы с напаянными керамическими пластинками конструкции Московского завода имени И. В. Сталина (ЗИС) и Ново-Краматорского завода имени И. В. Сталина.

На фиг. 46, в показан токарный проходной отогнутый резец конструкции завода „Красный пролетарий“, а на фиг. 46, г — токарный галтельный резец конструкции завода имени И. В. Сталина.

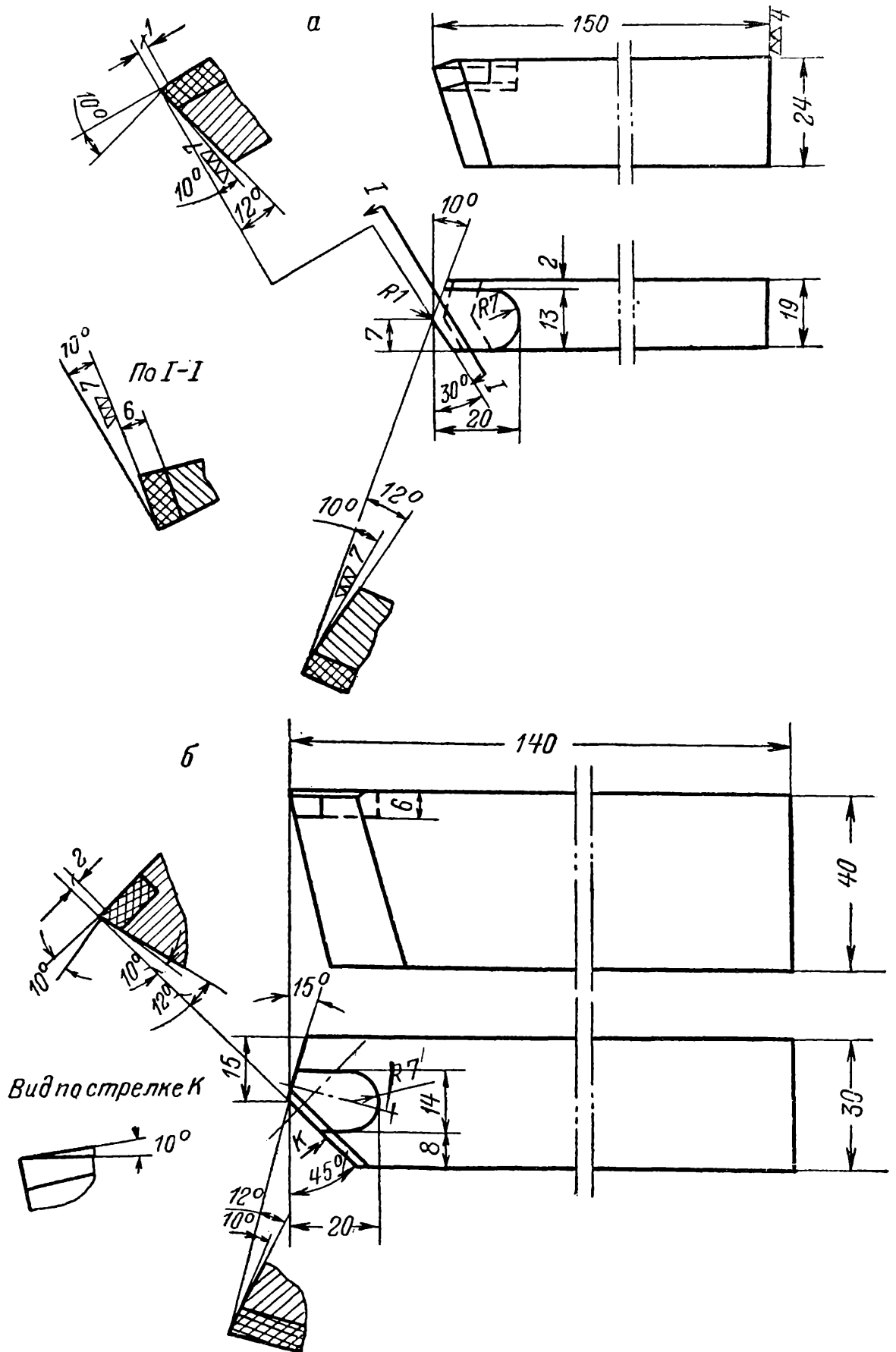
Резцы, изображенные на фиг. 46, в и г, имеют напаянные керамические пластинки.

Рекомендуется следующая геометрия режущей части резцов с керамическими пластинками: задний угол $\alpha = 8 \div 10^\circ$, передний угол $\gamma = -10 \div 0^\circ$; угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 0 \div 10^\circ$;

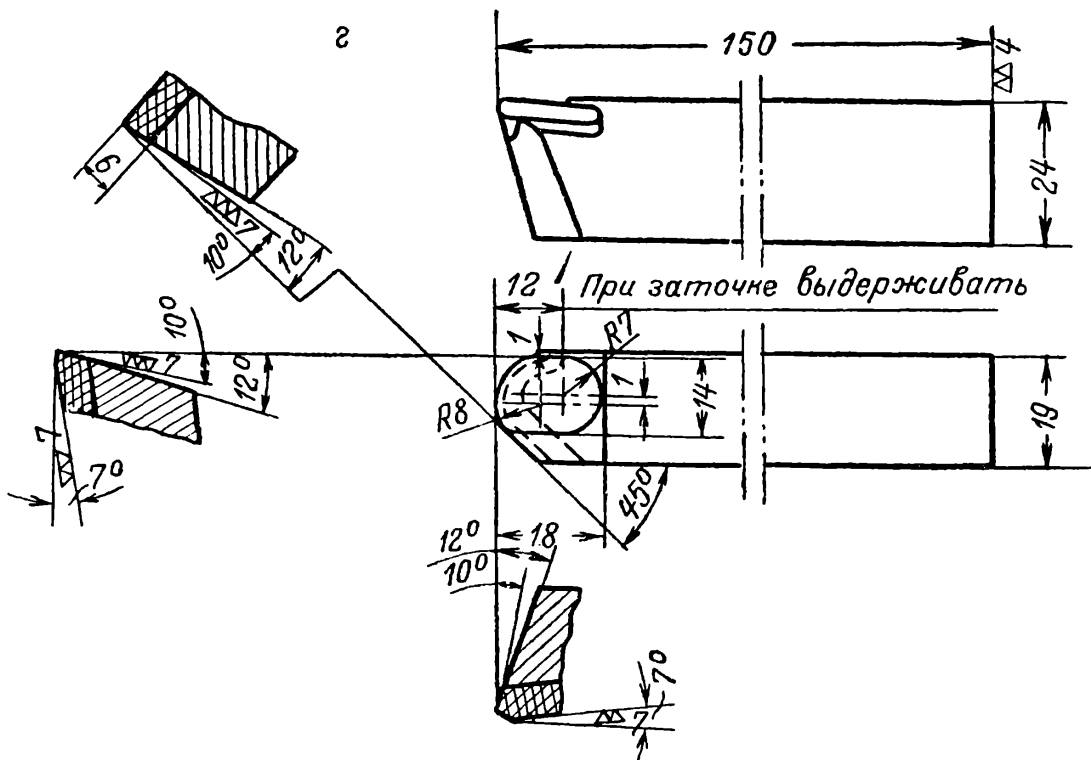
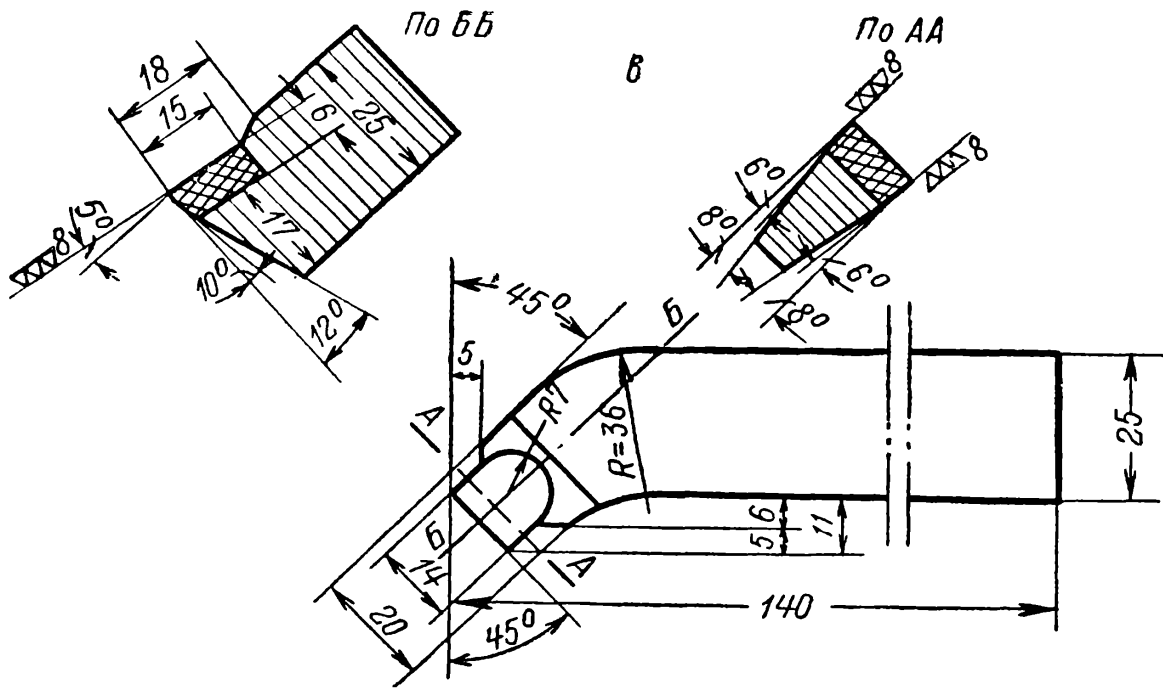


Фиг. 45. Зависимость стойкости резца от скорости резания при работе резцами, оснащенными пластинками из различных инструментальных материалов:

1 — быстрорежущая сталь; 2 — твердый сплав Т15К6; 3 — керамика ЦВ-13.



Фиг. 46. Резцы с напаянными



керамическими пластинками.

главный угол в плане $\varphi = 30 \div 45^\circ$; вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 10 \div 15^\circ$; радиус закругления вершины резца $r = 0,5 \div 1,0$ мм.

На фиг. 47 представлены токарные проходные резцы с механическим креплением керамической пластинки конструкции Цниитмаш.

Державка 1 резца (фиг. 47, а) имеет на головке паз по ширине керамической пластинки 2. Зажим пластинки осуществляется болтом 3, стягивающим разрезную часть головки. Регулирование вылета пластинки при переточках резца осуществляется эксцентриковым винтом 4.

Резец, изображенный на фиг. 47, б конструктивно не отличается от резцов с механическим креплением пластинки твердого сплава (фиг. 14).

На Московском заводе имени И. В. Сталина (ЗИС) применяются резцы с механическим креплением столбиков из керамического материала. Эти резцы по конструкции аналогичны резцам с механическим креплением твердосплавных вставок (фиг. 35 и 36).

При работе резцами с керамическими пластинками рекомендуются следующие режимы резания для точения стали: глубина резания $t = 0,5 \div 2,5$ мм, подача $s = 0,15 \div 0,5$ мм/об, скорость резания $v = 100 \div 300$ м/мин.

9. Способы дробления стружки

Скоростная обработка металлов твердосплавными резцами сопровождается образованием большого количества стружки в единицу времени. При обработке стали по передней грани резца с большой скоростью сходит непрерывной лентой сливная стружка, наматывающаяся на обрабатываемую деталь и части станка.

Такая стружка не только затрудняет работу на станке, снижая производительность труда, но и создает серьезную опасность для рабочего. Кроме того, она неудобна для транспортировки и пакетирования. Обеспечение условий для получения короткой стружки является важнейшей предпосылкой дальнейшего развития скоростного резания металлов.

Известны следующие способы дробления стружки при скоростном резании металлов;

- 1) подбор соответствующей геометрии резца;
- 2) образование канавки на передней грани резца;
- 3) установка препятствий (порогов, экранов и др.) на пути схода стружки;
- 4) применение динамических стружколомателей;
- 5) применение охлаждения, повышающего хрупкость стружки.

Подбор геометрии резца. Практикой установлено, что стружколомание обеспечивается без применения специальных устройств при соответствующем подборе глубины резания t , подачи s , а также переднего угла резца γ , угла наклона главной режущей кромки λ и главного угла в плане φ .

Наилучшее дробление стружки обеспечивается при следующей геометрии резца: $\gamma = (-5^\circ) \div (-10^\circ)$, $\lambda = 10 \div 15^\circ$ и $\varphi = 60 \div 75^\circ$.

При этом между глубиной резания и подачей должно соблюдаться соотношение $\frac{t}{s} = 5 \div 8$.

Применяемый токарем-новатором Уралмашзавода Остапенко резец приведенной геометрии (фиг. 48) обеспечивает дробление стружки

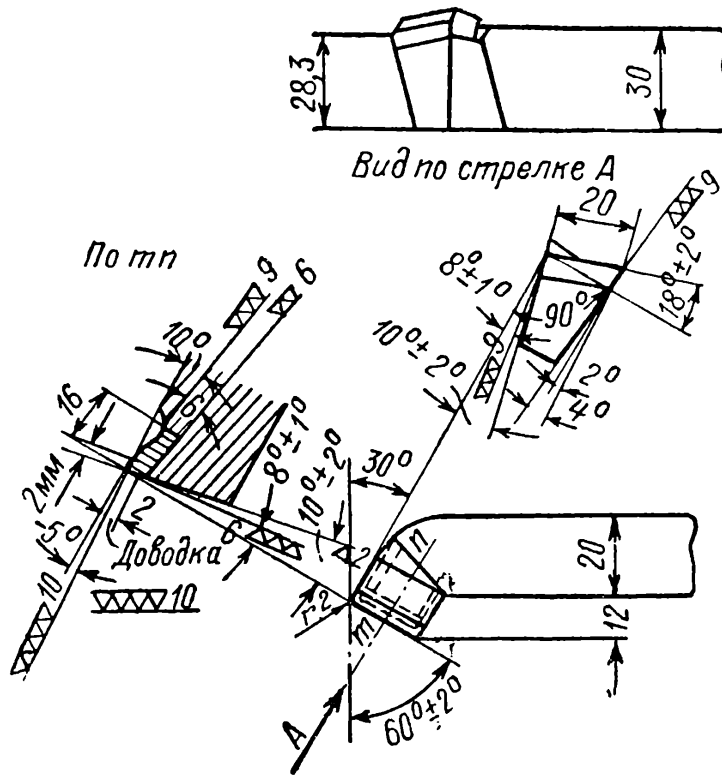
на мелкие полукольца радиусом $5 \div 10$ мм.

С. С. Можаяев и В. Н. Мериин исследовали вопрос стружколомаения при обточке со скоростями резания $v = 200 \div 400$ м/мин легированной стали $\sigma_B = 80$ кг/мм², $H_B = 230$. Резцы, с которыми проводилось исследование, имели плоскую переднюю грань и геометрию режущей части: $\gamma = -5^\circ$; $\lambda = 0 \div 10^\circ$; $\varphi = 45^\circ$

В табл. 15 приведены результаты исследования.

Рассмотренный способ дробления стружки при всей своей простоте имеет существенные недостатки, ограничивающие возможности его применения:

Фиг. 48. Резец конструкции токаря-скоростника Остапенко.



1) значительно повышается расходуемая мощность и радиальная составляющая сила резания; при работе с большими сечениями среза

Таблица 15

Зона надежного завивания и ломания стружки (по данным С. С. Можаяева и В. Н. Мериина)

Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об			
	0,3	0,45	0,65	1,0
0,5	△	+	+	+
1,0	△	+	+	+
2,0		△	+	+
3,0		△	+	+
4,0			△	+
5,0			△	+
6,0			△	+

△ — устойчивое завивание и неустойчивое ломание стружки;
+ — устойчивое ломание стружки

система станок — деталь — инструмент должна иметь большую жесткость;

2) требуется соблюдение определенного соотношения между глубиной резания и подачей;

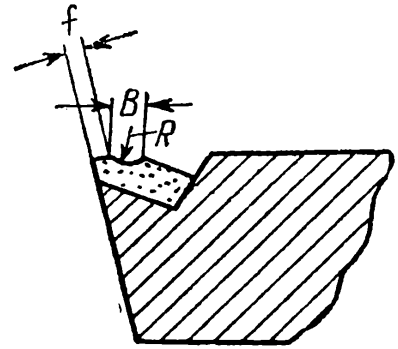
3) усложняется заточка резца.

Стружколоматель в виде канавки на передней грани резца.

На передней грани резца, вблизи режущей кромки, создается канавка (выкружка) малых радиуса и глубины (фиг. 49). Благодаря канавке сходящая стружка завивается в спирали малого радиуса, ломающиеся в процессе резания на небольшие куски.

Размеры канавки выбираются в зависимости от условий работы. При обработке стали σ_B до 80 кг/мм^2 с $t = 1 \div 5 \text{ мм}$ и $s \geq 0,3 \text{ мм/об}$ канавка изготавливается следующих размеров: $R = 4 \div 6 \text{ мм}$; $B = 2 \div 2,5 \text{ мм}$; $f = 0,2 \div 0,3 \text{ мм}$.

Резцы с канавкой на передней грани широко используются стахановцами (фиг. 5, 6, 7 и 9).



Фиг. 49. Стружколоматель в виде канавки на передней грани резца.

Стружколоматели в виде порога. На производстве находит достаточно широкое применение способ дробления стружки с помощью препятствий, устанавливаемых на пути ее схода.

Различают следующие разновидности стружколомателей-порогов:

1) образуемые непосредственно на пластинке твердого сплава в виде порога, параллельно режущей кромке резца (фиг. 50, а); порога, расположенного под углом к режущей кромке резца (фиг. 50, б и в) и криволинейного порога (фиг. 50, г, д и е);

2) накладные навариваемые (или напаяваемые) на переднюю грань резца (фиг. 50, ж и з);

3) накладные съемные регулируемые (фиг. 51—54).

Размеры порога, образуемого непосредственно на пластинке твердого сплава, выбираются в зависимости от глубины резания и подачи. В табл. 16 и 17 приведены размеры порогов-стружколомателей, показанных на фиг. 50, а и б.

Таблица 16

Длина порога l (фиг. 50, а)
(Данные 1 ГПЗ имени Л. М. Кагановича)

Глубина резания t в мм	Длина порога l при подаче s в мм/об			
	0,15—0,3	0,32—0,42	0,45—0,7	0,71—0,9
0,4—1,2	—	2,0	2,8	3,0
1,5—6,0	2,5	3,0	4,0	4,8
6,5—13,5	3,0	4,0	4,8	4,8
14—19	4,0	4,5	4,8	5,8

Размеры порога при $s = 0,25 \div 0,5$ мм/об (фиг. 50, б)
(Данные завода „Борец“)

Глубина резания t в мм	a в мм	b в мм	β°
2—4,5	2,5	7,3	20
4—8	3,0	12,5	14
6—14	3,0	21,5	8

Радиусный порог (фиг. 50, г) имеет следующие размеры: $R = 7$ мм; $r = 1,5$ мм; $B = 5$ мм; $f = 0,3 \div 0,4$ мм; передний угол на фаске $\gamma_2 = 0 \div (-3^\circ)$.

Токарь-скоростник НКМЗ имени И. В. Сталина Стрижак предложил конструкцию подрезного резца с радиусным порогом (фиг. 50, д), а новатор Ильяшев — конструкцию расточного резца с радиусным порогом (фиг. 50, е). Эти резцы обеспечивают надежное дробление стружки.

Резцы с канавкой и порогом, образуемыми непосредственно на пластинке твердого сплава рекомендуется применять при обработке со сравнительно небольшими сечениями среза деталей в труднодоступных местах или ограниченности места для установки стружколомателя, например, при расточке небольших отверстий, работе на автоматах и т. д.

Необходимо отметить, что при работе резцов с канавкой расходуется меньшая мощность по сравнению с резцами, имеющими порог.

К недостаткам стружколомателей-порогов относится:

- 1) необходимость придавать порогу различные размеры в зависимости от режима резания, что значительно усложняет эксплуатацию резцов;
- 2) увеличение расхода твердых сплавов;
- 3) повышение стоимости переточки резца в связи с необходимостью восстановления размеров порога.

Накладные стружколоматели в виде порога, привариваемые или напайваемые на переднюю грань резца. В производстве находят применение стружколоматели-пороги в виде пластинки из быстрорежущей стали или твердого сплава, прикрепляемой к передней грани резца путем сварки или напайки (фиг. 50, ж и з).

В табл. 18 приведены размеры пластинок для стружколомателей, напайваемых на резцы, по данным завода „Борец“

На Уралмашзаводе напайные стружколоматели имеют угол $\psi = 20^\circ$. По данным НКМЗ имени И. В. Сталина, при работе с большими сечениями среза ($t = 12 \div 30$ мм; $s = 0,8 \div 2,0$ мм/об) оптимальным углом является $\psi = 30 \div 40^\circ$

По данным М. И. Басова, напайные стружколоматели обеспечивают надежное дробление стружки при неизменных размерах стружколомателя в диапазоне скоростей резания $v = 70 \div 180$ м/мин.

Размеры пластинок стружколомателей (фиг. 50, ж)

Размеры резца в мм		Размеры пластинки стружколомателя в мм		
<i>B</i>	<i>H</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
12	12	12	5	6
16	16	16	6	6
16	25	16	6	6
20	20	20	9	6
20	30	20	9	8
25	25	25	10	8
25	40	25	10	8
30	30	30	10	8
30	45	30	10	8

Достоинством напайных стружколомателей является простота их изготовления. Однако они имеют ряд недостатков, ограничивающих их широкое применение: при приварке к резцу предварительно закаленной быстрорежущей пластинки она теряет свою твердость и вследствие этого быстро изнашивается; при переточке резца затруднено восстановление первоначальных размеров порога.

Накладные универсальные стружколоматели. Универсальные регулируемые стружколоматели представлены на фиг. 51.

На фиг. 51, *a* изображен регулируемый стружколоматель конструкции А. П. Иванова и В. М. Бирюкова, применяемый на ЛМЗ имени И. В. Сталина. Стружколоматель состоит из основания 1, изготовленного из пружинной стали марки 60С2 толщиной 1,5 ÷ 3,0 мм, и головки 2 из стали У7, в которую впаина пластинка твердого сплава. Основание 1 и головка 2 скреплены между собой посредством болта 3, гайки 4 и шайбы пружинной (Гровера) 5. Болт 3 является одновременно осью вращения головки 2.

В табл. 19 приводятся рекомендуемые расстояния между пластинкой твердого сплава стружколомателя и режущей кромкой резца (по данным ЛМЗ имени И. В. Сталина).

На фиг. 51, *б* и *в* изображены стружколоматели конструкции НИФ ГПИ МТрМ.

Рабочая планка стружколомателя (фиг. 51, *б*) имеет продольный паз, благодаря которому она может перемещаться по высоте. Кроме того, поворачивая планку вокруг болта 2, можно устанавливать стружколоматель по углу наклона главной режущей кромки резца.

Стружколоматель, представленный на фиг. 51, *в*, отличается от предыдущего тем, что здесь кронштейн 1 прикрепляется неподвижно к резцедержателю.

Рассмотренные универсальные стружколоматели отличаются простотой конструкции и обладают достаточной жесткостью,

Расстояние между кромками стружколомателя и реза

Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об				
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
	Расстояние от режущей кромки реза до стружколомателя в мм				
0,4—1,5	0,6	2,0	2,0	2,8	3,2
1,5—6,0	2,4	3,0	4,0	4,4	4,8
6—12	3,2	4,0	4,8	5,2	5,6
12—20	4,0	4,8	5,5	6,0	6,4

Недостатком стружколомателей, изображенных на фиг. 51, *a* и *б*, является то, что они устанавливаются и зажимаются совместно с резцом. Это создает известную трудность при установке реза и стружколомателя на необходимый размер обработки. Универсальный стружколоматель конструкции завода „Борец“ (фиг. 51, *г*) не имеет этих недостатков. Однако вследствие сложности конструкции он еще не получил широкого распространения в производстве. В сухаре 1 стружколомателя имеется расточенное отверстие со шпоночной канавкой, с одной стороны которого нарезана резьба.

В отверстии сухаря может перемещаться ползун 2. В ползуне имеется отверстие, в которое запрессована ось 7. На оси 7 закрепляется коромысло 4, в отверстие которого вставлена насадка 3. Винтом 5 можно поворачивать коромысло 4 вокруг оси 7. Продольное перемещение насадки 3 производится с помощью винта 6.

На фиг. 51, *д* приведена другая конструкция универсального стружколомателя, закрепляемого в резцедержателе станка с помощью болта 5, специальной шайбы 7 и гайки 6. Стержень 2 с пружиной 3 закрепляется в корпусе 1 гайкой 4, создающей поджатие пружины.

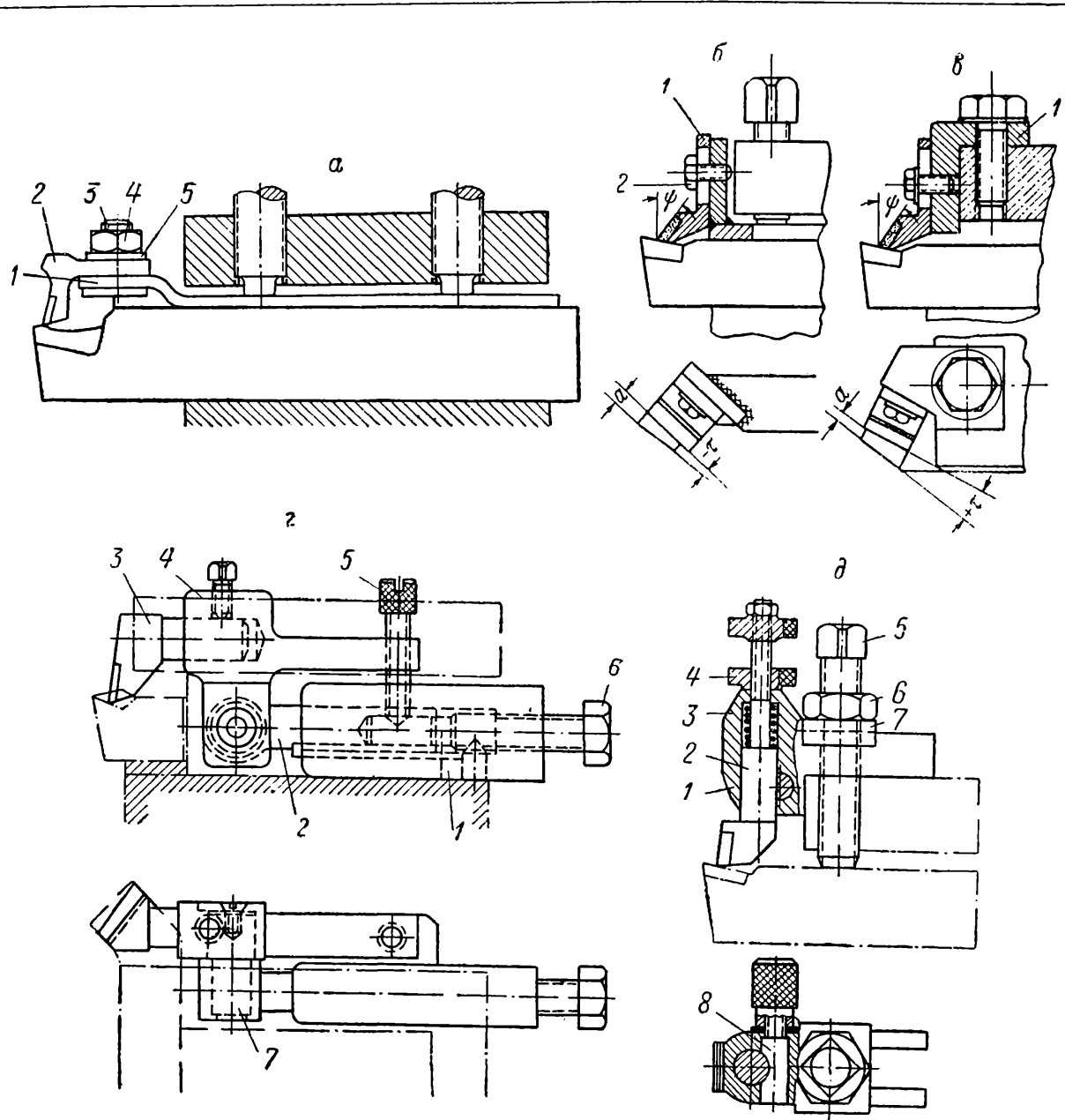
Установка стружколомателя на станке в рабочее положение регулируется гайкой 4 и болтом 5, благодаря прорези в хвосте корпуса. После установки стержень фиксируется в корпусе 1 винтом 8.

Все универсальные накладные стружколоматели допускают регулирование в широких пределах расстояния между накладным порогом и режущей кромкой реза; следовательно, они могут быть использованы в широком диапазоне режимов резания.

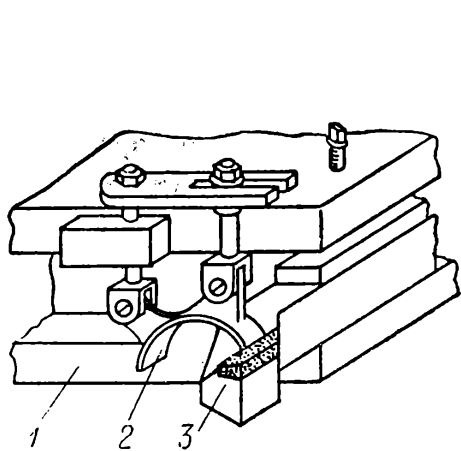
Широкое применение получают резцы с механическим креплением пластинки твердого сплава, снабженные накладными стружколомателями, которые служат одновременно прижимом для твердосплавных пластинок. Эти конструкции резцов рассмотрены выше.

Надежное стружколомание обеспечивается правильной установкой стружколомателя.

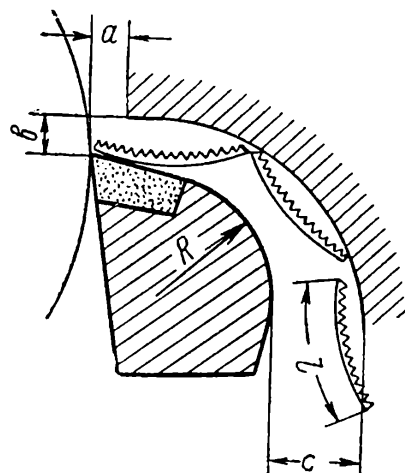
Установка стружколомателя (фиг. 51, *б* и *в*) характеризуется расстоянием от кромки рабочей планки 1 до режущей кромки реза a , углом поворота τ и углом наклона ψ стружколомателя относительно передней грани реза.



Фиг. 51. Конструкции универсальных стружколомагелей.



Фиг. 52. Экранный стружколоматель конструкции А. Ф. Антонова:
1 — резцедержатель; 2 — экран; 3 — резец.



Фиг. 53. Схема измельчения стружки.

Инж. П. П. Загребский (ЛПИ имени М. И. Калинина) на основании проведенного им исследования рекомендует производить установку на станке стружколомателей по данным табл. 20.

Таблица 20

Данные для установки стружколомателя

Вид обработки	Сечение среза		a в мм	ψ°	
	t в мм	s в мм/об			
Обдирочная	4÷8	0,4÷0,8	6÷8	120÷130	0÷(-5)
Получистовая	2÷4	0,2÷0,4	4÷5		
Чистовая	1	0,15÷0,3	2÷3	105÷110	-10

Экранный стружколоматель. А. Ф. Антоновым предложена оригинальная конструкция стружколомателя (фиг. 52), обеспечивающего надежное дробление стружки при различных режимах резания. При испытании на Ленинградском заводе имени Свердлова экранный стружколоматель показал хорошие результаты.

На фиг. 53 изображена схема дробления стружки стружколомателем конструкции Антонова при работе с подачами $s \geq 0,35$ мм/об. Стружка отделяется кусками длиной $l = 10 \div 60$ мм. В табл. 21 приведены данные завода имени Свердлова для установки на станке экранного стружколомателя, а также геометрия реза.

Таблица 21

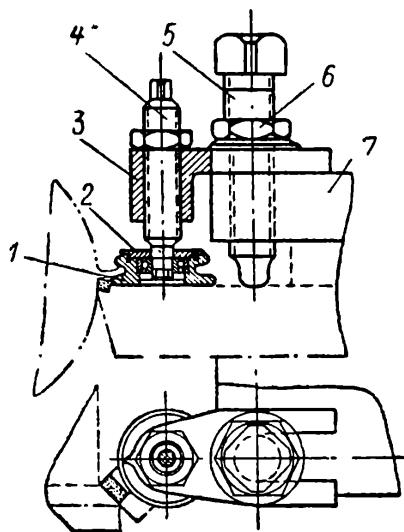
Данные для установки экрана стружколомателя и геометрия реза

Режим резания			Установка экрана			Геометрия реза				
t в мм	s в мм/об	v в м/мин	a в мм	b в мм	c в мм	γ°	λ°	φ°	φ_1°	R мм
5÷15	$\geq 0,3$	65÷150	2÷5	4÷8	10÷15	0÷10	0÷ (-2)	60÷90	5÷30	20
5÷15	$\leq 0,3$	80÷300	5÷10	8÷10	20÷30					

Динамический стружколоматель. Инж. И. И. Иоффе предложил конструкцию стружколомателя (фиг. 54), который он назвал динамическим стружколомателем.

Державка 3 стружколомателя закрепляется на резцедержателе 7 посредством болта 5 и гайки 6. В утолщенную часть державки ввинчен специальный болт 4, на конце которого закрепляется рифленый ролик 1 с подшипником 2.

Стружка, сходящая по передней грани резца, встречая на своем пути рифленый ролик, вращает его. Вращающийся ролик завивает стружку в полукольца до момента ее соприкосновения с необра-



Фиг. 54. Динамический стружколоматель конструкции инж. Иоффе.

танной поверхностью детали. В момент соприкосновения с вращающейся деталью стружка ломается.

Стружколоматель испытывался при обработке стали 25 с режимом резания: $t = 2 \div 5$ мм; $s = 0,2 \div 0,8$ мм/об; $v = 115$ м/мин. Стружка получалась в виде мелких полуколец длиной около 22 мм.

Г Л А В А II

ВЫБОР МАТЕРИАЛА И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ РЕЗЦА

В предыдущей главе были рассмотрены различные конструкции твердосплавных резцов, геометрия которых разработана и внедрена в производство стахановцами-скоростниками, новаторами производства и науки.

Однако все эти исключительно ценные конструкции резцов, дающие высокий технико-экономический эффект при их использовании в определенных условиях работы, не могут служить основанием для выбора оптимальной геометрии резца применительно к разнообразным случаям производственной практики.

В настоящей главе приведены разработанные Министерством станкостроения нормативы для выбора оптимальной геометрии твердосплавных и быстрорежущих резцов, обобщающие исследовательские работы научных учреждений, экспериментальные данные ведущих предприятий машиностроения, а также опыт работы стахановцев-скоростников.

Здесь же изложены краткие сведения об инструментальных материалах, применяемых для режущей части резцов.

10. Инструментальные материалы, применяемые для режущей части резцов

В настоящее время режущая часть резцов изготавливается из твердых сплавов¹ и быстрорежущей стали. В отдельных случаях применяется легированная инструментальная сталь марки 9ХС и углеродистая инструментальная сталь марок У12А и У10А.

Как уже указывалось, в промышленности началось внедрение нового инструментального материала для режущего инструмента — керамики АЗ, изготавливаемой во ВНИИАШ. В настоящее время керамические пластинки применяются для оснащения резцов, предназначенных для чистового и получистового точения стали.

¹ Здесь и во всей книге под „твердыми сплавами“ подразумеваются металлокерамические твердые сплавы,

С дальнейшим совершенствованием нового инструментального материала, не уступающего по своим режущим свойствам лучшим маркам твердых сплавов, область его применения, несомненно, будет расширяться.

Инструментальная сталь. Для резцов применяется, в основном, быстрорежущая сталь марки P9. Применение быстрорежущей стали марки P18 разрешается только для фасонных резцов и зубо-строгальных резцов при обработке стали и чугуна повышенной твердости.

При невозможности полного использования режущих свойств быстрорежущей стали режущая часть резцов изготавливается из легированной и углеродистой инструментальной стали.

В табл. 22 приведены данные для выбора марки инструментальной стали, а в табл. 23 — химический состав этих марок стали.

Проведенные государственные испытания показали, что при качественной термообработке быстрорежущая сталь марки ЭИ262 не уступает по режущим свойствам быстрорежущей стали марки P18 (при обработке стали и чугуна твердостью $H_V \leq 220$).

Твердые сплавы. Появившиеся в 1929 г. твердые сплавы все больше вытесняют другие инструментальные материалы. Скорости резания, применяемые в настоящее время при работе инструментом, оснащенным твердыми сплавами, в 20—30 раз выше скоростей резания, допускаемых инструментом из углеродистой стали.

Высокие режущие свойства твердых сплавов обуславливаются тем, что они состоят, в основном, из карбидов тугоплавких материалов (карбидов вольфрама, карбидов титана и др.), обладающих высокими твердостью, износоустойчивостью и температурой плавления.

Для придания твердым сплавам необходимой прочности к карбидам добавляются вспомогательные металлы, цементирующие частицы карбидов в твердое тело.

В качестве вспомогательных материалов применяются кобальт и никель.

По химическому составу современные твердые сплавы делятся на две основные группы:

1) вольфрамовые (однокарбидные) сплавы, состоящие из карбидов вольфрама (WC) и кобальта (Co) и

2) титановольфрамовые (двухкарбидные) сплавы, состоящие из так называемых сложных титановольфрамовых карбидов [твердого раствора карбидов вольфрама (WC) в карбидах титана (TiC)], избыточных карбидов вольфрама и кобальта, служащего цементирующим металлом.

В табл. 24 приведены сведения об основных промышленных марках твердых сплавов и указана область их применения при точении стали и чугуна.

Форма и размеры пластинок твердых сплавов стандартизованы ГОСТ 2209—49. В табл. 25 приведена выписка из этого ГОСТ для резцов.

Назначение марок инструментальной стали и области их применения

Тип резцов	Обрабатываемый материал			
	Сталь $\sigma_B < 85 \text{ кг/мм}^2$ $H_B < 230$	Чугун $H_B < 220$	Сталь $\sigma_B > 85 \text{ кг/мм}^2$ $H_B > 230$	Чугун $H_B > 230$
Токарные и строгальные	P9, У12А, У10А	P9, У12А, У10А	P9	P9
Фасонные	P9	P9	P18, P9	P18, P9
Зубстрогальные	P9		P18	

Химический состав инструментальной стали

Группа	Марка	Химический состав в %										
		C	W	Cr	V	Si	Mn	Ni	Mo	S	P	
Быстрорежущая сталь	P18	0,7—0,80	17,5—19,0	3,8—4,4	1,0—1,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,03	≤ 0,03	
	P9	0,85—0,95	8,5—10,0	4,0—4,4	2,0—2,6	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,03	≤ 0,03	
Углеродистая сталь	У12А	1,10—1,25	—	—	—	≤ 0,3	0,15—0,25	—	—	≤ 0,02	≤ 0,03	
	У10А	0,95—1,09	—	—	—	≤ 0,3	0,15—0,25	—	—	≤ 0,02	≤ 0,03	


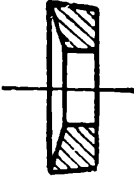



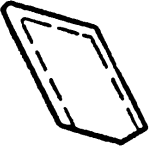

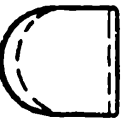



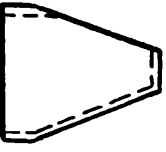
Химический состав, физико-механические свойства и примерное назначение промышленных марок твердых сплавов при точении стали и чугуна

Группа сплавов	Титановольфрамовые									Вольфрамовые					
	Т5К10			Т15К6			Т30К3			ВК3		ВК6		ВК8	
Примерный химический состав в %	WC	Co	Si	WC	Co	TiC	WC	Co	TiC	WC	Co	WC	Co	WC	Co
		85	9	6	79	6	15	66	4	30	92	8	49	6	97
Удельный вес (не менее)	12,2			11,0			9,5			14,35		14,5		14,9	
Теплопроводность в кал/см·сек С°	0,076			0,065			—			0,0141		0,145		0,0169	
Предел прочности при изгибе в кг/мм ² (не менее)	115			110			90			130		120		100	
Твердость по Роквеллу шкала А (не менее)	88,5			90			91			87,5		88,0		89	
Назначение	При обработке стали									При обработке чугуна					
	Для токарных обдирочных работ с переменной нагрузкой			Для токарной обработки при спокойной нагрузке			Для тонкого и поллучистового точения			Для токарной обработки с переменной и ударной нагрузкой		Для точения при спокойной нагрузке		Для тонкого и поллучистового точения	

11. Выбор геометрических параметров режущей части быстрорежущих резцов

Вспомогательный задний угол α_1 . Для проходных, расточных и подрезных резцов принимается $\alpha_1 = \alpha$. Для отрезных и прорезных резцов $\alpha_1 = 1 \div 2^\circ$. Большие значения α_1 принимаются для отрезных и прорезных резцов при ширине отрезки больше 5 мм. Допуск на заточку: для $\alpha_1 = 1 \div 2^\circ - 30'$; для $\alpha_1 \leq 10^\circ - \pm 1^\circ$; для $\alpha_1 > 10^\circ - \pm 2^\circ$. Вместо радиуса при вершине резца у многолезвийного инструмента (расточных головок, блок-резцов и др.) и отрезных резцов делается переходное лезвие под углом $\varphi_0 = \frac{\varphi}{2}$ длиной, от 0,5 до 3,0 мм, в зависимости от размеров инструмента. Для отрезных резцов длина переходного лезвия принимается в пределах 0,5 ÷ 1,0 мм. Задний угол на переходном лезвии принимается равным главному заднему углу резца α .

Классификация форм пластинок твердых сплавов для резцов. Выписка из ГОСТ 2209 - 49

Условное обозначение формы	Эскиз	Назначение (примерное)	Условное обозначение формы	Эскиз	Назначение (примерное)
01		Для проходных (прямых и отогнутых), чистовых широких, расточных и прорезных резцов	12		Для чашечных (галтельных и бандажных) резцов
02		Для проходных (прямых и отогнутых), чистовых широких, расточных и прорезных резцов, с наибольшим износом по задней грани	13		Для отрезных и прорезных резцов
06		Для подрезных и расточных резцов (правых и левых) при расточке глухих отверстий	15		Для резцов фасочных и для обработки пазов типа "ласточкин хвост" (правых и левых)
07		Для проходных и подрезных резцов (правых и левых)	16		Для галтельных и бандажных резцов
10		Для проходных прямых и расточных резцов (правых и левых)	18		Для круглофасочных резцов
11		Для чистовых (проходных и расточных) и резьбовых резцов	32		Для резцов для канавок в шкивах под клиновые ремни

Форма и геометрические параметры передней грани быстрорежущих резцов

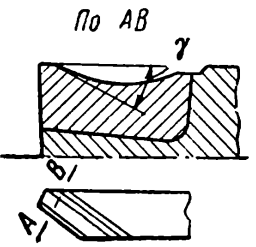
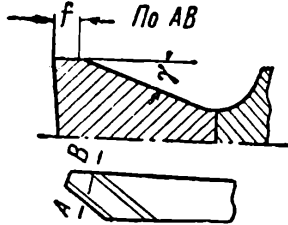
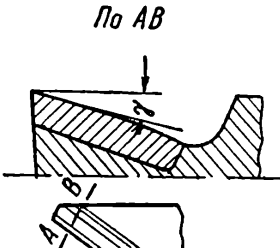
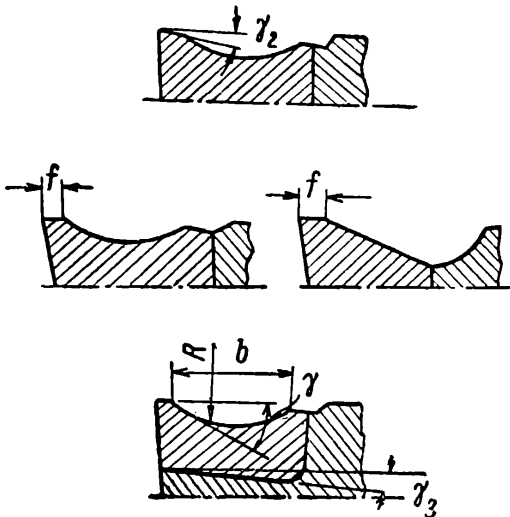
Форма передней грани	Область применения
<p>I. Радиусная с фаской</p> 	<p>Резцы всех типов, за исключением фасонных со сложным контуром режущей кромки, для обработки стали, особенно при необходимости обеспечить стружкозавивание</p>
<p>II. Плоская с фаской</p> 	<p>Резцы всех типов для обработки стали при подачах $s > 0,2 \text{ мм/об}$</p>
<p>III. Плоская</p> 	<p>Резцы всех типов для обработки чугуна Фасонные резцы со сложным контуром режущей кромки Резцы для обработки стали при подачах $s \leq 0,2 \text{ мм/об}$</p>
<p>Геометрические параметры передней грани</p> 	<p>$\gamma_2 = 0^\circ$ — для токарных резцов $\gamma_2 = 5^\circ$ — для строгальных и долбежных резцов $f = (0,8 \div 1,0) s$ — для работы с подачами $s > 0,2 \text{ мм}$ на один оборот или двойной ход; для резцов, предназначенных для работы с подачами $s \leq 0,2 \text{ мм/об}$, режущие кромки подлежат притупить оселком, не допуская образования при этом фаски шириной более $0,2 \text{ мм}$ $R = (10 \div 15) s$ — для токарных проходных и расточных резцов $R = (30 \div 40) s$ — для строгальных и долбежных резцов $R = (50 \div 60) s$ — для прорезных и отрезных резцов, но не менее 3 мм $b = 2R \cdot \sin(\gamma - \gamma_3)$</p>

Таблица 27

Главный задний угол α и передний угол γ быстрорежущих резцов

Обрабатываемый материал	Главный задний угол α°		Передний угол γ°	
			Форма передней грани	
	$s > 0,2 \text{ мм/об}$	$s < 0,2 \text{ мм/об}$	I и II	III
Алюминиевые и магниевые легкие сплавы, медь .	10	15	30	25
Латунь вязкая .	8	12	30	25
Бронза и латунь хрупкая .	8	12	25	12
Сталь углеродистая и легированная, стальное литье:				
$\sigma_B < 50 \text{ кг/мм}^2; H_B < 140$	8	12	30	25
$\sigma_B = 50 \div 80 \text{ кг/мм}^2; H_B = 140 \div 230$	8	12	25	18
$\sigma_B = 80 \div 120 \text{ кг/мм}^2; H_B = 230 \div 340$	8	12	25	12
Чугун серый и ковкий:				
$H_B < 160$	8	12	25	18
$H_B = 160 \div 220$	8	12	25	12
$H_B > 220$	8	12	—	5

Примечания: 1. При обработке прерывистых поверхностей и литья с коркой, а также для строгальных и долбежных резцов вместо $\gamma = 25 \div 30^\circ$ и $\gamma = 18 \div 25^\circ$ принимается соответственно $\gamma = 20^\circ$ и 12° .
2. Допуск на заточку: для $\alpha < 10^\circ$ и $\gamma < 10^\circ$ — $\pm 1^\circ$; для $\alpha \geq 10^\circ$ и $\gamma \geq 10^\circ$ — $\pm 2^\circ$.

Таблица 28

Главный угол в плане φ быстрорежущих резцов

φ°	Тип резцов	Условия работы
30	Проходные	При работе резцами с передним углом $\gamma > 25^\circ$ с жестким креплением резца и обрабатываемой детали на жестких деталях и станках
45	Проходные	При работе с жестким креплением детали и резца на жестких деталях и станках и при продольном точении в обычных условиях работы резца
60÷75	Проходные для револьверных, автоматных и многорезцовых токарных станков	При работе на револьверных и токарных автоматах и на многорезцовых станках в обычных условиях. При работе на нежестких токарных станках с нежестким креплением резца и детали и на нежестких деталях
90	Подрезные, отрезные и проходные	При работе на многорезцовых станках При обработке на токарных станках длинных и тонких валов, работе с одновременной продольной обточкой и подрезкой торца детали, при расточке в упор отверстий малых диаметров, при отрезке и прорезке

Примечания: 1. Для отрезных резцов угол φ иногда принимается равным 80° для того, чтобы в центре торца детали не оставалось надреза.
2. Допуск на заточку: $\pm 3^\circ$.

Таблица 29

Вспомогательный угол в плане φ_1 быстрорежущих резцов

φ_1^0	Тип резцов	Условия работы
До 1	Прорезные для мерных пазов	При обработке мерных пазов φ_1 подсчитывается в зависимости от половины допуска на ширину паза и величины стачиваемого слоя головки резца
1 ÷ 2	Отрезные, прорезные и фасонные	Отрезка, прорезка, фасонное точение
5 ÷ 10	Проходные	При обработке жестких деталей без врезания
10 ÷ 15	Проходные	При обработке нежестких деталей без врезания При обработке жестких деталей с врезанием
20 ÷ 35	Расточные и подрезные Проходные	При расточке и подрезке При обработке нежестких деталей с врезанием

Примечание: Допуск на заточку — для $\varphi_1 < 3^\circ = \pm 30'$; для $\varphi_1 = 3 \div 10^\circ = \pm 1^\circ$; для $\varphi_1 = 10 \div 35 = \pm 2^\circ$.

Таблица 30

Угол наклона главной режущей кромки λ быстрорежущих резцов

λ°	Условия работы
0 0 ÷ 5 10 ÷ 20	При получистовой обработке деталей При грубой обработке деталей с равномерными припусками При строгании и точении прерывистых поверхностей

Примечания: 1. Для нежестких деталей или при нежестком креплении детали $(-15^\circ) \div (-20^\circ)$.
2. Резцы, работающие без регулировки должны иметь продольный передний угол 0° .
3. Допуск на заточку: $\pm 1^\circ$.

Таблица 31

Радиус закругления вершины r быстрорежущих резцов

Характер обработки	Размеры державки резца в мм					
	10×16 12×12	12×20 16×16	16×25 20×20	20×30 25×25	25×40 30×30	30×45 40×60
	r в мм					
Грубая	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	3,0
Получистовая	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0	5,0

Примечания: 1. При получистовой обработке нежестких деталей r уменьшается.
2. Для отрезных и прорезных резцов r принимается в пределах $0,2 \div 0,8$ мм в зависимости от ширины резца.

12. Выбор геометрических параметров режущей части твердосплавных резцов

Таблица 32

Форма передней грани твердосплавных резцов

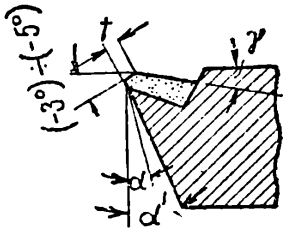
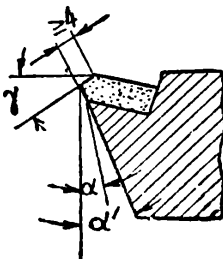
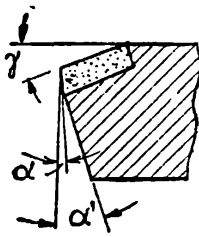
Форма передней грани	Область применения
<p>I. Плоская с отрицательной фаской: При $s < 0,3 \text{ мм}$; $f = 0,2 \text{ мм}$ При $s > 0,3 \text{ мм}$; $f = 0,5 \div 0,8 \text{ мм}$</p> 	<p>Обработка серого и ковкого чугуна Обработка стали с пределом прочности при растяжении $\sigma_B \leq 80 \text{ кг/мм}^2$ Обработка стали $\sigma_B > 80 \text{ кг/мм}^2$ при недостаточной жесткости или виброустойчивости детали. При обработке стали требуется применение стружколомателя</p>
<p>II. Радиусная с отрицательной фаской: $f = 0,2 \div 0,3 \text{ мм}$; $B = 2 \div 2,5 \text{ мм}$ $R = 4 \div 6 \text{ мм}$ глубина лунки $0,1 \div 0,15 \text{ мм}$</p> 	<p>Получистовая обработка стали ($t = 1 \div 5 \text{ мм}$; $s \geq 0,3 \text{ мм/об}$); σ_B до 80 кг/мм^2. Завивание стружки обеспечивается выкружкой, образуемой электроискровым способом</p>
<p>III. Плоская, отрицательная двойная</p> 	<p>Обработка стали $\sigma_B > 80 \text{ кг/мм}^2$ с образованием лунки или проточки на передней грани, при достаточной жесткости и виброустойчивости детали Обработка стали с ударом, неравномерным припуском по корке. Для отвода стружки требуется применение стружколомателя или подбор соответствующих значений для углов φ и λ</p>
<p>IV. Плоская, отрицательная одинарная</p> 	<p>Обработка стали $\sigma_B > 80 \text{ кг/мм}^2$ без образования лунки на передней грани, при достаточной жесткости и виброустойчивости детали Обработка чугуна с ударом, неравномерным припуском по корке. Для отвода стружки требуется применение стружколомателя или подбор соответствующих значений для углов φ и λ. Резец перетачивается только по задней грани</p>

Таблица 33

Главный задний угол α и передний угол γ твердосплавных резцов

Обрабатываемый материал	Главный задний угол α°		Передний угол γ°	
			форма передней грани	
	$s < 0,3 \text{ мм/об}$	$s > 0,3 \text{ мм/об}$	I и II	III и IV
Сталь конструкционная углеродистая и легированная:				
$\sigma_B \leq 110 \text{ кг/мм}$.	12	8	15	-5
$\sigma_B > 110 \text{ кг/мм}$.	12	—		-10
Чугун серый:				
$H_B \leq 220$.	10	6	12	—
$H_B > 220$.	10	6	8	—
Чугун ковкий;				
$H_B = 140 \div 150$. .	12	8	15	

Примечания: 1. Вспомогательный задний угол $\alpha_1 = \alpha \pm 5^\circ$.
2. Допуск на заточку: для $\alpha < 10^\circ$ $\gamma < 10^\circ - \pm 1^\circ$, для $\alpha > 10^\circ$ и $\gamma > 10^\circ - \pm 2^\circ$.

Таблица 34

Главный угол в плане φ твердосплавных резцов

	Условия работы
10 ÷ 30	При обработке с малой глубиной резания в условиях особо жесткой системы станок — инструмент — деталь
45	При обработке в условиях достаточно жесткой системы станок — инструмент — деталь Наиболее распространенный угол
60 ÷ 75	При обработке с ударами и в условиях недостаточно жесткой системы станок — инструмент — деталь При точении на многорезцовых станках
80 ÷ 90	При обработке длинных и тонких деталей При точении на многорезцовых станках

Вспомогательный угол в плане твердосплавных резцов

φ_1^0	Условия работы
0 ÷ 5	Для чистовых работ. Большие значения угла φ_1 принимаются при больших значениях r
5 ÷ 10	При обработке жестких деталей без врезания
15 ÷ 30	При обработке нежестких деталей без врезания При обработке жестких деталей с врезанием
30 ÷ 45	При обработке нежестких деталей с врезанием

Примечание: Допуск на заточку — для $\varphi_1 < 10^\circ$ — $\pm 1^\circ$; для $\varphi_1 = 10 \div 30^\circ$ — $\pm 2^\circ$; для $\varphi_1 > 30^\circ$ — $\pm 3^\circ$.

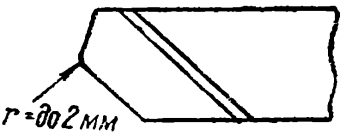
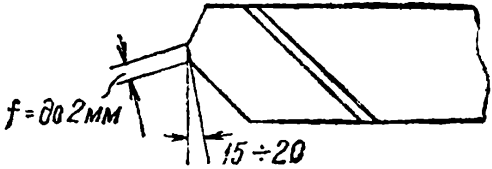
Таблица 36

Угол наклона главной режущей кромки λ твердосплавных резцов

λ°	Условия работы
0 ÷ 5	При обработке деталей с равномерным припуском, без удара
10 ÷ 12	При работе резцами с $\gamma = (-5^\circ) \div (-10^\circ)$ и $\varphi = 70^\circ$ в целях дробления стружки
10 ÷ 30	При обработке деталей с неравномерным припуском и работе с ударом (прерывистое резание)

Примечание: Допуск на заточку: ± 1

Форма сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок твердосплавных резцов

Радиус закругления при вершине резца	Переходная кромка при вершине резца
 <p>$r = 0.2 \text{ мм}$</p>	 <p>$f = 0.2 \text{ мм}$ $15 \div 20$</p>

Большие значения r и f применяются при обработке в условиях жесткой системы станок — инструмент — деталь.

ГЛАВА III

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЦОВ

Изготовление резцов на машиностроительных заводах производится по самым разнообразным технологическим процессам.

В настоящей главе приведены схемы типовых технологических процессов при серийном изготовлении резцов, применяемых в передовых инструментальных цехах.

Наибольшее внимание уделено твердосплавным резцам. В то же время достаточно полно освещена технология изготовления быстрорежущих резцов.

13. Схемы технологических процессов изготовления резцов со стальными державками

В настоящее время цельные резцы из быстрорежущей стали, за исключением фасонных и специальных не применяются. Далее изложена технология изготовления резцов с напаянными пластинками твердых сплавов и быстрорежущей стали.

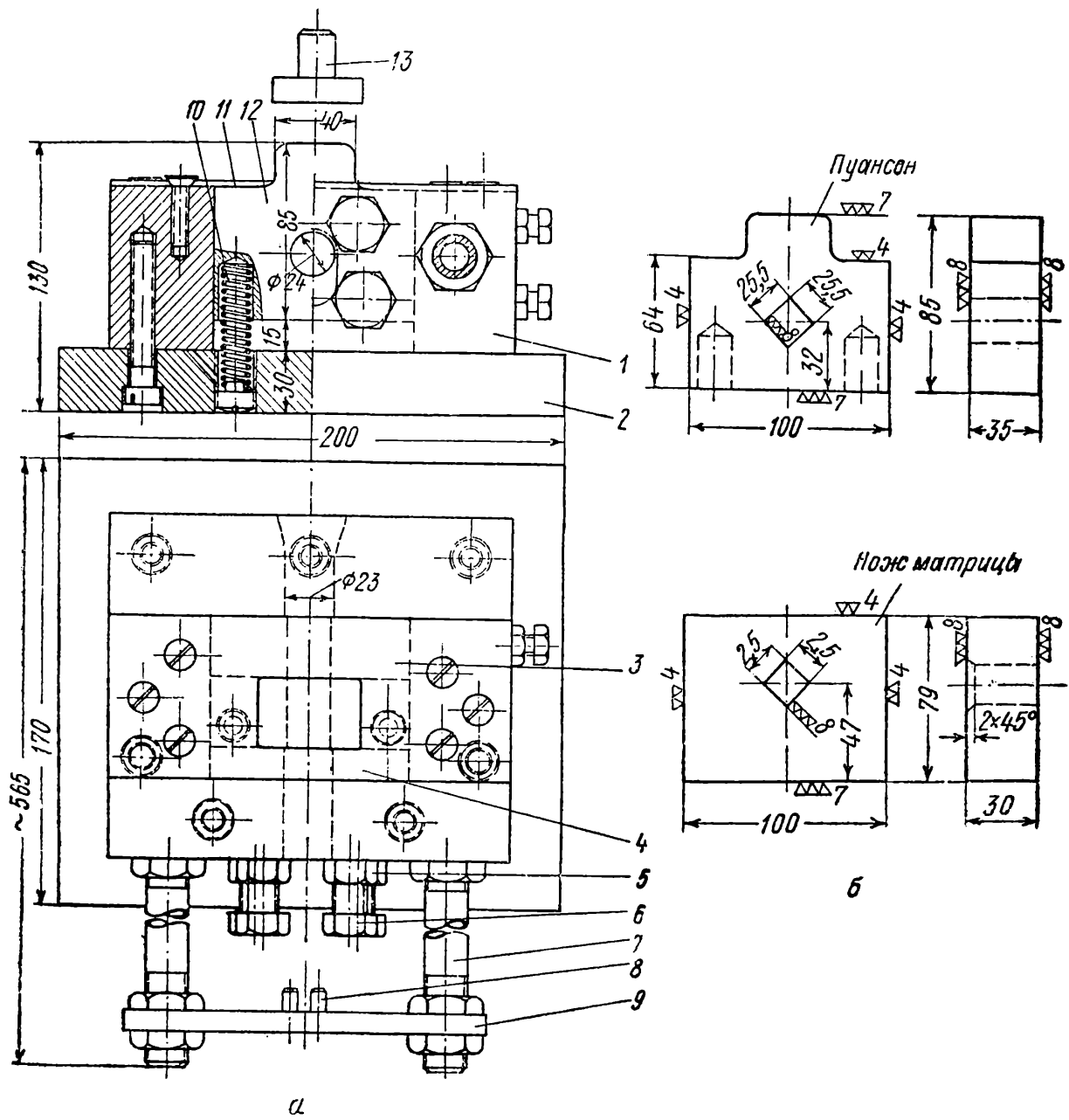
В табл. 37—39 приведены схемы технологических процессов изготовления резцов следующих типов: 1) токарного проходного отогнутого правого резца с напаянной пластинкой твердого сплава и главным углом в плане $\varphi = 45^\circ$ (табл. 37); 2) токарного отрезного правого резца с приваренной встык к державке головкой из быстрорежущей стали (табл. 38); 3) токарного проходного правого резца с механическим креплением пластинки твердого сплава (табл. 39).

14. Механическая обработка державок резцов

Рубка или отрезка заготовки. Эта операция производится на отрезных станках, ножовочных пилах, дисковых пилах или на прессах-ножницах. Рубку круглых или прямоугольных заготовок сечением меньше 25×25 мм целесообразно производить в штампах на кривошипных или эксцентриковых прессах.

Штамп для рубки (фиг. 55, а) состоит из основания 2, на котором монтируется обойма 1, изготовленная из Ст. 5. В прямоугольном окне обоймы закрепляется режущий нож 3 из стали 9ХВГ, имеющий твердость $H_{RC} = 60 \div 62$. Для облегчения попадания заготовки в отверстие режущего ножа обойма 1 и нож 3 имеют конические заточки.

Между режущим ножом и закаленным клином 4 вставляется пуансон 12, изготовляемый из стали 9ХВГ и имеющий ту же твердость, что и режущий нож. Пуансон пригоняется к режущему ножу с зазором 0,05 мм. В нерабочем положении он упирается в верхнюю планку 11, благодаря двум пружинам 10, входящим в со-



Фиг. 55. Штамп для рубки заготовок.

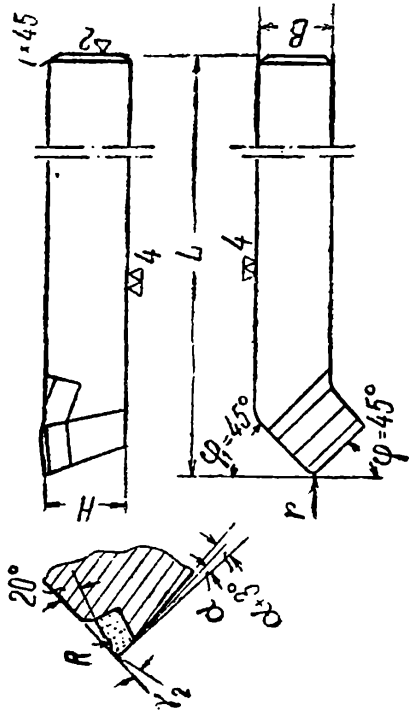
ответствующие выточки пуансона 12 и основания 2 штампа. В этом положении отверстия пуансона и режущего ножа совпадают, что обеспечивает надежное попадание материала между режущим ножом и пуансоном.

Для регулирования длины вырубаемых заготовок служит упорная планка 9, которая монтируется на двух колонках 7, имеющих на концах резьбу.

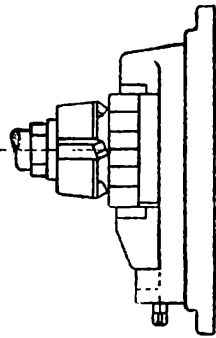
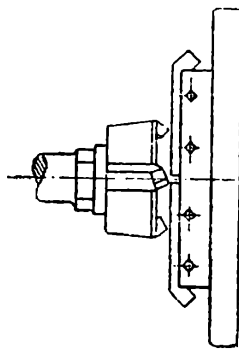
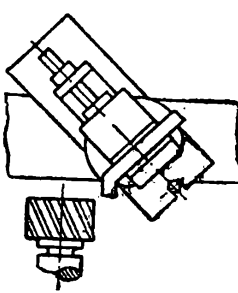
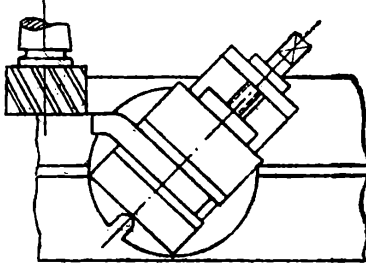
По мере износа пуансон 12 и режущий нож 3 подвергаются шлифовке; получающийся при этом увеличенный зазор уменьшается путем прижима клина 4 к пуансону 12 посредством четырех болтов 6, которые затем закрепляются гайками 5.

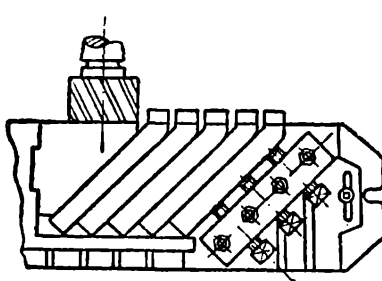
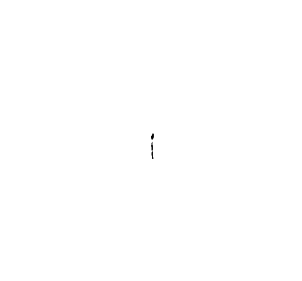
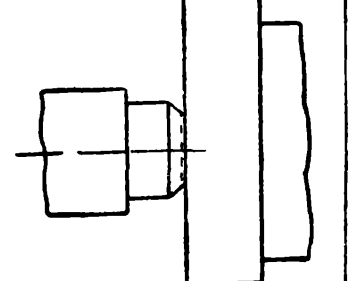
Таблица 37

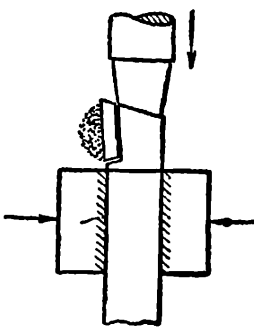
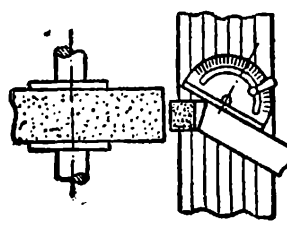
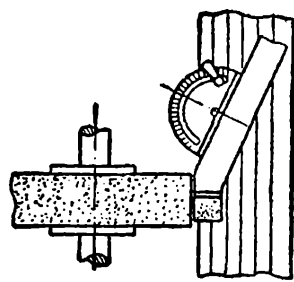
Схема типового технологического процесса изготовления токарного проходного отогнутого реза с напаянной пластинкой твердого сплава и главным углом в плане $\varphi = 45^\circ$

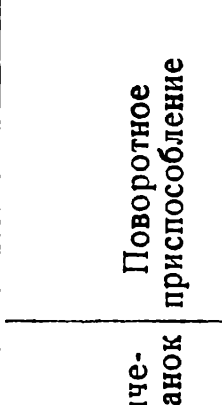
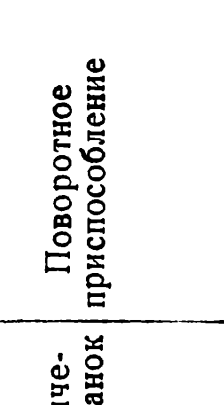
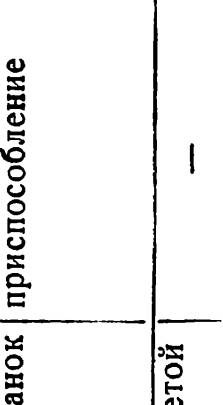


№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструмент режущий и мерительный
1	Рубка или отрезка заготовки		Эксцентриковый пресс или отрезной станок	Обрубой штамп или тиски	Ножи или ножовочное полотно Масштабная линейка
2	Загибка головки державки		Пресс или молот	Гибочный штамп	Шаблон

3	Фрезерование нижней опорной плоскости державки		Вертикально-фрезерный станок	Зажимное приспособление	Фрезерная головка Штангенциркуль
4	Фрезерование боковой опорной плоскости державки		То же	То же	То же
5	Фрезерование главной задней грани державки		Горизонтально-фрезерный станок	Тиски универсальные поворотные в 3-х плоскостях	Фреза торцевая Шаблон
6	Фрезерование вспомогательной задней грани державки		То же	То же	То же

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструмент режущий и мерительный
7	Фрезерование гнезда под пластинку		Горизонтально-фрезерный станок	Зажимное приспособление	Фреза торцевая Шаблон
8	Слесарная обработка державки, снятие фасок и заусенцев после механической обработки		Слесарный верстак	Тиски слесарные	Напильник личной
9	Маркировка		Ручной пресс	Штамп	—

10	Напайка пластинки твердого сплава		Высокочастотная установка или стыковой сварочный аппарат	Индуктор или жимное устройство	—
11	Очистка державки от окалины и буры	—	Пескоструйный аппарат	—	—
12	Контроль качества напайки	—	—	Лупа с 10-кратным увеличением	—
13	Заточка главной задней грани державки под углом $\alpha + 3^\circ$, $\varphi = 45^\circ$		Заточной станок	Подручник	Шлифовальный круг из электрокорунда зернистостью СМ1 твердостью Шаблон
14	Заточка вспомогательной задней грани державки под углом $\alpha_1 + 3^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$		То же	То же	То же

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструмент режущий и мерительный
15	Предварительная и окончательная заточка главной задней грани пластинки твердого сплава		Анодно-механический заточный станок	Поворотное приспособление	Стальной диск Угломер
16	Промывка в теплой воде и сушка	—	Бак с подогретой водой	—	—
17	Предварительная и окончательная заточка вспомогательной задней грани пластинки твердого сплава		Анодно-механический станок	Поворотное приспособление	Стальной диск Угломер
18	Промывка в теплой воде и сушка	—	Бак с подогретой водой	—	—
19	Изготовление выкружки на передней грани		Анодно-механический заточный станок	Специальное приспособление	Стальной диск Шаблон

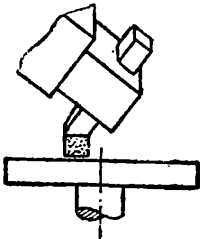
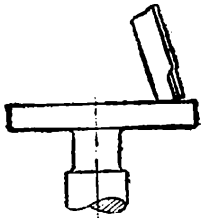
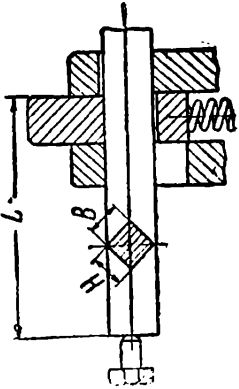
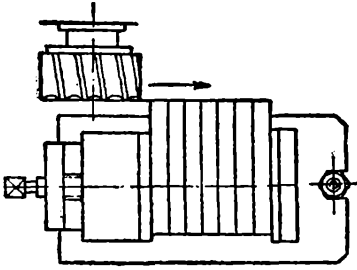
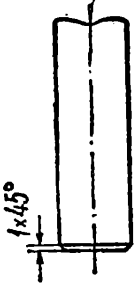
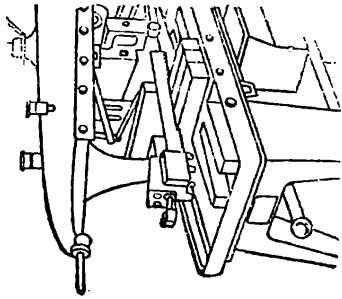
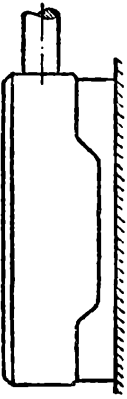
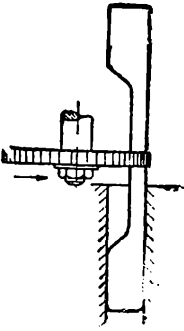
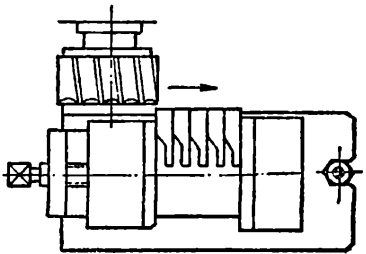
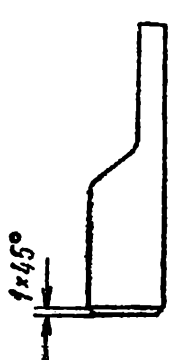
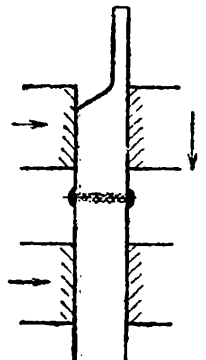
20	Промывка в теплой воде и сушка	—	Бак с подогретой водой	—	—
21	Окончательная заточка передней грани (фаски)		Анодно-механический заточный станок	Поворотное приспособление	Стальной диск Угломер
22	Промывка в теплой воде и сушка	—	Бак с подогретой водой	—	—
23	Заточка радиуса при вершине		Анодно-механический заточный станок	Подручник	Стальной диск Радиусомер
24	Промывка [в] теплой воде и сушка	—	Бак с подогретой водой	—	—
25	Контроль заточки резца	—	—	—	Угломер Шаблоны
26	Окраска торца державки	—	Слесарный верстак	Кисть	—

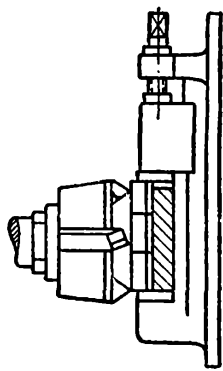
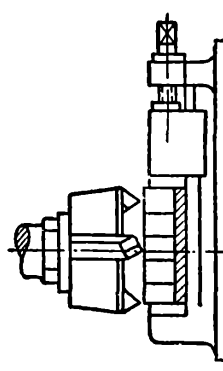
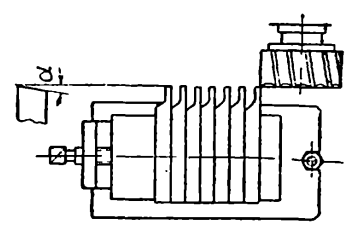
Схема типового технологического процесса изготовления токарного отрезного резца с приваренной встык к державке головкой из быстрорежущей стали (фиг. 102, а)

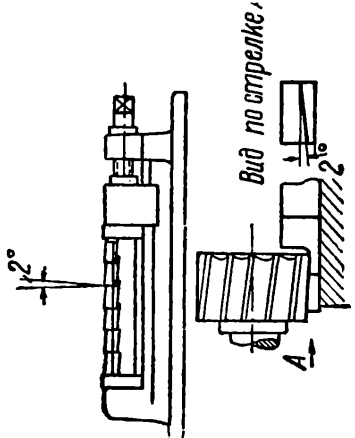
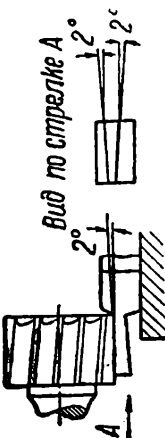
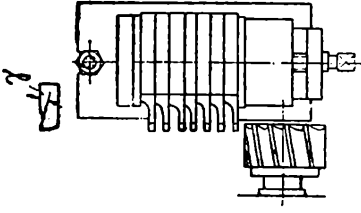
№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструмент режущий и мерительный
Державка					
1	Рубка или отрезка заготовки		Эксцентрикковый пресс или отрезной станок	Обрубной штамп или тиски	Ножи или ножовочное полотно Масштабная линейка
2	Фрезерование торца		Горизонтально-фрезерный станок	Зажимное приспособление	Фреза торцевая Штангенциркуль
3	Слесарная обработка; снятие фасок после механической обработки		Слесарный верстак	Тиски слесарные	Напильник личный
4	Пескоструйная обработка	—	Пескоструйный аппарат	—	—

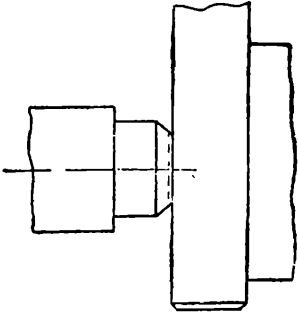
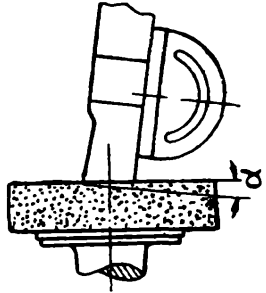
Головка реза

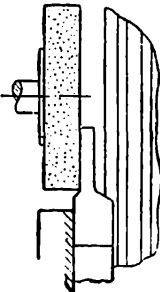
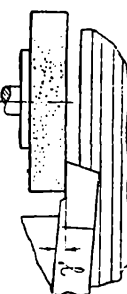
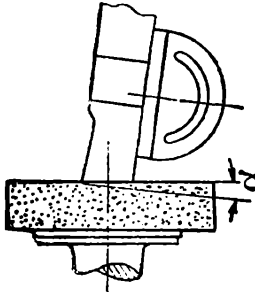
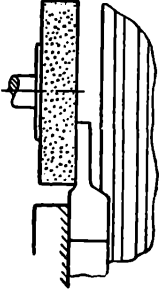
5	Отрезка заготовки на две головки		Отрезной станок	Тиски станочные	Ножовочное полотно Масштабная линейка
6	Ковка головки реза		Пневматический молот	Ковочный штамп	Шаблон
7	Отжиг	—	Электропечь	Кузнечные клещи	—
8	Разрезка заготовки на две части		Горизонтально-фрезерный станок	Тиски станочные	Фреза дисковая Штангенциркуль
9	Фрезерование торца		То же	То же	Фреза торцевая Штангенциркуль

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструмент режущий и мерительный
10	Слесарная обработка; снятие фасок и заусенцев после механической обработки		Слесарный верстак	Тиски слесарные	Напильник личной
11	Пескоструйная обработка	—	Пескоструйный аппарат	—	—
Резец в сборе					
12	Сварка встык		Стыковой сварочный аппарат	Зажимное устройство	—
13	Отжиг	—	Электропечь	Кузнечные клещи	—
14	Обработка мест сварки	—	Заточной станок	Подручник	Шлифовальный круг из электрокорунда (зернистостью 24 ÷ 36, твердостью СМ1)
15	Рихтовка после сварки	—	Ручной пресс	Штамп	—

16	Фрезерование нижней опорной плоскости		Вертикально-фрезерный станок	Зажимное приспособление	Фрезерная головка Штангенциркуль
17	Фрезерование боковой опорной плоскости		То же	То же	То же
18	Фрезерование главной задней грани		Горизонтально-фрезерный станок	То же	Фреза торцевая Шаблон

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструмент режущий и мерительный
19	Фрезерование сплошной задней грани с одной стороны		Горизонтально-фрезерный станок	Зажимное приспособление	Фреза торцевая Шаблон
20	Фрезерование сплошной задней грани с другой стороны		То же	То же	То же
21	Фрезерование передней грани		То же	То же	То же

22	Слесарная обработка державки; снятие фасок и заусенцев после механической обработки	—	Слесарный верстак	Тиски слесарные	Напильник личной
23	Маркировка		Ручной пресс	Штамп	—
24	Закалка и отпуск	—	Электропечь Закалочная ванна	Кузнечные клещи	
25	Очистка от окалины	—	Пескоструйный аппарат	—	—
26	Предварительная заточка главной задней грани		Заточной станок	Подручник	Шлифовальный круг из электрокорунда зернистостью 24 ÷ 36, твердостью СМ1-С Шаблон

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструмент режущий и мерительный
27—28	Предварительная заточка вспомогательных задних граней		Заточной станок	Подручник	Шлифовальный круг из электрокорунда зернистостью 24 ÷ 36, твердостью СМ1 ÷ С Шаблон
29	Предварительная заточка передней грани		То же	То же	То же
30	Окончательная заточка главной задней грани		То же	То же	Шлифовальный круг из электрокорунда зернистостью 46 ÷ 60, твердостью СМ1 ÷ М1 Шаблон
31—32	Окончательная заточка вспомогательных задних граней		То же	То же	То же

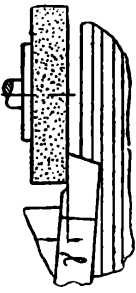
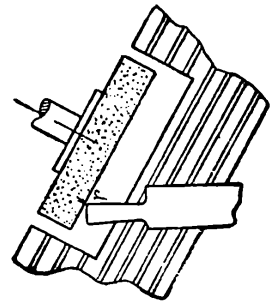
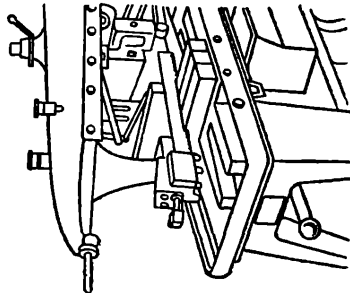
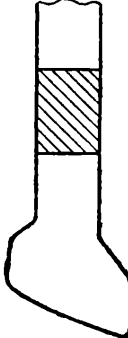
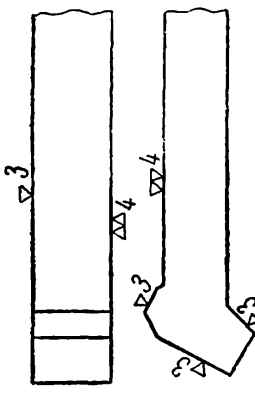
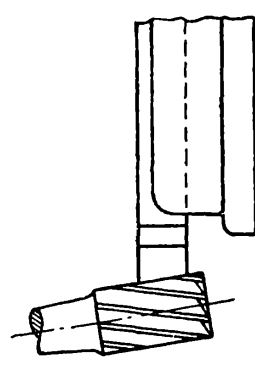
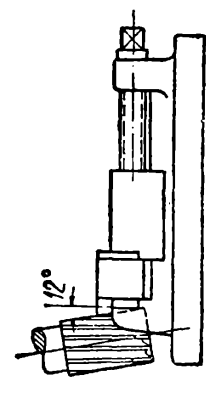
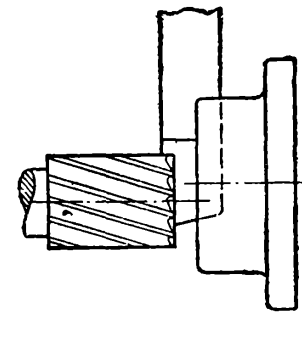
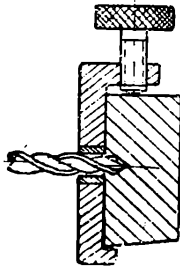
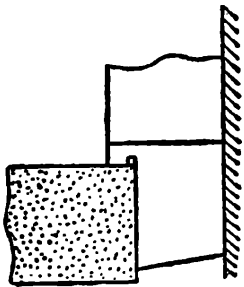
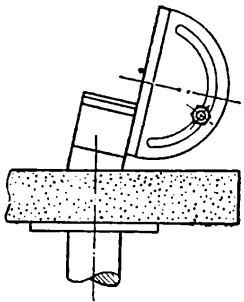
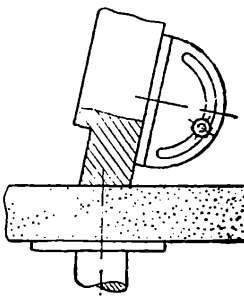
33	Окончательная заточка передней грани		То же	То же	То же
34	Заточка радиусов при вершине		То же	Подручник	То же
35	Доводка реза по передней и задним граням	—	Доводочный станок	То же	Чугунный диск Паста ГОИ
36	Контроль заточки и доводки реза	—		—	Угломер Шаблоны
37	Окраска торца державки	—	Слесарный верстак	Кисть	—

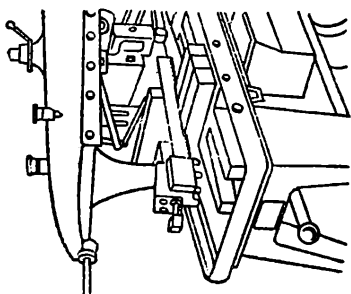
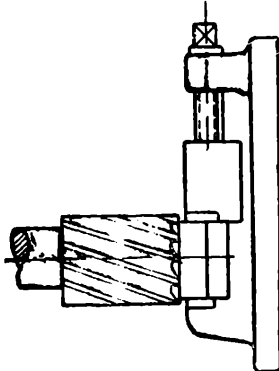
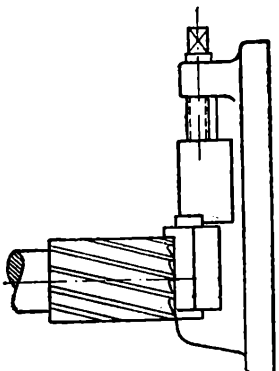
Схема типового технологического процесса изготовления токарного проходного правого реза
с механическим креплением пластины твердого сплава
(фиг. 14)

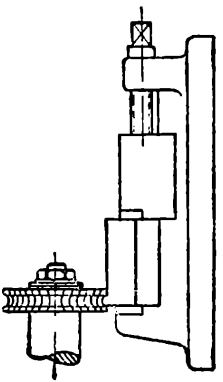
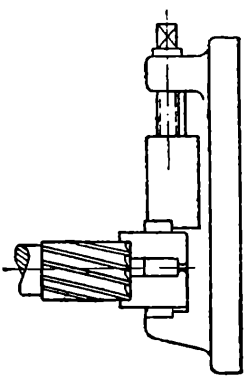
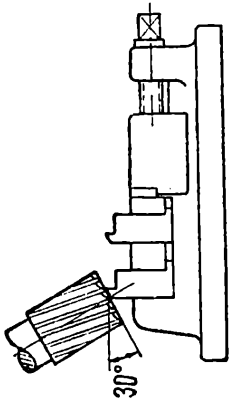
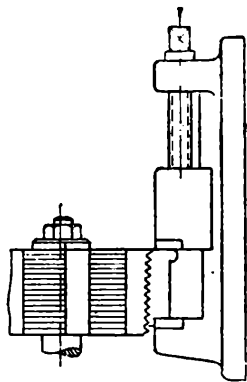
№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент режущий и мерительный
Державка					
1	Отрезка заготовки		Отрезной станок	Тиски станочные	Ножовочное полотно но Масштабная линейка
2	Ковка		Пневматический молот	Ковочный штамп	Шаблон
3	Отжиг	—	Электропечь	Кузнечные клещи	—
4	Разметка контура гонловки и державки	—	—	Разметочная плита	Шаблон

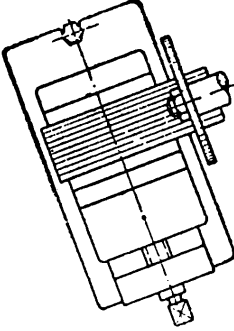
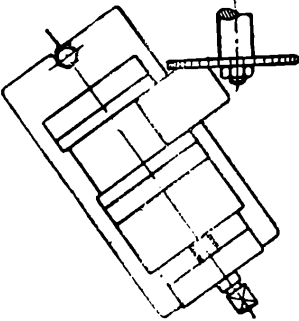
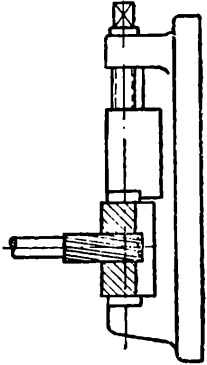
5	Строгание по контуру головки и державки		Поперечно-строгоальный станок	Тиски станочные	Пролодной резец Штангенциркуль
6	Фрезерование главной задней грани		Вертикально-фрезерный станок	Зажимное приспособление	Фреза торцевая
7	Фрезерование вспомогательной задней грани		То же	То же	То же
8	Фрезерование гнезда под пластинку		То же	То же	То же

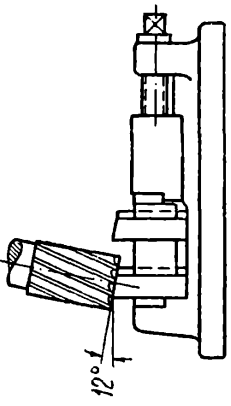
№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент режущий и мерительный
9	Фрезерование шлица шириной 1 мм на длине головки	—	Горизонтально-фрезерный станок	Тиски станочные	Фреза дисковая
10	Сверление отверстия под резьбу и нарезание резьбы		Сверлильный станок	Тиски, кондуктор накладной, резьбонарезной патрон	Сверло Метчик
11	Слесарная обработка	—	Слесарный верстак	Тиски слесарные	Напильник личной
12	Закалка и отпуск	—	Электропечь Закалочная ванна	Кузнечные клещи	—
13	Очистка от окалины	—	Пескоструйный аппарат	—	—

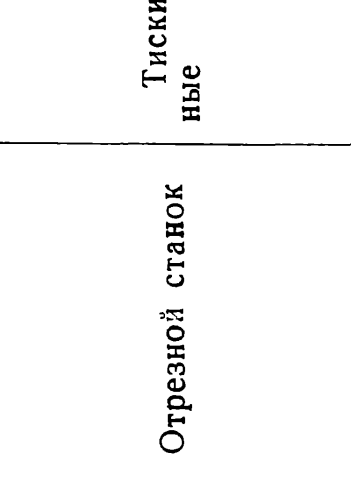
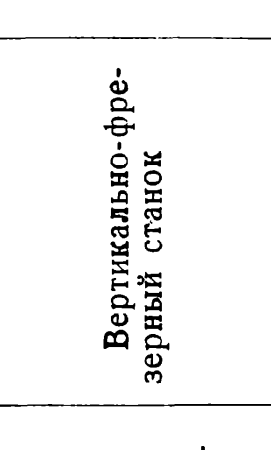
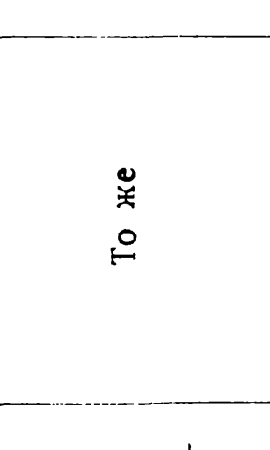
14	Шлифование гнезда под пластинку		Плоскошлифовальный станок	Магнитный стол	Шлифовальный круг
15	Шлифование задней главной грани		Заточной станок	Подручник	То же
16	Шлифование вспомогательной задней грани		То же	То же	То же
17	Контроль	—	—	—	Штангенциркуль Шаблон

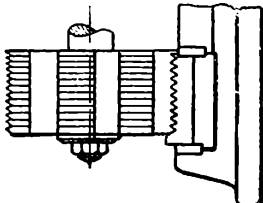
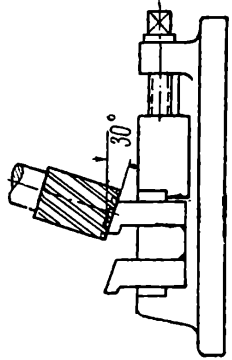
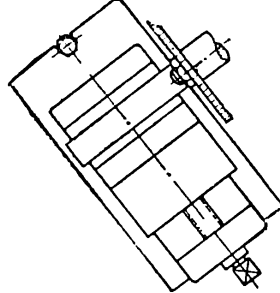
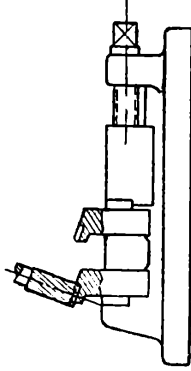
№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент режущий и мерительный
У п о р					
18	Отрезка заготовки на пять деталей		Отрезной станок	Тиски станочные	Ножовочное полотно Масштабная линейка
19	Фрезерование верхней плоскости		Вертикально-фрезерный станок	То же	Фреза торцевая Штангенциркуль
20	Фрезерование нижней плоскости		То же	То же	То же

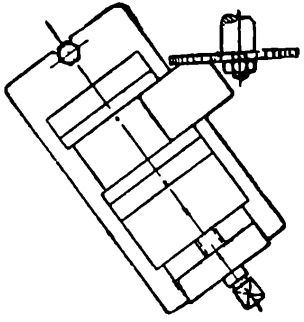
21	Фрезерование радиусного выступа $r = 1,5 \text{ мм}$		Горизонтально-фрезерный станок	Тиски станочные	Фреза радиусная Шаблон
22	Фрезерование паза $1,5 \times 4,3$		Вертикально-фрезерный станок	То же	Фреза торцевая Штангенциркуль
23	Фрезерование фаски $2,7 \times 30^\circ$		То же	То же	То же
24	Фрезерование рифления $1 \times 60^\circ$		Горизонтально-фрезерный станок	То же	Фреза специальная

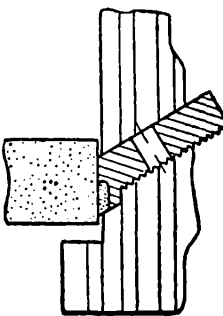
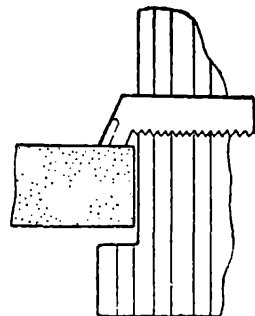
№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструмент режущий и мерительный
25	Отрезка на гребенную длину по чертежу		Горизонтально-фрезерный станок	Тиски станочные	Фреза дисковая
26	Отрезка под углом $10 \times 50^\circ$		То же	То же	То же
27	Фрезерование паза		Вертикально-фрезерный станок	То же	Фреза торцевая Штангенциркуль

28	Фрезерование боковой плоскости под углом 12°		Вертикально-фрезерный станок	Тиски станочные	Фреза торцевая Штангенциркуль
29	Слесарная обработка	—	Слесарный верстак	Тиски слесарные	Напильник личной
30	Закалка и отпуск	—	Электропечь, закалочная ванна	Кузнечные клещи	—
31	Очистка от окислы	—	Пескоструйный аппарат	—	—
32	Контроль	—	—	—	Штангенциркуль Шаблон

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент режущий и мерительный
Прижимная планка					
33	Отрезка заготовки на пять деталей		Отрезной станок	Тиски станочные	Ножовочное полотно Масштабная линейка
34	Фрезерование верхней плоскости		Вертикально-фрезерный станок	То же	Фреза торцевая Штангенциркуль
35	Фрезерование нижней плоскости		То же	То же	То же

36	Фрезерование рифления $1 \times 60^\circ$		Горизонтально-фрезерный станок	Тиски станочные	Фреза специальная
37	Фрезерование под углом 30°		Вертикально-фрезерный станок	То же	Фреза торцевая Шаблон
38	Отрезка на требуемую длину по чертежу		Горизонтально-фрезерный станок	То же	Фреза дисковая Штангенциркуль
39	Фрезерование паза под пластинку твердого сплава		Вертикально-фрезерный станок	То же	Фреза концевая Штангенциркуль

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент режущий и мерительный
40	Отрезка под углом 50°		Горизонтально-фрезерный станок	Тиски станочные	Фреза дисковая
41	Сверление отверстия	—	Сверлильный станок	Тиски станочные Накладной кондуктор	Сверло
42	Слесарная обработка	—	Слесарный верстак	Слесарные тиски	Напильник личной
43	Напайка пластинки твердого сплава	—	Высокочастотная установка	Индуктор	—

44	Заточка пластины твердого сплава под углом 30°		Заточной станок	Подручник	Шлифовальный круг
45	Заточка пластины твердого сплава по плоскости		То же	То же	То же
46	Контроль	—	—	—	Штангенциркуль
Резец в сборе					
47	Установка пластины твердого сплава 2 и упора 4 в державку 1 и закрепление их посредством прижимной планки 3 и болта 5	—	Слесарный верстак	Слесарные тиски, гаечный ключ	
48	Контроль	—	—	—	Шаблон

Примечание. Заточка и доводка режущей пластины твердого сплава для резца рассматриваемого типа производится на специальном приспособлении (стр. 121).

Отверстиям в режущем ноже и пуансоне придается форма, соответствующая форме сечения заготовок.

На фиг. 55, б представлены пуансон 12 и режущий нож 3 для разрубki заготовок прямоугольного и квадратного сечения (до 25 × 25 мм).

Для смены рабочих частей штампа — пуансона 12 и ножа 3 — открепляется верхняя планка 11 и отвертываются болты б. Рубка производится следующим образом: заготовка вставляется в обойму и продвигается до упорных штифтов 8; включается пресс, и толкатель 13 производит нажим на выступ пуансона 12; после подъема толкателя пуансон с вырубленной заготовкой поднимается в исходное положение.

В штампах получается более чистый срез материала, чем при резке на ножницах. Это позволяет торец державки резца, вырубленной в штампе, не подвергать механической обработке, ограничиваясь только последующей слесарной обработкой: зачисткой и снятием фасок. Усилие, потребное для разрубki заготовки, можно определить по формуле

$$P = 1,3 F \tau \text{ кг},$$

где F — площадь среза в мм^2 ;

τ — предел прочности при срезе в кг/мм^2 ;

$$\tau = (0,8—0,86) \sigma_B,$$

где σ_B — предел прочности при растяжении в кг/мм^2 .

В табл. 40 приведены значения усилия рубки заготовок в штампах в зависимости от их сечения и материала.

Таблица 40

Усилие рубки заготовок для державок резцов

Сечение заготовки в мм	Усилие P в кг			
	Материал заготовки			
	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7
∅ 10	3 900	4 800	5 600	6 500
∅ 15	870	10 700	12 600	14 650
∅ 20	15 600	19 200	22 500	26 000
∅ 25	24 000	29 500	34 500	40 000
10×10	4 950	6 200	7 400	8 600
10×16	7 900	9 750	11 400	13 200
12×12	7 100	8 750	10 200	11 800
12×20	12 000	14 900	17 400	20 200
16×16	12 600	15 600	18 300	21 200
16×25	20 000	24 500	28 800	33 500
25×25	31 000	38 500	45 000	52 500

Отрезку заготовок сечением больше 25×25 мм следует производить на анодно-механических отрезных станках, на ножовочных и дисковых пилах.

Загибка головки державки отогнутых резцов. На фиг. 56 изображен ковочный штамп простейшей конструкции для загибки головки державки правого проходного токарного резца. Этот штамп выдерживает $8 \div 10$ тысяч ударов при работе на пневматическом молоте.

Матрица 1 и пуансон 2 имеют форму головки державки. Они изготавливаются из стали 5ХНМ и закаливаются на твердость $H_{RC} = 45 \div 50$.

Другая простейшая конструкция штампа, применяемая для загибки головки и формовки задних граней резца изображена на фиг. 57

Матрица 2 и пуансон 1 изготавливаются по форме резца и имеют скосы, соответствующие углам наклона задних граней. Вертикальная стенка матрицы служит упором для заготовки и предотвращает сдвиг пуансона во время работы.

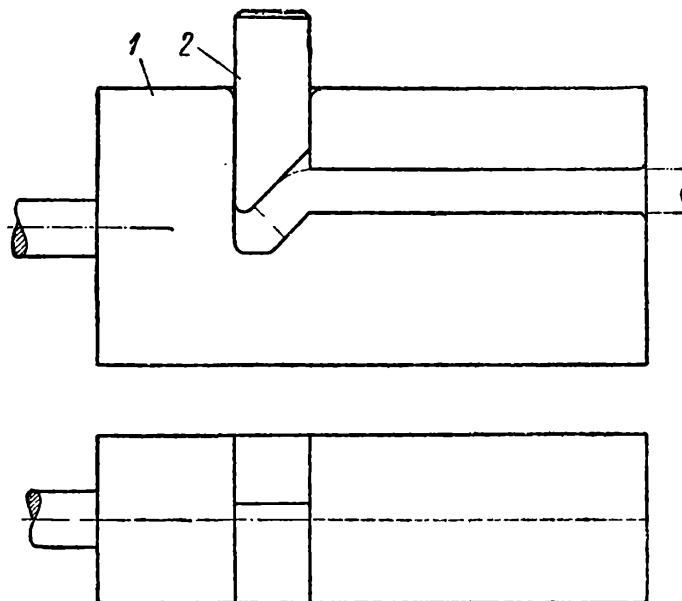
Недостатком этой конструкции является невозможность использования одного штампа для резцов различной длины.

Загибку головки державки можно производить в закрепленных штампах на фрикционных или кривошипных прессах. Державки небольших сечений (до 12×20 мм) можно ковать в холодном состоянии.

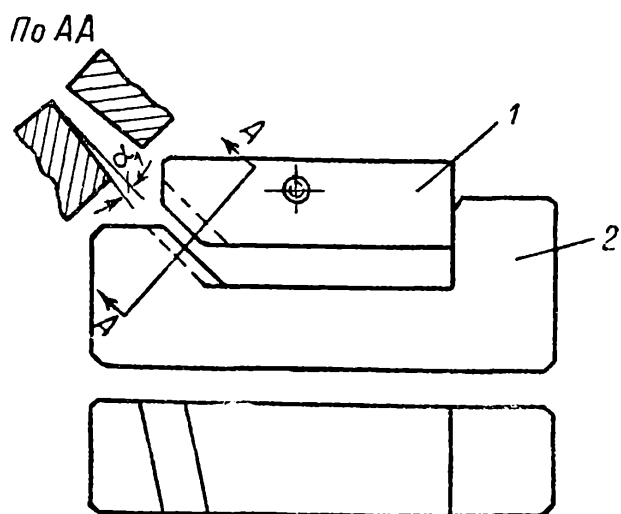
Державки больших сечений следует ковать с индукционным нагревом, обеспечивающим экономию электроэнергии, так как нагреву подвергается только головка державки.

Кроме того, заготовка не покрывается окалиной, что облегчает ее дальнейшую обработку.

Для державок больших сечений целесообразно формовать в штампах также задние грани. Это сокращает длительность последующей механической обработки державки. На фиг. 58 изображен штамп для загибки головки и формовки задних граней державки, предназначенный для работы на пневматическом молоте. Лауреат Сталинской пре-



Фиг. 56. Штамп для загибки головки резца.

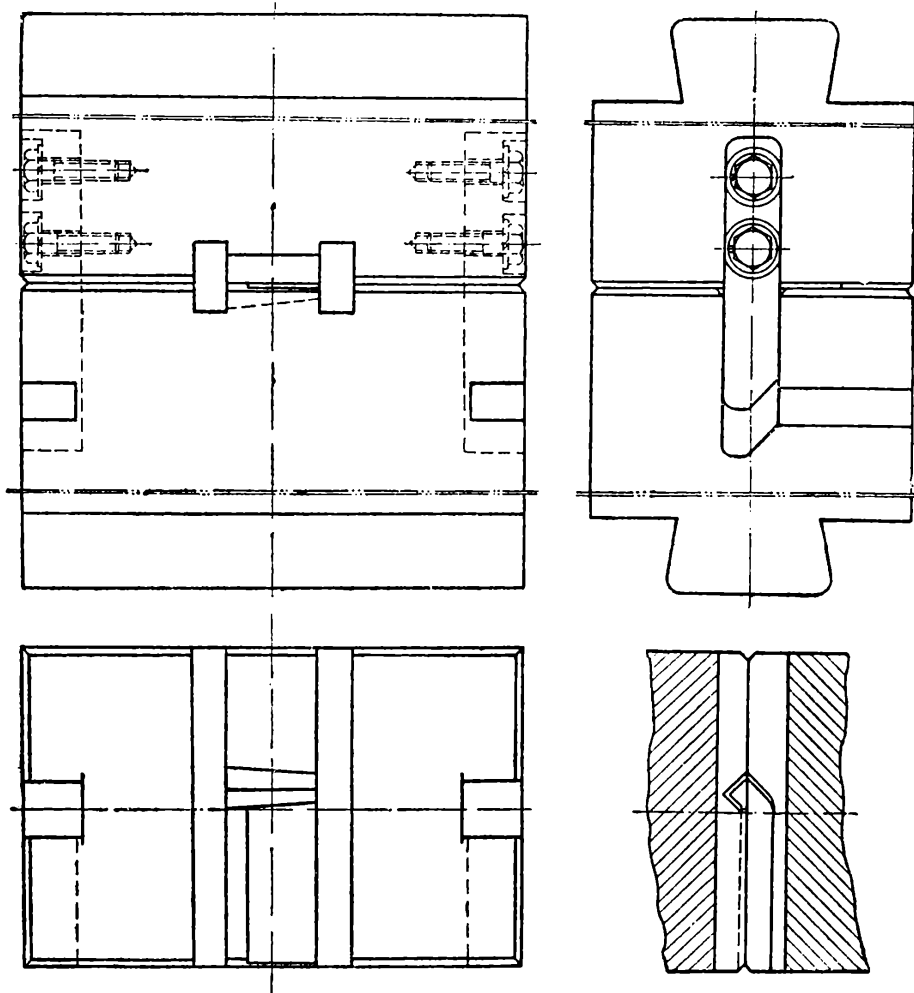


Фиг. 57. Штамп для загибки головки и формовки задних граней резца.

мии А. В. Потехин успешно использует для этих целей кривошипно-коленные прессы.

Фрезерование опорной плоскости державки. Эта операция производится на вертикально-фрезерных станках твердосплавными фрезами. Державки зажимаются в специальном приспособлении или в тисках.

При этом обеспечивается чистота поверхности $\nabla\nabla 5$ и высокая производительность. Количество одновременно обрабатываемых дер-



Фиг. 58. Штамп для загибки головки иковки задних граней резца.

жавок зависит от их конфигурации и сечения. Для обеспечения надежного крепления в тисках державок отогнутых резцов сечением 20×30 мм рекомендуется обрабатывать одновременно не более пяти штук.

Продолжительность обработки пяти державок сечением 20×30 мм и длиной 200 мм составляет 10 мин.

На фиг. 59 изображены параллельные тиски, в которых одновременно зажаты шесть державок.

Обработку опорной плоскости державки можно производить также на горизонтально-фрезерных и строгальных станках.

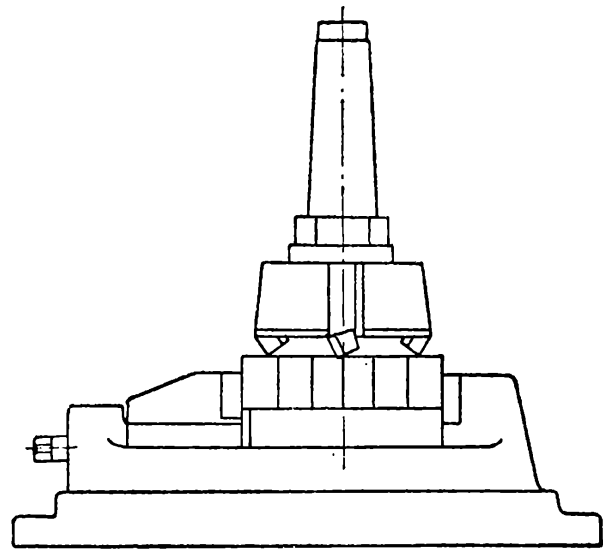
Державки резцов малых сечений, закрепляемых в оправках, для обеспечения взаимозаменяемости обрабатываются со всех сторон.

Фрезерование задних граней державок прямых резцов. Для этой операции применяются специальные приспособления.

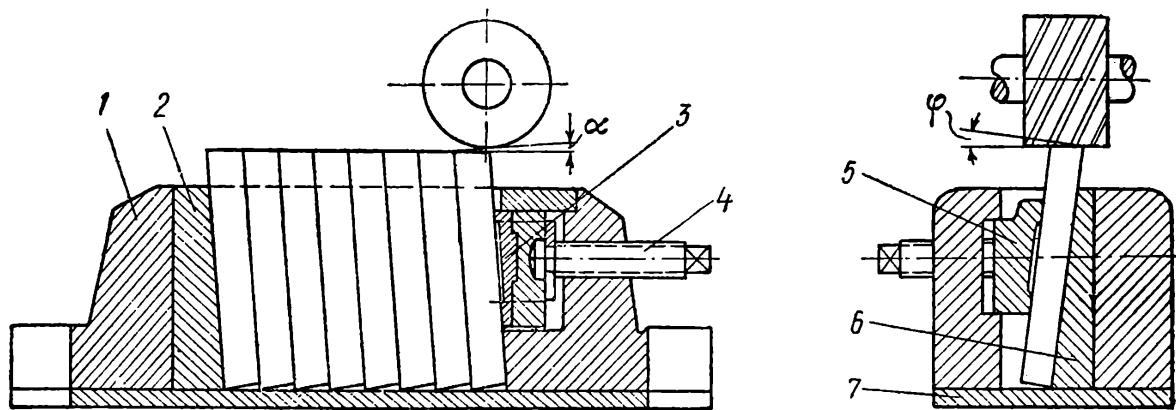
На фиг. 60 изображено приспособление для фрезерования главной задней грани державки резца на горизонтально-фрезерном станке.

В корпус 1 приспособления вставляется сменный клин 2, позволяющий устанавливать державки с наклоном, соответствующим заднему углу резца. Получение главного угла в плане требуемой величины обеспечивается применением сменного клина 6, закрепляемого на боковой поверхности приспособления. Зажим державок в двух плоскостях осуществляется зажимным устройством 3, 4 и 5. Державки упираются в нижнюю планку 7 приспособления. Для возможности фрезерования державок под различными углами применяются сменные клинья 2, 3, 5 и 6. Если главный задний угол образован на державке штамповкой, то вместо клиньев 2 и 3 вставляются прямые шлифованные вкладыши.

Приспособление может быть применено для фрезерования державок резцов с углом φ до 30° . Для больших φ эту операцию целесо-



Фиг. 59. Схема фрезерования опорной плоскости державок резцов.

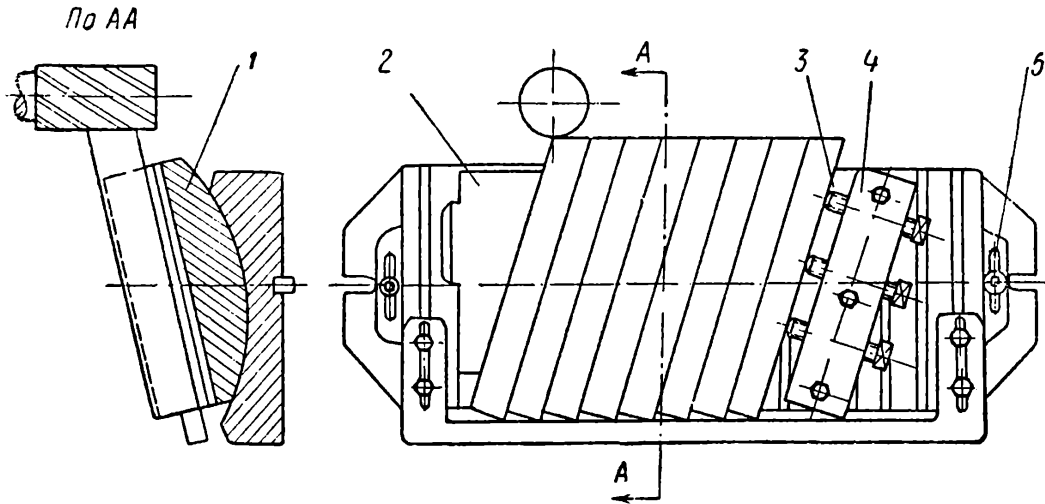


Фиг. 60. Приспособление для фрезерования главной задней грани прямых резцов на горизонтально-фрезерном станке.

образнее производить на вертикально-фрезерном станке с использованием поворотного приспособления, изображенного на фиг. 61.

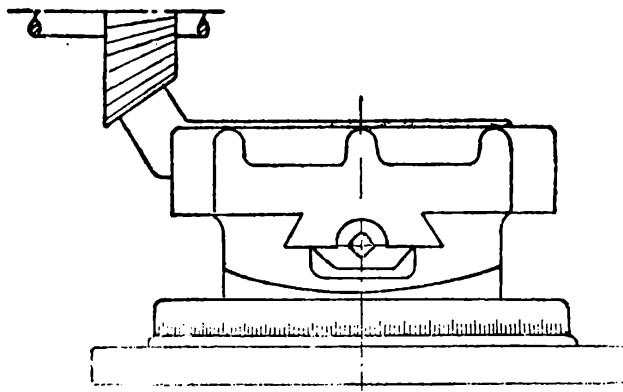
Установка державки под требуемый задний угол обеспечивается наклоном поворотного стола 1 приспособления, а под главный угол в плане — сменным клином 2, который входит своим выступом в соответствующую впадину поворотного стола. Зажим державок производится тремя болтами 3, укрепленными в передвижной планке 4. Для правильной установки державок по длине служит регулируемая

планка 5, которая зажимается болтами в соответствующих пазах поворотного стола.



Фиг. 61. Приспособление для фрезерования задних граней прямых резцов на вертикально-фрезерном станке.

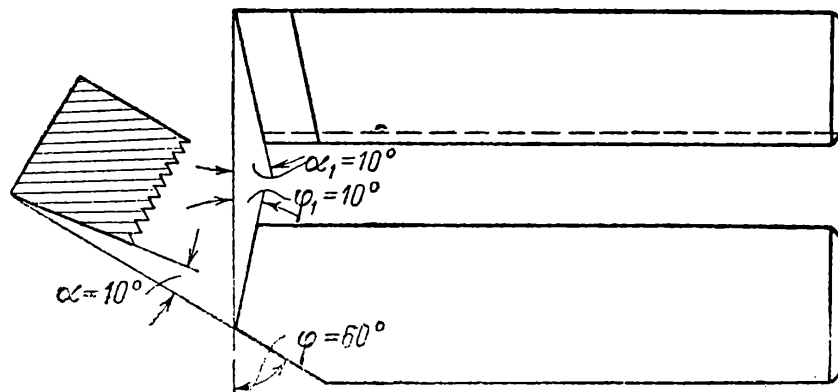
Фрезерование задних граней на державках отогнутых резцов успешно выполняется в тисках на горизонтально-фрезерном станке



Фиг. 62. Схема фрезерования главной задней грани отогнутых резцов на горизонтально-фрезерном станке.

Для получения на державке требуемого заднего угла тиски поворачиваются на необходимый угол; главный угол в плане на державке обеспечивается фрезой соответствующего профиля.

Для создания углов в плане и задних углов на державках резцов небольшой длины, например для фрезерных головок (фиг. 63), успешно применяется приспособление для непрерывного фрезерования. Приспособление (фиг. 64) состоит из обоймы 2, в которую вставляется сменный круглый корпус 3. Корпус с обоймой штифтуется и прикрепляется болтами 4 к круглому столу. Корпус 3 имеет



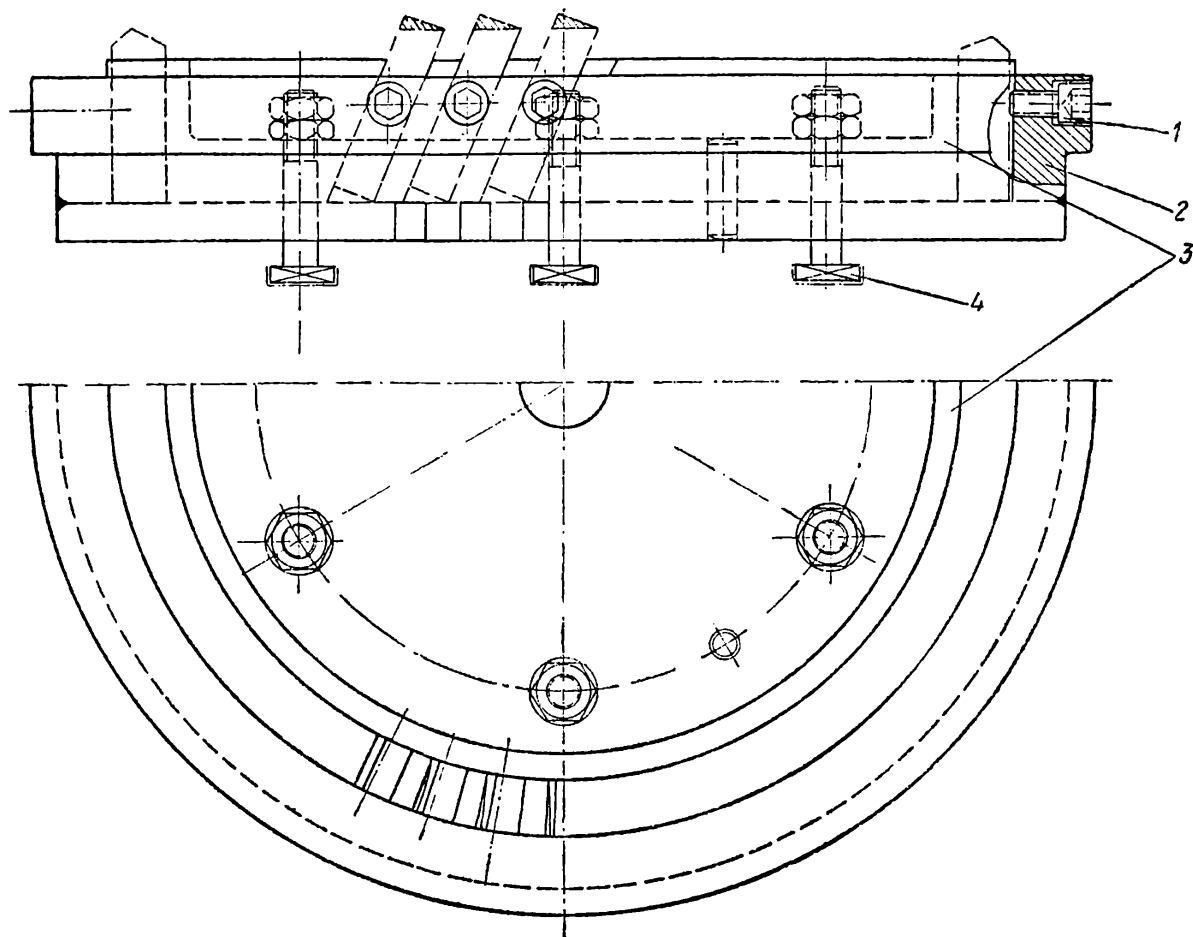
Фиг. 63. Державка резца для фрезерных головок.

выемки для резцов, выфрезерованные под соответствующим углом. Крепление резцов в приспособлении осуществляется болтами 1.

Для резцов малой длины, изготавливаемых в небольших количествах, применяются приспособления, показанные на фиг. 65.

На фиг. 65, *a* изображено многоместное приспособление для образования вспомогательного угла в плане $\varphi_1 = 10^\circ$ и вспомогательного заднего угла $\alpha_1 = 10^\circ$.

Приспособление состоит из основания 1, к которому приварены щеки 2 и 3. Для обеспечения жесткого расстояния между щеками вставляется вкладыш 4 и закрепляется штифтом 5. Боковые щеки и вкладыш имеют углы наклона, соответствующие углам φ_1 и α_1 .



Фиг. 64. Приспособление для непрерывного фрезерования задних граней резцов для фрезерных головок.

К основанию 1 приварена стойка 10, в которой устанавливается гайка 9.

Державки резцов устанавливаются в паз, образованный щеками 2 и 3, до упора 4. Закрепление державок производится зажимным устройством, состоящим из Т-образного сухаря 6 и винта 8, имеющего на конце кольцевую выточку и штифт 7. Сухарь имеет возвратно-поступательное движение.

Многоместное приспособление (фиг. 65, *b*) служит для создания на державке резца углов $\varphi = 60^\circ$ и $\alpha = 10^\circ$. Это приспособление по конструкции идентично приспособлению, показанному на фиг. 65, *a*, с той лишь разницей, что щеки 1 и 2 и вкладыш 3 установлены под углами, соответствующими углам резца φ и α .

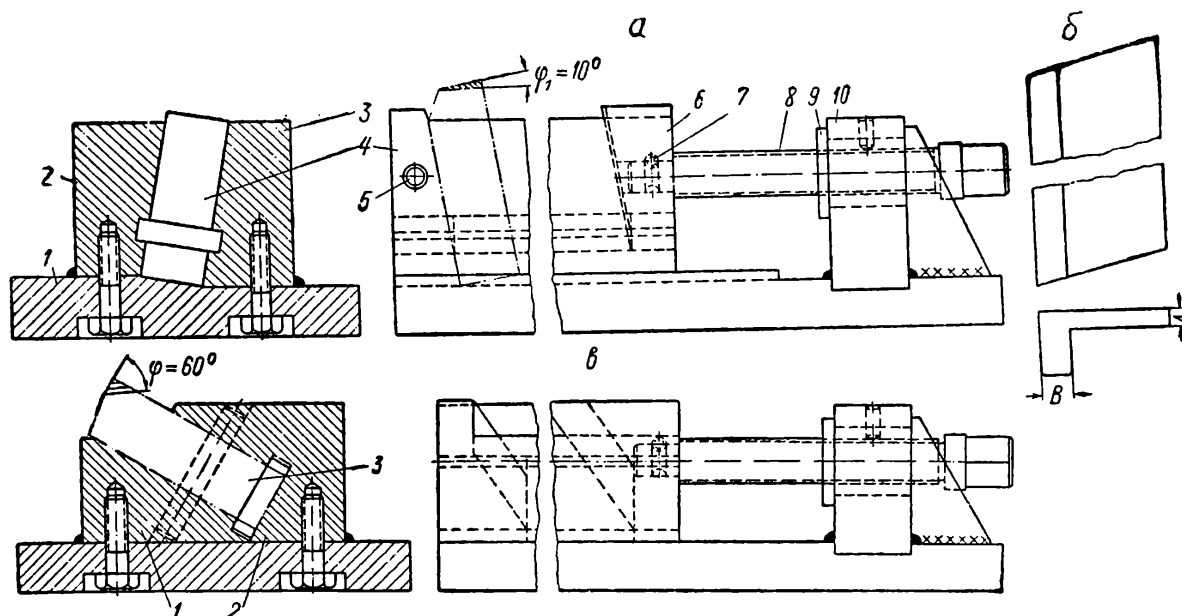
Для возможности обработки в приспособлениях, изображенных на фиг. 65, *a* и 65, *b*, державок различных сечений, между щеками

вставляется сменный вкладыш, имеющий переменные размеры A и B (фиг. 65, б).

Для фрезерования граней державок различных типов резцов с успехом применяются машинные поворотные тиски (фиг. 66), позволяющие устанавливать державку под определенными углами в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Тиски состоят из плиты 13 с установленной на ней стойкой 11, которую можно поворачивать в горизонтальной плоскости на 360° и зажимать двумя Т-образными болтами 4.

В круглые пазы стойки вставляется поворотный корпус 8, который может поворачиваться под углом к плите 13 в пределах от 0 до 30° . Поворот корпуса фиксируется болтами 14, ввернутыми в стойку 11.



Фиг. 65. Многоместное приспособление для фрезерования задних граней резцов для фрезерных головок.

Верхняя часть корпуса имеет цилиндрическую выточку, в которой скользит люлька 6, укрепленная на основании 5 тисков. Люлька закрепляется на корпусе посредством шпилек 10.

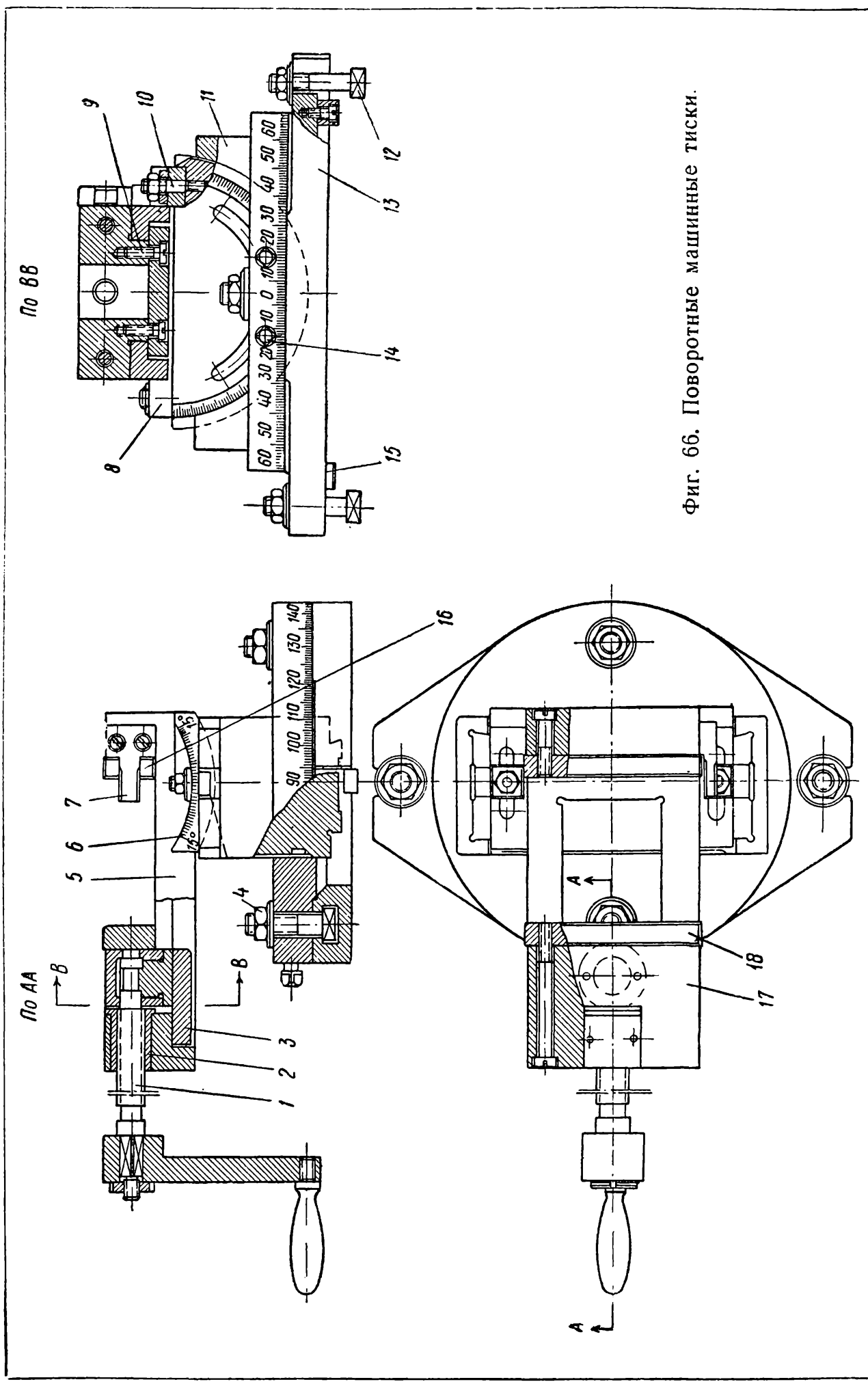
В направляющих основания 5 тисков скользит ползун 17, удерживаемый в них планкой 3, прикрепленной к ползуну двумя винтами 9. Ползун перемещается по основанию 5 тисков посредством ходового винта 1, входящего в гайку 2, укрепленную в основании 5 тисков.

Державки резцов зажимаются между подвижной и неподвижной губками 18 и 16. Державки устанавливаются по упору 7.

Тиски устанавливаются на стол горизонтального или вертикального фрезерного станка по шпонкам 15 и закрепляются болтами 12.

Фрезерование гнезда в державке под пластинку. Обработка гнезда выполняется различными способами, в зависимости от конфигурации пластинки.

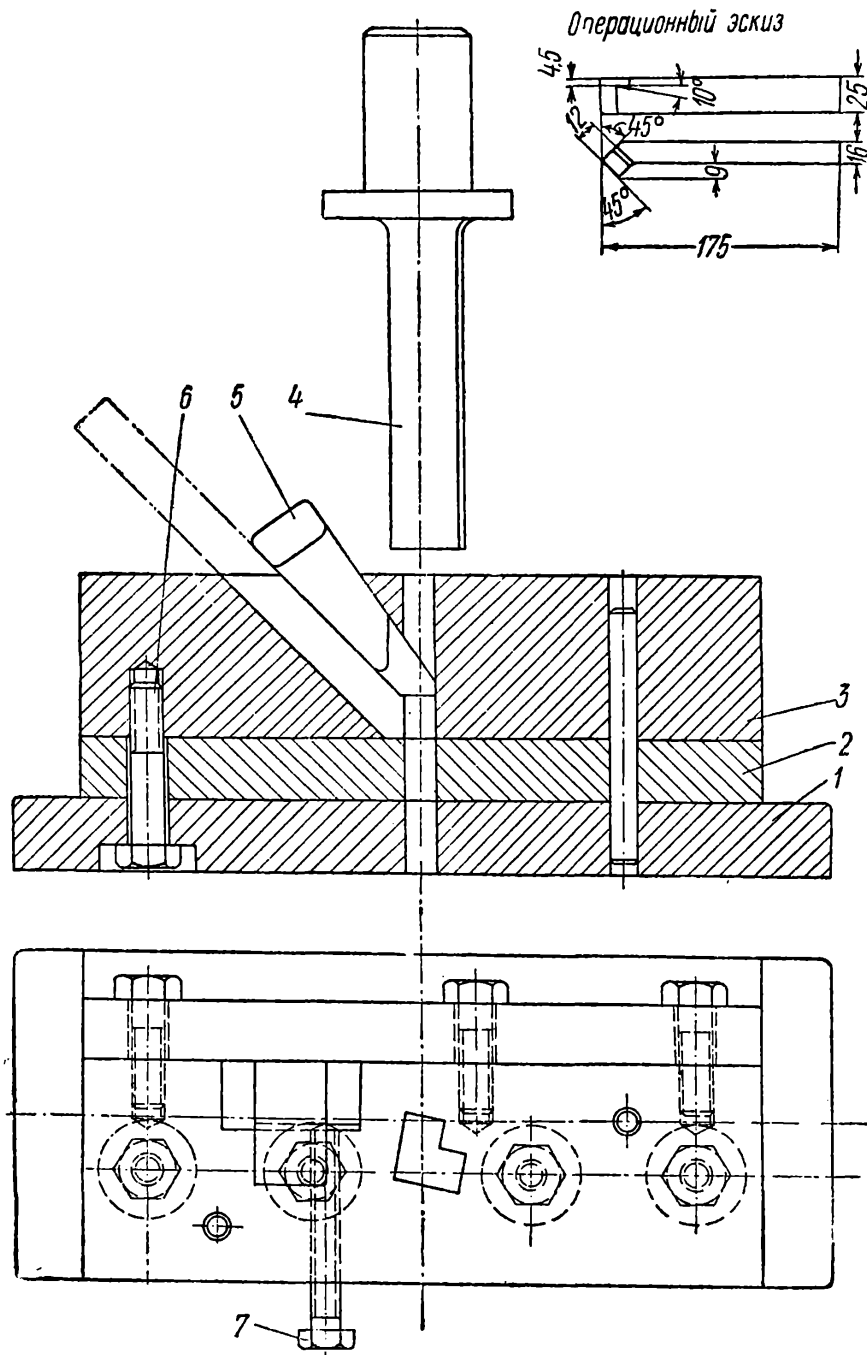
Наиболее производительным способом изготовления сквозных пазов является прошивка паза на штампе. На фиг. 67 приведена предложенная автором конструкция штампа для прошивки сквозных



Фиг. 66. Поворотные машинные тиски.

пазов в державках токарных проходных отогнутых правых резцов сечением 16×25 мм.

Матрица 3 штампа прикреплена болтами 6 к плите 2 и основанию 1. Матрица имеет наклонную плоскость, обеспечивающую установку обрабатываемой державки в требуемое положение. Пуансон 4



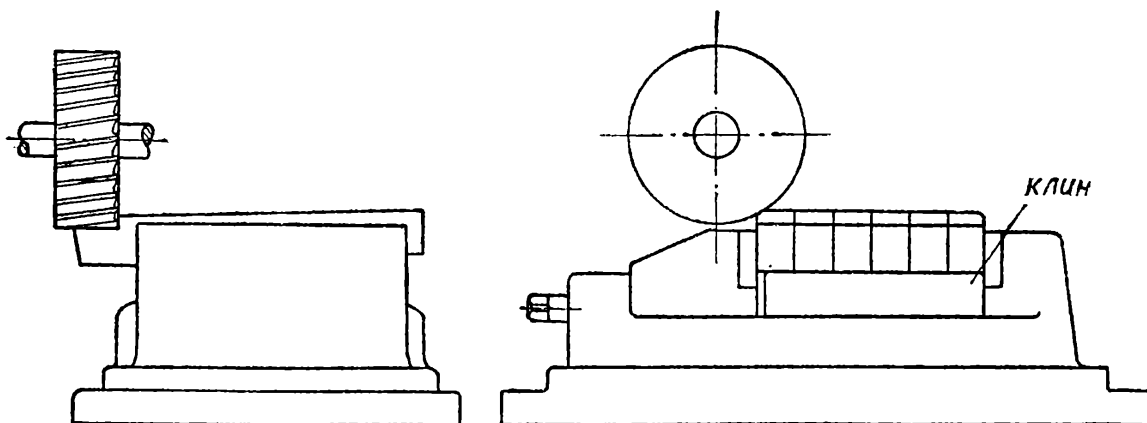
Фиг. 67. Штамп для прошивки гнезда на державках резцов.

применяется с хвостовиком и без хвостовика. Пуансон изготавливается из стали ХВГ, получающей после термообработки твердость $H_{RC} = 60 \div 62$. Перед прошивкой гнезда державка устанавливается под наклоном в матрице 3 и зажимается болтом 7 и клином 5; за смену на штампе можно изготовить 300—400 державок.

На фиг. 68 представлено приспособление для обработки открытого гнезда на горизонтально-фрезерном станке, в котором можно

одновременно зажимать свыше десяти державок. Получение необходимого угла наклона гнезда обеспечивается клином, на котором устанавливаются державки.

Эту операцию можно производить также на вертикально-фрезерном станке с применением поворотного приспособления (фиг. 61).

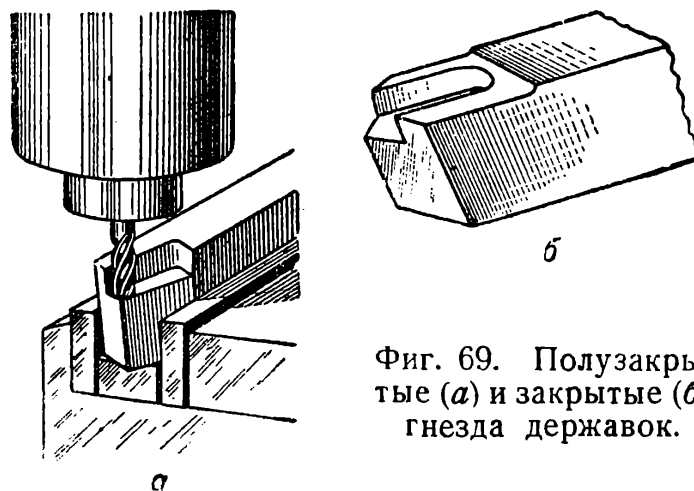


Фиг. 68. Приспособление для фрезерования гнезда на державках резцов.

В этом случае приспособление поворачивается под соответствующим углом по отношению к зеркалу станка.

Гнезда полузакрытого (фиг. 69, а) и закрытого типа (фиг. 69, б) обрабатываются на вертикально-фрезерных станках с применением специального поворотного приспособления и концевых фрез, диаметр которых должен быть согласован с радиусом закругления пластинки.

Фрезерование гнезда производится в два прохода для обеспечения чистоты поверхности $\nabla\nabla 5$. Плохо обработанное гнездо мешает хорошему прилеганию пластинки к державке, что может привести к излому пластинки в процессе резания.



Фиг. 69. Полузакрытые (а) и закрытые (б) гнезда державок.

После фрезерования державки поступают на слесарную обработку: снятие заусенцев и фасок с граней.

Гнездо под пластинку нельзя подвергать слесарной опиловке во избежание образования завалов, снижающих прочность пайки.

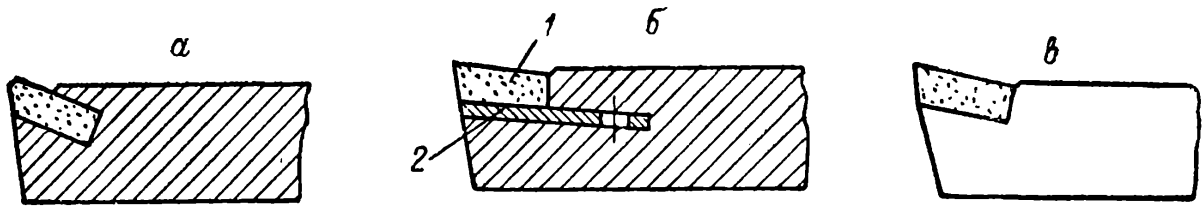
Пластинка не должна свисать с державки или утопать в пазу.

15. Изготовление твердосплавных и быстрорежущих резцов с литыми чугунными державками

В настоящее время получают распространение резцы с литыми державками из модифицированного чугуна. Целесообразность применения таких резцов обуславливается значительно меньшей трудоемкостью их изготовления по сравнению с резцами, имеющими сталь-

ные державки. Трудоемкость изготовления токарного проходного прямого резца с литой державкой на 30% ниже трудоемкости изготовления резца со стальной державкой, а отогнутого резца — на 45%.

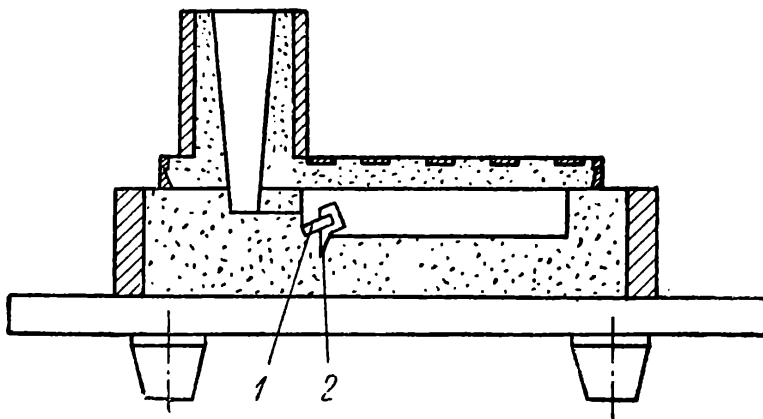
Применяются три способа изготовления резцов с литыми державками: 1) пластинка твердого сплава устанавливается в форму и заливается чугуном (фиг. 70, а); 2) пластинка твердого сплава 1 сна-



Фиг. 70. Твердосплавные резцы с литыми державками.

чала припаивается к стальной пластинке 2, а затем заформовывается и заливается чугуном (фиг. 70, б); 3) чугунная державка отливается с готовым гнездом под пластинку твердого сплава (в последующем пластинка впаивается в необработанное гнездо (фиг. 70, в).

На фиг. 71 представлена схема формовки твердосплавных резцов с чугунными державками по способу инж. Б. Г. Левина. Перед заливкой пластинка твердого сплава покрывается тонким слоем изоляции (графита) для предохранения от сваривания с чугуном. Пластинка 1 устанавливается на соответствующее место формы и закрепляется там жеребейками 2. После охлаждения отливки пластинка плотно охватывается чугуном, чем обеспечивается надежное ее закрепление в державке.

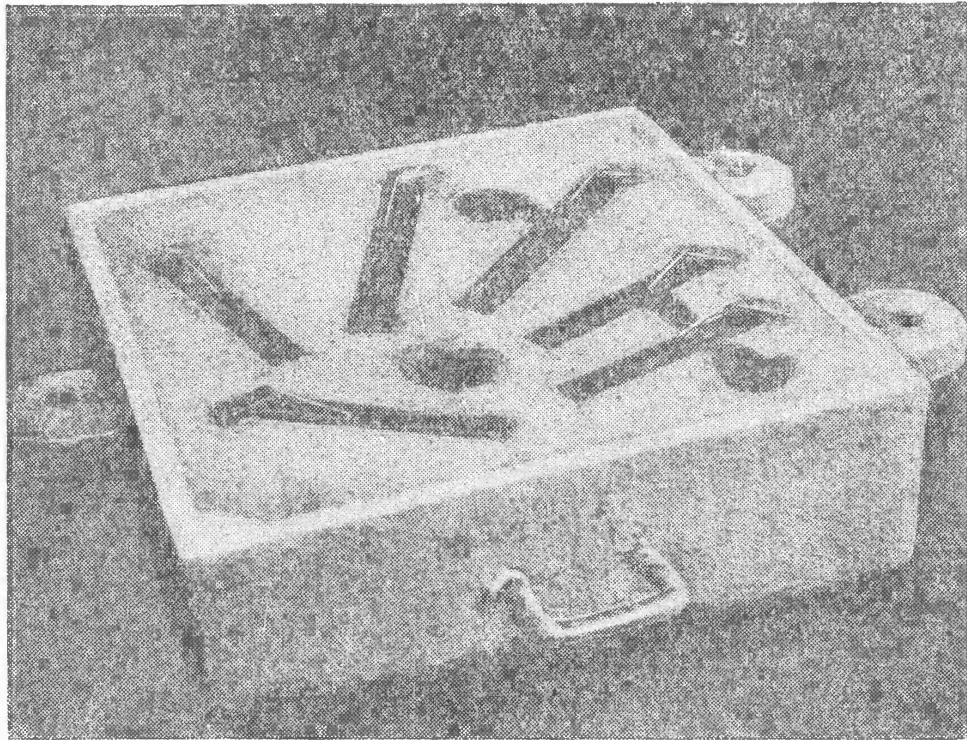


Фиг. 71. Схема формовки твердосплавных резцов с чугунными державками по способу Б. Г. Левина.

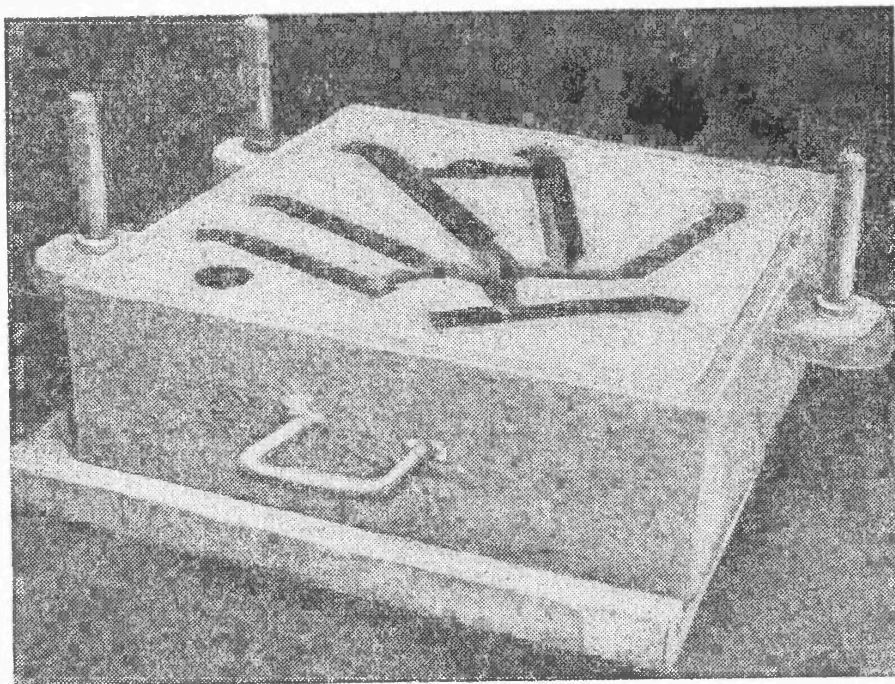
Далее изложена технология изготовления резцов конструкции, приведенной на фиг. 70, б.

Пластинки 1 вырубаются в штампах из Ст. 3.

Вырубной штамп для прямой пластинки; (фиг. 72, а) состоит из матрицы 2, связанной с основанием 1. Вырубной пуансон 4 и проколочный пуансон 5 закреплены в верхнем основании 6. Пуансон 4 имеет удлиненный выступ, входящий в отверстие матрицы до начала вырубки; этим предотвращается зарубание режущей кромки матрицы. Полоса стали шириной 30 мм подается между направляющими планками съемника 3 до выступа пуансона 4; после этого включается пресс. В штампе производится последовательно проколка отверстия $d = 8$ мм и вырубка по контуру согласно раскройной схеме, показанной на фиг. 72, а, справа.



a

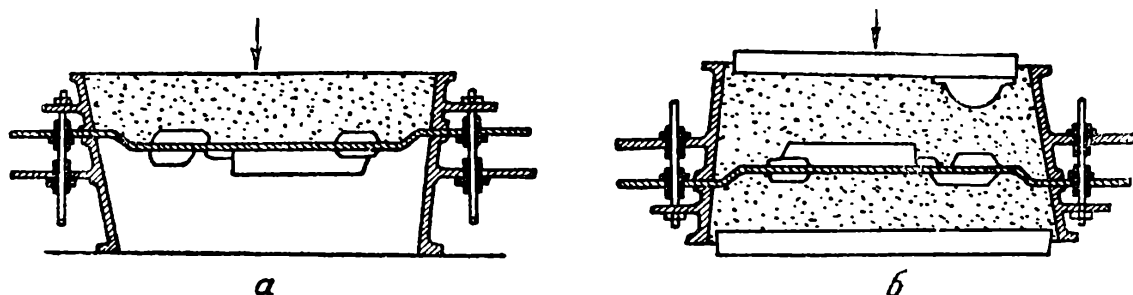


б

Фиг. 73. Твердосплавные резцы с чугунными державками, заформованные в опоке.

Наибольшее распространение находят в настоящее время резцы с литыми державками из модифицированного чугуна с последующей напайкой пластинок твердого сплава (фиг. 70, в).

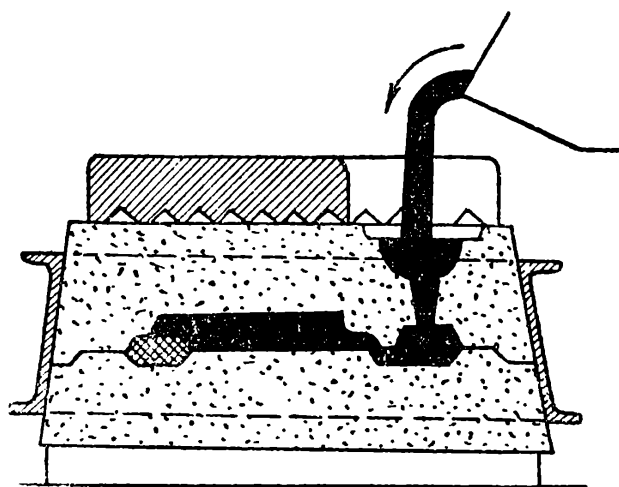
Державки отливаются в сырые песчаные формы. Формовка державок производится по металлическим двусторонним модельным плитам для безопочной формовки на формовочных (пневматических



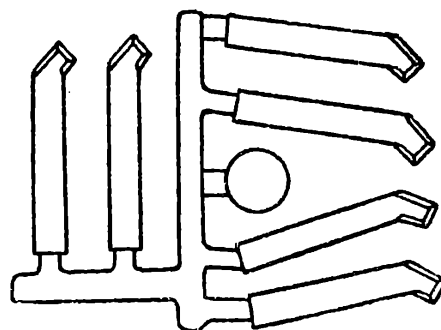
Фиг. 74. Схема набивки половин формы: *а* — нижней и *б* — верхней.

машинах. Формовочная смесь применяется обычная для чугунолитейного производства. На фиг. 74 изображена схема набивки нижней и верхней половин формы, а на фиг. 75 — схема собранной формы для заливки металлом. Схема отливки, извлеченной из формы, изображена на фиг. 76.

Гнезда державок имеют чистую поверхность вследствие установки в формы сухих стержней.



Фиг. 75. Схема собранной формы.



Фиг. 76. Схема отливки.

Для литых державок резцов рекомендуется применять модифицированный чугун следующего химического состава: С 2,6 ÷ 2,9%; Si 1,5 ÷ 1,8%; Mn 1 ÷ 1,2%; Ni 0,5 ÷ 0,6%; Cr 0,5 ÷ 0,7%; S ≤ 0,1%; P ≤ 0,3%. В качестве модификатора служит 75% ферросилиция.

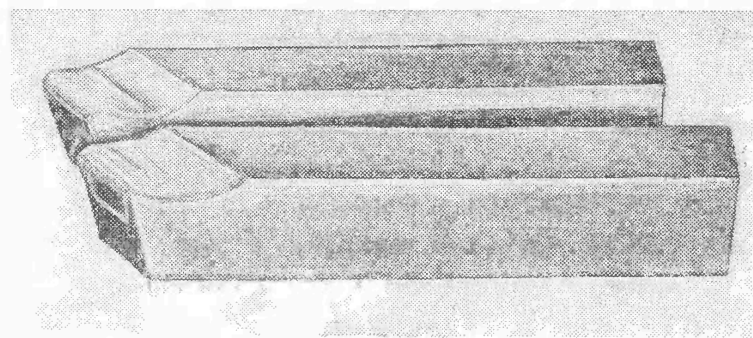
В шихту добавляется также природно-легированный чугун в количестве 20 ÷ 25% от веса шихты и стальные отходы в таком же количестве.

На заводе „Русский дизель“ модификация чугуна производится непосредственно в ковше перед заливкой. Процесс получения сверхпрочного модифицированного чугуна заключается в присадке к исходному жидкому чугуну (имеющему химический состав: С 2,9 ÷ 3,5%;

Si 1,0 ÷ 2,8% и P ≤ 0,3%) 0,5 ÷ 1% магния в чистом виде или в виде лигатуры магния с медью и последующей обработке чугуна 75% ферросилицием.

Державки из модифицированного чугуна имеют следующие механические свойства: предел прочности при растяжении $\sigma_B = 40 \text{ кг/мм}^2$; предел прочности при изгибе $\sigma_{BV} = 55 \div 65 \text{ кг/мм}^2$; предел прочности при сжатии $\sigma_d = 120 \div 140 \text{ кг/мм}^2$; твердость по Бринелю $H_B = 300 \div 400$.

У резцов с литыми державками фрезеруется нижняя опорная плоскость на вертикально-фрезерном станке в тисках (фиг. 59). Эту операцию можно заменить шлифованием.



Фиг. 77. Резцы с литыми державками и приваренными пластинками быстрорежущей стали.

твердого сплава, что способствует прочной напайке без образования трещин на пластинках.

В НИФ ГПИ МТрМ приведены опыты по изготовлению резцов с литыми державками и залитыми пластинками из быстрорежущей стали (фиг. 77). Пластинки быстрорежущей стали вставляются в литейные формы и заливаются модифицированным чугуном. Этот способ изготовления резцов обеспечивает прочное соединение пластинок с державками. Литые резцы подвергаются закалке в соляных ваннах.

Чугунные державки свободно выдерживают температуру закалки пластинок быстрорежущей стали Р9.

Рекомендуется следующий химический состав чугуна для отливки державок резцов: С 1,5 ÷ 1,7%; Si 1,6 ÷ 1,8%; Mn 0,9 ÷ 1%; Cr 0,7 ÷ 0,9%; Ni 0,7 ÷ 0,9%; S ≤ 0,12%; P ≤ 0,3%.

Механические свойства указанного чугуна после термической обработки резцов следующие: предел прочности при изгибе $\sigma_{BV} = 80 \div 90 \text{ кг/мм}^2$; твердость по Бринелю $H_B = 450 \div 500$.

16. Подготовка пластинок из твердых сплавов для напайки и механического крепления на резцах. Изготовление пластинок из быстрорежущей стали

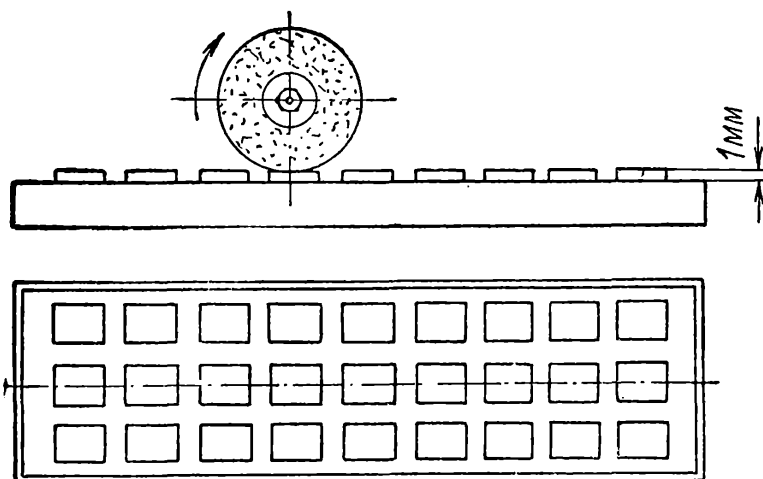
Подготовка пластинок из твердых сплавов для напайки на резцы. Высокая чистота поверхности твердосплавной пластинки является непременным условием ее качественной напайки. Даже незначительный налет масла или грязи от прикосновения пальцев может помешать получению хорошего соединения.

До напайки пластинки подвергаются шлифованию. Применяются три способа шлифования пластинок: на плоскошлифовальных станках, вручную на абразивных кругах и химико-механическим способом.

Шлифование пластинок на плоскошлифовальных станках. Шлифование пластинок производится на плоскошлифовальных станках кругами из карбида кремния при обильном охлаждении. Во избежание появления на пластинках поверхностных трещин, толщина слоя, снимаемого за один проход, не должна превышать 0,007 мм.

Шлифование пластинок производится с применением специального приспособления (фиг. 78). В рамку приспособления одновременно помещается до 100 пластинок; затем они заливаются серой. Приспособление с пластинками устанавливается на магнитном столе шлифовального станка.

Для шлифования пластинок применяются круги из зеленого или черного карбида кремния на керамической связке следующих характеристик: для твердого сплава ВК8 — зернистостью 46 и твердостью М1; для сплава Т15К6 — зернистостью 60, твердостью М3.



Фиг. 78. Приспособление для шлифования пластинок твердых сплавов.

Шлифование пластинок вручную на абразивных кругах. При изготовлении небольшого количества резцов и отсутствии соответствующего оборудования применяют ручное шлифование пластинок, которые зажимают в специальном приспособлении. При шлифовании пластинку прижимают к абразивному кругу с небольшим усилием. Во избежание местного перегрева, ведущего к трещинам, пластинку периодически отнимают от круга и охлаждают на воздухе. Не допускается охлаждение пластинки в воде или в других резкоохлаждающих средах.

После шлифования пластинки промываются в бензине и проверяются на отсутствие трещин посредством лупы с пятнадцатикратным увеличением.

Однако при этом способе шлифования с поверхности пластинки снимается только окисленный слой и поверхность получается неровной; в результате, при напайке медью пластинки на державку в неровностях скапливается припой. Мягкая основа под пластинкой может вызвать ее излом.

Химико-механический способ шлифования пластинок. Этот способ шлифования пластинок имеет следующие преимущества перед абразивным способом:

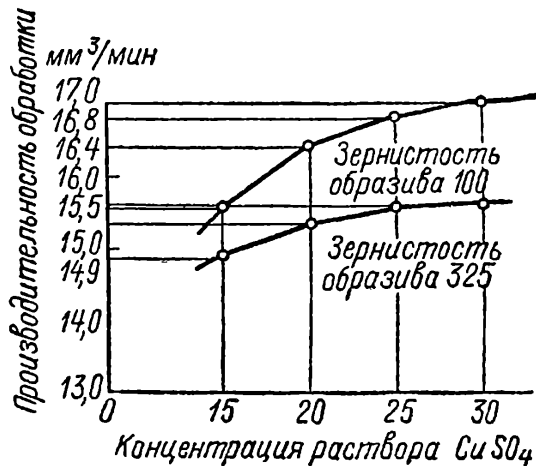
- 1) высокую производительность;

2) хорошее качество обработанной поверхности пластинки и предотвращение образования на ней трещин при обработке;

3) простоту конструкции станка, установочных приспособлений и обслуживания их при работе;

4) недефицитность применяемых материалов.

Сущность химико-механического способа шлифования пластинок из твердых сплавов заключается в следующем: пластинки твердого сплава погружаются в раствор медного купороса определенной консистенции; вследствие химического воздействия происходит процесс отложения меди раствора на поверхности пластинок и выпадения кобальта пластинок в раствор; в результате поверхность пластинок постепенно разрушается; разрушение немедленно прекращается после покрытия поверхности пластинок тончайшим слоем меди.



Фиг. 79. Зависимость производительности процесса шлифования химико-механическим способом пластинок твердого сплава Т15К6 от концентрации раствора.

Ниже приведены данные ВНИИ МСС по химико-механическому способу шлифования пластинок из твердых сплавов.

На фиг. 79 представлена диаграмма зависимости производительности процесса от концентрации раствора CuSO_4 для сплава Т15К6. Как видно, сначала производительность резко возрастает, затем постепенно приближается к своему максимальному значению. Оптимальной является концентрация раствора 20—25%.

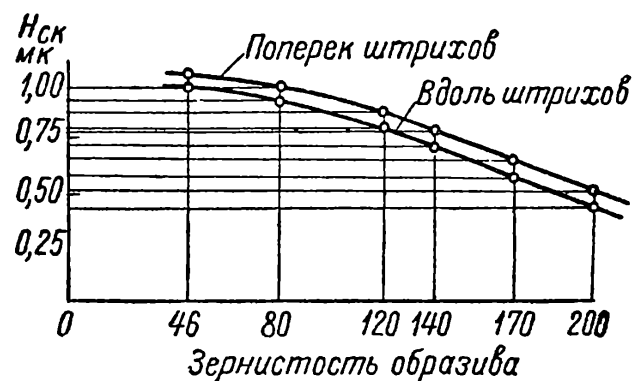
По данным ВНИИ, характер изменения зависимости для различных сплавов и зернистости абразивного зерна один и тот же. При одинаковой концентрации CuSO_4 сплавы Т15К6 и Т5К10 шлифуются лучше, чем сплав ВК8. Концентрация раствора не

влияет на качество поверхности. Производительность процесса в значительной степени зависит от величины абразивного зерна (табл. 41).

Следовательно, максимальная производительность обеспечивается при работе абразивами зернистостью 80.

Так как при химико-механическом способе шлифования происходит непрерывное удаление разрыхленных слоев твердого сплава и слоя меди абразивными зернами, находящимися в растворе, то процесс шлифования протекает достаточно интенсивно.

Так как при химико-механическом способе шлифования происходит непрерывное удаление разрыхленных слоев твердого сплава и слоя меди абразивными зернами, находящимися в растворе, то процесс шлифования протекает достаточно интенсивно.



Фиг. 80. Зависимость микрогеометрии поверхности пластинки твердого сплава ВК8, обработанной химико-механическим способом, от зернистости абразива.

Зависимость производительности процесса химико-механического шлифования от зернистости абразивов

Обрабатываемый сплав	Зернистость абразива				
	46	80	120	140	170
	Производительность в м ³ /мин				
ВК8	8,3	13,2	9,2	8,3	11,8
T15K6	12,6	20,55	15,0	12,6	17,25

При необходимости получения высокой чистоты обработанной поверхности пластинки твердого сплава следует применять абразивы зернистостью 200—325.

На фиг. 80 изображена зависимость чистоты поверхности от зернистости абразива.

На производительность процесса оказывает также влияние скорость вращения шлифовальника. Опытами ВНИИ установлено, что оптимальной скоростью шлифовальника является 1,5 м/сек, а оптимальным удельным давлением диска на пластинку — 0,15 кг/см².

Продольное перемещение диска с пластинками принимается в пределах 50—60 мм для получения высокой производительности и 10—15 мм для обеспечения необходимой точности обработки.

Станок для химико-механического способа шлифования пластинок из твердых сплавов изображен на фиг. 81. На сварной станине 1 установлен электродвигатель 3 мощностью 1 квт, приводящий в движение двухступенчатый шкив 2, свободно сидящий на валу 4. От шкива 2 движение передается шкивом 18 на вал 16. Шкив 17, сидящий на валу 16, передает движение на шкив 5 и на вал 4.

На конце вала 4 установлен медный диск-шлифовальник 6 диаметром 150 мм. На верхнем конце вала 16 закреплен кривошипный механизм, состоящий из шайбы 15 и кривошипа 14. На конце кривошипа насажен шкив 13, передающий посредством шкива 12 вращательное движение валу 10 и находящемуся под давлением пружины 11 латунному диску 9.

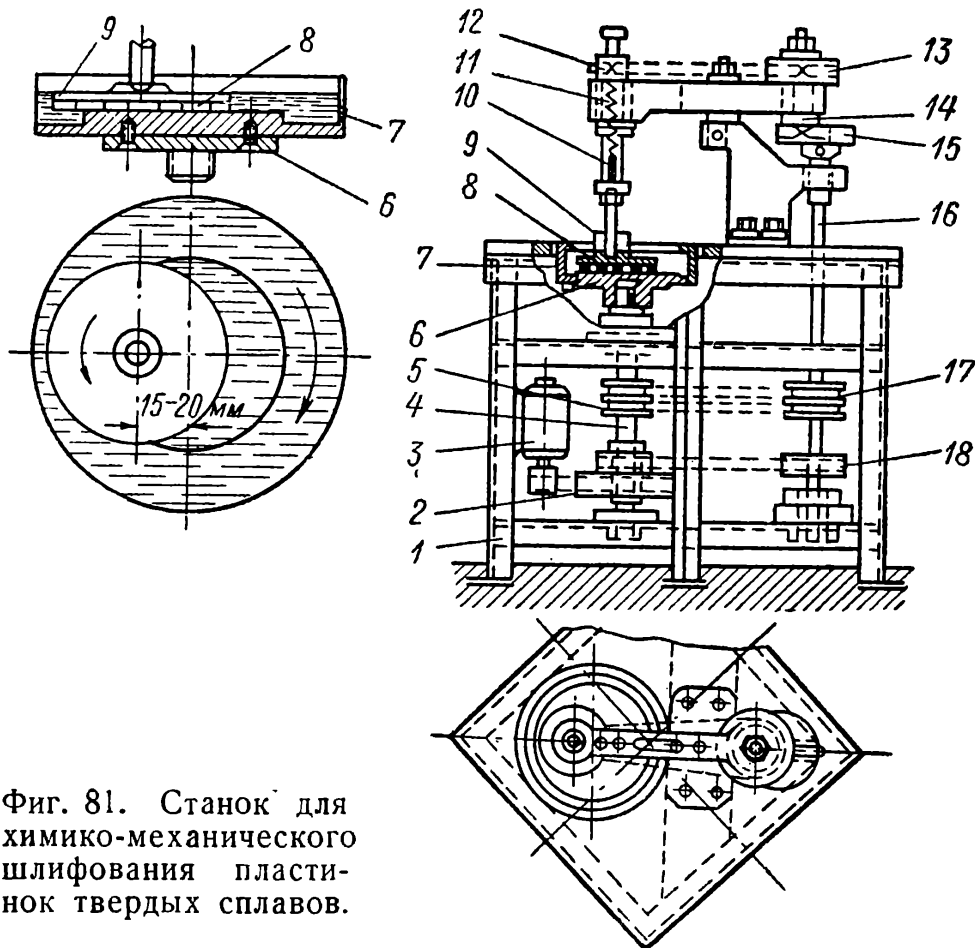
На латунный диск наклеиваются пластинки твердого сплава 8, опирающиеся своей наружной поверхностью, подлежащей шлифованию, на диск-шлифовальник 6. Эксцентриситет диска 9 по отношению к диску 6 должен составлять 15—20 мм.

Пластинки твердого сплава приклеиваются на диск 9 смесью, состоящей из одной весовой части канифоли и трех весовых частей воска. Круглая обойма сгола 7 наполняется 25% раствором медного купороса в количестве 300 см³ и засыпается наждачным порошком зернистостью 80 в количестве 40 г. Для направления раствора к центру диска в обойме устанавливается лопатка.

Медный диск вращается со скоростью $80 \div 100$ об/мин; латунный диск, помимо вращательного, имеет возвратно-поступательное движение со скоростью $60 \div 80$ ходов в минуту.

После окончания шлифования диск с наклеенными пластинками снимается и подогревается на электроплите до температуры $50 \div 60^\circ$

Продолжительность шлифования 50–60 пластинок составляет 30 мин.

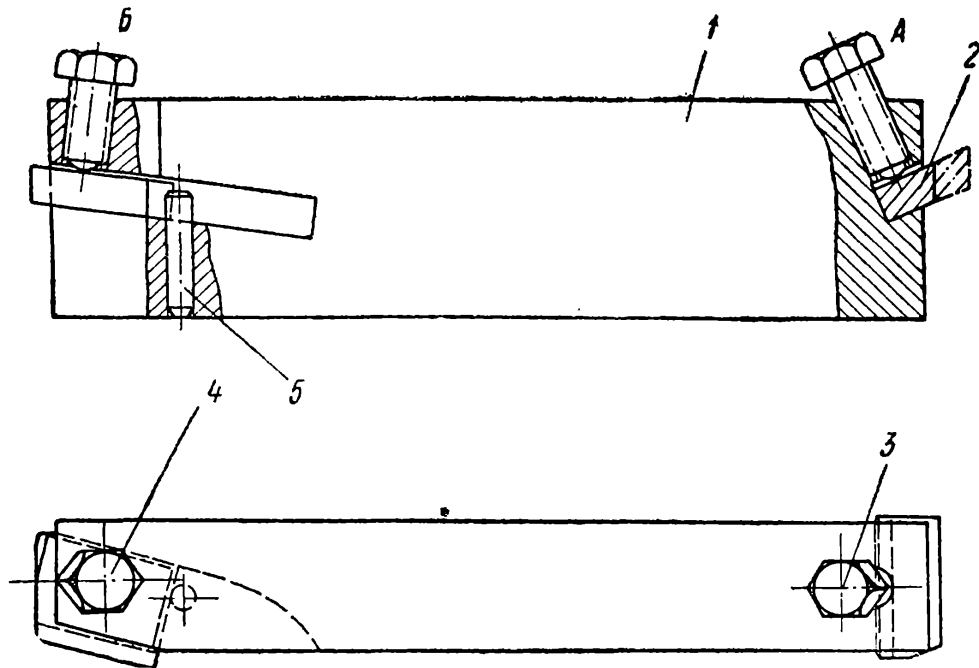


Фиг. 81. Станок для химико-механического шлифования пластинок твердых сплавов.

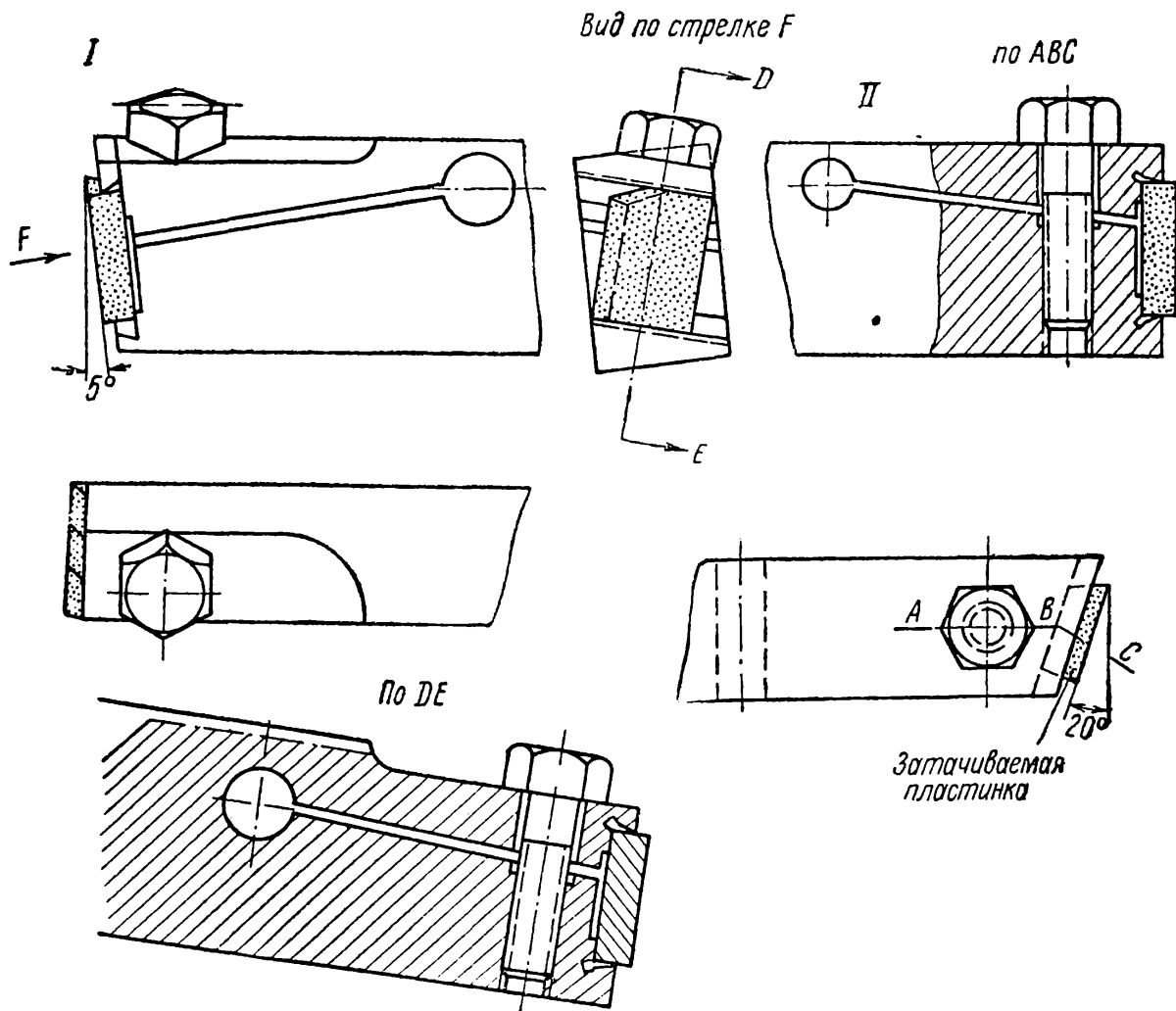
Для увеличения производительности станка необходимо иметь два диска. Наклейка пластинок на запасный диск может производиться во время работы станка.

Подготовка пластинок из твердых сплавов для механического крепления на резцах. Пластины твердых сплавов для резцов с механическим креплением пластинок должны затачиваться в централизованном порядке с применением специальных приспособлений. Далее приводятся несколько приспособлений для шлифования и доводки пластинок из твердых сплавов для резцов конструкции Г. М. Рывкина и Б. И. Самойлова.

Как указывалось выше, для токарного проходного прямого резца с углом $\varphi = 60^\circ$ может быть применена пластинка твердого сплава формы 0223 (фиг. 28). На фиг. 28 представлено приспособление для шлифования и доводки пластинки твердого сплава по главной и вспомогательной задним граням на заточном абразивном или анодно-механическом станке.

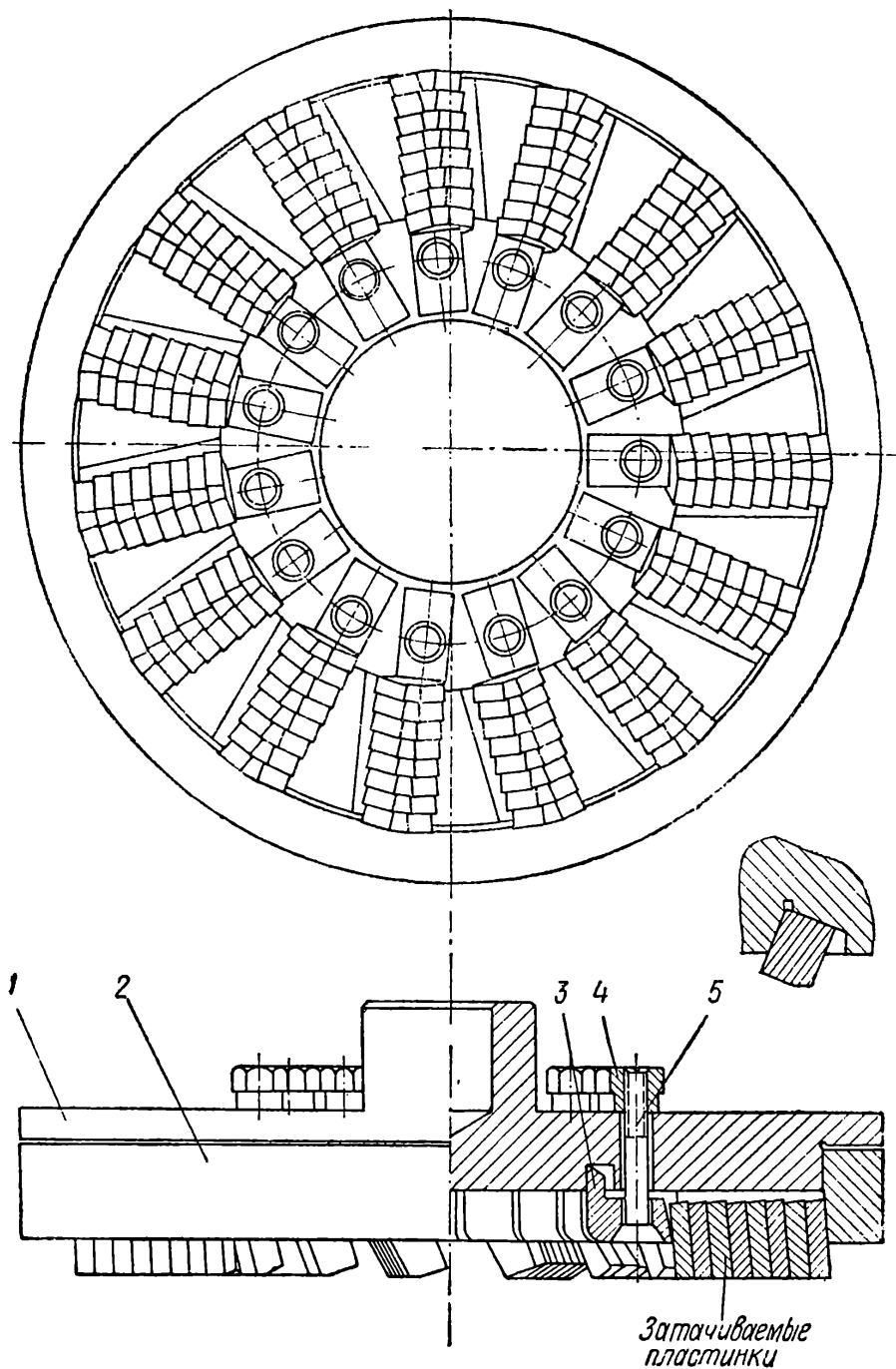


Фиг. 82. Приспособление для шлифования и доводки пластинок твердых сплавов по задним граням.



Фиг. 83. Приспособление для заточки и доводки фаски на передней грани пластинок твердых сплавов.

Приспособление состоит из корпуса 1 из стали 40Х, закаленной на твердость $H_{RC} = 50 \div 55$. В корпусе со стороны А профрезерован паз под углом 25° , в котором устанавливается пластинка 2 для шлифования по главной задней грани. Со стороны Б корпуса профрезерован паз под углом 8° для шлифования пластинки по вспомога-



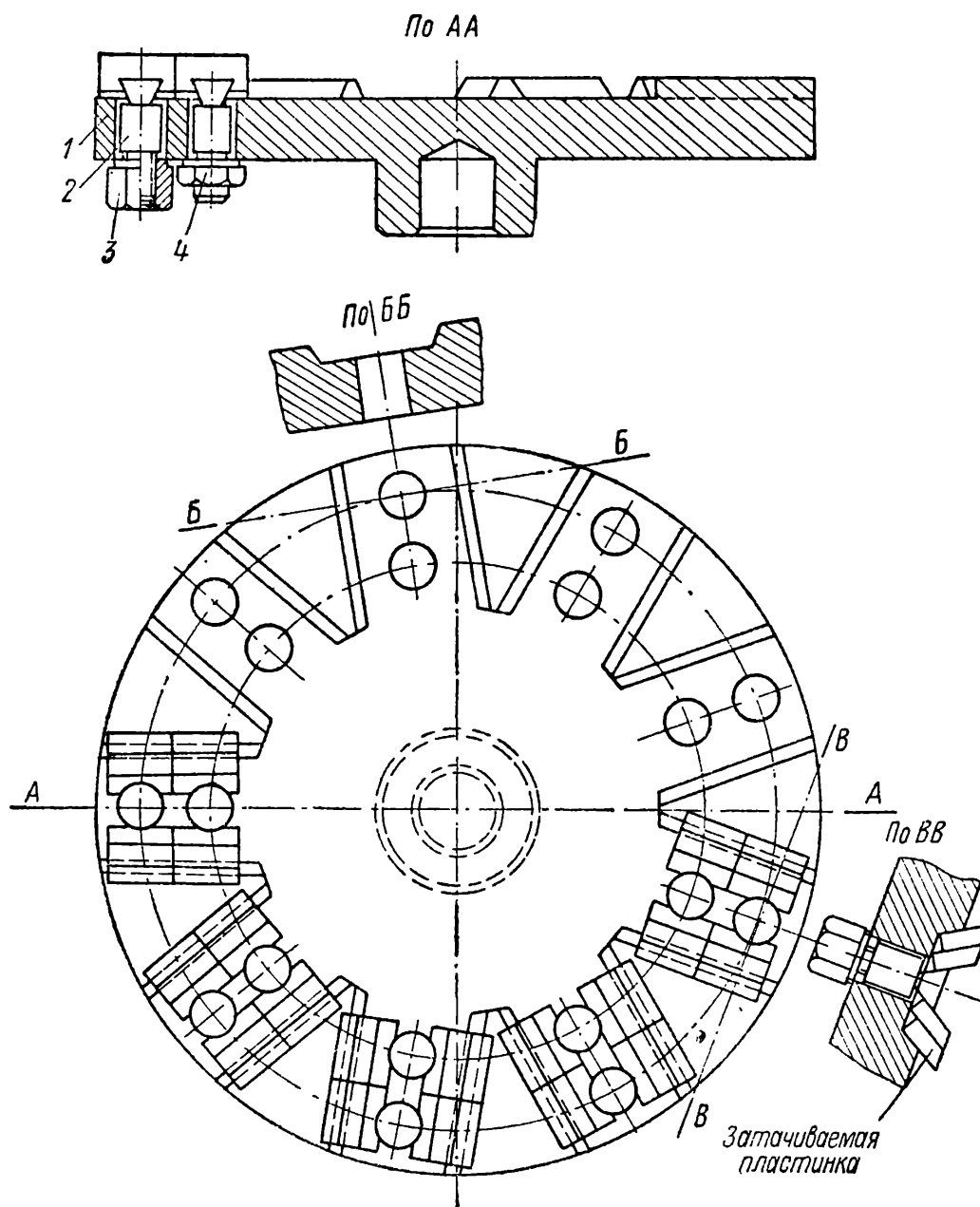
Фиг. 84. Приспособление для химико-механического шлифования вспомогательной задней грани пластинок твердых сплавов.

тельной задней грани. Пластика слегка зажимается болтами 3 и 4. Для предотвращения сдвига пластинки при шлифовании вспомогательной задней грани служит упорный штифт 5.

Приспособление, показанное на фиг. 83, служит для заточки и доводки фаски на пластинке под передним углом $\gamma = -5^\circ$ на ширину не более 1 мм (сторона I) и под углом $\gamma = -20^\circ$ (сторона II).

На фиг. 84 и 85 изображены приспособления конструкции ВНИИ МСС для шлифования пластинок твердого сплава формы 0223 по задним граням.

Приспособление, представленное на фиг. 84, состоит из планшайбы 1 из кислотоупорной стали, в которой профрезерованы пятнадцать пазов под углом, соответствующим углу наклона задней



Фиг. 85. Приспособление для химико-механического шлифования главной задней грани пластинок твердых сплавов.

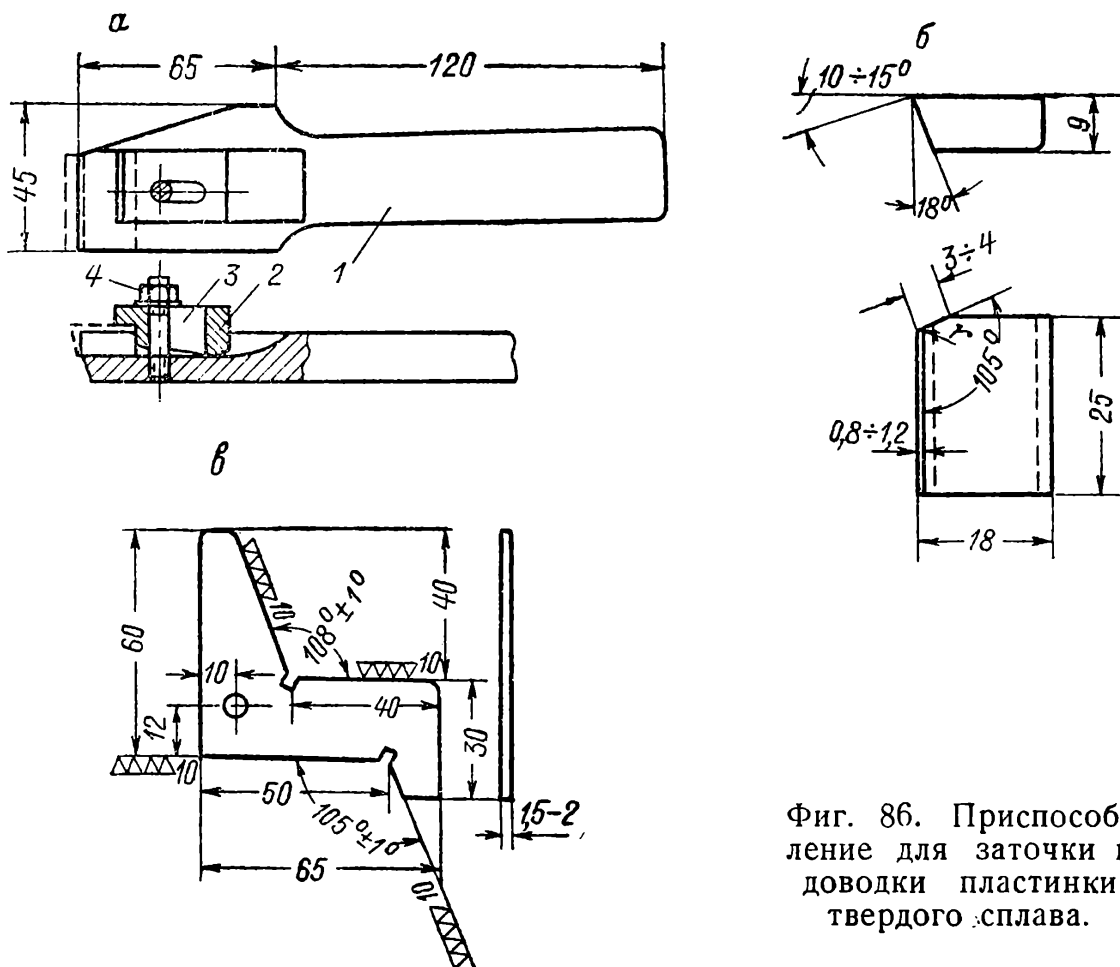
вспомогательной грани пластинки. В наружную выточку планшайбы устанавливается по скользящей посадке кольцо 2, изготовляемое также из кислотоупорной стали.

В каждый паз планшайбы устанавливается по восемь пластинок твердого сплава; пластинки зажимаются сухарем 3 посредством латунных винта 5 и гайки 4.

Приспособление, показанное на фиг. 85, состоит из корпуса 1 из кислотоупорной стали, в котором профрезерованы девять пазов,

соответствующих углу наклона главной задней грани пластинки. В каждый паз корпуса устанавливаются два ряда по шесть пластинок и зажимаются посредством винта 2 и гаек 3 и 4. Винт и гайки изготавливаются из латуни.

На фиг. 86, а представлена конструкция простейшего приспособления для индивидуальной заточки и доводки пластинки твердого сплава формы 0235 (фиг. 86, б). Зажим пластинки в державке 1 производится планкой 2 посредством шпильки 3 и гайки 4. Контроль углов заточки производится шаблоном (86, в).



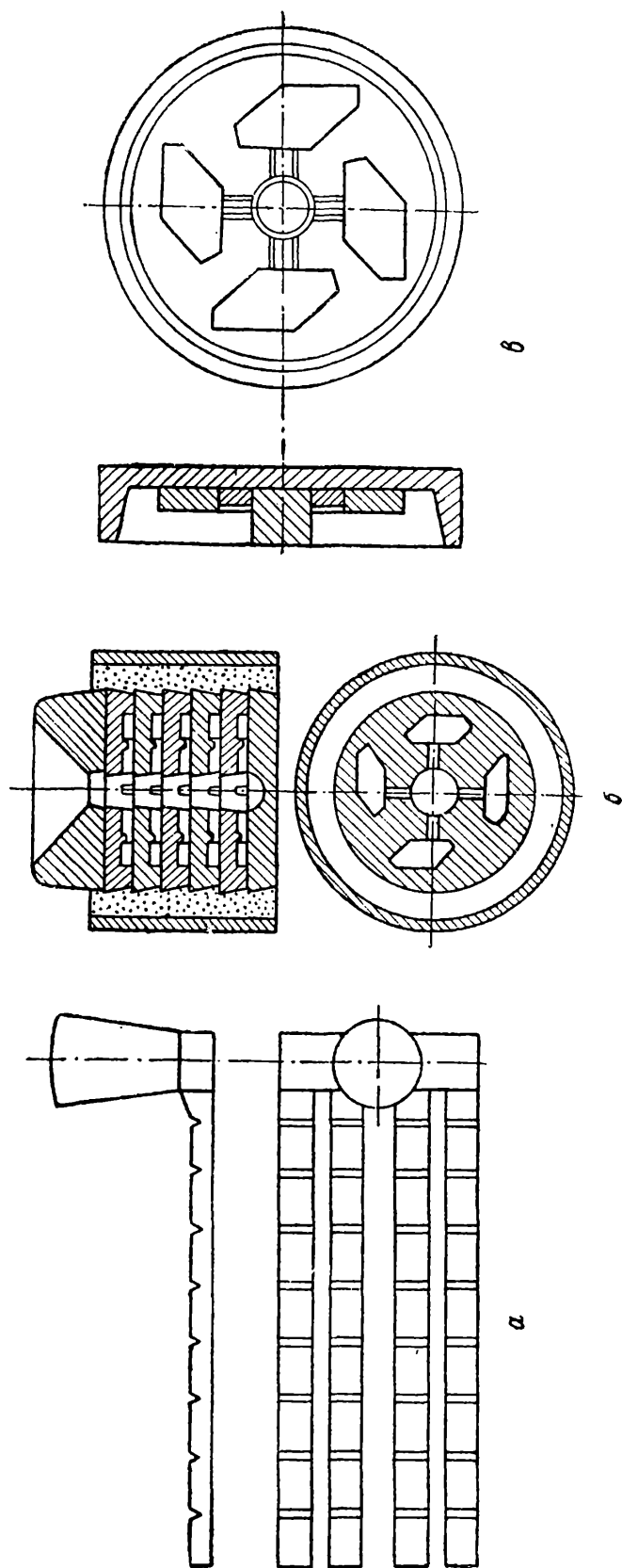
Фиг. 86. Приспособление для заточки и доводки пластинки твердого сплава.

Изготовление пластинок из быстрорежущей стали. Пластинки изготавливаются из кованных полос быстрорежущей стали и ее заменителей.

Однако это неэкономично, так как при механической обработке пластинок получается много отходов дефицитного металла. В настоящее время получает применение способ изготовления пластинок путем использования отходов быстрорежущей стали.

Отходы быстрорежущей стали переплавляются на высокочастотных установках или в электродуговых плавильных печах, а затем заливаются в формы.

На фиг. 87, а изображены пластины, отлитые из быстрорежущей стали с литником. На фиг. 87, б представлена стопочная формовка пластинок, применяемая на 1 ГПЗ имени Л. М. Кагановича. Стержневой ящик с четырьмя заформованными пластинками показан на фиг. 87, в.



Фиг. 87. Литые пластинки из быстрорежущей стали и форма для отливки.

Таблица 42

Марки стали, рекомендуемые для литых пластинок

Обозначение	Химический состав в %										Термическая обработка		
	C	W	Cr	V _a	Si	Mn	P	S	Закалка		Отпуск		
									температура в °C	продолжительность выдержки	температура в °C	число отпусков при 560—580°	
ЛИ-18-4-1	0,75—0,95	17—19	3,8—4,6	1,0—1,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,04	≤ 0,04	1270—1300	Увеличивается в 1,5—3 раза по сравнению с кованой сталью	560—580	2—4	
ЛИ-12-4-2	0,9—1,1	11—13	3,8 4,6	1,8—2,2	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,04	≤ 0,04	1240—1265		560—580	2—4	

Следует рекомендовать отливку пластинок из быстрорежущей стали в сухих формах или чугунных кокилях. Отлитые пластинки подвергаются термической обработке, после чего очищаются на пескоструйном аппарате. Твердость литых пластинок $H_{RC} = 60 \div 64$.

До припайки необходимо шлифовать плоскости пластинки, прилегающие к державке.

Литые пластинки рекомендуется изготавливать из быстрорежущей стали марок, приведенных в табл. 42.

Химический состав стали может изменяться в зависимости от содержания отходов, идущих в переплавку, и тех дополнительных компонентов, которые добавляются в шихту.

Производство литых пластинок из отходов быстрорежущей стали целесообразно организовать там, где налажено производство литого инструмента, так как организация вновь производства литых пластинок связана с необходимостью приобретения оборудования для плавки и формовки (бегуны, валки для размолла глины, сушила, формовочные станки, формовочный инструмент и др.).

ГЛАВА IV

НАПАЙКА НА РЕЗЦЫ ПЛАСТИНОК ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ И БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ¹

Существует несколько способов напайки пластинок из твердых сплавов и быстрорежущей стали на державки резцов. Нагрев для напайки может быть осуществлен на высокочастотных установках (индукционный нагрев), на электрических точечных или стыковых машинах контактной сварки, в электрических газовых или нефтяных печах и пламенем ацетилено-кислородной горелки.

Наиболее совершенными способами нагрева являются индукционный и на электрических машинах контактной сварки.

Далее описаны различные способы напайки пластинок на резцы. Предварительно изложены сведения о применяемых при напайке припоях, сварочных порошках и флюсах.

17. Припой, сварочные порошки и флюсы

К припоям для напайки пластинок на резцы предъявляются следующие требования:

- 1) достаточная прочность и пластичность в условиях нагрева при эксплуатации инструмента;
- 2) соответствие температуры плавления температуре термической обработки пластинок быстрорежущей стали;
- 3) хорошая жидкотекучесть и смачиваемость поверхностей, подлежащих напайке при малых зазорах между ними;
- 4) хорошая теплопроводность;
- 5) невысокая стоимость.

Припой для напайки твердосплавных пластинок. При выборе припоя для напайки твердосплавных пластинок необходимо учитывать, что твердые сплавы и стальные державки имеют различные коэффициенты линейного расширения. При охлаждении после напайки в пластинке и в державке возникают значительные напряжения, снижающие прочность соединения и служащие причиной появления микротрещин в пластинках.

¹ В этой главе приведены также краткие сведения о напайке на резцы керамических пластинок,

В качестве припоя широко применяется электролитическая медь М1 (Cu 99,9⁰/₀; температура плавления — 1083°) в виде фольги толщиной 0,2÷0,4 мм. Фольга размягчается при нагреве до температуры 700÷800° и быстром охлаждении в воде. После просушки фольга должна быть тщательно очищена наждачной бумагой или шабером и нарезана на пластинки с размерами, превышающими на 4÷5 мм линейные размеры опорной поверхности пластинки твердого сплава. Подготовленный таким образом припой, во избежание его загрязнения, должен храниться в закрытом месте.

Для напайки нельзя применять медь с примесями (серой, мышьяком и др.), так как они вредно влияют на качество паяных соединений.

Для резцов, работающих с малой нагрузкой (чистовая обточка, нарезание резьбы и др.), можно применять латунный припой Л62 (Cu62⁰/₀ и Zn38⁰/₀); температура плавления 900°

Медь является лучшим проводником тепла, чем латунь. Поэтому в процессе резания тепло от режущей кромки резца, напаянного медным припоем, интенсивнее отводится в державку. При латунном припое тепло задерживается в режущей кромке и стойкость резца в связи с этим снижается.

Для резцов, работающих с большой нагрузкой, применяется медно-никелевый припой химического состава: Cu 80÷75⁰/₀ и Ni 20÷25⁰/₀. Температура плавления этого припоя 1160÷1180° Никель значительно повышает прочность припоя.

На Ленинградском металлическом заводе имени И. В. Сталина применяется медно-железо-никелевый припой ГПФ химического состава: Cu 74⁰/₀; Fe 9⁰/₀; Ni 10,8⁰/₀; Mn 5⁰/₀; Si 1⁰/₀; примеси 0,2⁰/₀. Температура плавления припоя 1140÷1160° Железо введено в припой для уменьшения содержания дорогостоящего никеля. Кремний и марганец повышают жидкотекучесть припоя и способствуют образованию шлака железистых окислов.

Инженеры Ленинградского завода имени Карла Маркса предложили припои КМ и ГФК с пониженной температурой плавления (950 и 965°) следующего химического состава (в ⁰/₀):

	Cu	Zn	Ni	Fe	Mn	Si	Pb
Припой КМ	57÷58	33÷34	8÷9	—	—	—	0,8÷1,0
Припой ГФК	74÷73	6÷8	5÷4	7÷6	4÷5	4÷3	—

В табл. 43 приведены сравнительные данные испытания на механическую прочность соединений, паянных припоями КМ, ГПФ и медью.

Припой ГФК рекомендуется применять для резцов, работающих на средних и тяжелых режимах резания.

Припои и сварочные порошки для напайки быстрорежущих пластинок. Для напайки быстрорежущих пластинок к державкам резцов применяются, главным образом, сварочные порошки. В табл. 44 приведен состав сварочных порошков, имеющих наибольшее применение. Лучшие результаты дает малоуглеродистый ферромарганец с повышенным содержанием кремния (табл. 45).

Таблица 43

Механическая прочность соединений, паянных различными припоями

Марка припоя	Средняя разрушающая нагрузка в кг/см ²	Ударная вязкость в кгм/см ²
КМ	2144	59
ГПФ	1862	25
Медь	1832	55

Таблица 44

Состав сварочных порошков в %

Ферро-марганец	Ферро-силиций	Стальная стружка	Чугунная стружка	Медная стружка	Стекло толченное	Бура обезвоженная	Сода техническая	Температура плавления в °С
60	—	—	—	—	30	10	—	1300—1320
—	12	72	—	—	—	15	1	1325—1345
25	5	60	—	—	10	—	—	1290—1330
—	32	10	—	16	—	32	10	1250—1280
40	10	—	20	5	15	10	—	1190—1300
72	—	—	—	—	20	8	—	1190—1300

Таблица 45

Химический состав ферромарганца в %

Характеристика ферромарганца	Mg	C	Si	P	S	Fe
Малоуглеродистый	75—80	1,0—1,2	1,0—2,5	0,4	0,25	Остальное
Высокоуглеродистый	70—80	5,6—6,5	0,6—2,2	0,4	0,05	

Ферромарганец и ферросилиций толкут в мелкий порошок и просеивают через сито, имеющее 200 отверстий на 1 см². Медь должна применяться в виде мелкой стружки.

Все компоненты сварочного порошка тщательно перемешиваются. Сварочный порошок должен храниться в сухом месте в закрытом сосуде.

Сварочные порошки обладают плохой жидкотекучестью. Поэтому для напайки быстрорежущих пластинок в последнее время применяют медно-железо-никелевый припой ГПФ химического состава: Cu 66%; Fe 14%; Ni 14%; Mn 5%; Si 1%. Температура плавления припоя 1220—1240°

Флюсы. Пластинки из твердого сплава и быстрорежущей стали, а также державки резцов в процессе напайки окисляются. Чем выше температура нагрева, тем интенсивнее окисление.

Окисная пленка, жировые пятна или грязь, остающаяся между спаиваемыми поверхностями, ухудшают растекание, смачивание и диффузию припоя. Это приводит к некачественной напайке. Для получения прочного соединения необходимо перед напайкой очистить поверхности от жировых пятен и окисных пленок. Спаиваемые поверхности следует очистить наждачным полотном и бензином, после чего пластинку и головку державки рекомендуется держать в водном концентрированном растворе буры.

Для предохранения от окисления в процессе напайки применяются флюсы, которые должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1) плавиться и растекаться при температуре несколько ниже (на $20-40^\circ$) температуры плавления припоя, облегчая текучесть последнего во время расплавления;

2) не растворяться в металле и не оказывать на последний вредного химического действия;

3) растворять или восстанавливать образовавшиеся окислы;

4) способствовать смачиванию спаиваемых поверхностей;

5) иметь малый удельный вес для легкого отделения от металла.

В качестве основы для флюсов применяется бура ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), состоящая из борнатриевой соли $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_4$ и борного ангидрида B_2O_3 . При нагревании трудно испаряемый борный ангидрид легко соединяется с окисями, особенно меди (CuO). Таким образом, при нагревании получается смесь двух легкоплавких солей $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_4$ и CuB_2O_4 , которые при температуре напайки легко вытесняются из зазоров затекающим припоем. Бура плавится при температуре 741° .

Для усиления действия флюса к буре добавляют борную кислоту (H_3BO_3), имеющую температуру плавления 577° ; при этом температура активного действия (температура, при которой флюс наиболее активно растворяет окисную пленку) значительно повышается. Флюс следует применять при температуре напайки свыше 1050° . Для понижения рабочей температуры к флюсу добавляют фтористый калий (KF) или хлористый цинк (ZnCl_2).

Для латунных припоев применяют флюс, состоящий из 50% буры и 50% борной кислоты, имеющей температуру плавления 760° .

Для приготовления флюса из буры ее плавят и после остывания растирают в мелкий порошок, который просеивают через сито, имеющее 400 отверстий на 1 см^2 . Флюс изготавливают в виде пасты. Для приготовления пасты флюс смешивают с ацетоном до тестообразного состояния.

18. Индукционная напайка пластинок на резцы

Оборудование и приспособления для напайки. Для напайки пластинок на резцы индукционным нагревом требуются высокочастотные установки мощностью $10-30 \text{ квт}$. Промышленностью налажен серийный выпуск установок мощностью выше 30 квт . Наиболь-

шее распространение получили высокочастотные установки: закалочная ЛГЗ-60 и плавились-закалочная ЛГПЗ (фиг. 88), позволяющая производить плавку быстрорежущей стали, термообработку деталей и напайку режущего инструмента.

Установка состоит из генератора 1, конденсаторной батареи 2, пульта управления 3, закалочного трансформатора 4 и индукционной печи 6.

Высокочастотная установка снабжается силовым масляным трансформатором ЗТМ 100/10 либо силовым трансформатором воздушного охлаждения 5 мощностью 90 *квa* на напряжение питающей сети 220/380 *в*.

Высокочастотная установка ЛГПЗ имеет следующую техническую характеристику: максимальная потребляемая от сети мощность — 100 *квa*; отдаваемая *в/ч* мощность — 60 *квa*; напряжение питающей сети — 220 или 380 *в*; рабочая частота — $2 \cdot 10^5$ *гц*; тип генераторных ламп Г — 431; расход охлаждающей воды на установку — 3000 *м³/час*.

В последнее время во ВНИИ МСС и НИТИ изготовлены высокочастотные установки мощностью 10 *квa*, пригодные для пайки резцов сечением до 500 *мм²*. Следует ожидать, что эти установки получат широкое промышленное применение.

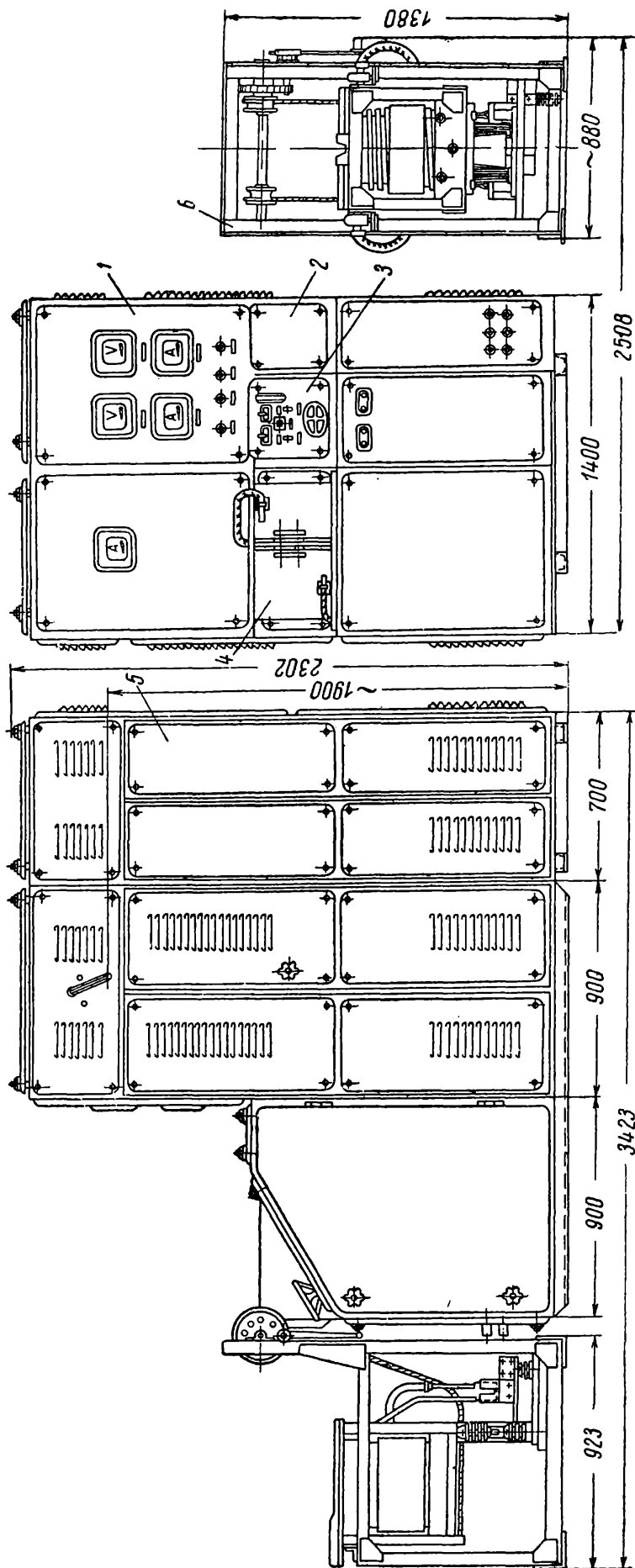
Установка НИТИ имеет реле времени для контроля продолжительности пайки.

Для качественной напайки на высокочастотных установках необходимо правильно выбрать форму индуктора в соответствии с формой и размерами головки резца.

Зазор между резцом и индуктором должен быть в пределах 5 *мм* с каждой стороны. Меньшие зазоры приводят к перегреву пластинки; большие зазоры — к уменьшению производительности процесса и повышенному расходу электроэнергии.

Большое значение имеет направление тока в витках индуктора. Ток должен быть направлен вдоль плоскости напайки (в направлении стрелки А на фиг. 89). При прохождении тока в перпендикулярном к плоскости напайки направлении создается опасность образования мгновенных очагов повышенной температуры за счет переходного сопротивления на пластинке, и как следствие этого, трещина на ней, разрыв жидких перемычек и вытеснение припоя из-под пластинки в процессе напайки.

На фиг. 89 изображена схема напайки пластинки на державку резца на ламповой высокочастотной установке. Индуктор закрепляется в контактной части установки скобами 6, к которым припаиваются медные трубки 5, изогнутые по форме головки резца. Для охлаждения к индуктору подается проточная вода через резиновые шланги 3. Предохранение индуктора от обгорания при случайном соприкосновении с резцом обеспечивается изоляцией асбестовым шнуром 4. Резец 1 устанавливается на прокладку 7 из жароупорного кирпича. Это облегчает труд рабочего (не нужно держать резец на весу) и уменьшает возможность сдвига пластинки 2. Стрелка А указывает направление тока.

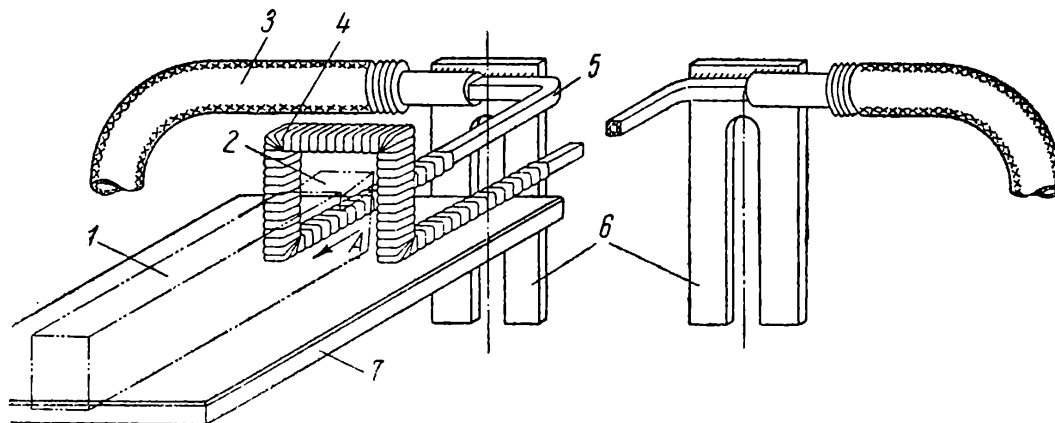


Фиг. 88. Плавильно-закалочная высокочастотная установка.

Скорость нагрева резца при напайке назначается из расчета $4 \div 5$ сек. на 1 мм толщины державки резца, считая толщиной меньший размер поперечного сечения державки.

Опыт показывает, что качественная напайка достигается при нагреве резца сечением 16×25 мм в течение 1 мин.

При напайке индукционным нагревом на открытом воздухе, как правило, не происходит окисления поверхности пластинки твердого

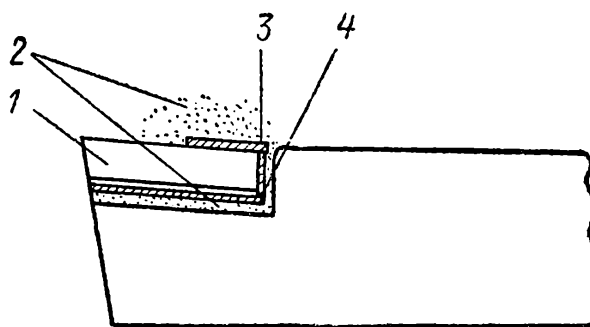


Фиг. 89. Схема напайки пластинки на державку резца на высокочастотной установке.

сплава, так как скорость нагрева пластинки и державки в этом случае значительно выше, чем, например, при нагреве в печах.

Технология напайки твердосплавных пластинок на резцы на высокочастотной установке. В гнездо державки насыпают слой буры толщиной около 1 мм. Головку державки устанавливают в индуктор так, чтобы она располагалась в зоне наибольшего магнитного потока, и выдерживают в этом положении до расплавления буры. Затем резец вынимают из индуктора и буру счищают металлической щеткой.

Гнездо державки вновь посыпают бурой 2 (фиг. 90), пинцетом укладывают на дно гнезда припой 4 и на нем устанавливают пластинку 1. На пластинку кладут кусочек припоя 3 для контроля за началом его плавления и всю головку резца посыпают бурой.



Фиг. 90. Схема подготовки резца к напайке твердосплавной пластинки.

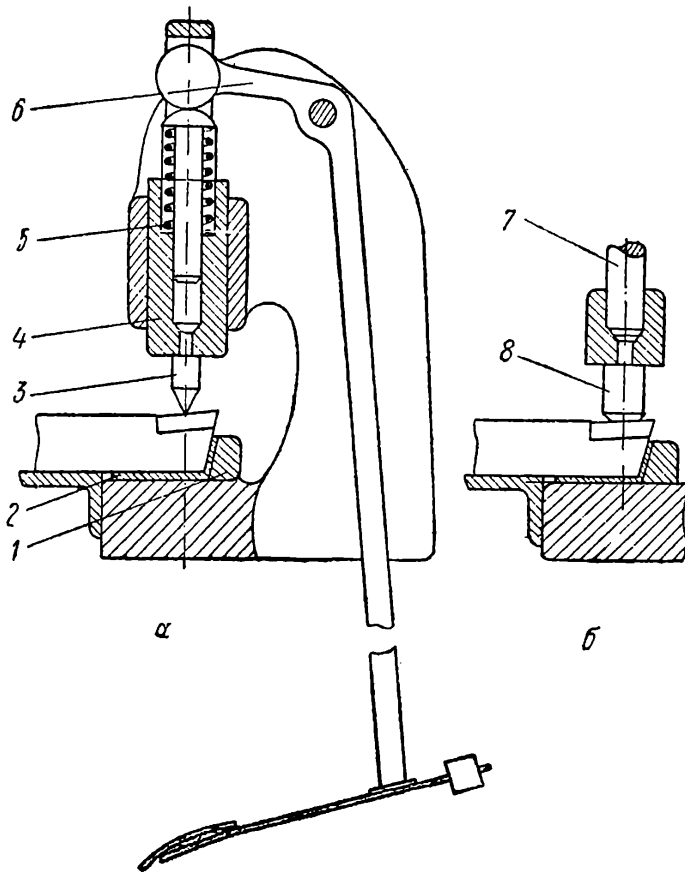
Собранную и посыпанную бурой головку резца вводят в индуктор.

После нагрева места пайки до температуры $700 \div 800^\circ$ головку резца вводят в зону наибольшего магнитного потока (фиг. 89). Необходимо следить за тем, чтобы пластинка твердого сплава и головка державки прогревались равномерно. В начальный момент расплавления контрольного кусочка припоя головку резца для уравнения температуры несколько выводят из зоны наибольшего магнитного потока, а затем опять вводят в эту зону и выдерживают в ней до полного расплавления припоя; после этого резец вынимают из

индуктора. Температура нагрева головки резца должна быть в пределах $1150 \div 1200^\circ$.

Вынутый из индуктора резец кладут на стол, и пластинку быстро прижимают к основанию гнезда для того, чтобы выдавить из-под нее избыточный слой припоя. В этом состоянии резец выдерживают до полного затвердевания припоя.

Прижим пластинки производится с помощью ножного пресса с закрепленной на нем подставкой (фиг. 91, а). Резец устанавли-



вают в трафарет 1 и прижимают штемпелем 3 конической формы. Штмпель, закрепленный в ползуне 4, приводится в движение рычагом 6. Для предотвращения быстрого отвода тепла от державки на столе прессы и по контуру трафарета укладывают тонкую асбестовую пластинку 2. Давление прессы осуществляется через пружину 5.

Если на вынутом из индуктора резце обнаруживается сдвиг пластинки, то до прижима к державке ее необходимо быстро установить в требуемое положение.

После затвердевания припоя резец очищают металлической щеткой от окалины.

Затем его помещают в ящик с порошкообраз-

Фиг. 91. Схема прессы для прижима пластинки после напайки на державку резца.

ным древесным углем или сухим песком, где оставляют до окончательного остывания.

Технология напайки быстрорежущих пластинок на резцы на высокочастотной установке. Для напайки быстрорежущих пластинок применяется индуктор такой же конструкции, как для напайки твердосплавных пластинок (фиг. 89).

При нагреве быстрорежущих резцов необходимо учитывать, что быстрорежущая сталь обладает меньшей теплопроводностью по сравнению с углеродистой сталью; поэтому пластинки требуют медленного нагрева до температуры 850° . При быстром нагреве вследствие медленной передачи тепла от наружных слоев пластинки к внутренним возникают значительные внутренние напряжения, создающие опасность образования трещин.

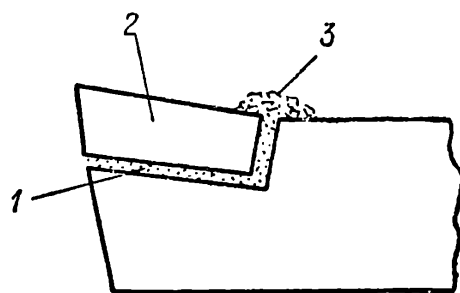
В интервале температур $850 \div 1300^\circ$ пластинки быстрорежущей стали требуют быстрого нагрева.

При нарушении технологии нагрева резцы с непаянными пластинками быстрорежущей стали подлежат обязательному отжигу, а затем закалке и отпуску по режимам термической обработки быстрорежущей стали, приведенным ниже.

Процесс напайки быстрорежущей пластинки осуществляется следующим образом. В гнездо державки насыпают порошкообразный припой 1 (фиг. 92) слоем толщиной 1—1,5 мм, затем укладывают пластинку 2 и у торцевого шва насыпают немного припоя 3.

Подготовленный таким образом резец вводят в индуктор. Во избежание неравномерного нагрева, зазор между индуктором и резцом должен быть симметричным.

Нагрев резца производится следующим образом. Головку резца вводят в индуктор и нагревают в течение 5—7 сек. до температуры 550° (слабо заметный цвет каления). После этого резец удаляют из индуктора и в течение нескольких секунд выравнивают температуру по сечению резца. Вторичный нагрев резца в индукторе производится до температуры 750—800° (красное каление). Затем резец снова выводят на несколько секунд из индуктора для выравнивания температуры. Третий нагрев производится до температуры 1000°, и резец вновь выводят из индуктора для непродолжительного выравнивания температуры. Последний нагрев производится до температуры закалки и расплавления припоя.



Фиг. 92. Схема подготовки резца к напайке быстрорежущей пластинки.

После этого резец вынимают из индуктора и быстро переносят на ручной пресс (фиг. 91, б), где пластинка плотно прижимается к гнезду державки. Затем резец закалывают в масле или в сильной струе воздуха.

Весь процесс нагрева ведут без заметного охлаждения резца между отдельными нагревами, причем общая продолжительность нагрева должна составлять 1—1,5 мин.

После закалки резцы подвергаются отпуску по нормальному режиму для быстрорежущей стали (стр. 167).

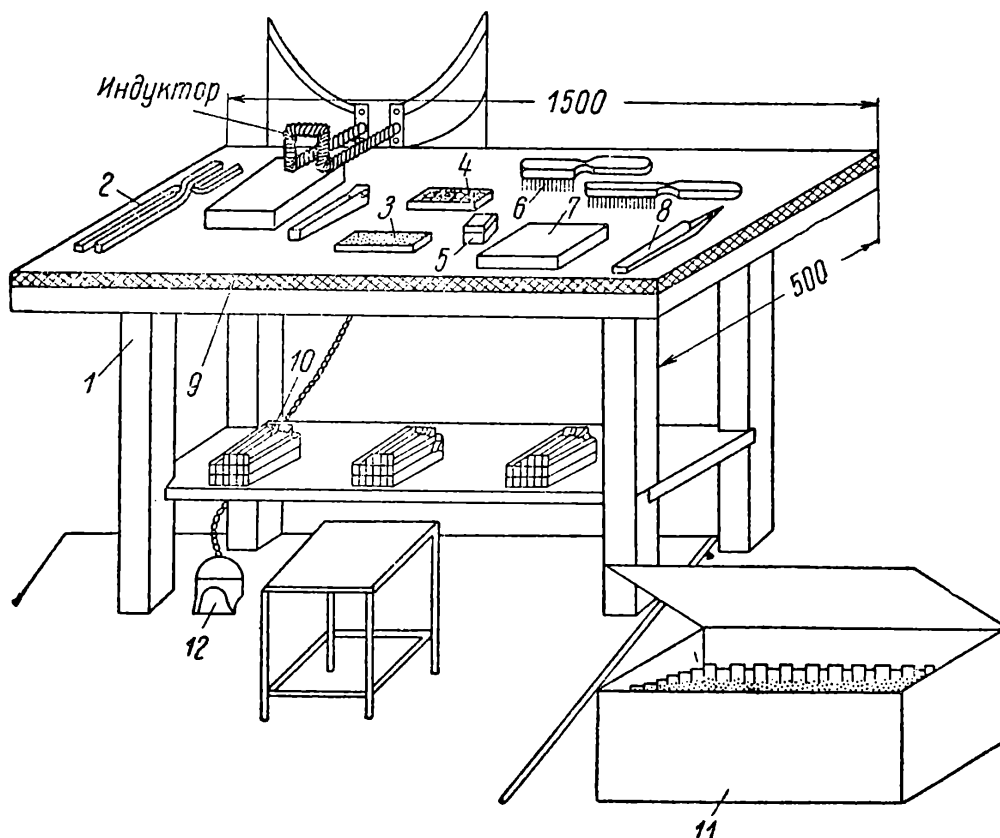
Для надежной напайки на державку необходимо здесь обеспечить большее давление прессы, чем для твердосплавной пластинки. Поэтому вместо пружины 5 в пресс (фиг. 91, б) вставляется удлиненный стержень 7, имеющий жесткое крепление с ползуном 4. Штемпель 8 в этом случае имеет форму передней грани пластинки и зажимает значительную ее часть.

Оборудование рабочего места. При индукционной напайке резцов большое значение имеет квалификация рабочего и правильная организация рабочего места.

На рабочем месте (фиг. 93) устанавливают стол 1, покрытый асбестовым картоном 9. На столе в определенном порядке располагают державки 10, пластинки 5, припой 4, буру 3, металлические щетки 6, клещи 2 (или специальное приспособление), рассчитанное

на хват державки резца. Кроме того, на столе устанавливают плиту 7 и напильник 8 или пресс для прижима пластинок после расплавления припоя. На полу рядом со столом устанавливают ящик 11 с угольным порошком для медленного охлаждения твердосплавных резцов после напайки.

Для закалки быстрорежущих пластинок к столу в месте установки прессы или плиты 7 подводят сжатый воздух или устанавливают бак с маслом. Включение тока производится нажимом pedalной кнопки 12.



Фиг. 93. Схема организации рабочего места при высокочастотной напайке.

К работе по напайке резцов на высокочастотной установке должны допускаться только квалифицированные рабочие, знающие правила техники безопасности. Оборудование должно быть установлено на резиновом коврике, а обслуживающий персонал должен работать в резиновых перчатках и синих очках.

19. Напайка пластинок на резцы на электрических контактных машинах

Все большее распространение получает напайка твердосплавных и быстрорежущих пластинок на державки резцов на электроконтактных сварочных машинах.

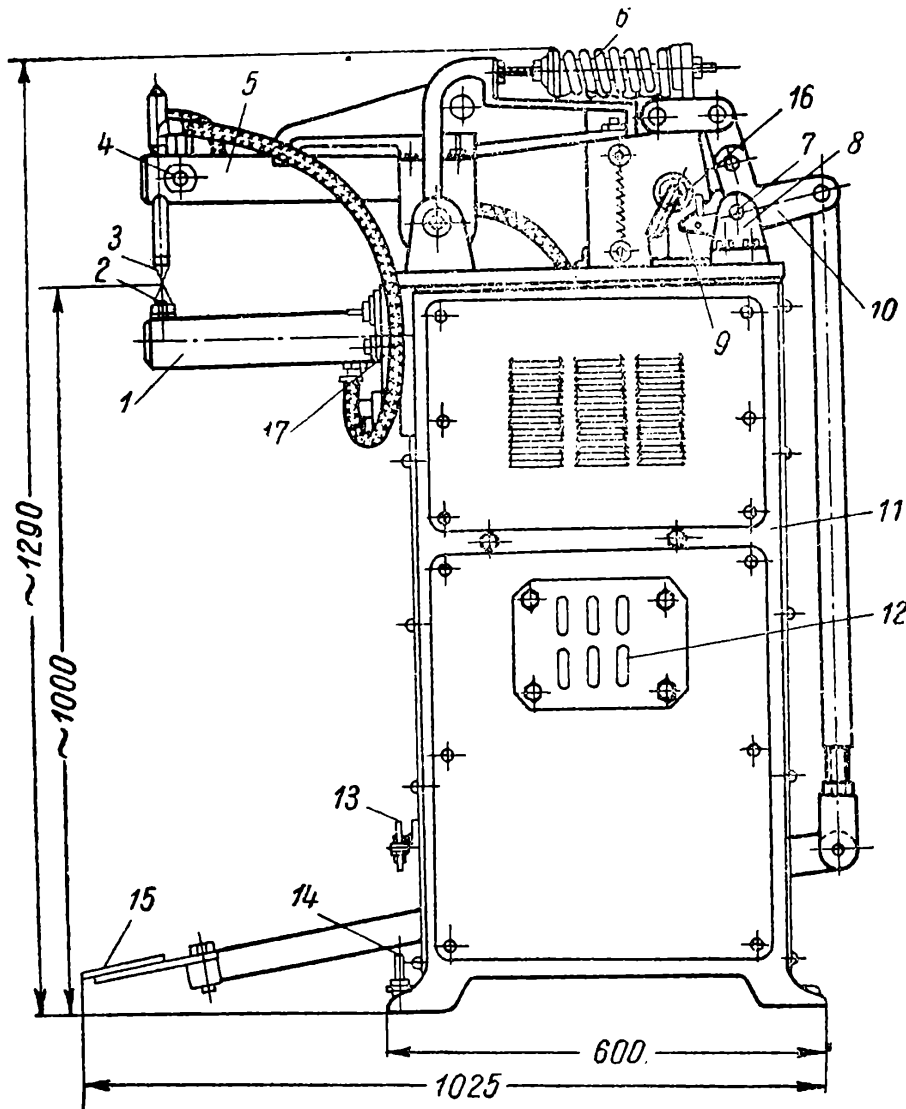
Напайка на электроконтактных сварочных машинах имеет следующие преимущества по сравнению с другими способами напайки:

1) уменьшение расхода электроэнергии вследствие нагрева резца за счет переходного сопротивления в местах соприкосновения державки и пластинки;

2) повышение качества напайки благодаря возможности регулирования нагрева и добавления, по мере надобности, припоя;

3) небольшая производственная площадь, занимаемая сварочной машиной.

Машины и приспособления контактной напайки пластинок на резцы. Ниже приводится краткое описание машин для электриче-



Фиг. 94. Машина АТП-50 для электроконтактной точечной сварки.

ской контактной сварки, применяющихся для пайки режущего инструмента.

Ленинградский завод „Электрик“ изготовляет машины для точечной и стыковой сварки мощностью 75 ÷ 200 ква. Машины меньшей мощности выпускаются Уральским заводом.

В табл. 46 приведены краткие сведения об электроконтактных машинах для точечной сварки.

Точечная машина АТП-50. Машина АТП-50 (фиг. 94) применяется обычно для сварки деталей из низкоуглеродистой стали с суммарной толщиной 10 мм. Она может также с успехом применяться для напайки и приварки пластинок к державкам при изготовлении небольших партий резцов.

Для облегчения работы сварщика машина снабжена механизмом

давления с системой коленчатых рычагов. При небольшом нажиме на педаль можно получать значительные давления на электродах.

Машина не автоматизирована, время выдержки свариваемых деталей под током и давлением может произвольно устанавливаться сварщиком.

В корпусе 11 машины встроен однофазный трансформатор, первичные обмотки которого имеют ответвления для регулирования сва-

Таблица 46

Техническая характеристика электроконтактных машин для точечной сварки

Тип машины	Первичное напряжение в в	Вторичное напряжение в в	Мощность в кВа	Число ступеней регулирования	Рабочий ход верхнего электрода с плавной регулировкой в мм	Дополнительный ход верхнего электрода в мм	Максимальное давление между электродами в кг	Давление сжатого воздуха в сети в ат
АТП-50	220	2,9—5,0	50	6	20	—	250	—
МТП-75-5-1	380	3,39—6,03	75	8	30	50	550	4,5
МТП-100	380	3,5—7,0	100	8	30	50	550	4,5
МТП-150	380	4,5—7,7	150	8	30	50	1000	4,5

точного напряжения. Переключатель 12 позволяет регулировать вторичное (сварочное) напряжение в пределах от 2,9 до 5 в (табл. 47).

Верхний электрод 3 вставлен в электрододержатель, который закреплен затяжным винтом в прорези верхнего хобота 5. Нижний

Таблица 47

Ступени переключения вторичного напряжения машины АТП-50

Ступень	Положение ножей переключателя		Вторичное напряжение в в
	1-й нож	2-й нож	
1	1	1	2,9
2	1	2	3,2
3	1	3	3,5
4	2	1	3,9
5	2	2	4,4
6	2	3	5,0

хобот 1 с электродом 2 вставлен в специальный зажим 17, изолированный от корпуса прокладкой и втулками. Расстояние между хоботами составляет 160 мм.

Электроды, электрододержатели, нижний хобот и трансформатор охлаждаются проточной водой. Перед работой необходимо проверить протекание воды к электродам. Сварка или пайка без охлаждения не допускается.

Сближение электродов до соприкосновения осуществляется педалью 15 через систему коленчатых рычагов 10. Давление передается на верхний электрод через регулирующую пружину 6. Ход педали устанавливается упорными винтами 13 и 14.

В верхней части машины укреплен механический контактор 16, соединенный с педальным механизмом посредством собачки, закрепленной на оси 7 кронштейна 8. Путем поворота рычага собачки 9 контактор может быть отрегулирован для мгновенной работы и для работы с выдержкой времени.

Механизм включения должен быть отрегулирован так, чтобы при нажиме на педаль получался достаточно плотный контакт на свариваемых или спаиваемых деталях и прежде чем будет включен ток.

Величина давления пружины 6 устанавливается по шкале линейки с миллиметровыми делениями, укрепленной на чашке пружины. Шкала служит ориентиром при подборе режимов сварки, а также для контроля давления во время работы.

Крепление верхнего электрода после регулировки производится болтом 4.

Точечная машина МТП-75-5-1. При изготовлении больших партий резцов целесообразно пользоваться машиной МТП-75-5-1 с пневматическим приводом давления (фиг. 95).

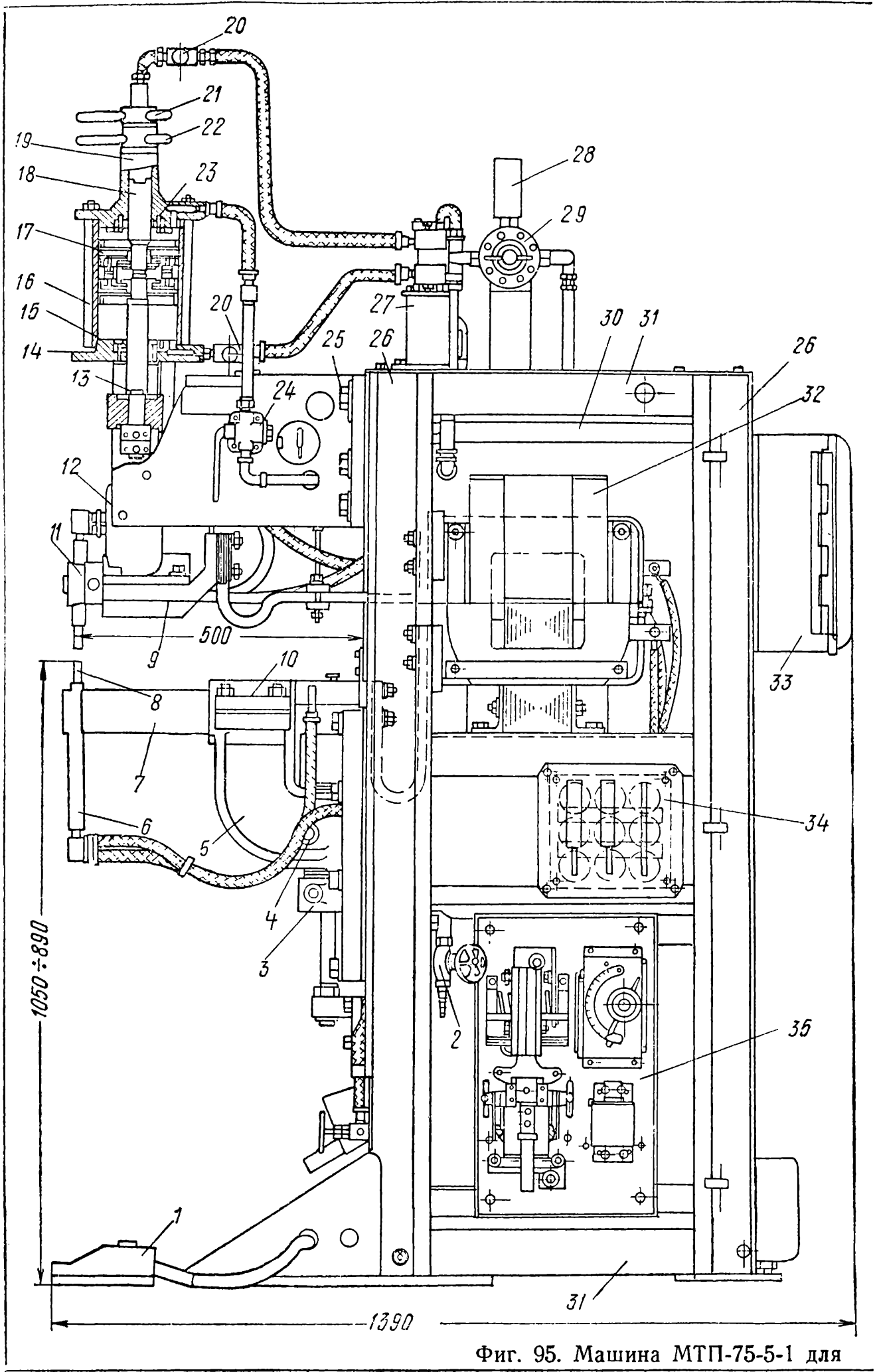
Эта машина имеет плавное регулирование рабочего хода, универсальное регулирование нижнего электрода, стабильное давление между электродами, не зависящее от их износа, и широкий диапазон регулирования продолжительности сварки.

Основанием машины служит корпус, состоящий из четырех трубок-колонок 26, жестко соединенных между собой с трех сторон угольниками 31. Две колонки 26 соединяются массивным стальным листом, образующим переднюю стенку машины. Три колонки соединены между собой трубками 30 и образуют ресивер для питания рабочей камеры привода давления.

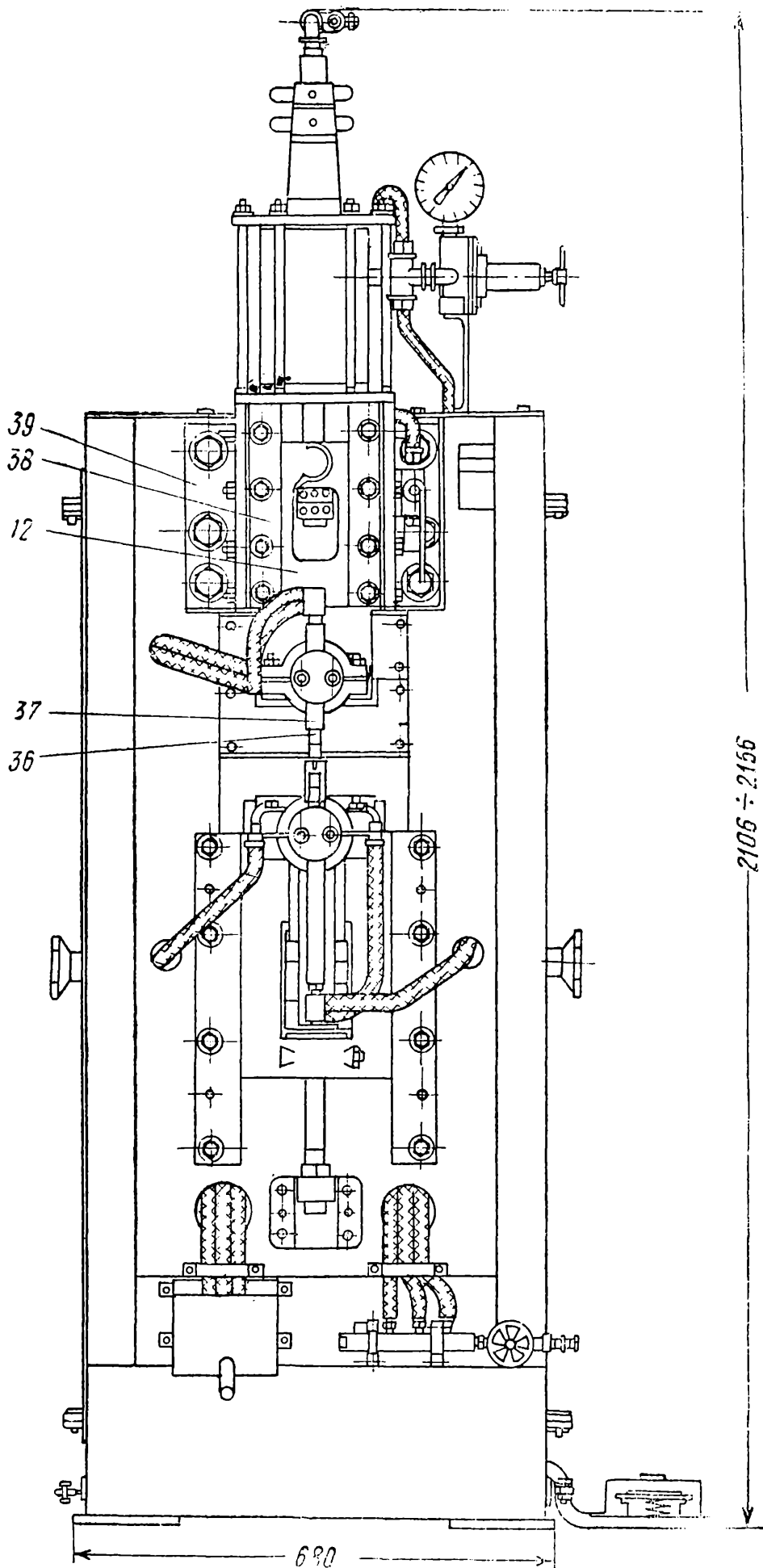
Привод давления состоит из цилиндра, в корпусе 15 которого находятся два поршня — 18 и 13. Поршни уплотняются манжетами 17, а штоки поршней — манжетами 23. Корпус 15, крышка 19 и основание 14 стягиваются шпильками 16, часть которых используется для крепления привода давления к кронштейну направляющего устройства. Штоки поршней 18 и 13 пропускаются, соответственно, через крышку 19 и основание 14. Штоки на резьбовой части несут гайки 22 и 21.

Поршни 18 и 13 делят внутреннее пространство корпуса 15 на три камеры. Верхняя камера служит для воздуха, удерживающего поршень 18 в положении, обеспечивающем нужный рабочий ход и дополнительный ход нижнего поршня 13. В среднюю камеру подается воздух, заставляющий поршень 13 совершать рабочий ход. В нижнюю камеру подается воздух, возвращающий поршень 13 в исходное положение. При помощи гаек 22 и 21 устанавливается определенное положение поршня 18 в корпусе 15 и рабочий ход поршня 13.

Такое устройство привода давления дает возможность плавно регулировать величину рабочего хода верхнего электрода и сваривать



Фиг. 95. Машина МТП-75-5-1 для



электродной точечной сварки.

детали, требующие во время работы изменения расстояния между электродами.

Направляющее устройство состоит из чугунного кронштейна 39, к которому крепятся стальные планки 38, служащие направляющими для чугунного ползуна 12. Последний своей верхней частью жестко соединяется со штоком поршня 13 привода давления и в нижней части несет верхний хобот 11 машины.

Крепление хобота 11 к ползуну производится литой крышкой 9 из медного сплава. К свободному концу хобота 11 крепится электрододержатель 37 с электродом 36.

Нижняя контактная часть состоит из чугунного ползуна 3, удерживающего чугунный поворотный кронштейн 5. Через отверстия, имеющиеся в ползуне 3 и кронштейне 5, проходит ось, которая жестко соединяется с ползуном 3. Кронштейн 5 жестко соединяется с осью двумя колодками, стягиваемыми болтом 4. Такое соединение дает возможность производить угловые повороты кронштейна 5 в случае поперечной регулировки нижнего электрода относительно верхнего.

Свободный конец кронштейна 5 несет нижний медный хобот 7, который крепится к кронштейну крышкой 10 из меди. К хоботу 7 крепится электрододержатель 6 с электродом 8.

Сварочный трансформатор 32, находящийся внутри корпуса машины, рассчитан на однофазное включение в сеть переменного тока частотой 50 гц, напряжением 220 и 380 в. Первичная обмотка имеет ответвления, подведенные к переключателю ступеней 34, с помощью которого можно подключить к сети переменного тока различное число витков первичной обмотки трансформатора и регулировать вторичное напряжение в пределах 3,39—6,03 в (табл. 48); при этом через свариваемый резец проходит ток большой силы: от 22 000 до 12 500 а.

Таблица 48

Ступени переключения вторичного напряжения машины МТП-75-5-1

Ступень	Положение ножей переключателя		Вторичное напряжение в в
	1-й нож	2-й нож	
1	1	1	3,39
2	1	2	3,62
3	1	3	3,88
4	1	4	4,17
5	2	1	4,52
6	2	2	4,93
7	2	3	5,43
8	2	4	6,03

Включение и выключение первичной обмотки сварочного трансформатора во время работы машины производится с помощью быстродействующего однополюсного контактора 35.

Давление между электродами осуществляется пневматической системой, состоящей из двухходового электропневматического клапана 27, редуктора 29 с манометром 28, двумя дросселирующими клапанами 20 и ручным трехходовым краном 24.

Сжатый воздух из сети проходит через запорный вентиль 2 в правую колонку корпуса, откуда по одной ветви воздух проходит через ручной трехходовой кран 24 в среднюю камеру цилиндра привода давления, по второй ветви — в воздушный редуктор 29, предназначенный для изменения величины рабочего давления воздуха. Из редуктора воздух проходит в среднюю или нижнюю камеры цилиндра привода давления, соответственно, через ресивер, лубрикатор и электропневматический клапан.

Безударная работа машины достигается сужением отверстий для выхода сжатого воздуха из камеры в атмосферу. Величина сужения отверстий регулируется винтами, имеющимися на дросселирующих клапанах. Давление между электродами машины зависит от давления воздуха, поступающего в среднюю камеру привода давления; давление воздуха определяется манометром.

Автоматизация последовательности и выбор надлежащей продолжительности операций сварки или нагрева заготовки под пайку обеспечиваются электронным регулятором времени 33. Регулятор времени позволяет контролировать: а) включение тока после прижима резца электродами; б) продолжительность прохождения тока (продолжительность сварки); в) продолжительность нахождения резца под давлением после выключения сварочного тока.

Управление всем процессом сварки или пайки осуществляется замыканием и размыканием pedalной кнопки 1, которая может устанавливаться в удобном для рабочего месте.

Перед пуском машины необходимо: проверить наличие масла в лубрикаторе, служащем для смазки манжет в цилиндре 15 и в электропневматическом клапане 27; смазать ползун 12; пустить охлаждающую воду и проверить протекание воды к электродам и к трансформатору; продуть воздушную сеть; вращением гайки 22 установить нужный ход верхнего электрода; с помощью воздушного редуктора 29 установить необходимое давление между электродами; включить пакетный выключатель; вынуть один нож втычного переключателя, включить pedalную кнопку и проверить действие элементов машины. После этого можно приступить к наладке машины для сварки или пайки.

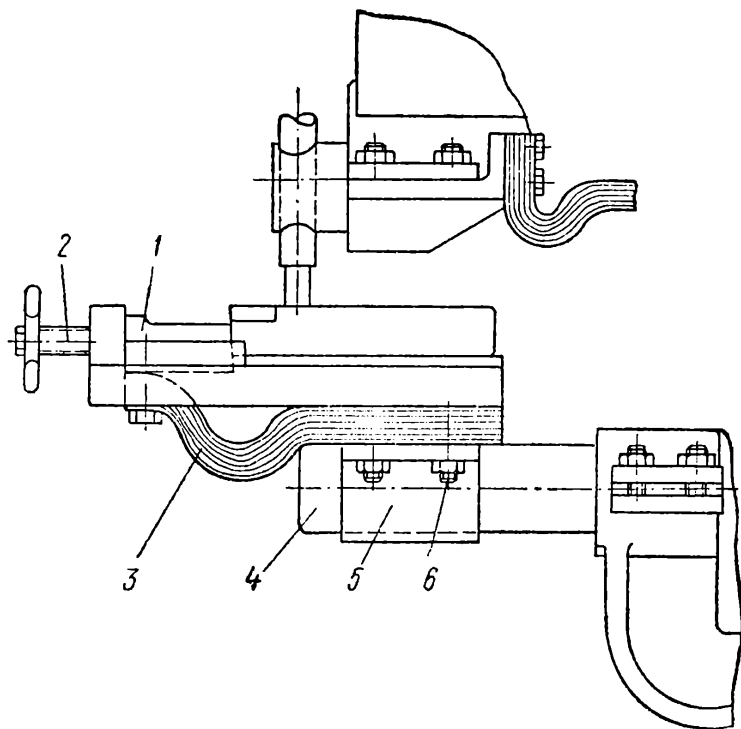
Оптимальный режим сварки устанавливается путем правильного подбора величины давления, ступени трансформатора и длительности прохождения тока.

Машины МТП-100 и МТП-150 конструктивно идентичны машине МТП-75-5-1 и отличаются от нее только мощностью.

Зажимные приспособления. Для напайки резцов по схеме, изображенной на фиг. 98, а, на точечных машинах применяют специальные зажимные приспособления.

На фиг. 96 изображено зажимное приспособление для напайки пластинок на резцы на точечной машине МТП-75-5-1. Аналогичные приспособления применяются для точечных машин других типов.

К нижнему хоботу 4 прикрепляются посредством скобы 5 и болтов 6 контактная медная шина 3 из фольги размером $0,2 \times 100$ мм. Второй конец медной шины прикрепляется к подвижной губке 1 (электроду), имеющей горизонтальное перемещение. Подача электрода к месту пайки производится посредством ходового винта 2.

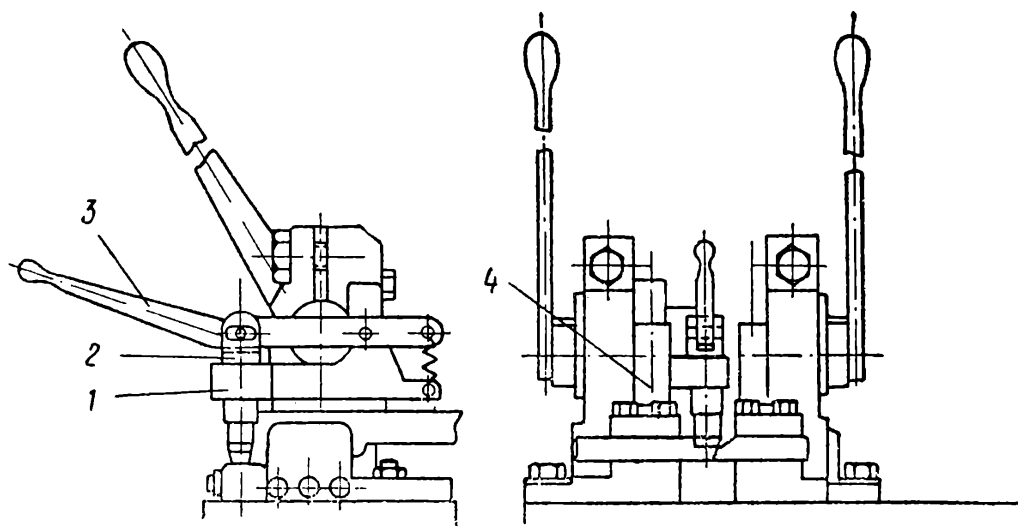


Фиг. 96. Приспособление к точечной машине МТП-75-5-1 для напайки пластинок на резцы.

После расплавления припоя концом ползуна 2 посредством рычага 3 производят зажим пластинок.

Напайка пластинок на резцы производится также на электроконтактных машинах для стыковой сварки мощностью до 100 ква, описанных в гл. V.

Для механизации прижима пластины после напайки стыковые машины с ручным зажимом оснащаются специальным приспособлением, изображенным на фиг. 97. К неподвижной части левой губки 4 машины при-



Фиг. 97. Приспособление к стыковой машине для напайки.

Технология напайки твердосплавных пластинок на резцы. Напайка твердосплавных пластинок на электроконтактной машине для точечной сварки производится по схеме, изображенной на фиг. 98, а.

Державку резца зажимают между верхним электродом 2 и основанием приспособления 6; затем к головке державки подводят боковой электрод 3. В гнездо державки насыпают буру и включают ток,

После расплавления буры ток выключают и буру счищают металлической щеткой. Затем вторично насыпают буру, помещают в гнездо с помощью пинцета пластинку припоя 4 и поверх нее устанавливают напаиваемую пластинку 5. Для выравнивания температуры в части державки, находящейся между электродами, периодически включают и выключают ток.

Непосредственно перед расплавлением припоя производится длительное включение тока. После расплавления припоя ток выключается. При оплавлении пластинки припоем вдоль всего шва, ее прижимают к державке острым концом латунного стержня. Прижим продолжают до полного застывания припоя, после чего отводят торцевой электрод 3, отжимают верхний электрод 2 и клещами снимают резец. Головку резца очищают железной щеткой, затем резец помещают в ящик с крупной древесного угля или с сухим подогретым песком для медленного остывания.

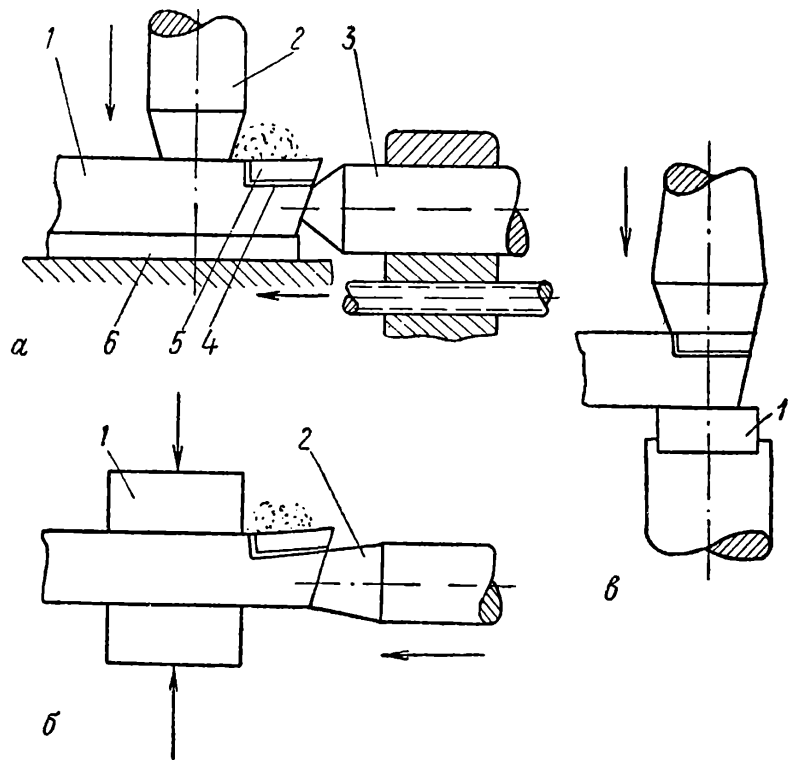
Электроконтактная напайка пластинки на резец, как указывалось, производится также на стыковых машинах (фиг. 98, б).

В этом случае державку резца зажимают в контактных губках 1, а со стороны передней грани резца подводят второй медный электрод 2, укрепленный в подвижной части зажимного приспособления машины. Технология напайки на стыковых машинах идентична напайке на точечных машинах.

Схему напайки, представленную на фиг. 98, а и б можно рекомендовать для твердых сплавов Т15К6 и Т30К4, отличающихся повышенной хрупкостью. Пластинка твердого сплава предохраняется от растрескивания, так как здесь отсутствует вредное переходное сопротивление от электрода к пластинке.

Автором проведены опыты по напайке на резцы пластинок из твердого сплава ВК8. Напайка производилась на электроконтактной машине для точечной сварки по схеме, приведенной на фиг. 98, в. В нижнюю часть электрода была встроена угольная пластинка 1, на которой устанавливалась державка резца.

Получилась вполне надежная напайка без трещин на пластинке твердого сплава. Электрод должен быть точно пригнан по верхней



Фиг. 98. Схема напайки резцов на электроконтактных сварочных машинах.

плоскости напайваемой пластинки. В противном случае, местный нагрев за счет большой плотности тока в отдельных точках пластинки может привести к образованию на ней трещин.

Технология напайки быстрорежущих пластинок на резцы. Электроконтактные машины для точечной сварки могут быть применены для напайки на резцы быстрорежущих пластинок так же успешно, как и твердосплавных. Сначала нагревают державку и пластинку до температуры 950—1000° (фиг. 98, *a*), затем под пластинку насыпают сварочный порошок равномерным слоем толщиной до 1,5 мм и продолжают нагрев до его расплавления.

Для напайки быстрорежущих пластинок желательнее применять машины, имеющие мощность на 30% большую, чем для напайки твердосплавных пластинок. При этом ускоряется процесс напайки и уменьшается окисление металла пластинки.

После напайки пластинки счищают выдавленный припой и помещают резец в печь для отжига. Режимы отжига, закалки и отпуска быстрорежущих резцов приведены в гл. V.

Пластинку быстрорежущей стали можно приваривать к державке резца и без припоя.

При напайке или сварке на электрических контактных сварочных машинах по схеме, изображенной на фиг. 98, *b*, необходимо обеспечить плотное прилегание электрода к верхней плоскости пластинки; в противном случае, при нажиме электрода на нагретую пластинку на ней могут образоваться трещины. Поэтому электроды снабжаются скосами, соответствующими по форме державке резца или пластинке.

Для уменьшения износа электродов их следует изготовлять из сплава ЭВ. При работе с угольной вставкой в нижнем электроде, его изготовляют из медно-графитовых щеток, применяющихся для электрических машин постоянного тока.

20. Другие способы напайки пластинок на резцы

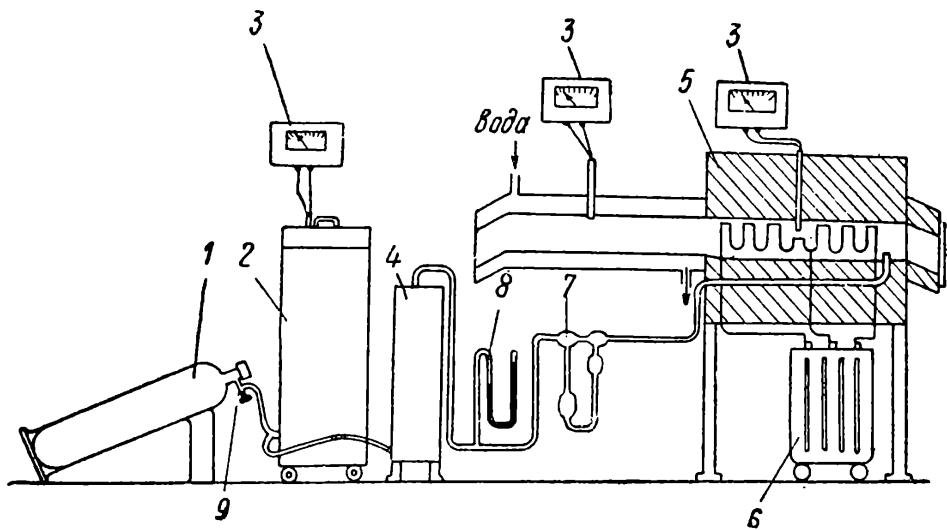
Напайка пластинок на резцы индукционным нагревом и на контактных сварочных машинах является наиболее совершенным способом. Однако в практике находят применение другие способы напайки: в электрических печах, в соляных ваннах, а также ацетилено-кислородным пламенем.

Напайка в электрических печах. Широко распространен способ напайки пластинок на резцы в электрических печах с газовой восстановительной средой.

Безокислительный нагрев резца обеспечивает прочное паяное соединение и отсутствие окисления пластинки твердого сплава.

Оборудование для напайки. Электрическая печь (фиг. 99) состоит из камеры нагрева, где поддерживается температура 1100°, камеры охлаждения, наружные стенки которой охлаждаются проточной водой, приемной и выпускной камер. Для создания в печи восстановительной газовой среды применяется очищенный от примесей водород. Часто его заменяют продуктами диссоциации аммиака, так как аммиак дешевле водорода, менее взрывоопасен и более транспортабелен. Расщепление аммиака производится в диссоциаторе.

Печь оборудуется контрольной аппаратурой: манометром для контроля давления газа в печи, расходомером для контроля расхода газа и термопарой с гальванометром для контроля температуры в печи и диссоциаторе.



Фиг. 99. Схема электрической установки для пайки в газовой восстановительной среде:

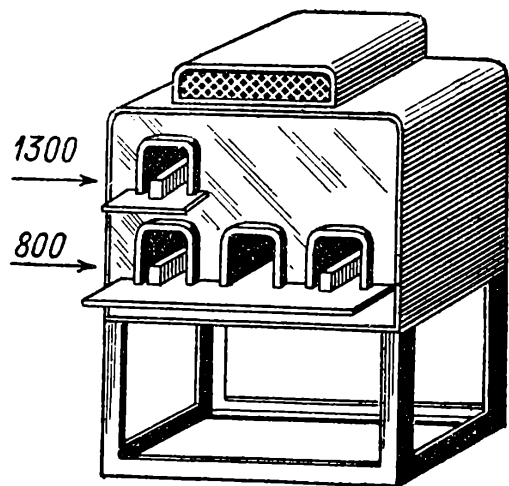
1 — баллон с аммиаком; 2 — диссоциатор; 3 — гальванометр к термопаре; 4 — осушитель; 5 — печь; 6 — силовой трансформатор; 7 — расходомер; 8 — манометр; 9 — игольчатый клапан.

Для напайки применяют также двухрядную камерную печь, изображенную на фиг. 100. Нижние камеры имеют температуру 800° , а верхняя 1300°

Технология напайки. Подготовка пластинки твердого сплава и державки резца под напайку в электрической печи (в восстановительной среде) производится следующим образом. Гнездо державки посыпают флюсом (водным раствором фтористого калия), устанавливают пластинку припоя и пластинку твердого сплава, закрепляют их в этом положении асбестовым шнуром или нихромовой проволокой.

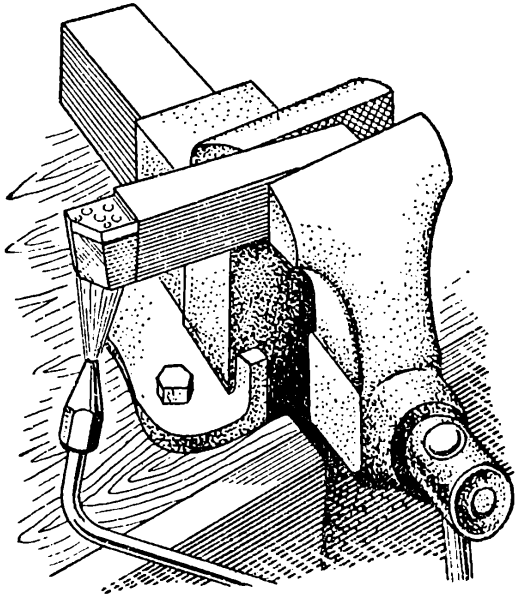
Подготовленный таким образом резец укладывают на лист жароупорной стали и погружают в печь, нагретую до температуры $850-900^{\circ}$. Затем температуру в печи постепенно повышают до 1150° . После 10-минутной выдержки резца при этой температуре ее снижают до 950° и резец вводят в камеру охлаждения. В этой камере резец охлаждается с 950° до $200-300^{\circ}$ в течение 30—35 мин. При температуре $200-300^{\circ}$ инструмент выгружают.

Напайка быстрорежущих пластинок обычно производится в электрической печи, изображенной на фиг. 100. Напайка пластинки



Фиг. 100. Электрическая двухрядная камерная печь.

на резец осуществляется следующим образом. Державку и пластинку быстрорежущей стали посыпают бурой и вводят в нижнюю камеру печи, где нагревают их до температуры 800° . Затем державку и пластинку вынимают из печи и очищают их металлической щеткой от окалины. В гнездо головки державки насыпают слой сварочного порошка толщиной 2—3 мм, сверху кладут пластинку, которую также посыпают порошком, и резец помещают в верхнюю камеру печи. После нагрева пластинки до температуры $1250\text{--}1300^{\circ}$ резец вынимают клещами из печи, кладут под пресс в заранее подготовленную матрицу (фиг. 91) и прижимают пластинку в течение 2—3 сек. пуансоном, имеющим форму, соответствующую передней грани резца.



Фиг. 101. Напайка пластинки твердого сплава на державку ацетилено-кислородным пламенем.

Напайка твердосплавных пластинок на резцы в соляных ваннах. В гнездо державки укладывают пластинку припоя толщиной 0,2 мм; поверх припоя устанавливают наплавляемую пластинку и привязывают ее к державке железной проволокой. Нагрев под пайку производится сначала в соляной ванне с температурой $800\text{--}900^{\circ}$, а затем в ванне с температурой 1200° . После расплавления припоя резец вынимают из ванны, пластинку прижимают к державке под ручным прессом, затем резец освобождают от проволоки и помещают в ящик с угольной крошкой.

Напайка ацетилено-кислородным пламенем (газовая напайка).

Напайка твердосплавных пластинок на резцы газовым способом производится следующим образом (фиг. 101). Подогревают головку державки до температуры плавления буры ($\sim 800^{\circ}$), гнездо под пластинку посыпают бурой и после ее расплавления очищают металлической щеткой гнездо державки от образовавшегося в нем шлака.

Затем гнездо вновь посыпают бурой, устанавливают в него пластинку твердого сплава, сверху кладут необходимое количество припоя и вновь посыпают бурой так, чтобы она покрыла сплошным слоем припой и всю пластинку. Эту операцию следует производить быстро, чтобы державка не успела охладиться.

Нагрев производится до расплавления припоя. Пламя горелки должно быть восстановительным (с избытком ацетилена) и направлено на державку резца, от которой нагревается пластинка твердого сплава.

Как только припой расплавится и затечет под пластинку, ее устанавливают остроконечным стержнем в гнезде резца и плотно прижимают к его опорным поверхностям до тех пор, пока не затвердеет припой.

Во избежание резкого охлаждения пластинки, ведущего к появлению на ней трещин, резец помещают в ящик с крупной древесного угля или сухим подогретым песком для медленного остывания.

Следует отметить, что температура ацетилено-кислородного пламени достигает 3500° и при напайке неопытным рабочим часто получается местный нагрев поверхности твердосплавной пластинки, приводящий к неравномерному расширению и трещинам.

Газовая напайка требует высокой квалификации рабочего и дает большой брак.

Напайка на резцы быстрорежущих пластинок ацетилено-кислородным пламенем осуществляется по такой же технологии.

Напайка керамических пластинок на резцы. Новый керамический материал, отличающийся низкой теплопроводностью, требует тщательного выполнения напайки. Напайка пластинки, а также подогрев державки резца, могут производиться токами высокой частоты, а также в газовой и нефтяной печах. В качестве припоя применяется латунь или медь. При применении медного припоя пластинку медленно нагревают до температуры $900\text{—}1000^{\circ}$, используя для этого муфельную электрическую печь или закрытый горн, постепенно нагреваемый в газовой или нефтяной печи.

Напайка керамической пластинки на державку резца с помощью токов высокой частоты производится следующим образом. Гнездо державки посыпают бурой, державку вводят в индуктор и нагревают до красного цвета. Затем державку выводят из индуктора, в ее гнездо укладывают пластинку медной или латунной фольги и посыпают ее бурой, сверху кладут разогретую керамическую пластинку, на нее накладывают припой и опять посыпают бурой. После этого резец снова вводят в индуктор и разогревают державку до расплавления припоя. Затем выводят резец из индуктора и прижимают пластинку к державке. После напайки резцы медленно охлаждают в муфельной печи. Напайка керамической пластинки на державку резца в газовой или нефтяной печи производится следующим образом. Державку нагревают в печи до температуры 900° , вынимают ее из печи, посыпают бурой, счищают стальной щеткой расплавленный шлак, укладывают в гнездо державки листок фольги из медного припоя, посыпают бурой, сверху укладывают разогретую керамическую пластинку, кладут на нее припой и снова посыпают бурой. После этого резец вводят в камеру печи с температурой 1200° и выдерживают его в печи до расплавления припоя. Затем резец вынимают из печи и прижимают пластинку к державке. После напайки резец помещают в выключенную, горячую муфельную печь и медленно охлаждают вместе с печью. При латунном припое державку резца нагревают в газовой или нефтяной печи до температуры 700° , а напайку производят при температуре 900° . При этом керамическую пластинку достаточно нагреть до температуры $800\text{—}850^{\circ}$. В остальном технология напайки такая же, как при медном припое.

21. Виды брака при напайке твердосплавных пластинок на резцы и контроль качества паяного соединения

В табл. 49 указаны неполадки, встречающиеся при напайке твердосплавных пластинок на резцы, причины их возникновения и способы устранения.

Неполадки, встречающиеся при напайке пластинок на резцы, и способы их устранения

Характеристика неполадок	Причины возникновения	Способы устранения
Неправильное положение пластинки	Недосмотр рабочего	Улучшить инструктаж рабочего
Припой не затекает в соединение, образуя галтель с внешней стороны	Отсутствие капиллярного эффекта в результате большого зазора Застывание припоя, вызванное недостаточным нагревом Грязь на поверхности соединения	Уменьшить зазор Повысить температуру нагрева и увеличить продолжительность выдержки Изменить способ очистки спаиваемых поверхностей
Припой после расплавления не растекается, а сворачивается в шарики	Недостаточное действие флюса Излишне высокая степень чистоты обработки	Увеличить количество флюса Применить более грубую обработку
Соединение заполнено припоем, но имеет трещины	Чрезмерно большой зазор Засоренность припоя Недостаточная выдержка в печи Низкая температура нагрева Сдвиг пластинки во время затвердевания	Уменьшить зазор Обеспечить необходимую чистоту припоя Увеличить продолжительность выдержки Повысить температуру нагрева Изменить прием охлаждения
Пустота под пластинкой	Неправильная форма поверхности пластинки или сопряженной с ней поверхности гнезда державки Включение и выключение тока при расплавлении припоя (электроконтактный нагрев) Преждевременный прижим пластинки	Улучшить подготовку спаиваемых поверхностей Не допускать включения и выключения тока Улучшить инструктаж рабочего

Характеристика неполадок	Причины возникновения	Способы устранения
Трещины на пластинке твердого сплава	<p>Чрезмерно быстрое охлаждение после напайки или чрезмерно быстрый нагрев для напайки</p> <p>Прикосновение, электрода к пластинке (при электроконтактном нагреве)</p> <p>Наличие трещин на пластинке до напайки</p>	<p>Уменьшить скорость охлаждения или нагрева</p> <p>Правильно установить подвижной электрод</p> <p>Усилить контроль пластинок до напайки</p>
Пережог державки (при электроконтактном нагреве)	Высокая степень нагрева или продолжительное пребывание под током	Снизить ступень нагрева, уменьшить продолжительность пропускания тока
Подгар торцевой поверхности державки (при электроконтактном нагреве)	<p>Малая площадь контакта</p> <p>Плохая зачистка контакта</p> <p>Слабый контакт</p>	<p>Увеличить поверхность контакта электрода</p> <p>Зачистить контактные поверхности резца и электрода</p> <p>Увеличить давление электрода</p>
Чернота по шву с наружной стороны	<p>Окисление от недостаточной подачи флюса или продолжительной выдержке при температуре пайки</p> <p>Малое количество припоя</p> <p>Недостаточный нагрев</p> <p>Торцевой контакт сильно вмялся в тело державки и исказил поверхность гнезда (при электроконтактном методе)</p>	<p>Увеличить подачу флюса или уменьшить время выдержки</p> <p>Увеличить количество припоя</p> <p>Повысить температуру нагрева</p> <p>Понизить давление</p>

После напайки резцы подвергаются контролю. Головку резца промывают в керосине, проникающем в мельчайшие поры и трещины. Это позволяет обнаружить на поверхности пластинки и в паяном шве, подвергнутом пескоструйной обработке, дефектные места в виде

темных линий, непропая, мелких трещин и др. Резцы, имеющие трещины на пластинке твердого сплава и непропай на длине до 20% общей протяженности шва, бракуются.

Кроме того, проверяется прочность шва легким ударом молотка по державке резца. Сильные удары не допускаются, так как они могут привести к образованию трещин на пластинке твердого сплава.

СТЫКОВАЯ СВАРКА, НАПЛАВКА И ТЕРМООБРАБОТКА БЫСТРОРЕЖУЩИХ РЕЗЦОВ

22. Стыковая сварка быстрорежущих резцов

На практике часто возникает необходимость применения быстрорежущих резцов с длинной режущей частью: отрезных и канавочных (фиг. 102, *а* и *б*), автоматных и револьверных небольших сечений (фиг. 102, *в*). В этих случаях головку из быстрорежущей стали приваривают встык к хвостовой части резца — державке, изготовляемой из углеродистой стали Ст. 5 или Ст. 6, а при повышенных требованиях к материалу державки — из стали Ст. 7 или 40Х.

При расчете длины заготовок для державки и головки резца учитывается припуск на сварку и механическую обработку. Припуск на сварку устанавливается в зависимости от сечения резца, с учетом величины обгорания державки и головки резца (табл. 50).

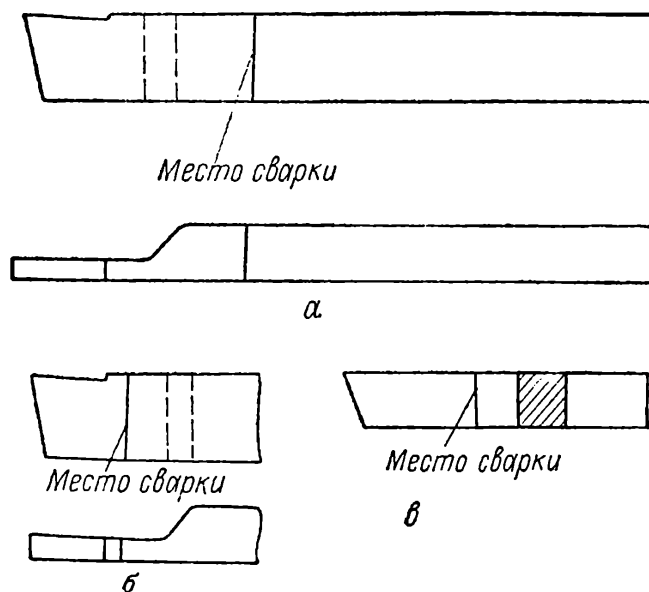
Электроконтактные машины для стыковой сварки. Машины и приспособления

для стыковой сварки. Сварка быстрорежущих резцов производится на электрических контактных машинах.

В табл. 51 приведены краткие сведения о стыковых машинах.

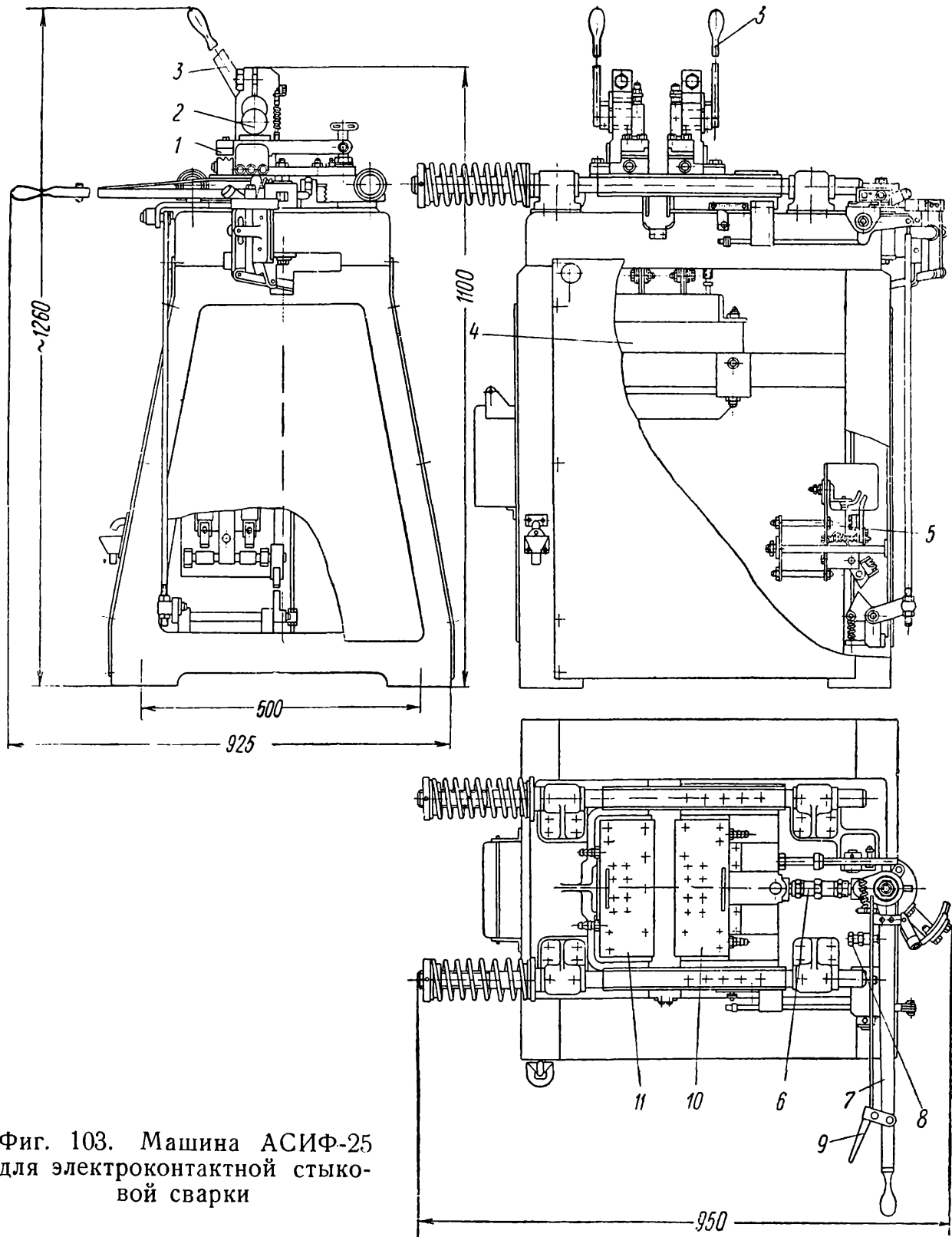
Стыковая машина АСИФ-25. Машина АСИФ-25 (фиг. 103) применяется для сварки резцов небольших сечений (до 250 мм²). Работу на ней можно производить методами оплавления и сопротивления.

Машина имеет пружинную и ручную подачу. Сварка резцов производится при ручной подаче посредством рычага 7



Фиг. 102. Резцы с приваренной встык головкой из быстрорежущей стали.

губками производится посредством талрепа 6 — предварительным перемещением подвижной плиты 10 в пределах 20 мм. Зажимное устройство обеспечивает зажатие квадратных державок сечением до 20×20 мм. Наибольший раствор зажимных губок составляет 22 мм.



Фиг. 103. Машина АСИФ-25 для электроконтактной стыковой сварки

После установки зажимных губок соответственно размерам державки резца следует отрегулировать установку подвижной плиты 10 относительно неподвижной 11, т. е. расстояние между зажимными контактными губками: при крайнем левом положении рычага 7, доведенного до упора 8, это расстояние должно равняться сумме

выпущенных концов державки и быстрорежущей заготовки, за вычетом сплавленного и сожженного металла.

При ручной подаче резца следует сварку вести способом прерывистого оплавления.

Переключатель имеет два ножа, перестановка которых позволяет получить шесть значений числа витков первичной обмотки. Это обеспечивает регулирование вторичного напряжения в пределах 2,0÷3,5 в (табл. 52).

Таблица 52

Ступени переключения вторичного напряжения машины АСИФ-25

Ступени	Положение ножей переключателя		Вторичное напряжение в в
	1 й нож	2-й нож	
1	1	1	2,0
2	1	2	2,2
3	1	3	2,4
4	2	1	2,2
5	2	2	3,1
6	2	3	3,5

Стыковая машина АСИФ-50 (фиг. 104) по конструкции идентична машине АСИФ-25.

Стыковая машина МСР-100-3. На фиг. 105 изображена электроконтактная машина МСР-100-3, предназначенная для стыковой сварки методами сопротивления и оплавления. Максимальное свариваемое сечение на этой машине при работе с перерывами составляет 2000 мм².

Корпус машины состоит из двух чугунных стоек 22, стянутых сверху двумя круглыми стяжками 23, а снизу двумя уголками 8.

На левой стойке смонтирована плита 1, электрически изолированная от стойки с помощью прокладки и втулок с шайбами. На каждой стойке 22 сверху установлены два чугунных подшипника 5, в которых могут перемещаться концы двух штанг 2.

К середине штанг прикреплены болтами чугунная правая подвижная плита 7.

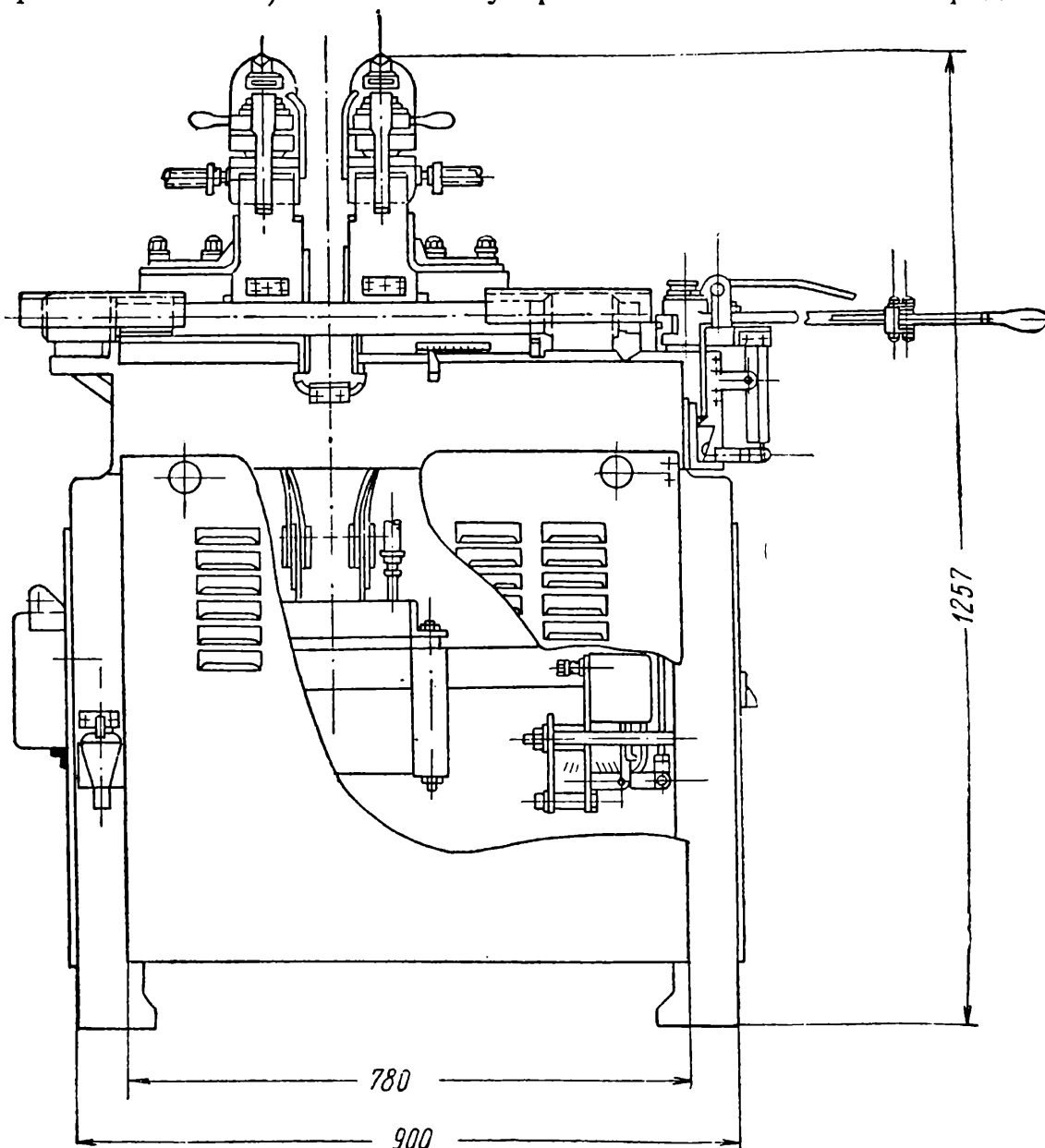
Справа на этой плите закреплен четырьмя болтами подшипник 10 подающего устройства

На подвижной плите 7 установлен указатель 19 шкалы 20 (укрепленный на верхнем щитке) с ценою делений 0,5 мм, служащей для определения расстояния между подвижной и неподвижной частями стола машины — между контактными губками.

В правой стойке 22 закреплена ось 6 подающего устройства, а в верхней части стойки 22 смонтировано устройство 11 для автоматического выключения сварочного тока во время осадки.

Для ограничения угла поворота рабочего рычага 16 сверху на правой стойке укреплены два упора 12 и 18.

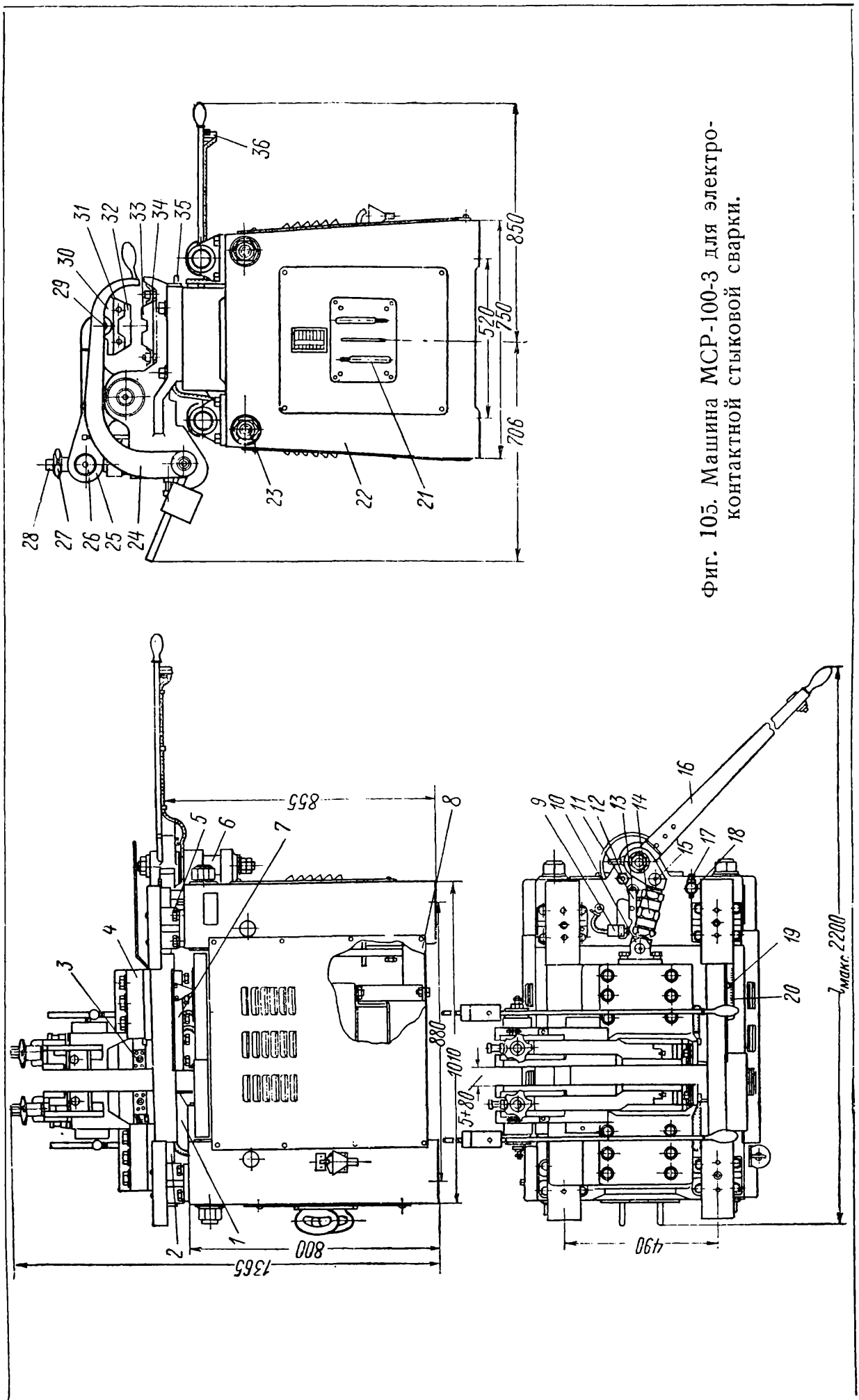
Подающее устройство состоит из коленчатого рычага 16, талрепа 14 и подшипника 10. При повороте рабочего рычага 16 из крайнего правого положения (от упорного винта 12) в левое (до упорного винта 17) подающее устройство обеспечивает передвиже-



Фиг. 104. Машина АСИФ-50 для электроконтактной стыковой сварки.

ние подвижной части машины на 80 мм. Крайнее левое положение рычага 11 должно быть отрегулировано упорным винтом 17 так, чтобы общий шарнир 15 рычага 16 и талрепа 14 не доходил до продольной оси зажимных губок на 5 мм. Это положение обеспечивает максимальное усилие осадки. Необходимо отрегулировать талрепом расстояние между плитами 1 и 7 так, чтобы окончание осадки происходило в указанном положении.

Зажим свариваемых заготовок между вставными губками осуществляется посредством рычага 24. Поворотом рычага 24 на себя передний конец коромысла 25 опускается вниз, а поворотом рычага



Фиг. 105. Машина МСР-100-3 для электро-
контактной стыковой сварки.

от себя он поднимается вверх. При этом будет подниматься или опускаться верхняя зажимная губка 32, которая удерживается с помощью прижима 31 в держателе 30, шарнирно сочлененном с коромыслом 25 посредством оси 29.

Задний шарнир 26 коромысла 25 является гнездом для регулировочного винта 28, посредством которого путем вращения вручную звездочки 27 регулируется расстояние между губками.

В передней части основания 4 в специальной выемке помещены клин 3 и нижняя зажимная губка 33. Последняя удерживается в основании 4 прижимными планками 34 со скосами. Располагая планки 34 на различной высоте друг относительно друга при прижиге губки, можно последнюю перемещать взад и вперед. В этом случае будет осуществляться горизонтальное центрирование нижней губки относительно верхней.

Вращением регулировочного винта 35 производится перемещение клина 3, чем обеспечивается вертикальное перемещение нижней зажимной губки 33 в пределах 5—7 мм; поднятием и опусканием нижних губок производится центрирование резца по вертикали.

Зажимные губки (верхние и нижние) легкоъемные; в зависимости от профиля свариваемого резца они должны сменяться.

Зажимные устройства и контактные сварочные губки имеют максимальный горизонтальный ход 80 мм. Регулирование расстояния между губками производится посредством талрепа 14.

Для зажатия свариваемого резца после соответствующей настройки зажимных устройств нужно потянуть рукоятку рычага 24 на себя до упора, а для отжатия резца — отдать рычаг от себя до регулируемого упора на коромысле.

Переключатель 21 позволяет регулировать вторичное напряжение трансформатора в пределах, указанных в табл. 53.

Таблица 53

Ступени переключения вторичного напряжения машины МСР-100-3

Ступени	Положение ножей переключателя		Вторичное напряжение в в
	1-й нож	2-й нож	
1	1	1	4,50
2	1	2	4,75
3	1	3	5,05
4	1	4	5,45
5	2	1	5,85
6	2	2	6,35
7	2	3	6,90
8	2	4	7,60

Включать и выключать сварочный трансформатор можно с помощью кнопки 36, смонтированной на рабочем рычаге 16. Автоматическое выключение сварочного трансформатора производится во время осадки конечным выключателем 9 при посредстве перемещающегося рычага 11

После установки и настройки зажимов с учетом размеров свариваемого резца следует отрегулировать установку подвижной плиты относительно неподвижной. Расстояние между контактными губками необходимо отрегулировать так, чтобы при крайнем левом положении рычага подачи 16 оно соответствовало концу сварки. После этого необходимо перевести рычаг 16 вправо до упора 12 и талрепом установить расстояние между контактными губками, соответствующее началу сварки. Затем для автоматического отключения сварочного трансформатора при осадке необходимо отрегулировать положение рычага 11 так, чтобы закрепленный на нем ролик 13, отжимаясь кривым коленом рычага 16, выключал в нужный момент сварочный ток.

При сварке необходимо сначала отрегулировать и отцентрировать по резцу контактные губки, затем положить резец на нижнюю губку, перевести рычаг 24 на себя и, установив его под углом приблизительно 30° к основанию плиты, вручную вращать регулировочный винт 27 против часовой стрелки до соприкосновения верхней губки с резцом. После этого поворотом рычага 24 на себя до упора произвести зажатие резца.

Установив секционный переключатель 21 на соответствующую ступень, подбираемую практически при опытных сварках, приступают к сварке.

На стыковых машинах описанного типа с рычажной подачей и сравнительно высоким напряжением вторичной цепи сварочного трансформатора, рекомендуется вести сварку резцов способом прерывистого оплавления.

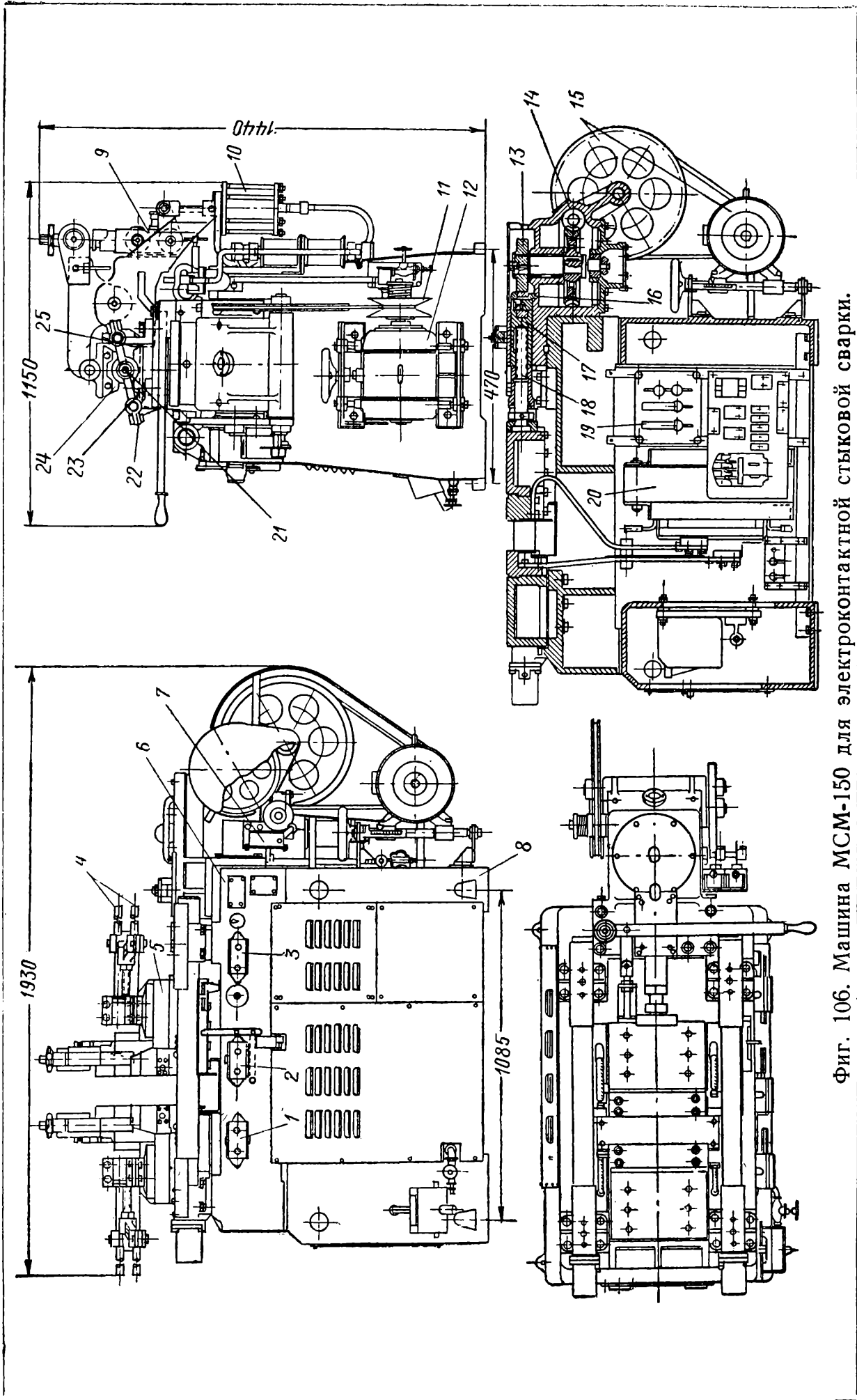
Стыковая машина МСМ-150. При массовом изготовлении резцов необходимо применять автоматическую сварку

На фиг. 106 изображена электроконтактная машина МСМ-150 с электрическим приводом и пневматическими зажимными устройствами. Машина предназначена для автоматической сварки встык методом непрерывного оплавления резцов сечением до $500 \div 700 \text{ мм}^2$ и полуавтоматической сварки с предварительным подогревом резцов сечением до 2500 мм^2 .

В отличие от машины МСР-100-3, машина МСМ-150 имеет дополнительный механический привод давления и пневматический зажим свариваемого резца.

Основание машины состоит из двух чугунных стоек 8, на которых установлена чугунная плита 6. На ней расположены две чугунные плиты 5 с медными контактными вставками. Для передвижения правой плиты 5 на правой стенке машины имеется подающее устройство, состоящее из редуктора 14 и электрического привода 15.

Движение от электродвигателя 12 передается через регулятор скорости 11, редуктор 14 и кулачок 13. Профиль кулачка 13 обеспечивает необходимое перемещение подвижной плиты 5, при котором осуществляется оплавление и осадка свариваемого резца. Обратный



Фиг. 106. Машина МСМ-150 для электроконтактной стыковой сварки.

ход подвижной плиты 5 производится автоматически при разжатии зажимов.

Для зажатия резца на правой и левой плитах 5 установлены радиальные зажимные устройства с пневматическим приводом. Получение большого зажимного усилия достигается передачей давления от пневматических цилиндров 10 на зажимные губки через систему рычагов 9.

Правильная установка свариваемого резца обеспечивается регулированием развода зажимных губок в горизонтальном и вертикальном направлениях. Зажимы снабжены упорными винтами 21, укрепленными на траверсе 22, передвигающейся по круглым стержням 4.

Внутри машины установлен сварочный трансформатор 20 мощностью 150 *кВа*, рассчитанный на однофазное включение в сеть переменного тока частотой 50 *Гц*, напряжением 380 *В*.

Переключатель 19 имеет два ножа, перестановкой которых достигается изменение числа витков первичной обмотки для получения напряжения холостого хода на концах вторичной цепи трансформатора 20 в пределах, указанных в табл. 54.

Таблица 54

Ступени переключения вторичного напряжения машины МСМ-150

Ступени	Положение ножей		Вторичное напряжение в <i>В</i>
	1-й нож	2-й нож	
1	1	1	4,5
2	1	2	4,78
3	1	3	5,12
4	1	4	5,5
5	2	1	5,95
6	2	2	6,46
7	2	3	7,1
8	2	4	7,85

Электрическая схема машины предусматривает автоматическое управление процессом сварки. Зажатие резца осуществляется нажатием кнопок 1 и 3 — „левый зажим“ и „правый зажим“. При неправильном зажатии можно выключить зажимы кнопками „стоп“. Начало сварки осуществляется нажатием кнопки 2 — „сварка“.

До начала работы производится центрирование свариваемого резца в контактных губках 23 и 24. Для этого освобождаются сначала прижимные планки 25 нижних губок 23 в пределах до 7 *мм*.

Расстояние между плитами регулируется винтом 18, соединяющим подвижную плиту 5 с ползуном 17 и роликом 16.

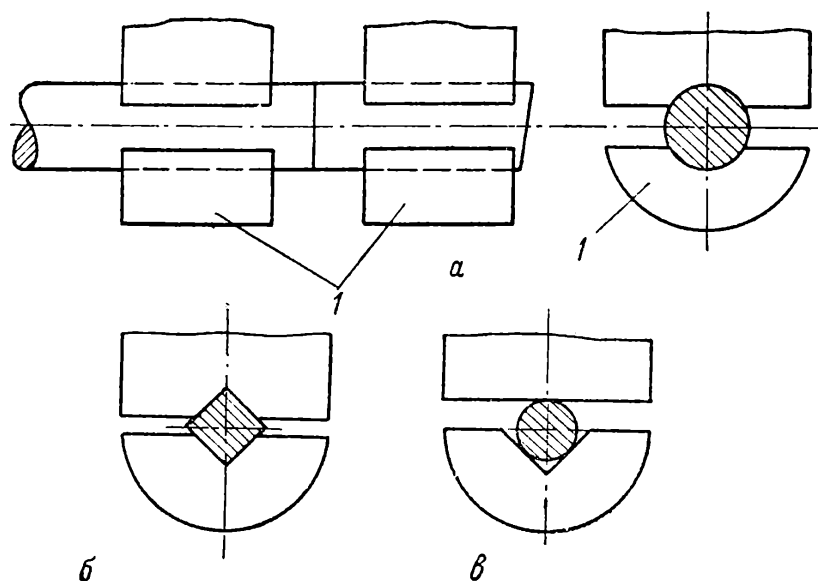
Конечный выключатель 7, установленный спереди машины, должен быть отрегулирован так, чтобы сварочный ток выключался после

начала осадки. На правой подвижной плите 5 машины установлена шкала для определения расстояния между контактными губками.

Установка переключателя тока на соответствующую ступень подбирается практически при опытной сварке.

Губки зажимов 1 стыковых сварочных машин изготавливаются по форме сечения свариваемых частей резца (фиг. 107, а и б).

Державки резцов круглого сечения могут зажиматься по схеме, приведенной на фиг. 107, в. Державка в этом случае зажимается по трем образующим цилиндра, так как верхний подвижной зажим плоский. Такой зажим увеличивает переходное сопротивление в контак-



Фиг. 107. Форма зажимных губок электроконтактных стыковых машин.

тах и уменьшает интенсивность отвода тепла от нагретой державки. Это, в свою очередь, способствует достижению более равномерного оплавления стыков.

Губки изготавливаются из меди или специального сплава ЭВ химического состава: Си 99⁰/₀; Сг 0,4 ÷ 0,08⁰/₀; Zn 0,3 ÷ 0,6⁰/₀.

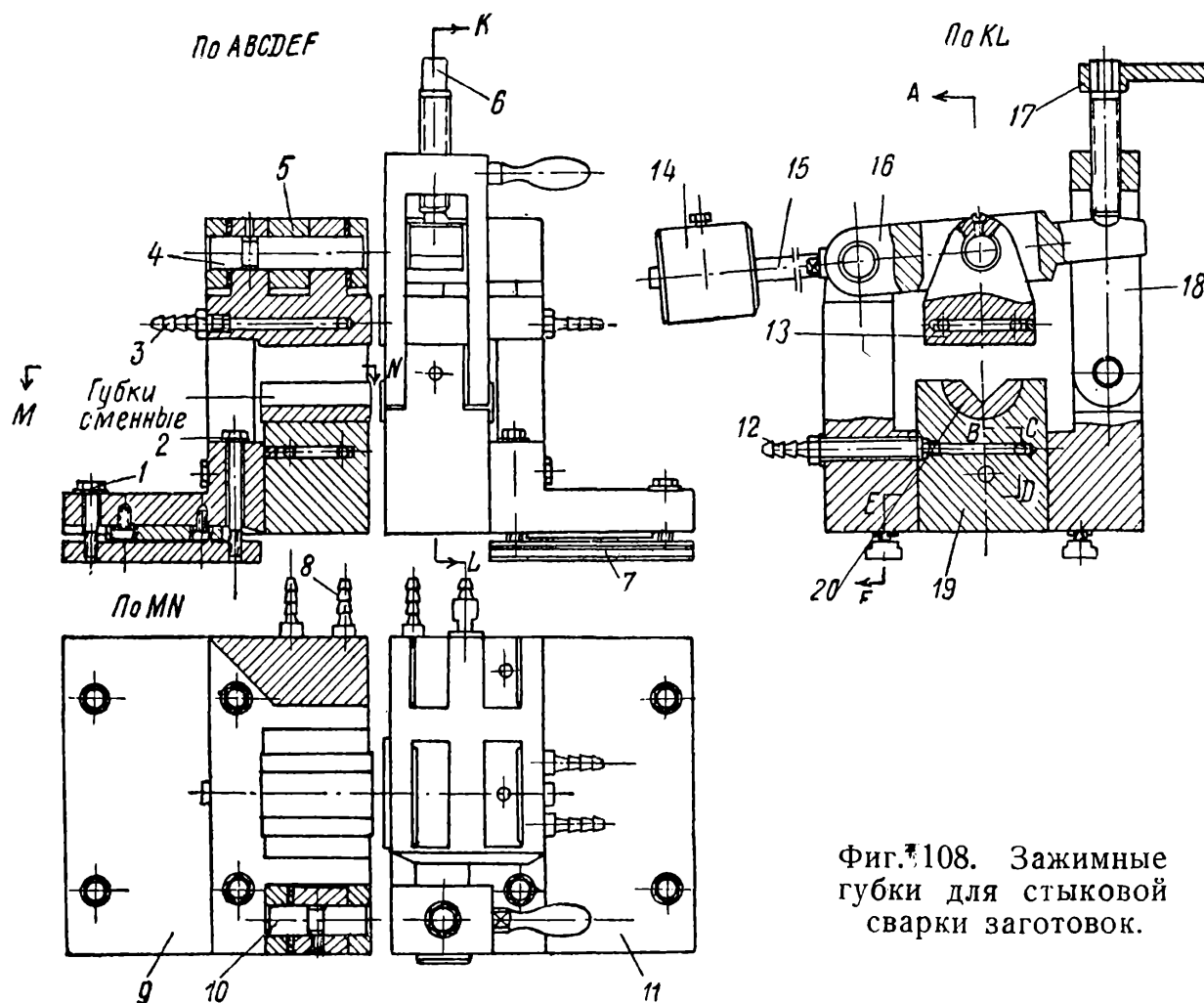
Предел прочности этого сплава при растяжении $\sigma_B = 40 \div 50 \text{ кг/мм}^2$; твердость $H_B = 110 \div 140$; температура порога размягчения 300 ÷ 350°

Мощность машины выбирается в зависимости от площади поперечного сечения свариваемых заготовок:

Площадь поперечного сечения свариваемых заготовок в мм ²	Потребная мощность сварочной машины в кВа
70	8
150	15
300	25
500	35
700	50
950	60
1200	75
1600	100
2000	125

Зажимные приспособления. Для закрепления свариваемых заготовок на стыковых сварочных машинах существует ряд конструкций зажимных приспособлений, устанавливаемых на токопроводящих плитах машины.

Зажимные приспособления должны удовлетворять следующим требованиям: быстрота и надежность крепления свариваемых заготовок, удобство смены зажимных губок при изменении свариваемых профилей, минимальное количество контактов между токоподводящими плитами и заготовками.



Фиг. 108. Зажимные губки для стыковой сварки заготовок.

Машины МСР-100-3 и МСМ-150 оборудуются зажимными приспособлениями (фиг. 105), позволяющими сменять нижние и верхние губки. Конструкция губок и способ их регулирования по высоте описаны выше.

Машины АСИФ-25, АСИФ-50 и АСИФ-75 для сварки резцов обычно оборудуются зажимным приспособлением, показанным на фиг. 108.

Приспособление состоит из двух стальных корпусов 9 и 11, укрепляемых болтами 1, 2 и планками 7 в подвижной и неподвижной плитах машины. К стальным корпусам прикрепляются медные вкладыши 19. Рабочая поверхность вкладышей имеет выточку для сменных губок 20.

В верхней части корпусов, посредством осей 4, закреплены стальные рычаги 5 и 16, на которых шарнирно устанавливаются верхние

зажимные губки 13. Для отбрасывания рычагов 5 и 16 после сварки служат противовесы 14, сидящие на стержнях 15.

К верхним губкам 13 и нижним 20, через нипели 3 и 12 подается охлаждение.

Зажим свариваемых заготовок производится следующим образом: рычаги 5 и 16 опускаются до соприкосновения верхних зажимных губок с заготовками; после этого на концы рычагов надеваются скобы 18; винтами 6 при помощи ключей 17 заготовки зажимаются. Скобы 18 шарнирно закреплены пальцами 10 на выступах стального основания.

Технология сварки. Сварка на стыковой машине производится со значительным оплавлением свариваемых поверхностей (при этом часть материала сжигается) или с незначительным оплавлением (без сжигания металла). Во втором случае получается менее надежная сварка. Сварка с незначительным оплавлением свариваемых поверхностей находит применение для резцов, работающих в легких условиях. При этом сокращается расход быстрорежущей стали.

Весьма важно соблюдать определенную величину вылета державки и головки резца из зажимных губок сварочной машины. Регулируя вылет, можно за счет омического сопротивления самого металла получить одинаковый нагрев стыков при постоянной скорости сварки и плотности тока.

При уменьшении вылета место сварки приближается к зажимам, вызывая резкое охлаждение нагретой заготовки за счет теплоотдачи к губкам. Местное охлаждение быстрорежущей заготовки может вызвать в ней внутренние напряжения и трещины.

В условиях производства завода „Электрик“ установлен следующий минимальный вылет заготовки из быстрорежущей стали.

Площадь сечения заготовки в мм ²	Вылет в мм
до 100	6
100— 200	8
200— 300	10
300— 600	14
600— 900	18
900—1500	22
1500—2500	30

Вылет для державки принимается в 1,8 раза больше, чем для головки резца.

До начала работы контактные губки зажимного механизма сварочной машины очищают от грязи и окалины металлической щеткой и проверяют совпадение осей заготовок. Если заготовки установлены правильно, то их закрепляют зажимными губками 32 и 33 (фиг. 105).

После подготовки заготовок к сварке производится включение тока и последовательное смыкание и размыкание концов заготовок до нагрева торцов. Затем торцы заготовок медленно сближаются и производится их оплавление на 0,4—0,6 мм (при ручной сварке оплавление производится до соответствующей отметки на шкале перемещения неподвижной плиты 19).

После этого быстрым перемещением зажимной губки производится осадка заготовок, с доведением рычага 16 до упорного винта 17. Выключение тока при этом происходит автоматически после начала осадки.

После сварки резец подвергается отжигу, затем его очищают на точиле от наплывов металла в месте сварки.

Для проверки прочности сварки резец ударяют об угол металлической плиты участком, расположенным вблизи шва.

Если излом происходит по шву и в изломе обнаруживаются пятна окисления, то причиной брака является неправильное выполнение сварки. При отсутствии окисления причиной излома может быть недостаточная осадка при сварке, вследствие чего не полностью выдана жидкая пленка металла.

23. Электродуговая наплавка быстрорежущей стали на резцы

В производстве находят все более широкое применение резцы с наплавкой из быстрорежущей стали. Наплавка производится обмазанными электродами из быстрорежущей стали на державки из Ст. 7.

Ниже описан один из применяемых на производстве способов изготовления электродов и наплавки¹.

Изготовление электродов. Электроды из быстрорежущей стали изготавливаются из проволоки диаметром от 3 до 8 мм, которая разрубается на прутки длиной 300 мм. Если проволока требуемого диаметра отсутствует, то электроды могут быть откованы или отлиты из отходов быстрорежущей стали.

Электроды покрываются толстым слоем специальной стабилизирующей и шлакообразующей смазки, которая должна обеспечить:

- 1) плотность наплавленного металла;
- 2) совпадение химического состава наплавленного металла и исходного материала стержня электрода;
- 3) легкоплавкость образующего шлака, который должен всплывать вверх и покрывать ровным слоем наплавленный металл, предохраняя его от окисления, а также легко отделяться от металла после охлаждения;

- 4) стабильное горение электрической дуги.

Электроды со стержнем из быстрорежущей стали Р18 имеют покрытие следующего состава:

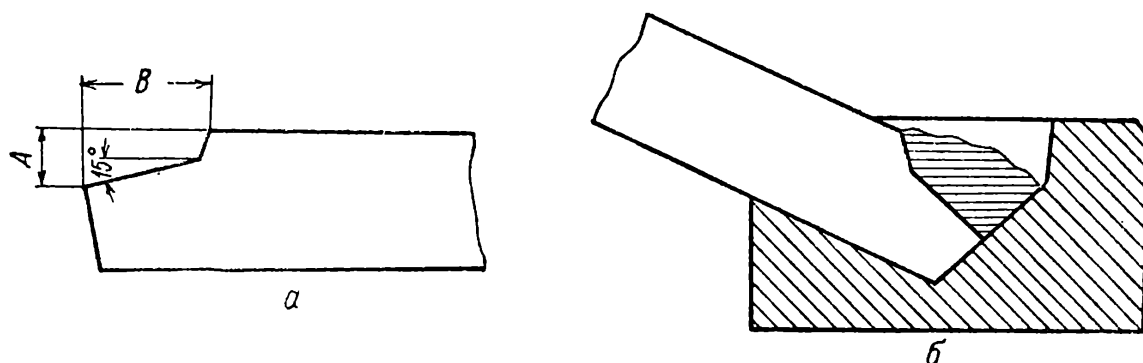
	В весовых %	
	1-й слой	2-й слой
Карбид бора	. 35	—
Мрамор 20	40
Плавиковый шпат	. 10	22
Ферротитан .	. 9	10
Феррованадий	. 15	15
Ферромарганец	. 6	8
Ферросилиций	. 5	5

¹ Технология изготовления различных электродов и наплавка изложена в книге „Литой и наплавленный инструмент“, Машгиз, 1951.

Кроме того, в обмазке добавляется жидкое стекло в количестве 30% и серебристый графит в количестве 4% от общего веса указанных компонентов.

Технологический процесс изготовления электродов следующий. Перечисленные компоненты, исключая жидкое стекло, засыпают в металлический сосуд и перемешивают. Затем туда постепенно добавляют жидкое стекло и непрерывно перемешивают его до получения обмазки сметанообразного состояния с удельным весом 1,75—1,8. Эту обмазку переливают в цилиндрический сосуд, имеющий высоту по длине электрода (300 мм).

Первый слой обмазки толщиной 0,4—0,5 мм наносят путем окунания в нее электрода на длину 250 мм. На длине 50 мм электрод оставляют оголенным для зажима в электрододержатель.



Фиг. 109. Наплавка быстрорежущей стали на резец: *а* — гнездо на державке под наплавку; *б* — медно-графитовая форма для наплавки.

После первого окунания электрод подвергают естественной сушке в течение двух часов. Затем, погружая в сосуд с обмазкой, электрод вторично обмазывают слоем толщиной 0,5 мм. Обмазку в сосуде необходимо перемешивать через каждые 10—15 мин. После вторичной обмазки электрод просушивают на воздухе в течение 20 час.

После сушки электрод зачищают на точиле со стороны обмазанного торца и подвергают прокатке в течение 30—40 мин. в электропечи при температуре 370—400°, с последующим охлаждением на воздухе. Готовые электроды должны храниться в закрытых ящиках в сухом месте.

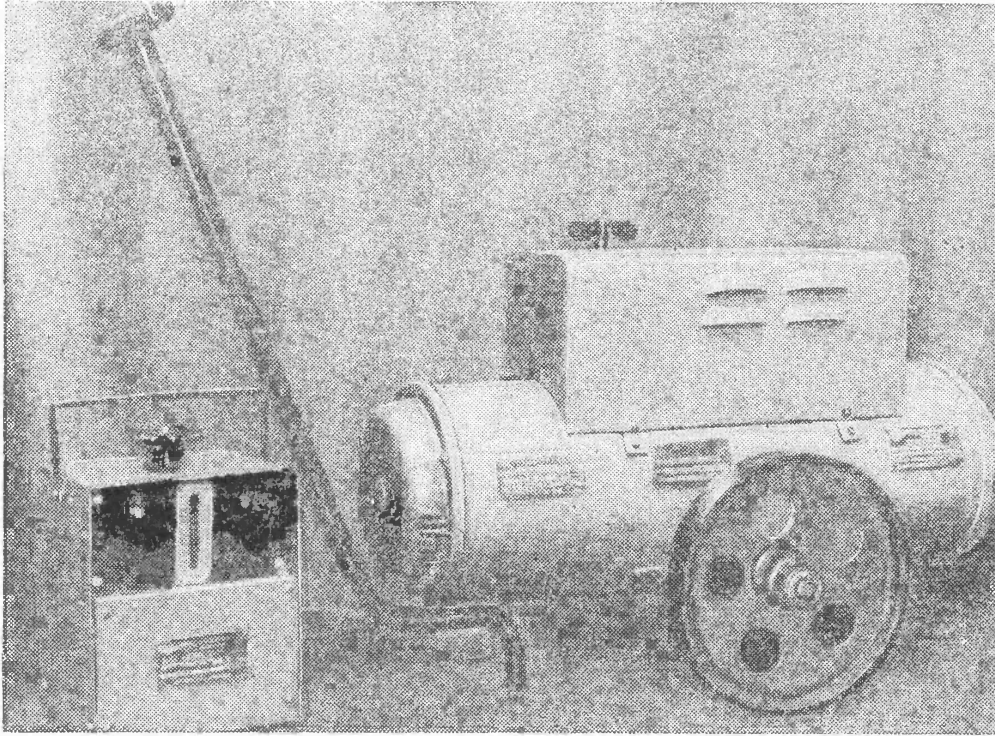
Технология наплавки быстрорежущей стали на резцы. Электродуговая наплавка быстрорежущей стали на углеродистые державки резцов производится электродами марок Р18 или Р9. В державке делают гнездо (фиг. 109, *а*), куда наплавляется быстрорежущая сталь.

Для питания электрической дуги при наплавке применяются сварочные преобразователи повышенной частоты ПС-100 (фиг. 110) и сварочные преобразователи постоянного тока ПС-500 (фиг. 111). Обе эти машины изготавливаются на ленинградском заводе „Электрик“.

Преобразователь ПС-100 состоит из генератора тока повышенной частоты и асинхронного двигателя. В сварочную цепь включается переносный дроссель, при помощи которого производится регулирование силы сварочного тока.

Преобразователь ПС-500 состоит из генератора постоянного тока и асинхронного двигателя. Генератор имеет специальную схему, обеспе-

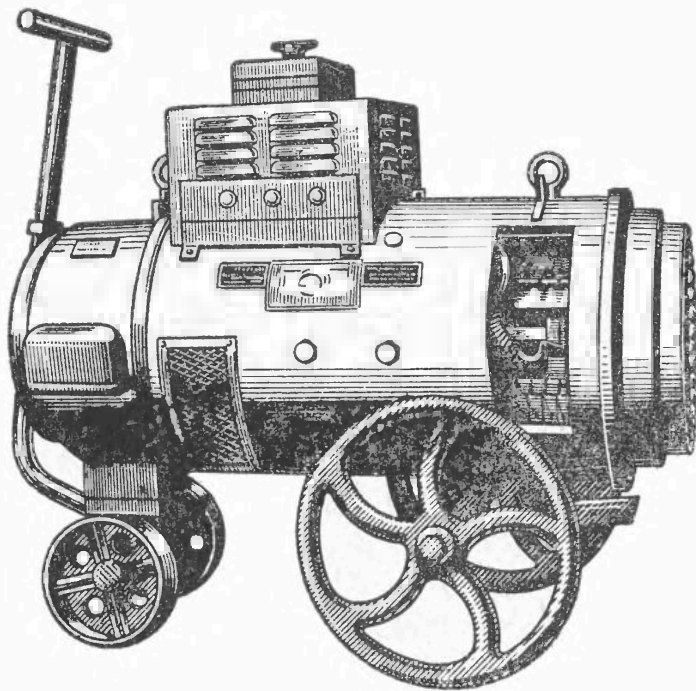
чивающую устойчивое горение дуги и широкий диапазон регулирования силы сварочного тока.



Фиг. 110. Сварочный преобразователь повышенной частоты ПС-100.

Преобразователи устанавливаются на колесах и легко перемещаются вручную.

В табл. 55 приведены технические данные обеих машин.



Фиг. 111. Сварочный преобразователь для дуговой электросварки постоянного тока ПС-500.

На электросварочных машинах постоянного тока наплавку ведут при обратной полярности: плюс на электроде, минус на заготовке.

Производительность наплавки находится в прямой зависимости от диаметра электрода, который выбирается в соответствии с шириной и глубиной гнезда державки резца, в которое наплавляется быстрорежущая сталь (табл. 56).

Для электродуговой наплавки большое значение имеет правильный выбор силы тока. При недостаточной силе тока металл получается густоплавким,

со шлаковыми включениями, газовыми пузырями и раковинами. Кроме того, быстрорежущая сталь плохо сваривается с металлом

заготовки. Чрезмерно большая сила тока приводит к разбрызгиванию наплавляемого металла, сопровождающемуся интенсивным выгоранием углерода. В результате по химическому составу наплавленный слой металла значительно отличается от металла электрода.

Таблица 55

Технические данные машин ПС-100 и ПС-500

Показатели		Тип преобразователя	
		ПС-100	ПС-500
Генератор	Тип генератора .	ГСВ-100	СГ-500
	Род тока .	Переменный, повышенной частоты 500 гц	Постоянный
	Пределы регулирования сварочного тока в <i>a</i>	20—115	12—600
	Номинальное рабочее напряжение в <i>v</i>	25	40
	Сила сварочного тока в <i>a</i> { при ПВ 100%	80	400
	{ при ПВ 50%	115	500
Напряжение холостого хода в <i>v</i>	80	60—90	
Мощность при ПВ 100% в <i>квa</i> .	2	16	
Двигатель	Тип двигателя .	ТС-5	А 72/4
	Напряжение в <i>v</i>	Асинхронный 220/380	Асинхронный 220/380
	Мощность в <i>квт</i>	4	28
	Скорость вращения в об/мин	2900	1450
	Коэффициент мощности	0,86	0,84
К. п. д. преобразователя при ПВ 100% .	0,5	0,58	
Габариты преобразователя в <i>мм</i> {	высота	800	1140
	длина	1080	1350
	ширина	410	740
Габариты переносного регулятора в <i>мм</i> . {	высота	330	
	длина	238	
	ширина	206	
Вес преобразователя в <i>кг</i>	160	920	
Вес переносного регулятора в <i>кг</i>	20		

Ниже приведены данные для выбора силы тока в зависимости от диаметра стержня электрода.

Диаметр стержня электрода в <i>мм</i>	Сила сварочного тока в <i>a</i>
3	100—110
4	130—150
5	165—185
6	200—220
7	230—260
8	260—300

Данные для выбора диаметра электрода

Размеры гнезда в мм (фиг. 109)		Диаметр стержня электрода в мм
A	B	
5—6	15	3
6—8	20	4
8—10	20	5
10—12	30	6
12—14	30	7
св. 14	35	8

На качество наплавленного металла большое влияние оказывает длина электрической дуги: чем короче дуга, тем меньше окисление металла. Для предотвращения образования в наплавленном металле различных пороков наплавку следует вести без обрывов дуги.

При наплавке резцов напряжение на дуге составляет 22—25 в. Дуга при этом короткая; наплавка ведется непрерывно до заполнения металлом гнезда в державке.

Для получения ровного слоя наплавки и предотвращения растрескивания наплавленной стали применяются медные или графитовые формы, предварительно подготовленные для резцов различных типов и размеров (фиг. 109, б).

Перед наплавкой поверхности гнезда в державках резцов тщательно очищают от грязи, масла, ржавчины.

Во избежание появления в наплавленном слое раковин, дугу обрывают лишь после того, как прекращается кипение наплавленного металла и поверхность его приходит в спокойное состояние.

После наплавки резцы вынимают из форм и медленно охлаждают в ящике с асбестовой трухой, крупной древесного угля или в сухом прогретом песке.

Наплавленные резцы подвергаются термической обработке: отжигу, закалке и отпуску. Резцы, изготовленные методом наплавки, не уступают по стойкости резцам с напаянными или наваренными пластинками быстрорежущей стали.

По сравнению с другими способами изготовления быстрорежущих резцов способ наплавки отличается значительной экономией быстрорежущей стали, возможностью использования ее отходов и технологической простотой.

24. Термообработка быстрорежущих резцов

Все быстрорежущие резцы — сваренные встык, наплавленные и с напаянными пластинками — должны подвергаться отжигу, закалке и трехкратному отпуску.

Отжиг. Применяется нормальный и ускоренный отжиг быстрорежущих резцов. При нормальном отжиге резцы загружаются в печь

при температуре 600°, нагреваются с печью до температуры 860—880° со скоростью 100—150° в час и выдерживаются при этой температуре в течение двух часов. Затем они вместе с печью охлаждаются до температуры 700—750° и выдерживаются при этой температуре в течение четырех часов. После этого резцы охлаждаются сначала вместе с печью до температуры 300°, а затем на воздухе.

Ускоренный отжиг производится следующим образом. Резцы немедленно после сварки или напайки помещают в отжигательную печь с температурой 730—750°; при этой температуре они выдерживаются в течение 4—6 часов. После этого резцы охлаждаются сначала вместе с печью до температуры 300°, а затем на воздухе.

Если резцы после сварки или напайки были медленно охлаждены, то ускоренный отжиг производится следующим образом. Резцы нагревают в печи до температуры 880—900° со скоростью 100—150° в час и выдерживают при этой температуре один час. Затем резцы помещают в другую камеру печи с температурой 730—750° и выдерживают при этой температуре в течение двух часов. После этого их охлаждают вместе с печью до температуры 300°, а затем на воздухе.

После отжига резцы проверяют на отсутствие трещин и на твердость. Твердость режущей части резца не должна превышать $H_B = 260$.

Закалка. Нагрев быстрорежущих резцов под закалку может производиться в хлор-бариевой ванне, в электропечи с регулируемой защитной газовой атмосферой и на высокочастотной установке.

При закалке резцов, сваренных встык или наплавленных быстрорежущей сталью, производятся два подогрева: первый — до температуры 500—600° для стали марок P18, P и P9, второй — до температуры 850—870°. Время нагрева резцов при подогревах должно быть равно 1 мин. на каждый миллиметр ширины резца. Затем производится окончательный нагрев резцов до температуры, указанной в табл. 57

Время нагрева в хлор-бариевой ванне составляет 6—7 сек. на 1 мм ширины резца, а в электропечи 9—11 сек.

После нагрева резцы охлаждаются сначала в масле до температуры 300° или в селитровой ванне с температурой 450—550°, а затем на воздухе.

Нагрев резцов под закалку на высокочастотной установке производится следующим образом. Нагревают резец в круглом или прямоугольном кольцевом индукторе до температуры 550° и вынимают его из индуктора на несколько секунд для выравнивания температуры по сечению. Вторично нагревают резец до температуры 750—800° и выравнивают температуру, затем производят третий нагрев до температуры 1000° и вновь вынимают резец на несколько секунд из индуктора. После этого резец окончательно нагревают до температуры закалки, указанной в табл. 57.

Отпуск. Отпуск быстрорежущих резцов производится при температуре, приведенной в табл. 58.

При указанной температуре резцы выдерживают в течение одного часа, после чего их охлаждают на воздухе.

Таблица 57

Температура закалки
быстрорежущих резцов

Марка стали	Температура закалки в °С
P18 .	1300 ± 10
P9 .	1250 ± 10

Таблица 58

Температура отпуска
быстрорежущих резцов

Марка стали	Температура нагрева при отпуске в °С
P18	560 ± 10
P9 .	560 ± 10

Резцы, оснащенные пластинками быстрорежущей стали P18, могут быть подвергнуты однократному отпуску при температуре 570—580°, с выдержкой при этой температуре в течение 2—3 часов и последующим охлаждением на воздухе.

Резцы с пластинками из быстрорежущей стали марки P9 должны подвергаться двух- трехкратному отпуску при температуре 560° с выдержкой при каждом отпуске в течение 1 часа.

После отпуска режущая часть резца проверяется на отсутствие трещин и на твердость. Твердость быстрорежущих резцов после отпуска должна быть в пределах $H_{RC} = 62 \div 64$.

ГЛАВА VI

ЗАТОЧКА И ДОВОДКА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ РЕЗЦОВ¹

Качество заточки резца в значительной мере определяет его стойкость и степень чистоты обработки. Особое значение имеет заточка для твердосплавных резцов. Некачественная заточка затрудняет последующую доводку резца и вызывает поверхностные трещины на пластинке твердого сплава. Это приводит к выкрашиванию пластинки в процессе работы и уменьшению срока службы резца.

В настоящее время известны следующие способы заточки твердосплавных резцов: абразивный, анодно-механический, электроискровой и электроконтактный. Несмотря на все расширяющееся применение электрических способов заточки твердосплавных резцов, особенно анодно-механического способа, абразивный способ заточки пока еще остается преобладающим на многих заводах.

Вследствие высокой твердости твердых сплавов и их повышенной хрупкости (предел прочности при изгибе для твердого сплава Т15К6 в три раза ниже, чем для быстрорежущей стали), для абразивной заточки твердосплавных резцов требуется весьма точные и вполне исправные станки и приспособления. Не меньшее значение имеет правильный выбор шлифовальных кругов и режима заточки.

25. Абразивная заточка

Технология заточки. Абразивная заточка твердосплавных резцов производится по типовым технологическим процессам, один из которых (для токарного проходного прямого резца) приведен в табл. 59.

До заточки твердосплавной пластинки производится заточка державки резца.

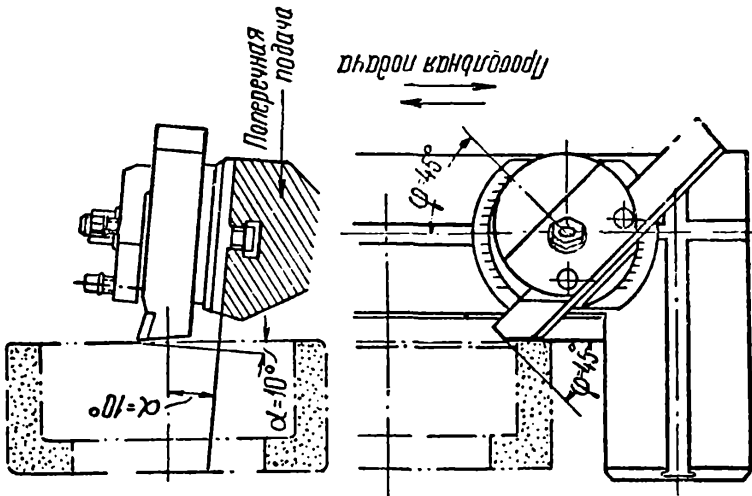
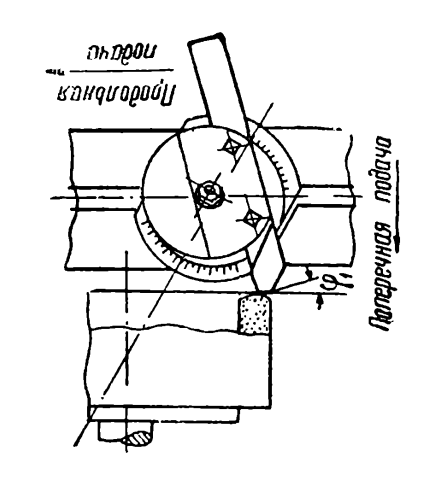
В целях экономии шлифовальных кругов из карбида кремния и для предотвращения их засаливания, заточку державки производят на электрокорундовых кругах с керамической связкой, зернистостью 24 — 36, твердостью СМ1 — С1.

Заточка задних и передней граней резца должна производиться в специальных приспособлениях, которыми снабжаются станки для заточки твердосплавных резцов моделей 362Б и 362В.

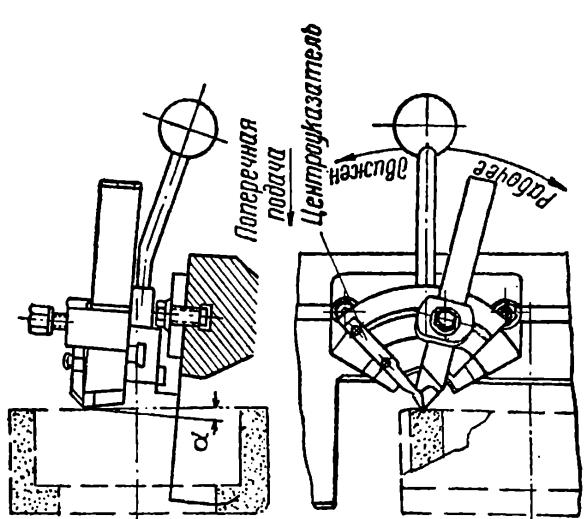
¹ В этой главе приведены также краткие сведения об абразивной заточке и доводке резцов с керамическими пластинками.

Таблица 59
 Типовой технологический процесс заточки твердосплавного токарного проходного резца

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование и приспособления	Режущий и мерительный инструмент	Режим обработки		
					продольная подача в мм/мин	поперечная подача в мм	окружная скорость шлифовального круга в м/сек
1	Заточка главной задней грани державки		Двусторонний станок для заточки резцов; подручник	Шлифовальный круг из электрокорунда зернистостью $\geq 40 \div 36$ твердостью СМ1 \div С1; шаблон	Ручная	Ручная	20—25
2	Заточка вспомогательной задней грани державки		То же	То же	Ручная	Ручная	20—25

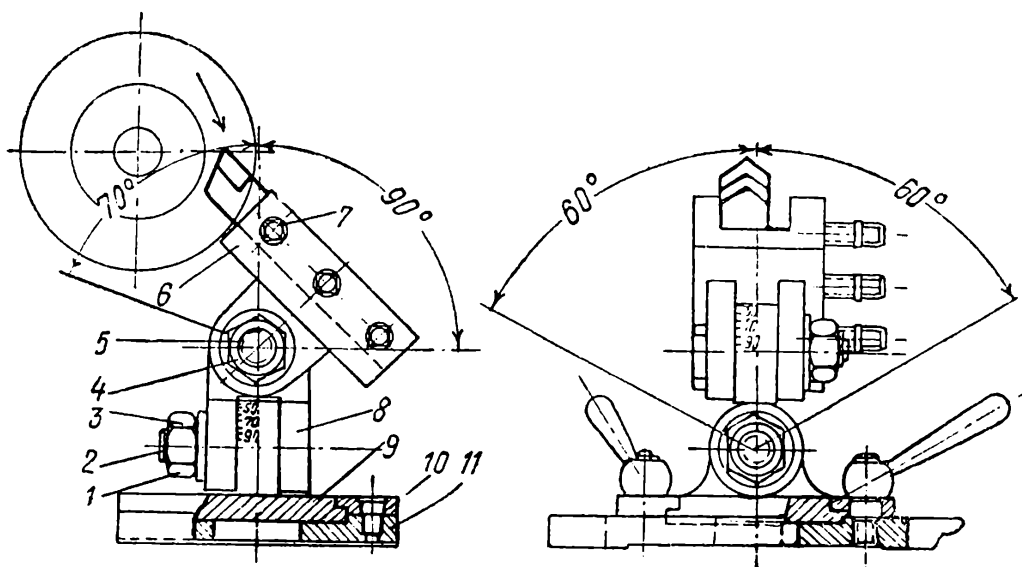
<p>3 Предварительная заточка главной задней грани пластинки твердого сплава</p>		<p>Заточной станок завода "Ильич" модели 362Б; специальное воротное приспособление</p>	<p>Шлифовальный круг из зеленого карбида кремния зернистостью 46 ÷ 60, твердостью МЗ ÷ СМ1; угломер</p>	<p>1,5--2,0 0,03--0,04</p>	<p>18</p>
<p>4 Предварительная заточка вспомогательной задней грани пластинки твердого сплава</p>		<p>То же</p>	<p>То же</p>	<p>1,5--2,0 0,03--0,04</p>	<p>18</p>

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование и приспособления	Режущий и мерительный инструмент	Режим обработки		
					продольная подача в мм/мин	поперечная подача в мм	окружная скорость шлифовального круга в м/сек
5	Предварительная заточка передней грани под углом $\gamma = 15^\circ$		Заточной станок завода «Ильич» модели 362Б; специальное поворотное приспособление	Шлифовальный круг из зеленого карбида кремния зернистостью 46 ÷ 60 твердостью МЗ ÷ СМ1; угломер	1,5—2,0	0,03—0,04	18
6	Окончательная заточка главной задней грани пластинки твердого сплава	См. эскиз к операции 5	То же	Шлифовальный круг из зеленого карбида кремния зернистостью 8' ÷ 100, твердостью МЗ ÷ СМ1; угломер	1,5—2,0	0,01—0,02	18

7	Окончательная заточка вспомогательной задней грани пластинки твердого сплава	См. эскиз к операции 4	То же	То же	1,5—2,0	0,01 0,02	18
8	Окончательная заточка передней грани на фаске под углом $\gamma = -5^\circ$	См. эскиз к операции 5	То же	То же	1,5—2,0	0,01—0,02	18
9	Заточка радиуса закругления при вершине		То же	Шлифовальный круг из черного карбида кремния зернистостью 80 ÷ 100, твердостью МЗ ÷ СМ1; радиусный шаблон	Ручная	0,01	18

Однако эти станки еще не имеют широкого распространения и абразивную заточку резцов производят на заточных станках общего назначения, оснащаемых специальным приспособлением (фиг. 112).

Приспособление крепится основанием *11* к столу заточного станка. Основание соединяется болтами с плитой *10*, имеющей Т-образную выемку. В выемке устанавливается фасонная деталь *9*, к которой прикрепляется шарнир *8* посредством болта *2*, гайки *1* и шайбы *3*. Резцовая головка *6* соединяется с шарниром *8* посредством болтов *5* и гайки *4*. Державка резца закрепляется в резцовой головке тремя болтами *7*. Резец устанавливается в необходимое положение поворотом резцовой головки на требуемый угол. Угол поворота отсчитывается по шкале шарниров.



Фиг. 112. Приспособление для заточки твердосплавных резцов.

Описанное приспособление предназначено для заточки резцов сечением до 50×50 мм².

Для заточки резцов применяются также универсальные тиски (фиг. 113), позволяющие устанавливать затачиваемый резец под любым углом в трех плоскостях.

Тиски состоят из основания *14*, на котором устанавливается кронштейн *16*.

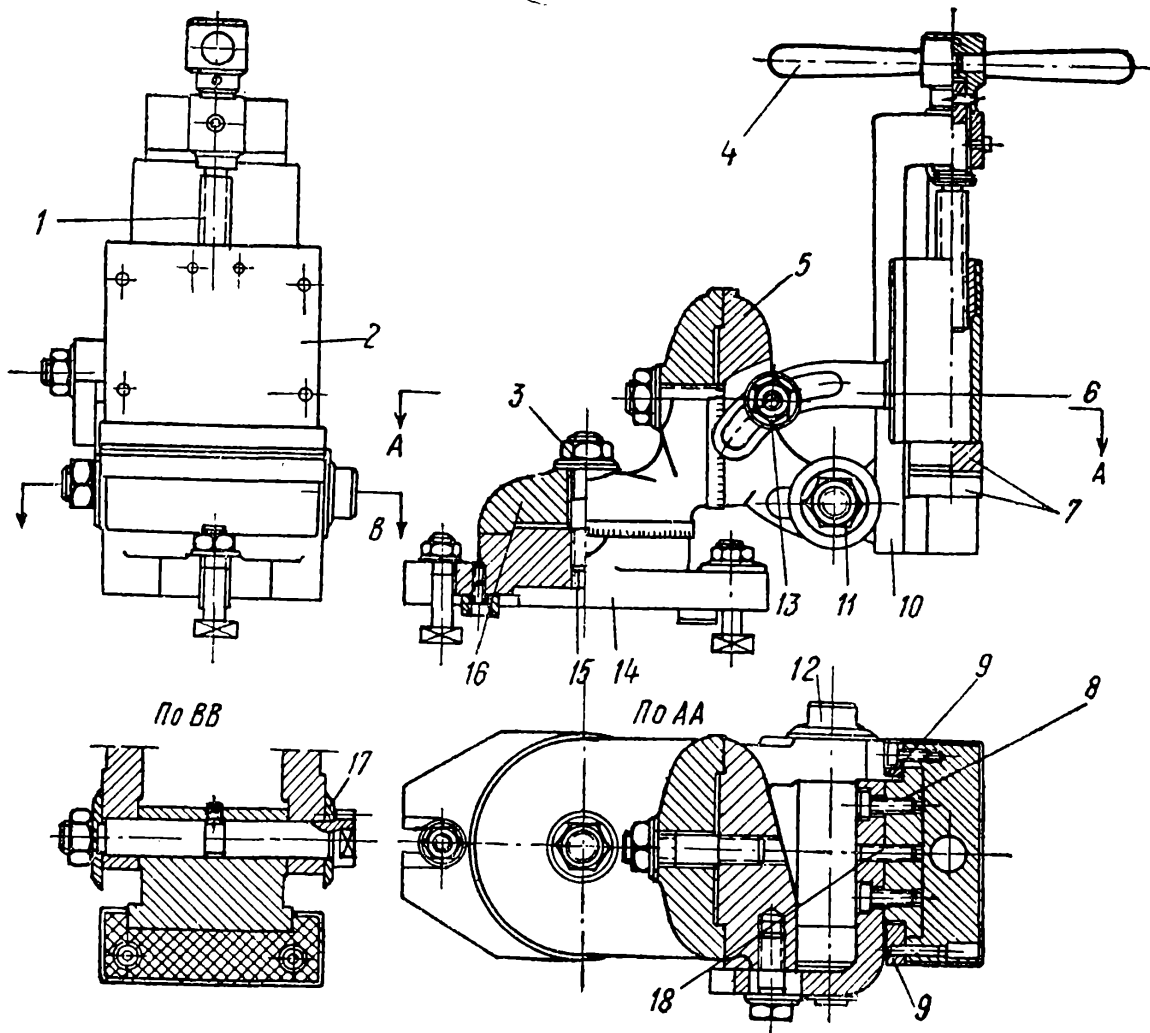
В выточке кронштейна укрепляется поворотный корпус *5*. Крепление кронштейна и корпуса к основанию осуществляется посредством шпилек *15* и гаек *3*.

Корпус зажимных тисков *10* шарнирно соединен с корпусом *5* осью *12*.

Для определения углов поворота тисков в различных плоскостях нанесены градусные деления на кронштейне *16*, поворотном корпусе *5* и шайбах *17*, закрепленных неподвижно с осью *12*.

Фиксация корпуса тисков в требуемом положении производится гайкой *11* и гайкой *13*, прижимающей скобу *6* к корпусу *5*. Скоба закрепляется к корпусу тисков посредством винтов *8* и штифта *18*. По направляющей корпуса скользит ползун *2* с прикрепленными

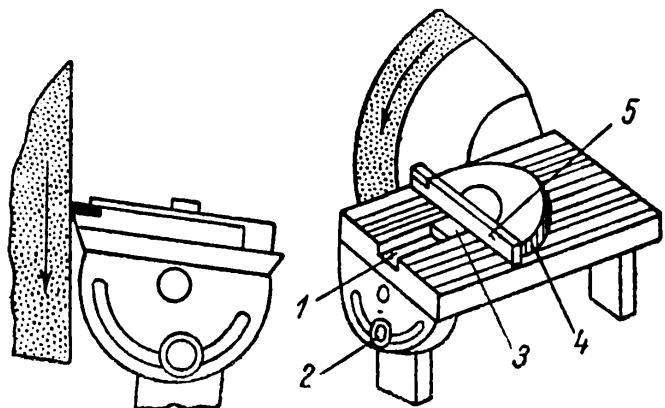
к нему двумя планками 9. На выступе корпуса и ползуна прикрепляются стальные закаленные губки 7.



Фиг. 113. Универсальные тиски для заточки резцов.

Зажим резцов между контактными губками производится посредством винта 1 и рукоятки 4. При небольших количествах резцов и отсутствии заточных станков применяется ручная заточка.

Приспособление для ручной заточки (фиг. 114) состоит из подручника 1 и поворотного упора 4. Продольная подача резца осуществляется перемещением по пазу подручника направляющей планки 3, несущей поворотный упор 4 с градуированной шкалой.



Фиг. 114. Приспособление для ручной заточки твердосплавных резцов.

Установка резца 5 для заточки главной и вспомогательной задних граней производится соответствующим поворотом подручника 1 и упора 4. После установки на необходимый угол подручник и поворотный упор закрепляются гайками 2.

Правильное направление вращения шлифовального круга показано на фиг. 112 стрелкой. При этом пластинка прижимается к державке резца; в противном случае пластинка может сколоться.

Для равномерного износа шлифовального круга при заточке резец следует передвигать вдоль рабочей поверхности круга. Остановка резца в процессе заточки вызывает местный износ круга, ухудшающий качество заточки.

Выбор режима заточки. При выборе режима заточки следует исходить из необходимости обеспечения наибольшей производительности процесса, высокого качества заточки и минимального удельного износа шлифовального круга.

Заточка державки резца должна производиться при скоростях шлифовального круга в пределах $20 \div 25$ м/сек.

При заточке твердосплавной пластинки резца скорость шлифовального круга принимается равной $12 \div 18$ м/сек.

Поперечная подача при предварительной заточке резца по пластинке твердого сплава принимается равной $0,03 \div 0,04$ мм, а при чистовой заточке — не более $0,01 \div 0,02$ (при условии последующей доводки пластинки). Если резец не подвергается доводке, то чистовая заточка должна производиться с поперечной подачей в пределах $0,005 \div 0,01$ мм. Продольная подача устанавливается в пределах $1,5 \div 2,0$ м/мин.

Выбор шлифовальных кругов. В табл. 60 приведены данные для выбора шлифовальных кругов.

Таблица 60

Выбор шлифовальных кругов для заточки твердосплавных резцов

Затачиваемый материал	Характеристика круга					
	Предварительная заточка			Чистовая заточка		
	абразивный материал и род связки	№ зернистости	степень твердости	абразивный материал и род связки	№ зернистости	степень твердости
Углеродистая сталь (державка резца)	Электрокорунд Керамическая	24—36	СМ1÷С1	—	—	—
Твердые сплавы ВК6, ВК8 и Т15К10	Зеленый или черный карбид кремния Керамическая	46—60	СМ1	Зеленый карбид кремния Керамическая	М3÷СМ1	80—100
Твердые сплавы ВК2, ВК3, Т15К6 и Т30К4	Зеленый или черный карбид кремния Керамическая	46—60	М3			

На заточных станках завода „Ильич“ моделей 362Б и 362В применяются цилиндрические чашечные круги диаметром 250 мм и толщиной 100 ÷ 150 мм (по ГОСТ 2436—44).

При заточке державок на двусторонних заточных станках (точилах) применяются плоские круги диаметром 250 ÷ 300 мм, толщиной 32 ÷ 40 мм (по ГОСТ 2425—44).

Во избежание местного перегрева пластинки твердого сплава, торец чашечного круга закругляется или срезается под углом 15°. Благодаря этому уменьшается поверхность соприкосновения с кругом затачиваемого резца.

Качественная заточка резцов обеспечивается при спокойной работе шлифовального круга, без толчков. Для этого необходимо правильно насадить круг на вал заточного станка и отбалансировать его.

Круг закрепляется на шпинделе при помощи двух фланцев. Для предотвращения поломки круга между ним и фланцами устанавливаются прессшпановые прокладки.

Правила техники безопасности предусматривают испытание на прочность перед установкой на заточном станке кругов диаметром 150 мм и выше, работающих со скоростью более 15 м/сек.

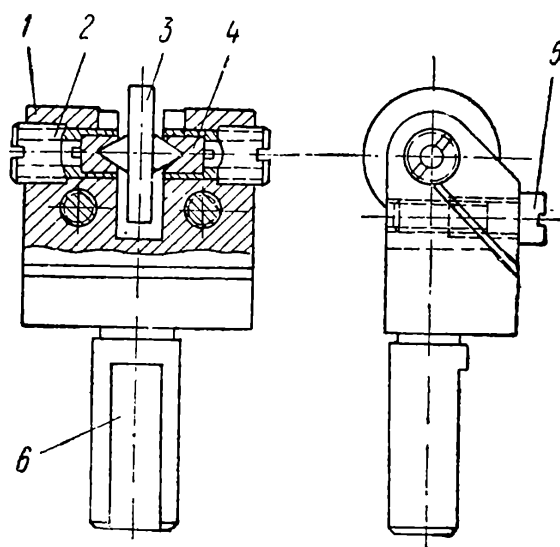
Испытание шлифовальных кругов производится на разгонных станках при скоростях, превышающих на 50% окружные скорости, допускаемые ГОСТ 3381—47. Продолжительность испытания следующая: 5 мин. — для кругов диаметром 150 ÷ 275 мм; 7 мин. — для кругов диаметром 300 ÷ 475 мм и 10 мин. — для кругов диаметром 500 мм и больше.

Заточку твердосплавных резцов можно производить при обильном охлаждении 5% раствором эмульсии или без охлаждения. При работе без охлаждения резцы нельзя окунать после заточки в воду, так как это приводит к образованию трещин на пластинках.

Правка шлифовальных кругов. Для правки кругов в настоящее время применяются, главным образом, заменители алмазов.

На фиг. 115 изображен алмазозаменитель АТР-18МУ для правки шлифовальных кругов.

Ролик 3 диаметром 16 мм и толщиной 2 мм изготавливается из твердых сплавов ВК3 и ВК6. Он монтируется на двух подпятниках 4, из твердых сплавов ВК15 или ВК8. Подпятники крепятся в корпусе державки 1 двумя винтами 2. Для предотвращения отвинчивания корпус державки снабжается прорезями, которые стягиваются винтами 5. Хвостовик 6 приспособления устанавливается в гнездо обычного устройства для правки и закрепляется в нем винтом. Ось ролика при этом должна быть параллельна оси выправляемого круга.



Фиг. 115. Приспособление АТР-18МУ для правки шлифовальных кругов.

После включения станка осторожно подводят ролик до легкого касания с вращающимся кругом, затем включают охлаждение ролика. При ручной правке подачу ролика производят плавно, без рывков.

В табл. 61 приведены режимы правки кругов алмазозаменителем АТР-18МУ, по данным Московского завода малолитражных машин.

Таблица 61

Режимы правки шлифовальных кругов твердосплавным роликовым заменителем алмаза АТР-18МУ

Шлифование	Класс чистоты по ГОСТ	Режимы правки			
		продольная подача в <i>м/мин</i>	глубина слоя, снимаемого за проход, в <i>мм</i>	число проходов	всего проходов
Черновое	—	0,5	0,03	3	8
			0,02	3	
			Без подачи	2	
Чистовое	7	0,2 0,3	0,02	3	8÷10
			0,01	3	
			Без подачи	2÷4	
Чистовое	8—9	0,2 0,1	0,02	3	Не менее 10
			0,01	3	
			Без подачи	Не менее 4	

Успешно внедряются в промышленность для правки шлифовальных кругов абразивные диски АЗ-ВНИИАШ. Диски представляют собой специальный абразивный инструмент мелкозернистой структуры, белого цвета, весьма высокой твердости. Диски изготавливаются двух размеров:

АЗ-73—73×6×35 мм (фиг. 116, а)

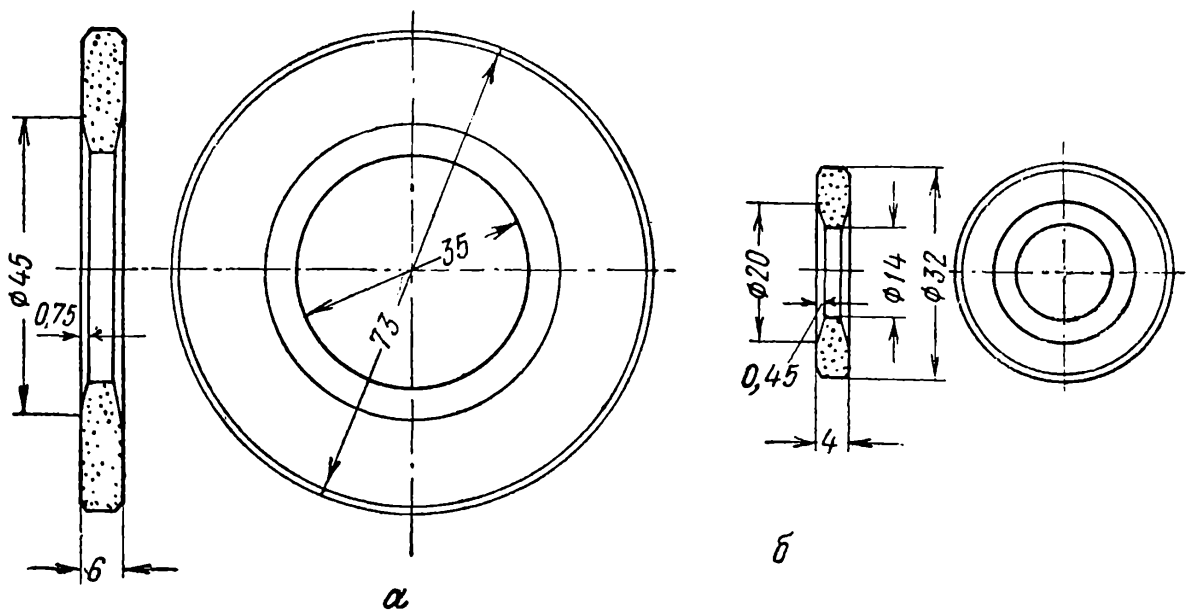
АЗ-32—32×4×14 мм (фиг. 116, б).

Диски устанавливаются на держателях особой конструкции и в собранном виде служат инструментом для правки. На фиг. 117 показан держатель ДД-73. При установке дисков на держатель на барабан 6 последовательно устанавливается шайба 5, картонная прокладка 4, диск АЗ-73, картонная прокладка, шайба 3, еще один диск АЗ-73 и т. д. Диски закрепляются гайкой 2. Для предотвращения отвинчивания гайки служит винт 1.

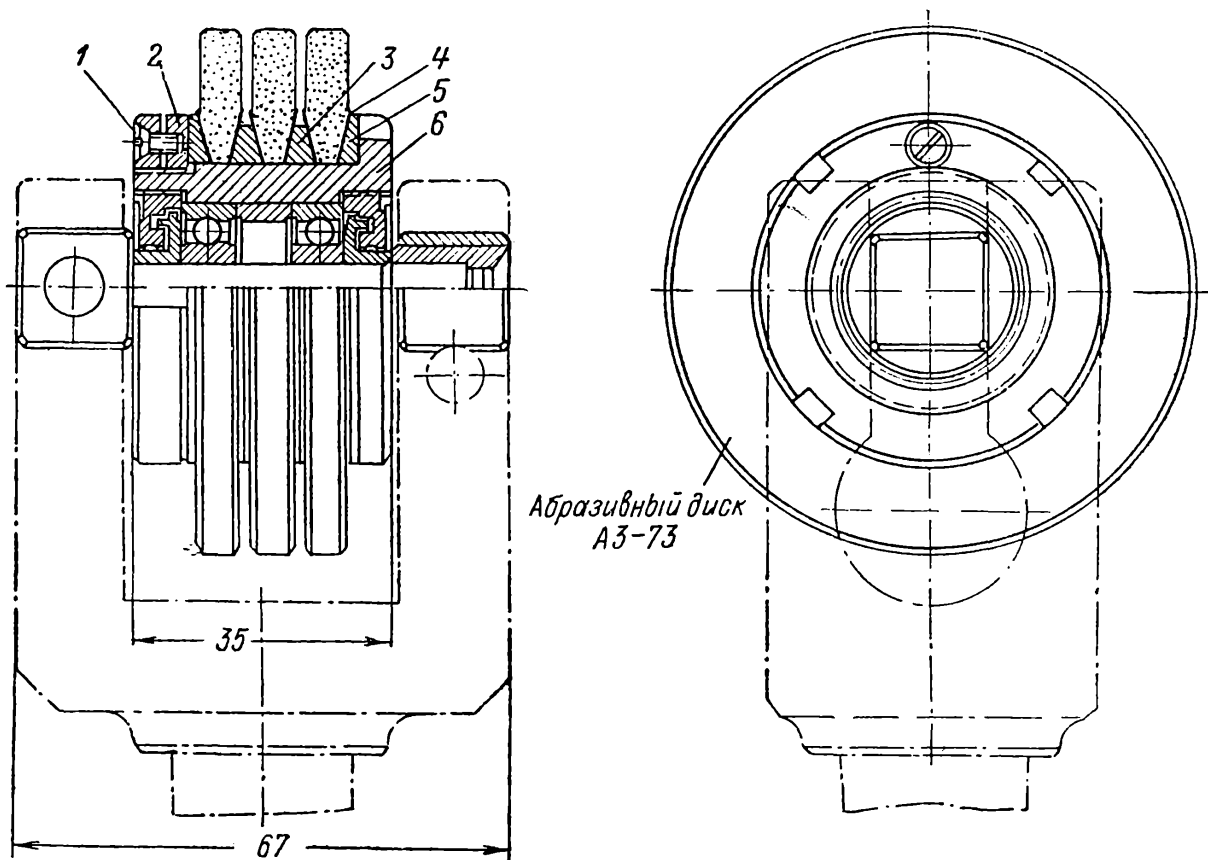
Для снижения износа и засаливания дисков АЗ, ВНИИАШ рекомендует один из дисков изготавливать из стали 20Х, с последующей цементацией и закалкой на твердость $H_{RC} = 52—60$.

При заправке шлифовального круга, стальной диск снимает основную часть заправляемого круга, а диск АЗ только зачищает его.

На стальном диске делают выточку шириной 2 мм.



Фиг. 116. Диски АЗ для безалмазной правки кругов.



Фиг. 117. Приспособление для безалмазной правки кругов дисками АЗ.

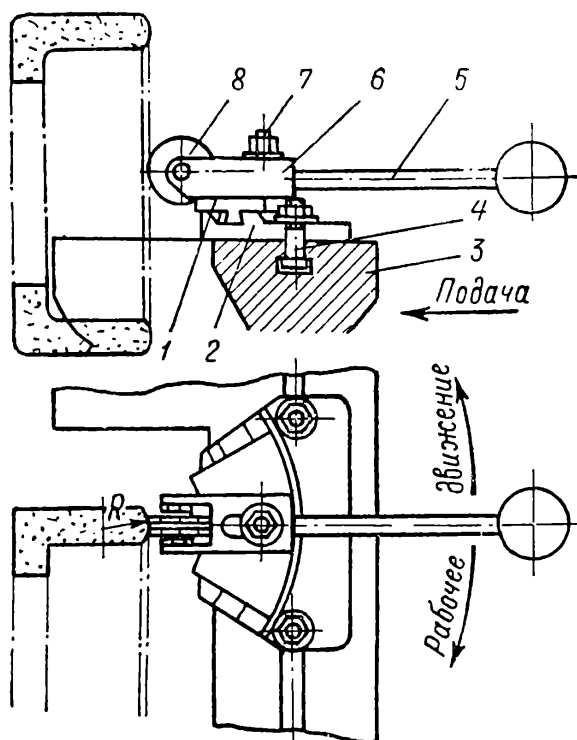
Диски должны вращаться свободно, без толчков. После установки в держателе, для устранения возможного эксцентриситета, диски должны быть приработаны по окружности.

Таблица 62

Режимы правки шлифовальных кругов дисками АЗ

Зернистость шлифуемого круга	Режим правки		
	глубина слоя, снимаемого за проход в мм	продольная подача в м/мин	число проходов
46	0,04	1,5	4
	0,02	1,5	2
	0,00	0,5	2
60	0,03	1,0	4
	0,01	0,5	2
	0,00	0,5	2
80	0,03	0,5	4
	0,01	0,5	2
	0,00	0,5	2

В держателе, представленном на фиг. 117, установлены три диска. Количество дисков выбирается в зависимости от диаметра выправляемого круга, его высоты, зернистости и твердости.



Фиг. 118. Приспособление для правки кругов к заточным станкам моделей 362Б и 362В.

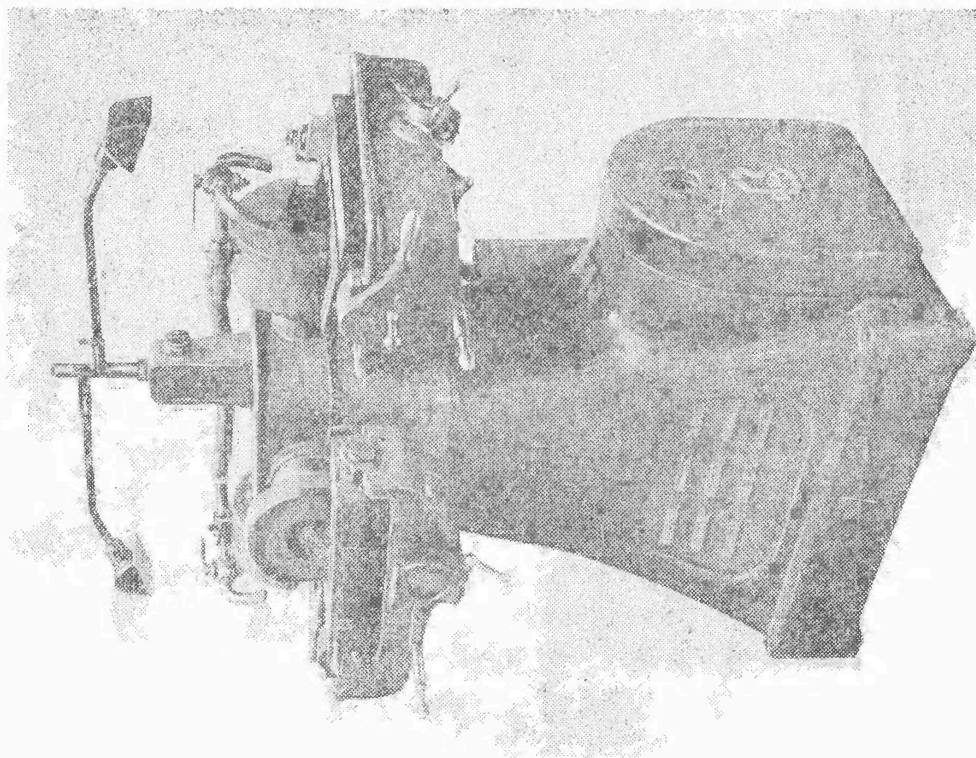
Правка шлифовальных кругов дисками АЗ производится методом свободной обкатки. Оси выправляемого круга и диска должны быть параллельны. В табл. 62 приведены рекомендуемые ВНИИАШ режимы правки дисками АЗ.

Кроме описанных двух типов алмазозаменителей, широко внедряющихся в производство, для правки шлифовальных кругов применяются другие заменители, описанные в литературе по шлифованию (см. „Литература и источники“ в конце книги).

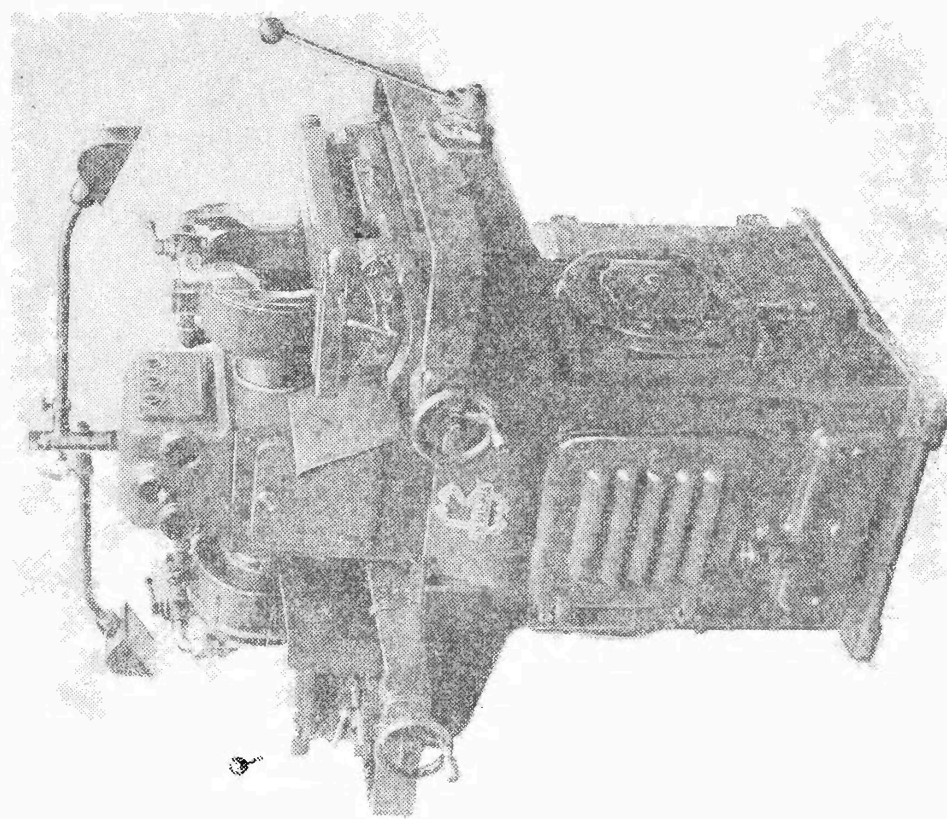
Заточные станки моделей 362Б и 362В снабжаются приспособлением для правки шлифовальных кругов (фиг. 118).

Основание 2 приспособления, имеющего радиусную выточку, соответствующую радиусу выправляемого круга, укрепляется на столе 3 заточного станка двумя болтами 4.

В эту выточку устанавливается корпус 1, на котором посред-



Фиг. 120. Станок для заточки твердосплавных
резцов модели 362Б.



Фиг. 119. Станок для заточки твердосплавных
резцов модели 362В.

ством болта 7 укрепляется державка 6 с набором рифленых дисков 8.

Правка круга по радиусу осуществляется путем качательного движения державки рычагом 5 приспособления и поперечной подачи стола 3 заточного станка.

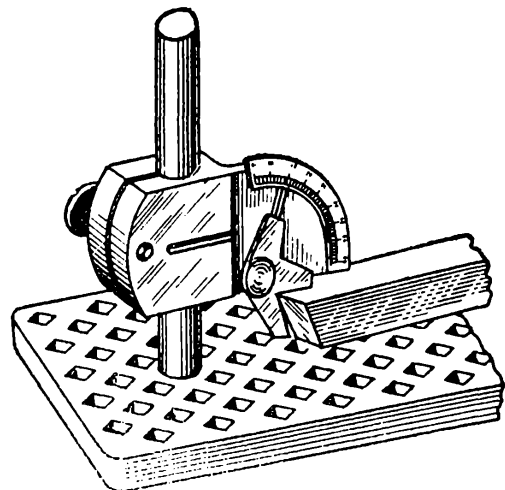
Заточные станки. Ленинградский завод „Ильич“ выпускает в настоящее время две модели станков для заточки твердосплавных резцов: модель 362В с двумя шлифовальными кругами (фиг. 119) и модель 362Б с тремя кругами (фиг. 120).

Наиболее производительным является станок модели 362Б, на котором один шлифовальный круг используется для черновой заточки, другой — для чистовой заточки, а третий круг — для доводки. Ука-

занные станки предназначены для заточки закрепленных и незакрепленных резцов.

В шлифовальной головке станка, изображенного на фиг. 119, смонтированы два шпинделя, приводимые в движение от двух электродвигателей, встроенных в станине станка. Оба шпинделя имеют самостоятельное регулирование числа оборотов и пусковые устройства¹.

Контроль заточки. Контроль заточки резцов производится для проверки правильности углов и качества заточенных поверхностей.



Фиг. 121. Прибор для измерения углов реза.

Углы режущей части резца должны быть выдержаны в пределах допусков, указанных в табл. 63. Заточка резцов резьбовых, расточных и для тонкого точения производится с более жесткими допусками.

Режущие кромки резца проверяются на остроту с помощью лупы, имеющей пятикратное увеличение. Резец, имеющий зазубрины и выкрашивания, подвергается повторной заточке. При обнаружении трещин на пластинке твердого сплава резец бракуется. Проверка лекальной линейкой на просвет позволяет обнаружить на режущих кромках завалы, при наличии которых резец отправляется на повторную заточку.

Проверка углов резца производится при помощи простейших шаблонов или универсального угломера (фиг. 121), обеспечивающего точность измерения переднего и заднего углов в пределах 1°.

Заточка и доводка резцов с керамическими пластинками. Резцы с керамическими пластинками затачиваются абразивным способом с применением шлифовальных кругов из зеленого карбида кремния. Круги из черного карбида кремния не рекомендуется применять, так как их шлифующая способность ниже, чем у первых. Кроме того,

¹ Подробное описание конструкции станков см. Л. С. Мурашкин и А. В. Щеголев, Заточные станки, Машгиз, 1950.

круги из черного карбида кремния, быстро засаливаются и перегревают керамическую пластинку в отдельных точках, в результате чего на ней появляются трещины.

Таблица 63

Допуски на заточку углов резца

Наименование и величина углов резца		Предельные отклонения
Передний угол γ	От 0 до 12°	$\pm 1^\circ$
	Свыше 12°	$\pm 2^\circ$
Задние углы α и α_1 (кроме α_1 для прорезных и отрезных резцов)	Пластинки твердого сплава .	$\pm 1^\circ$
	Державки .	$\pm 2^\circ$
Задний вспомогательный угол α_1 для отрезных и прорезных резцов .		$\pm 30'$
Угол наклона главной режущей кромки λ .		$\pm 1^\circ$
Главный угол в плане φ		$\pm 2^\circ$
Вспомогательный угол в плане φ_1	До 2°	$\pm 30^\circ$
	От 2 до 5°	$\pm 1^\circ$
	Свыше 5° .	$\pm 2^\circ$
Угол при вершине резца в плане ϵ .		$\pm 3^\circ$

Окончательную заточку резцов рекомендуется производить кругами зернистостью 60÷80, твердостью не выше СМ1. Для предварительной заточки следует пользоваться кругами зернистостью 46.

Для предотвращения выкрашивания режущей кромки резца необходимо до заточки задней грани снять на передней грани фаску с отрицательным передним углом $\gamma = (-45^\circ) \div (-60^\circ)$. Заточку резца следует производить по задней грани, оставляя на передней грани небольшую фаску с отрицательным передним углом, которая удаляется при доводке на чугунном диске пастой из карбида бора.

Для доводки резцов применяется паста из карбида бора зернистостью 200 ÷ 230.

Переточка резцов после их затупления производится не абразивным кругом, а сразу на чугунном диске пастой из карбида бора.

26. Абразивная доводка

Доводка твердосплавных резцов предназначена для получения острых, без зазубрин, прямолинейных режущих кромок, а также ровной и гладкой поверхности рабочих граней резца. Доводка является, кроме того, средством повышения стойкости резца.

Оборудование для доводки. Механическая доводка твердосплавных резцов производится на специальном доводочном станке модели 3818 (фиг. 122).

Станок состоит из станины, шпиндельной бабки и подручника.

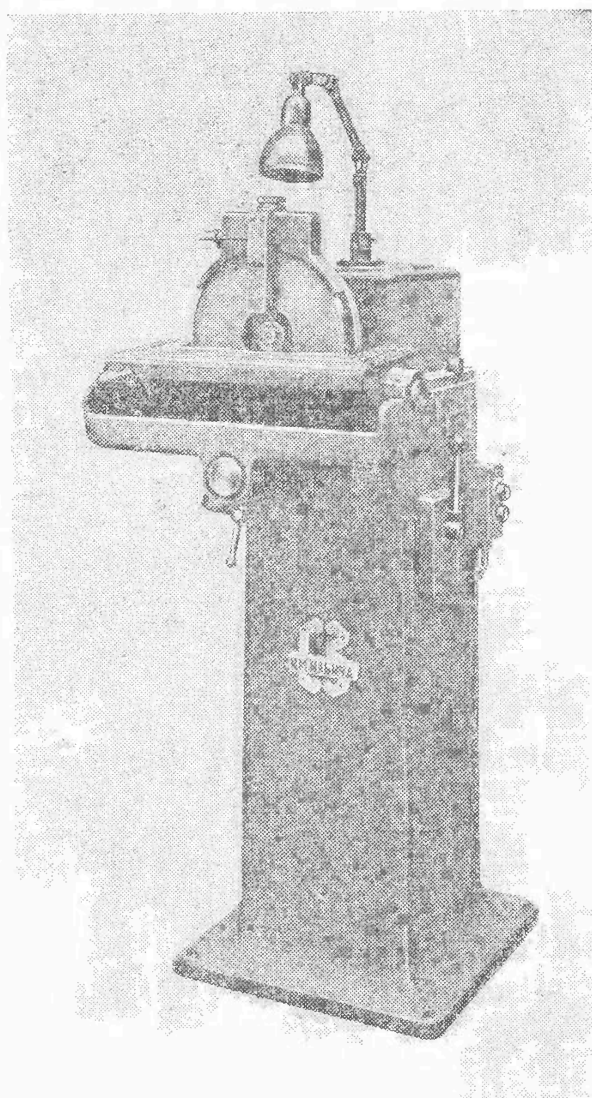
На фиг. 123 изображен общий вид шпиндельной бабки с коробкой привода станка. Шпиндель станка 5 приводится в движение от электродвигателя 1 посредством червячной передачи 2 и 3 и эластичной муфты 4. На конусном конце шпинделя гайкой 6 закрепляется фланец 8, на выточке которого насаживается и затягивается винтами 9 доводочный чугунный диск 7.

Подручник станка (фиг. 124) состоит из кронштейна 2, смонтированного на оси 1, и собственно подручника 4. Кронштейн снабжен двумя подшипниками 3 и 5, в которых уложены цапфы подручника 4, на которых последний может поворачи-

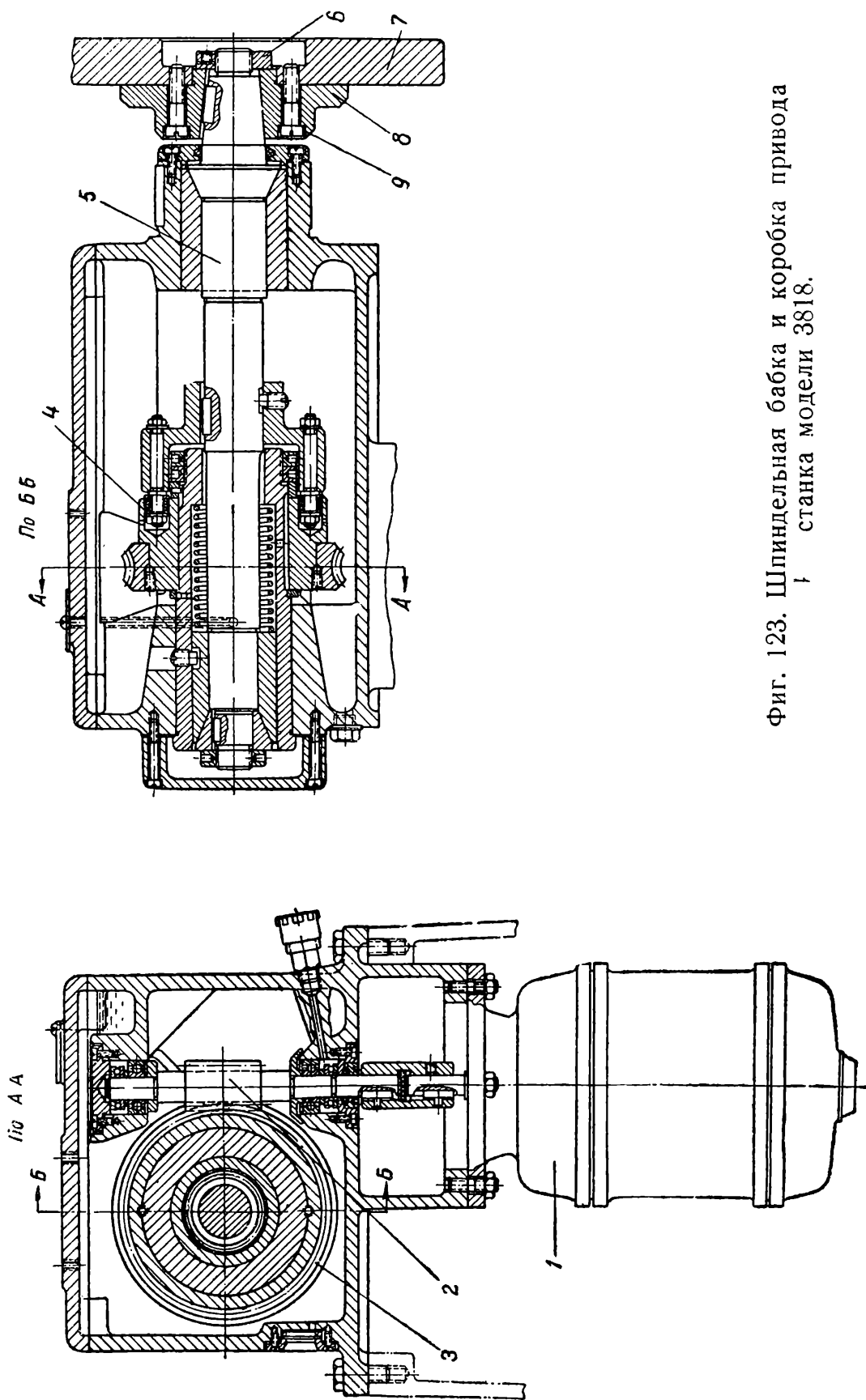
чиваться на необходимый угол. Для отсчета углового смещения подручника кронштейн снабжен градуированной шкалой 6.

Доводочный станок снабжается приспособлениями для доводки передней грани (фиг. 125, а) и задних граней резца (фиг. 125, б).

Для доводки передней грани резец устанавливают на шаровую опору 1 приспособления (фиг. 125, а). После совмещения передней грани резца с торцевой плоскостью диска шаровую опору закрепляют посредством маховичка 2, винта 3 и кольца 4, прижимающего шаровую опору к упору 5.



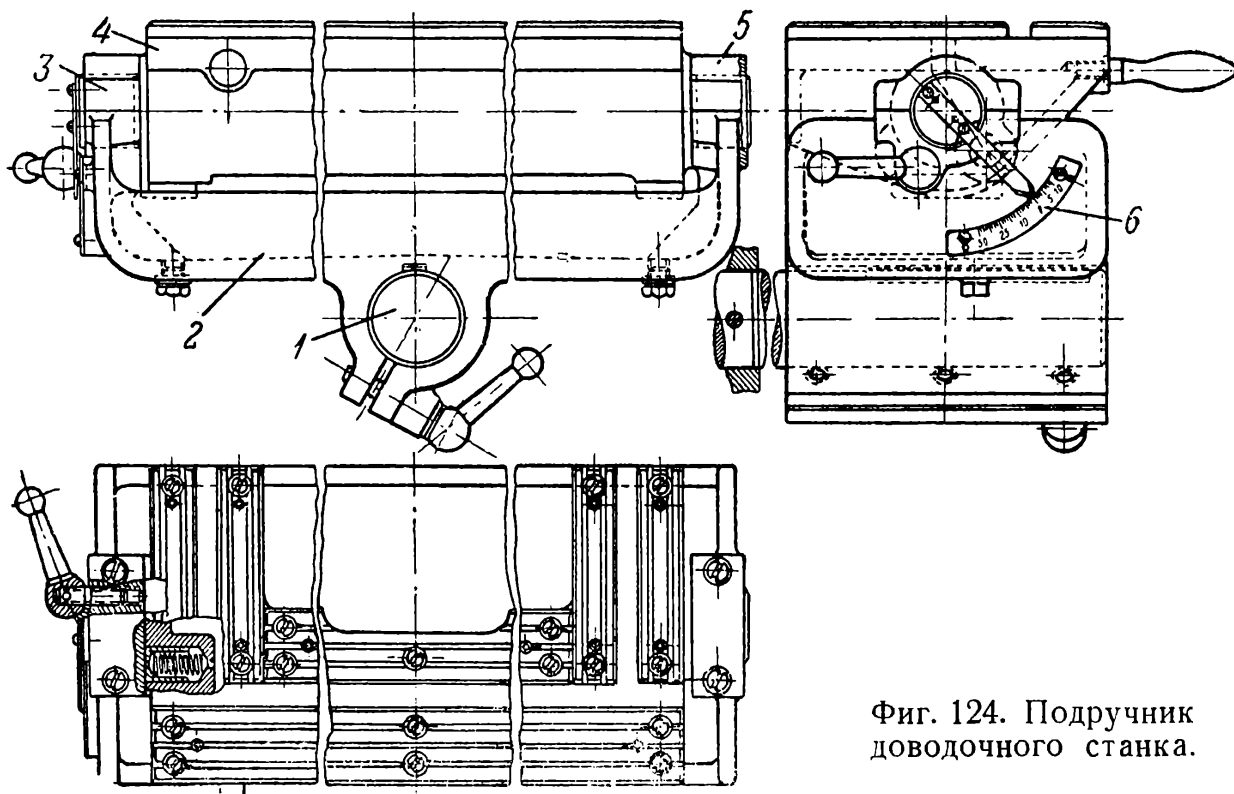
Фиг. 122. Доводочный станок модели 3818.



Фиг. 123. Шпиндельная бабка и коробка привода
 1 — станка модели 3818.

Приспособление для доводки задних граней резца (фиг. 125, б) устанавливается в соответствующий паз подручника станка. Угольник 1 приспособления устанавливается под необходимым углом относительно рабочей плоскости доводочного диска и закрепляется рычагом 2.

На фиг. 126 представлено приспособление конструкции лаборатории резания Ленинградского Дома научно-технической пропаганды, которое может быть установлено на любом станке для доводки резцов.



Фиг. 124. Подручник доводочного станка.

На поворотном столе 1 доводочного станка укрепляется основание 2 приспособления, на котором монтируется подвижная плита 3. На плите укреплен корпус 4, в круглой расточке которого скользит вкладыш 5 со срезанной кромкой. В выточке вкладыша 5 устанавливается ось 10 зажимной скобы 6. В торец вкладыша ввинчивается шпилька 13, на которую надета пружина 11. Для регулирования натяжения пружины служит фасонная гайка 12. Пружина обеспечивает постоянное давление между резцом 16 и доводочным диском 15.

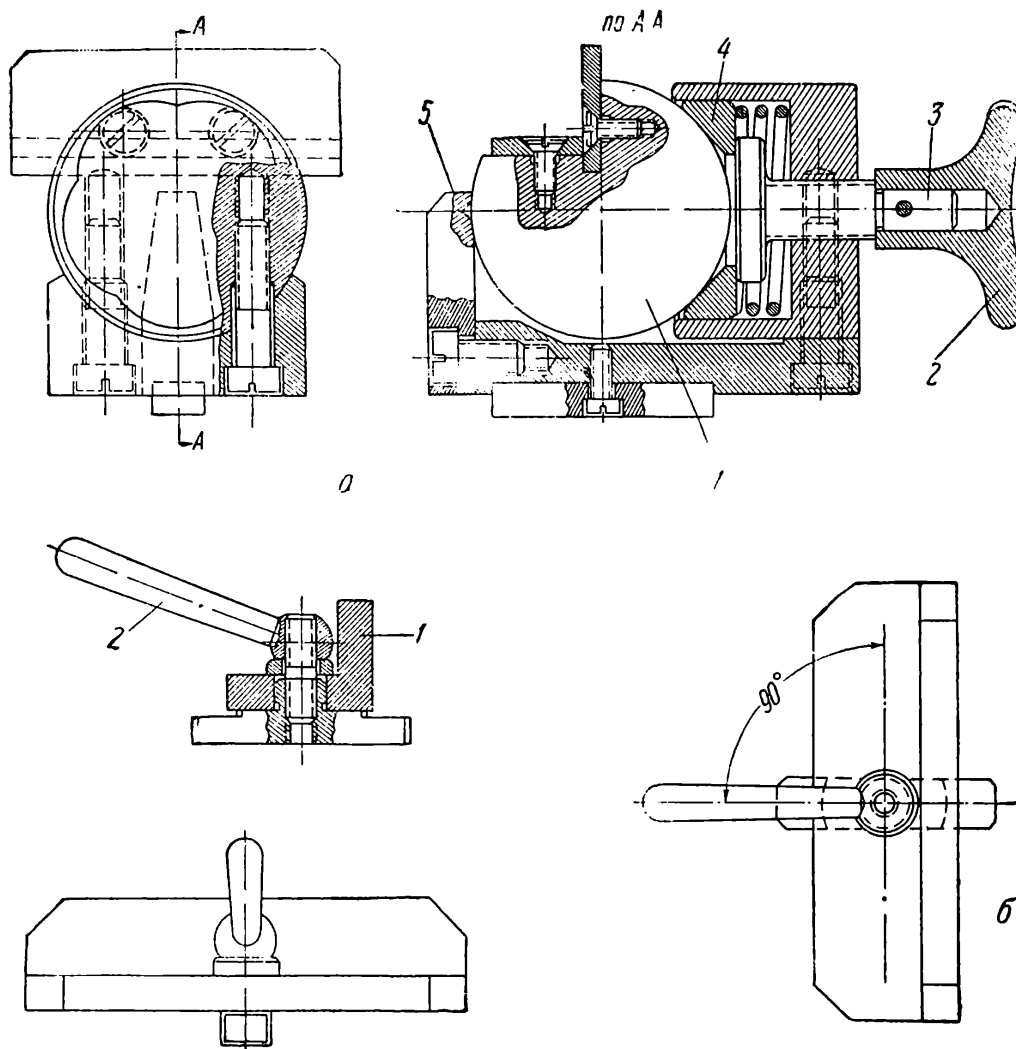
Зажимная скоба 6 может вращаться вокруг своей оси и закрепляется в необходимое положение винтом 14. Резец 16 устанавливается на нижней плоскости скобы 6 и зажимается посредством винта 8 подвижной плитой 7, которая скользит в планке 9, имеющей форму ласточкина хвоста.

Благодаря возможности поворота зажимной скобы 6 и поворотного стола станка, резец может быть установлен под любым углом относительно доводочного диска.

Доводочный диск. Доводочные диски изготавливаются из серого чугуна твердостью $H_B = 130 \div 160$, имеющего химический состав: С $3,0 \div 3,5\%$; Si $3 \div 4\%$; Mn $0,6 \div 0,8\%$; P $0,8 \div 1,0\%$; S $0,1\%$. Рабочая часть диска притирается чугунным притиром.

По мере износа диск должен выверяться путем шлифования его торца. Рекомендуемые размеры диска: диаметр 250÷300 мм; толщина 25 ÷ 30 мм.

Доводочные материалы. Для доводки твердосплавных резцов применяются различные абразивные материалы; наиболее распространенным доводочным материалом является карбид бора.



Фиг. 125. Приспособления для доводки резцов: *а* — по передней грани; *б* — по задним граням.

Рекомендуется применять карбид бора следующей зернистости: для грубой доводки — № 325 (28 ÷ 48 мк); для чистовой доводки № М28 (20 ÷ 28 мк); для тонкой доводки — № М10 и М14 (7 ÷ 17 мк).

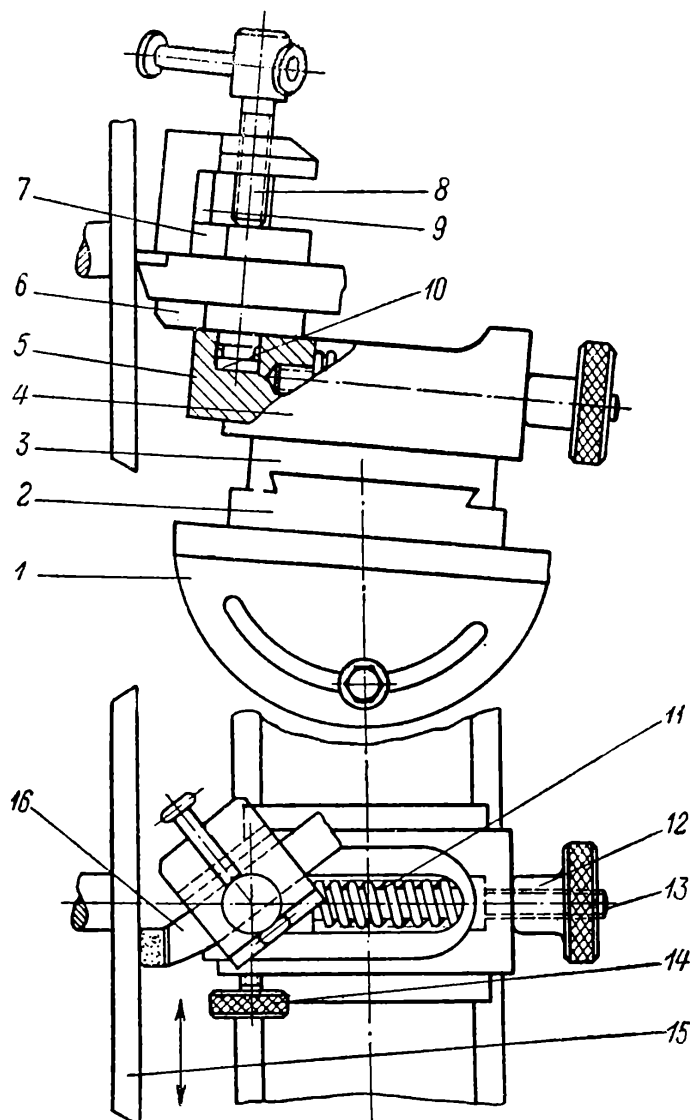
Карбид бора наносится на чугунный диск в виде пасты. В табл. 64 приведена рецептура паст из карбида бора.

Паста готовится следующим образом. В расплавленный парафин засыпают зерна карбида бора и полученную смесь тщательно размешивают. Затем смесь в тестообразном состоянии выливают в металлическую форму (стальную трубку с внутренним диаметром 20—25 мм и резьбовой пробкой на конце) и утрамбовывают. Застывшую массу выбивают из формы и завертывают в кальку. В таком виде карандаши из пасты поступают к заточникам.

Состав паст из карбида бора

Характеристика пасты	Состав пасты в % по весу	
	карбид бора	парафин
Паста высокой производительности	85—70	15—30
Паста нормальной производительности	70—60	30—40

Для нанесения пасты на диск, его рабочую поверхность смачивают керосином, затем пускают станок и слегка нажимают карандашом из пасты на диск. Если на рабочей поверхности диска имелась старая паста, потерявшая режущую способность, то перед нанесением новой пасты старую нужно тщательно смыть керосином. Смачивание диска керосином и смывание старой пасты следует производить щеткой с прибитым к ней куском войлока или толстого сукна.



Фиг. 126. Приспособление для доводки резцов.

Процесс доводки. После подготовки диска к работе на подручник станка устанавливают приспособление для доводки соответствующей грани резца.

Резец подводят к диску плавно и слегка прижимают, чтобы только обеспечить контакт между резцом и диском по всей длине режущей кромки. Во избежание заваливания режущих кромок резца, допускается качание резца на подручнике.

Во время доводки резец следует перемещать по диску на длине 10—15 мм. Это

обеспечивает равномерный износ доводочного диска и более ровную кромку резца.

Для большей сохранности диска радиус закругления вершины резца следует доводить на участке расположенном вблизи центра диска.

Доводка производится при вращении диска со скоростью 2,5—4,0 м/сек. На некоторых заводах получает применение доводка резцов химико-механическим способом, описанным на стр. 117.

Контроль качества доводки. Проверка качества доводки граней производится через лупу с 10-кратным увеличением для чистовых резцов и 3-кратным увеличением для обдирочных резцов. Режущие кромки резца должны быть острыми и прямолинейными. Прямолинейность проверяется лекальной линейкой на просвет. Для контроля твердосплавных пластинок после заточки и доводки получают применение люминесцентные дефектоскопы.

27. Анодно-механическая заточка и доводка

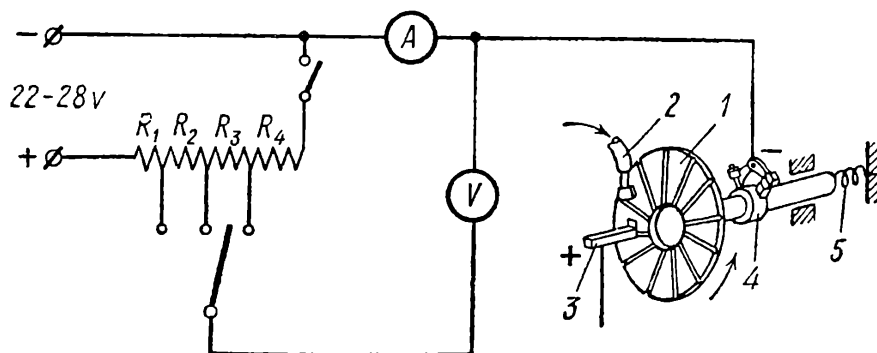
Из электрических способов заточки твердосплавных резцов наибольшее распространение получил анодно-механический способ, имеющий следующие преимущества в сравнении с абразивной заточкой:

1) заточка производится дисками, изготовленными из меди, чугуна и стали, в связи с чем отпадает необходимость в применении дорогостоящих абразивных кругов;

2) необходимая производительность процесса заточки, а также качество затачиваемой поверхности достигается изменением электрических режимов обработки, без снятия затачиваемого инструмента со станка;

3) между заточным диском и затачиваемым резцом возникают незначительные усилия, причем увеличение давления затачиваемого инструмента на заточной диск не приводит к резкому изменению температуры в зоне обработки;

4) доводка инструмента осуществляется на том же станке, что и заточка, путем изменения электрического режима.



Фиг. 127. Электрическая схема анодно-механических станков:

1 — заточной диск; 2 — сопло, подающее рабочую жидкость; 3 — затачиваемый резец; 4 — скользящий контакт; 5 — амортизирующая пружина.

Сущность способа анодно-механической обработки металлов. Электрическая схема анодно-механических станков (фиг. 127) состоит из цепи постоянного тока, питаемой от источника напряжением 20—30 в, и реостата. Сопротивление реостата выбирается таким, чтобы была обеспечена необходимая величина тока короткого замыкания.

Затачиваемый резец (анод) соединяется с положительным полюсом источника постоянного тока напряжением $20 \div 30$ в, а заточной диск (катод) соединяется с отрицательным полюсом.

В зазор между резцом и диском подается рабочая жидкость, которая под действием электрического тока образует на поверхности резца защитную пленку, обладающую сравнительно большим электрическим сопротивлением.

В процессе обработки вращающийся катод удаляет непрерывно восстанавливающуюся защитную пленку. При значительных плотностях тока в отдельных точках обрабатываемой поверхности выделяется большое количество тепла за счет нарушения диэлектрической прочности пленки. Выделяющееся на аноде тепло оплавляет поверхностный слой металла, и вращающийся катод уносит расплавленный металл (анодные продукты) из зоны обработки.

Так как время контакта или пробоя пленки весьма незначительно, то тепло не успевает распространиться на сколько-нибудь значительную глубину. При правильно подобранном электрическом режиме обеспечиваются необходимые тепловые условия процесса и скорость вращения катода, соответствующая скорости образования расплавленного металла. В результате создается гарантия от перегрева пластинки твердого сплава и образования на ней микротрещин.

На процесс анодно-механической заточки оказывают влияние следующие факторы: 1) напряжение холостого хода, которое создает генератор постоянного тока без нагрузки; 2) рабочее напряжение; 3) плотность тока; 4) удельное давление заточного диска на затачиваемый инструмент; 5) окружная скорость диска.

Рабочее напряжение оказывает сильное влияние на интенсивность съема металла. Кривая фиг. 128 показывает, что при одной и той же силе тока съем металла возрастает с увеличением рабочего напряжения.

На интенсивность съема металла существенное влияние оказывает также плотность тока (фиг. 129). На участке *аб* кривой съем металла происходит в результате электрохимического растворения. При электротермическом воздействии съем металла резко возрастает (участок *бв*).

Различают три перехода анодно-механической заточки: обдирку, шлифовку и доводку. Все эти переходы выполняются за одну установку путем изменения электрического режима обработки, которое осуществляется включением в электрическую цепь соответствующих сопротивлений (фиг. 127).

Режим каждого перехода характеризуется рабочим напряжением и плотностью тока. В табл. 65 приведены средние значения рабочего напряжения и плотности тока, применяемых при заточке.

При анодно-механической заточке достигается высокая чистота заточенной поверхности путем регулирования продолжительности отдельных переходов.

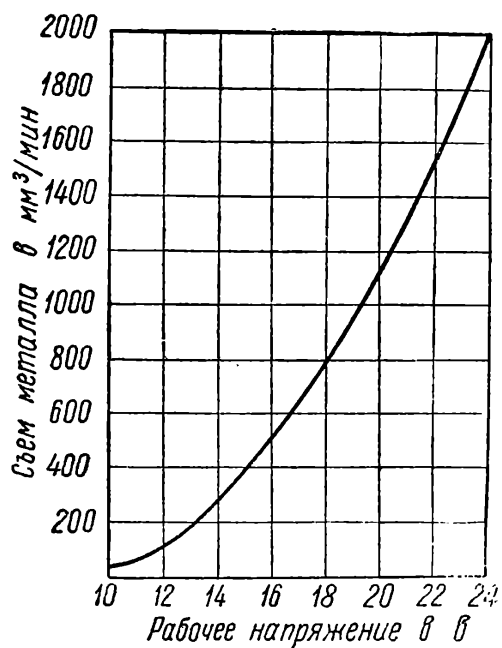
При одном и том же режиме заточки чистота поверхности может изменяться в широких пределах в зависимости от удельного давле-

Напряжение и плотность тока при заточке

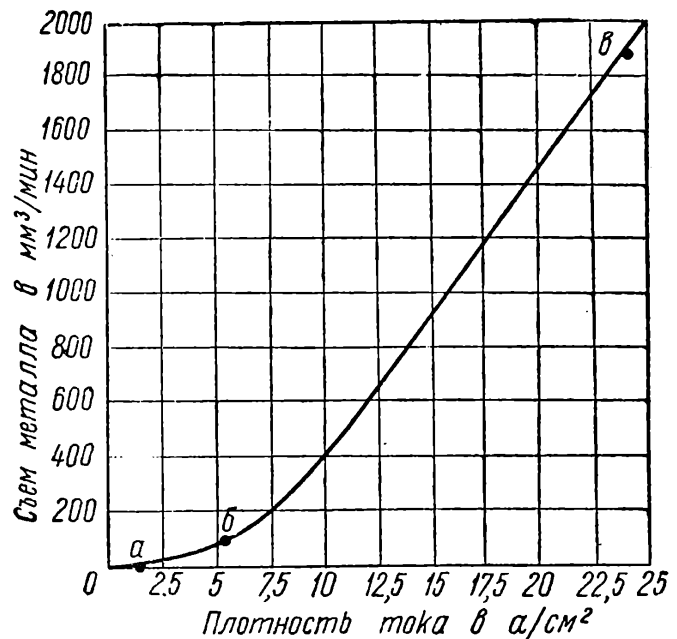
Наименование перехода	Рабочее напряжение в в	Плотность тока в а/см ²
Обдирка	18—22	15—25
Шлифовка	16—18	4—8
Доводка	10—15	1—2

ния диска на затачиваемый инструмент, окружной скорости диска и его конструкции, а также состава рабочей жидкости.

Удельное давление оказывает влияние на интенсивность съема металла при заточке. При отсутствии давления диска на затачиваемый инструмент сила тока и съем металла близки к нулю. Они резко возрастают по мере увеличения давления; при этом напряжение в сети снижается.



Фиг. 128. Зависимость интенсивности съема металла от рабочего напряжения. Заточка резца Т15К6 сечением 16×25 мм; окружная скорость диска — 12 м/сек; удельное давление — 1,5 кг/см²; удельный вес рабочей жидкости — 1,33.



Фиг. 129. Влияние плотности тока на интенсивность съема металла. Заточка резца Т15К6 сечением 16×25 мм.

Чем выше прочность анодной пленки, тем больше должно быть и удельное давление. Практически удельное давление колеблется в пределах $0,2 \div 1,5$ кг/см².

Сохранение давления в заданных пределах наиболее просто осуществляется с помощью шпинделя с амортизационным устройством.

Скорость вращения диска имеет важное значение для процесса заточки. С увеличением скорости вращения диска резко снижается

глубина структурно измененного слоя, повышается интенсивность съема металла и заточенная поверхность получается более сглаженной, особенно при низких электрических режимах.

Наибольший съем металла, без заметного изменения поверхностного слоя затачиваемой поверхности, достигается при окружной скорости диска в пределах $8 \div 18$ м/сек. При более высоких скоростях диска может произойти слияние отдельных электрических разрядов в общий дуговой, повышается интенсивность разбрызгивания рабочей жидкости, возникают вибрации станка, вредно отражающиеся на качестве заточки.

Состав рабочей жидкости. Наилучшей является рабочая жидкость, приготовляемая из жидкого стекла, натриевой или калиевой селитры, глицерина и воды. Жидкое стекло должно иметь модуль в пределах $2,25 \div 2,75$ ¹ и удельный вес в пределах $1,43 \div 1,55$. Вода должна быть чистой. В раствор добавляют селитру в количестве 10 г и глицерин в количестве 100 г на 1 литр. Удельный вес состава должен находиться в пределах $1,36 \div 1,38$.

Перед приготовлением рабочей жидкости стекло отстаивается в течение 24 час. Жидкое стекло с модулем выше 2,75 корректируют добавлением щелочи.

Оборудование для анодно-механической заточки. На станкостроительных заводах организован серийный выпуск специальных станков для анодно-механической заточки инструмента, получающих все большее распространение. В то же время, на некоторых заводах еще используются абразивные станки, переоборудованные применительно к анодно-механической заточке.

Станок модели АМЗ-23. Достаточно широко распространены переоборудованные универсально-заточные станки типа ЗА-64, известные под маркой АМЗ-23 (фиг. 130).

Переоборудование станка ЗА-64 заключается в следующем:

1) взамен шпинделя, на котором укрепляется абразивный круг, устанавливается шпиндельная головка 4;

2) корпус шпинделя электрически изолируется от станины станка;

3) приводной электродвигатель мощностью 0,65 квт и $n = 3000$ об/мин. заменяется электродвигателем мощностью 0,85 квт и $n = 945$ об/мин.;

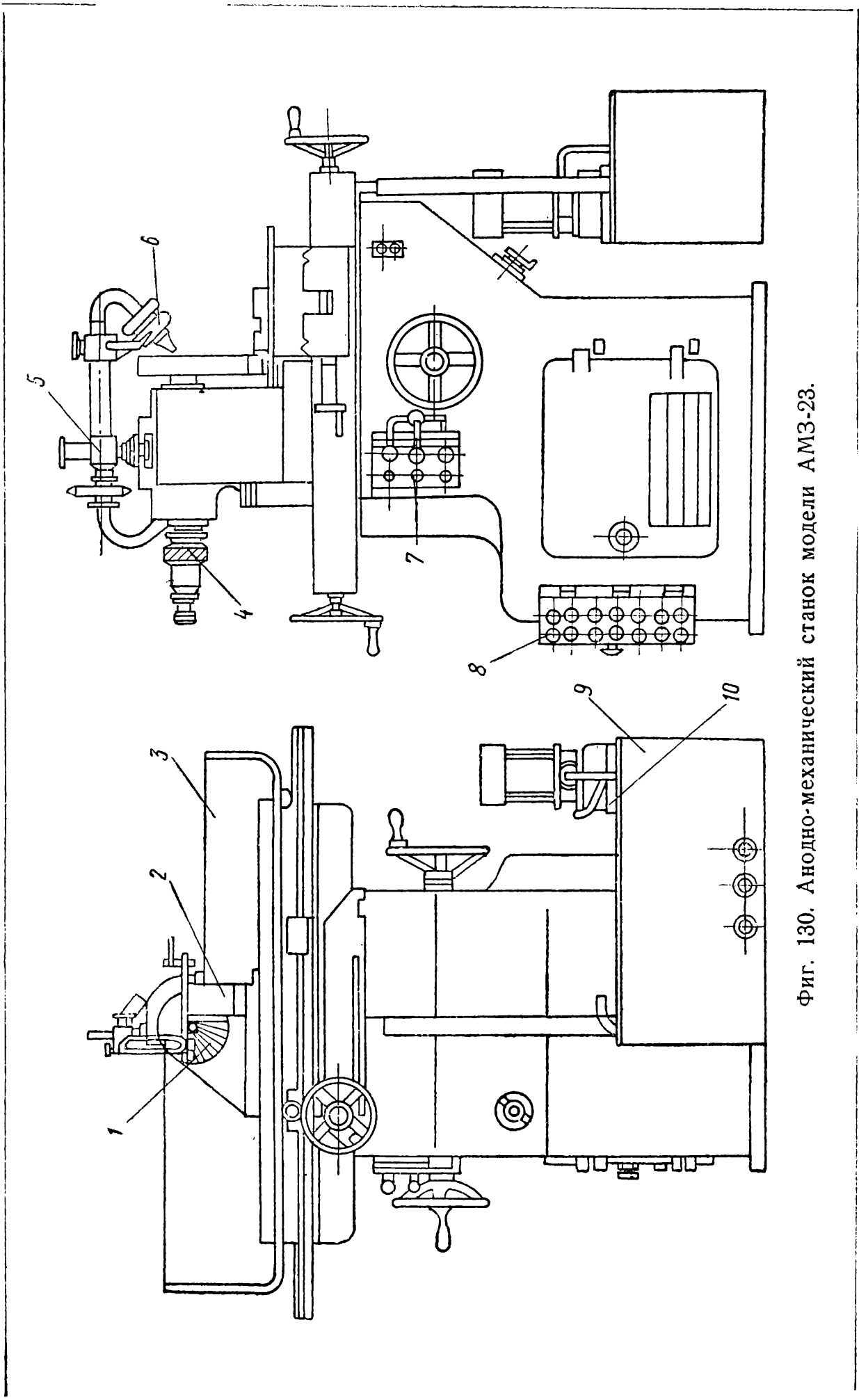
4) заточному диску 1 сообщается окружная скорость на периферии 11 м/сек;

5) устанавливается бак 9 с отстойной камерой для электролита емкостью 80 л;

6) станок сообщается с электронасосом 10, трубопроводом 5 и соплом 6, через которые подается электролит в рабочую зону;

7) на столе станка устанавливаются специальный кожух 2, поддон и отражатель 3, предохраняющие станок и рабочего от брызг электролита;

¹ Модулем называется отношение $\frac{[\text{SiO}_2]}{[\text{Na}_2\text{O}]}$.



Фиг. 130. Анодно-механический станок модели АМЗ-23.

8) к станку от генератора подводится постоянный ток напряжением $24 \div 28$ в; на станке монтируется переключатель 7 и щит с реостатом 8.

Техническая характеристика станка модели АМЗ-3

Наибольшие размеры сечения затачиваемых резцов	30×40 мм
Диаметр заточного диска	150 мм
Окружная скорость заточного диска	1250 об/мин.
Ход шпинделя в осевом направлении . . .	8 мм
Мощность и скорость приводного электродвигателя .	0,85 квт; 945 об/мин.
Мощность электродвигателя генераторной установки	2,5 ÷ 3 квт
Давление пружины диска	0 ÷ 10 кг
Продольный ход стола	400 мм
Поперечный ход стола	230 мм
Подъем головки шпинделя над столом .	70 ÷ 275 мм
Напряжение и сила постоянного тока	24 ÷ 28 в; 60 ÷ 80 а
Сопrotивление секций реостата для настройки станка:	
обдирка	0,05; 0,1; 0,15 ом
шлифовка	0,25; 0,50; 0,75 ом
доводка .	1) 1,8; 2 ом 2) 1,8; 2,0; 3,4 ом (включается потенциометрически)
Емкость бака для электролита .	80 л
Производительность электронасоса	10 ÷ 15 л/мин

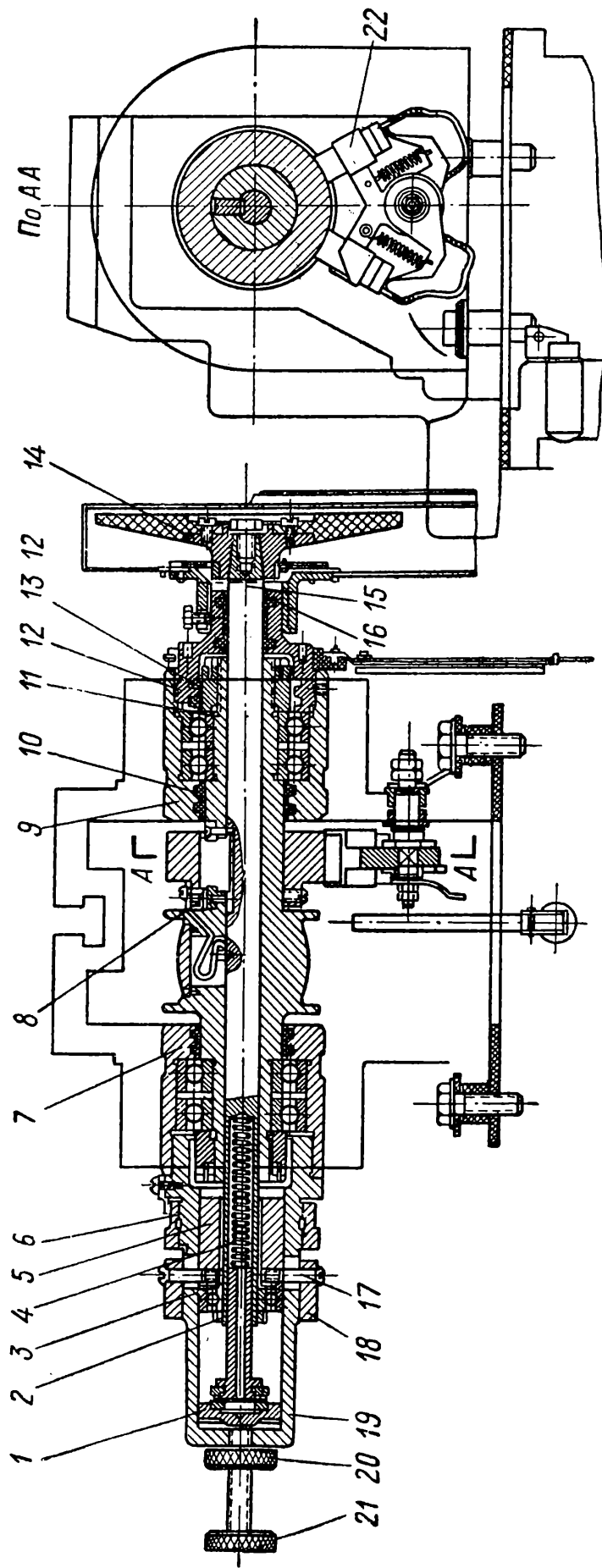
В корпусе шпиндельной головки станка (фиг. 131) монтируются стаканы 7 и 9. В каждом из них установлена пара подшипников, несущих гильзу 11 шпинделя со шкивом плоского ремня.

В отверстии гильзы перемещается скалка 15, связанная с ней скользящей шпонкой. Скалка имеет на переднем конце посадочный конус для промежуточного фланца 14. Задний конец скалки имеет отверстие, в котором установлена цилиндрическая пружина 4, в конец которой упирается стержень 3.

Положение стержня регулируется винтом 21, проходящим через резьбу в днище корпуса 19, соединенного на резьбе со стаканом 7. Усилие винта 21 передается на стержень 3 посредством шайбы 1 и упорного шарикоподшипника.

Винт 21 регулирует усилие давления между заточным диском и затачиваемым инструментом и в требуемом положении закрепляется контргайкой 20.

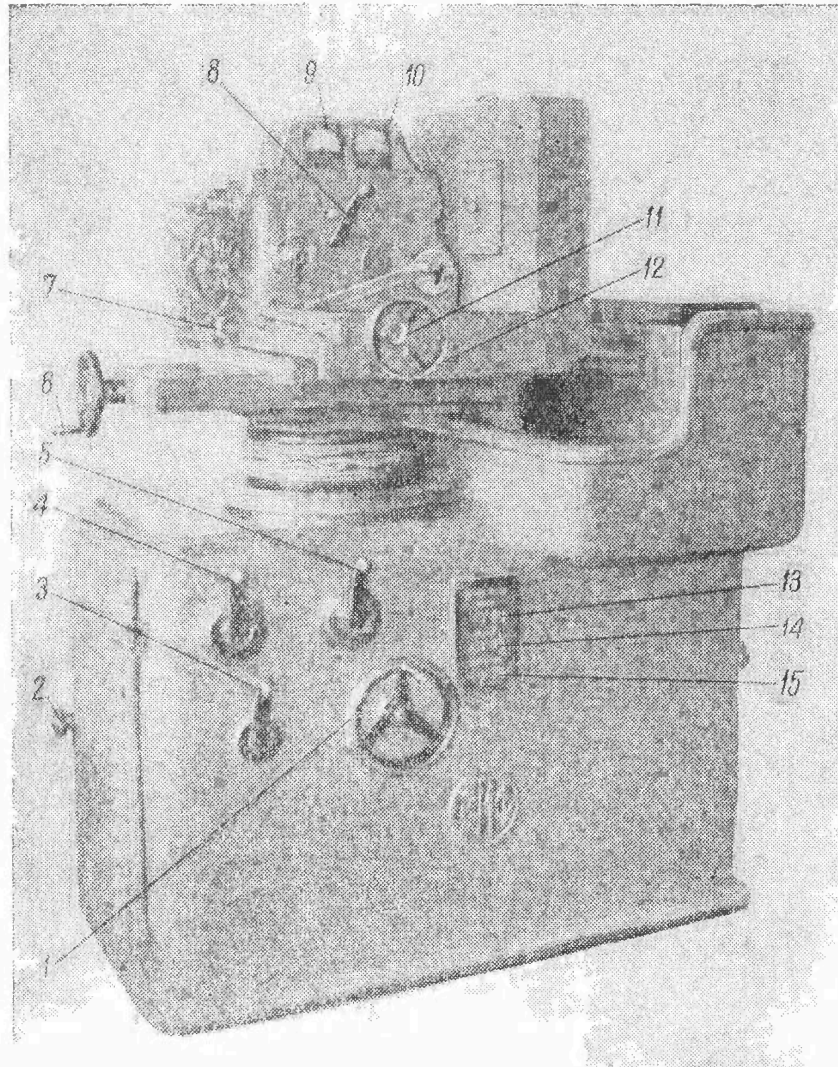
Для точной установки заточного диска служит установочное кольцо 6, в которое упирается кольцо 18, имеющее два пальца 17, скользящие по прорезам замка в корпусе 19. Пальцы ввернуты во втулку 5, упирающуюся через радиальный шарикоподшипник в гайку 2, находящуюся на конце скалки.



Фиг. 131. Шпиндельная головка станка модели АМЗ-23.

Для предохранения шарикоподшипников от загрязнения рабочей жидкостью стаканы 7 и 9, а также кольцо 12, снабжены фетровыми уплотняющими кольцами 10, 13 и 16.

Электрический ток подводится через две щетки, находящиеся в щеткодержателях 22 и прижимаемые к контактному кольцу 8; последнее укреплено на гильзе 11 и соединено гибким проводом со скалкой.



Фиг. 132. Анодно-механический станок модели К-1:

1 — маховик вертикальной подачи головки; 2 — рукоятка дверцы; 3 — переключатель полярности; 4 — переключатель сопротивления; 5 — переключатель напряжения; 6 — маховичок поперечной подачи головки; 7 — рукоятка предельной подачи головки; 8 — рукоятка отвода диска; 9 — амперметр; 10 — вольтметр; 11 — рукоятка включения автоматики; 12 — маховик ручной подачи; 13, 14 и 15 — кнопочная станция.

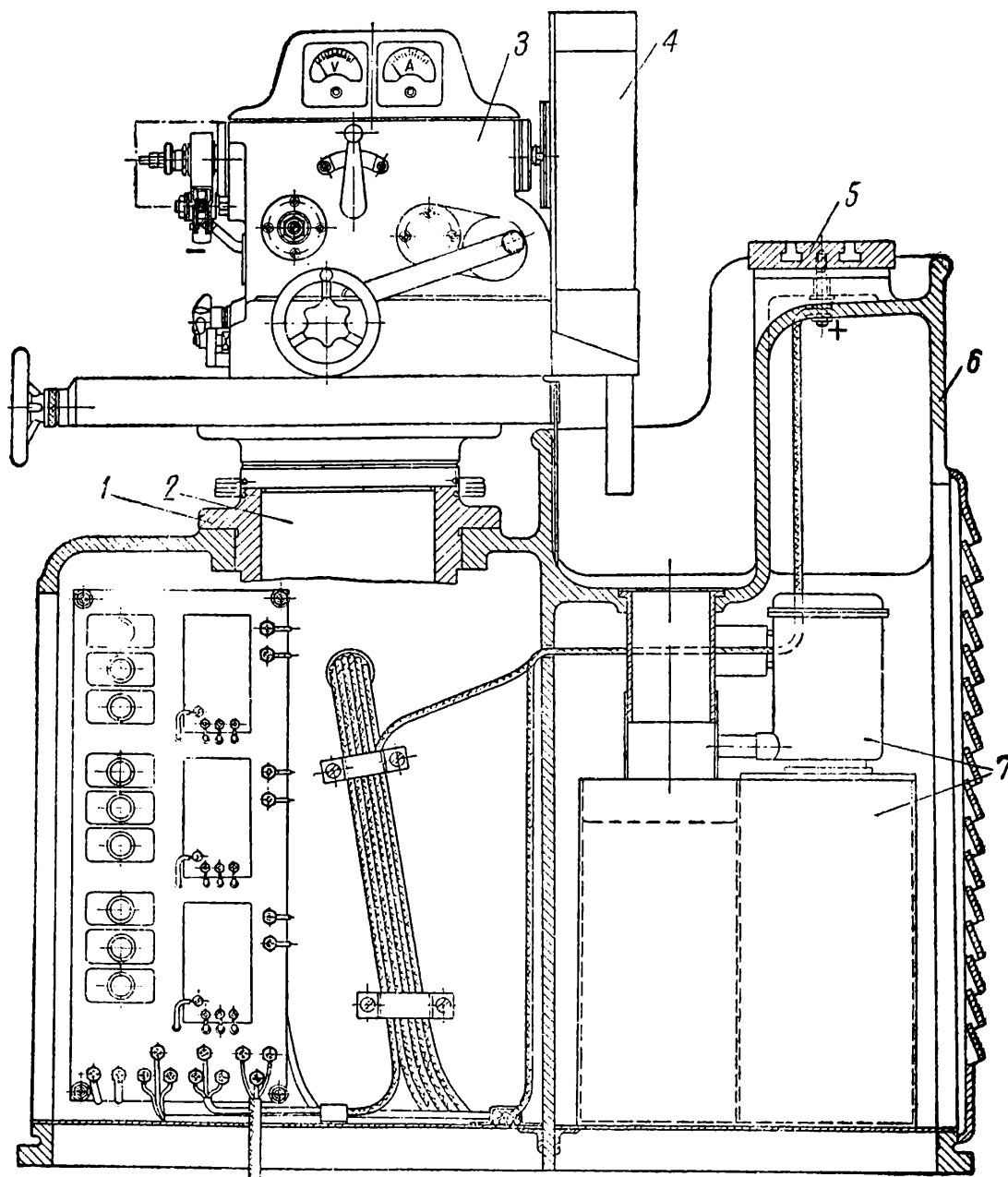
Для защиты от брызг рабочей жидкости заточной диск заключен в кожух. Кожух сваривается из листового железа и крепится на выступающем конце кольца 12 шпинделя; от этого кольца кожух изолируется текстолитовой втулкой.

Станок модели К-1¹. Станок модели К-1 (фиг. 132) предназначен для заточки твердосплавного инструмента: резцов различных типов, сборных фрез, сверл, зенкеров и др.

¹ Конструктор станка П. С. Крыжановский.

Основными узлами станка (фиг. 133) являются: станина 6, шпиндельная головка 3, вертикальная колонка с подъемным механизмом 2, защитный кожух 4, система для рабочей жидкости 7.

Электрическая схема станка состоит из цепей постоянного и переменного тока. Цепь постоянного тока имеет восемь ступеней



Фиг. 133. Анодно-механический станок модели К-1:

1 — стакан; 2 — колонка; 3 — шпиндельная головка; 4 — кожух; 5 — стол; 6 — станина;
7 — бак с электронасосом.

сопротивлений и восемь ступеней напряжений. Благодаря этому можно регулировать режим заточки в широких пределах.

Станок модели К-1 выгодно отличается компактностью конструкции и удобным расположением рукояток управления и электроизмерительных приборов.

Все подвижные части механизмов, а также приборы и рукоятки управления надежно защищены от попадания рабочей жидкости. Заточник во время работы находится вне зоны разбрызгивания жидкости.

Техническая характеристика станка модели К-1

Наибольшие размеры затачиваемого инструмента:	
поперечное сечение резца	25 × 40 мм
диаметр и длина фрезы	250 и 300 мм
Двигатель главного привода:	
число оборотов в минуту	1500
мощность	1,5 квт
Заточной диск:	
диаметр и ширина рабочей поверхности	150 и 40 мм
число оборотов в минуту	1350
Шпиндель:	
осевой ход	12 мм
давление	1 ÷ 10 кг
Амплитуда колебаний шпиндельной бабки	0 ÷ 30 мм
Емкость бака для рабочей жидкости .	50 л
Электроприборы:	
амперметр ПМ-70	0 ÷ 100 а
вольтметр ПМ-70	0 ÷ 30 в
Электронасос:	
мощность	0,1 квт
производительность	22 л/мин
Габариты станка (длина × ширина × высота) .	1100 × 1100 × × 1600 мм
Вес станка	800 кг
Питание станка — от сети переменного тока через встроенный механический выпрямитель	

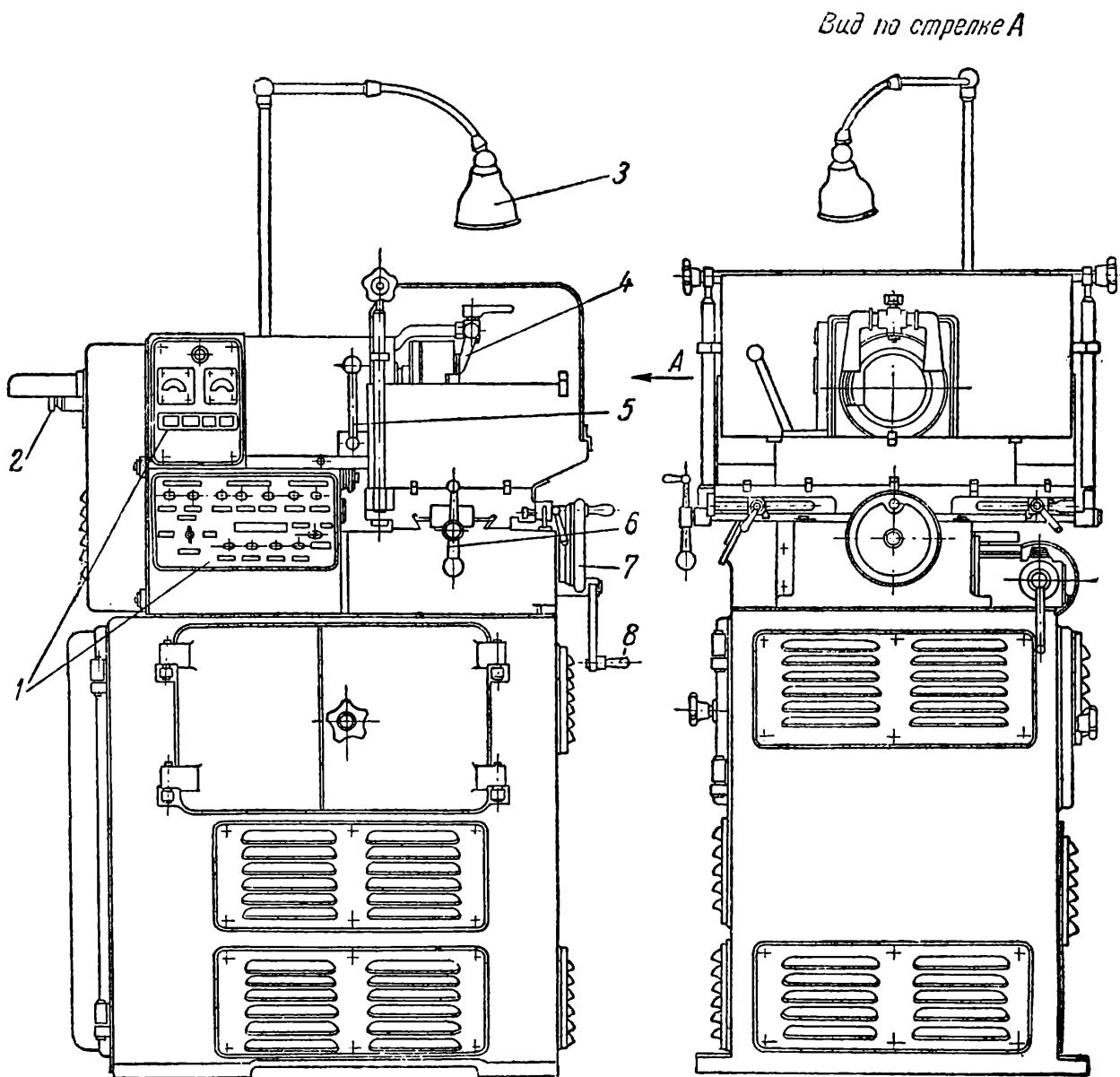
Станок модели 4352. В настоящее время на станкостроительных заводах организован серийный выпуск станков модели 4352 для анодно-механической заточки твердосплавных резцов. На фиг. 134 показан общий вид этого станка.

Техническая характеристика станка модели 4352

Наибольшие размеры затачиваемых резцов:	
поперечное сечение резца	30 × 45 мм
длина резца	315 мм
Двигатель главного привода:	
мощность	0,65 квт
число оборотов в минуту	2835
Диск:	
диаметр	180 мм
ширина рабочей поверхности	45 мм
число оборотов в минуту	2100 ÷ 2580
Шпиндель:	
осевой ход	12 мм
давление	1 ÷ 8 кг
Поперечный ход шпиндельной головки	85 мм
Амплитуда колебаний стола	0 ÷ 32 мм
Емкость бака для рабочей жидкости	30 л
Электроприборы:	
амперметр ПМ-70	0 ÷ 100 а
вольтметр ПМ-70	0 ÷ 30 в
Электронасос:	
мощность	0,1 квт
производительность	10 ÷ 12 л/мин
Габариты станка (длина × ширина × высота)	1100 × 840 × × 1460 мм
Вес станка	850 кг
Питание станка — от сети переменного тока через встроенный селеновый выпрямитель	

Заточной станок конструкции Н. А. Лебедева¹. На фиг 135 изображен общий вид станка.

На верхней части сварной станины смонтированы направляющие валики, поддерживающие разцедерательные головки и поддон для сбора рабочей жидкости. Кожух из органического стекла, закреплен-



Фиг. 134. Анодно-механический станок модели 4352:

1 — пусковая станция и электроизмерительные приборы; 2 — регулятор давления; 3 — лампа для местного освещения; 4 — сопло; 5 — рукоятка для отвода диска; 6 — маховичок для продольной подачи стола; 7 — маховичок для поперечной подачи стола; 8 — рукоятка для включения колебательного шпинделя.

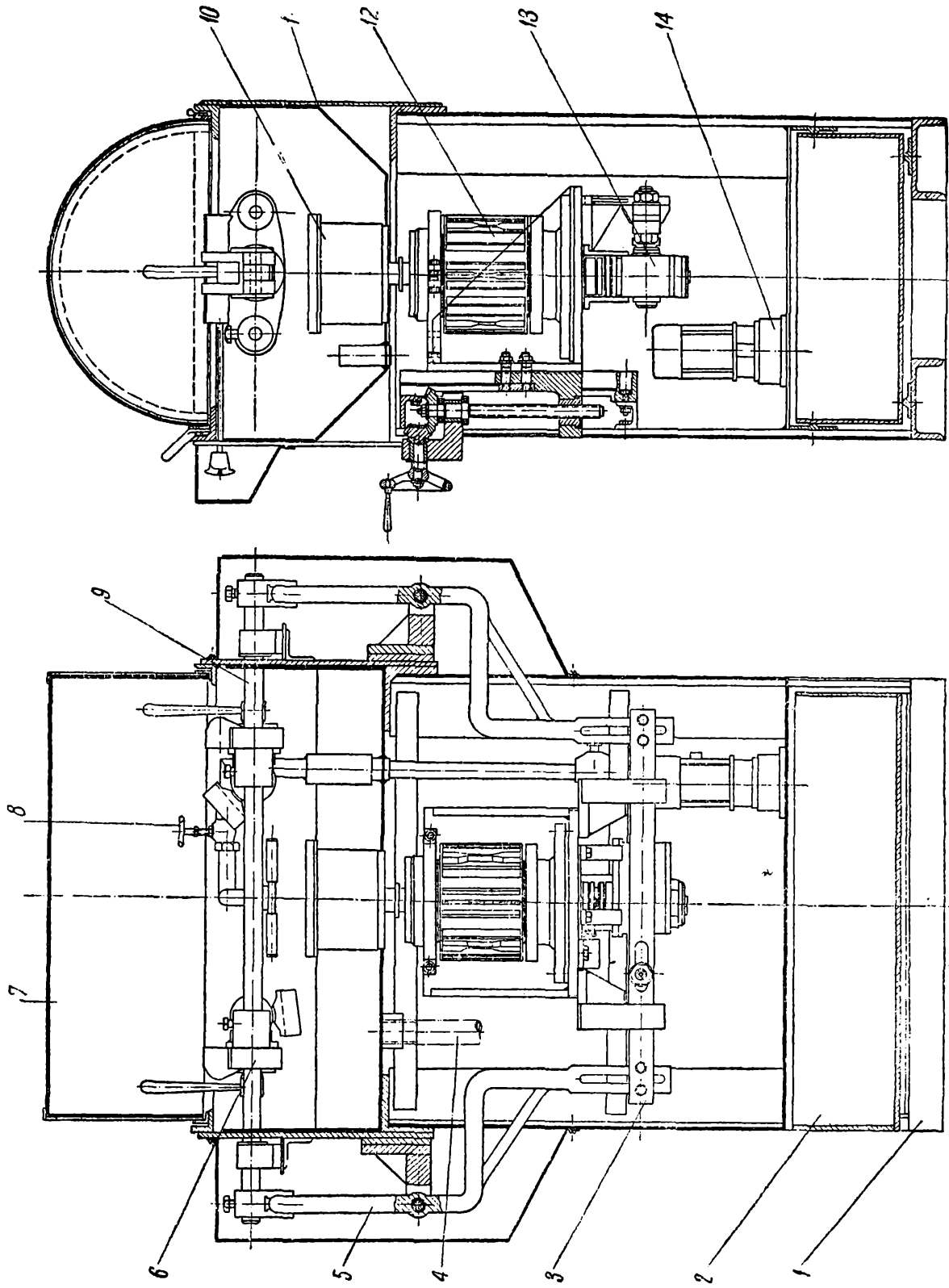
ный на верхней части станины предохраняет заточника от брызг рабочей жидкости и позволяет наблюдать за процессом заточки.

Внутри нижней части станины расположен выдвижной бак для рабочей жидкости, на крышке которого установлен насос, подающий рабочую жидкость на плоскость заточного диска. Внутри станины

¹ Подробное описание заточного станка конструкции Н. А. Лебедева приведено в книге „Из опыта новаторов и стахановцев инструментальщиков Ленинградских заводов“, Машгиз, 1951.

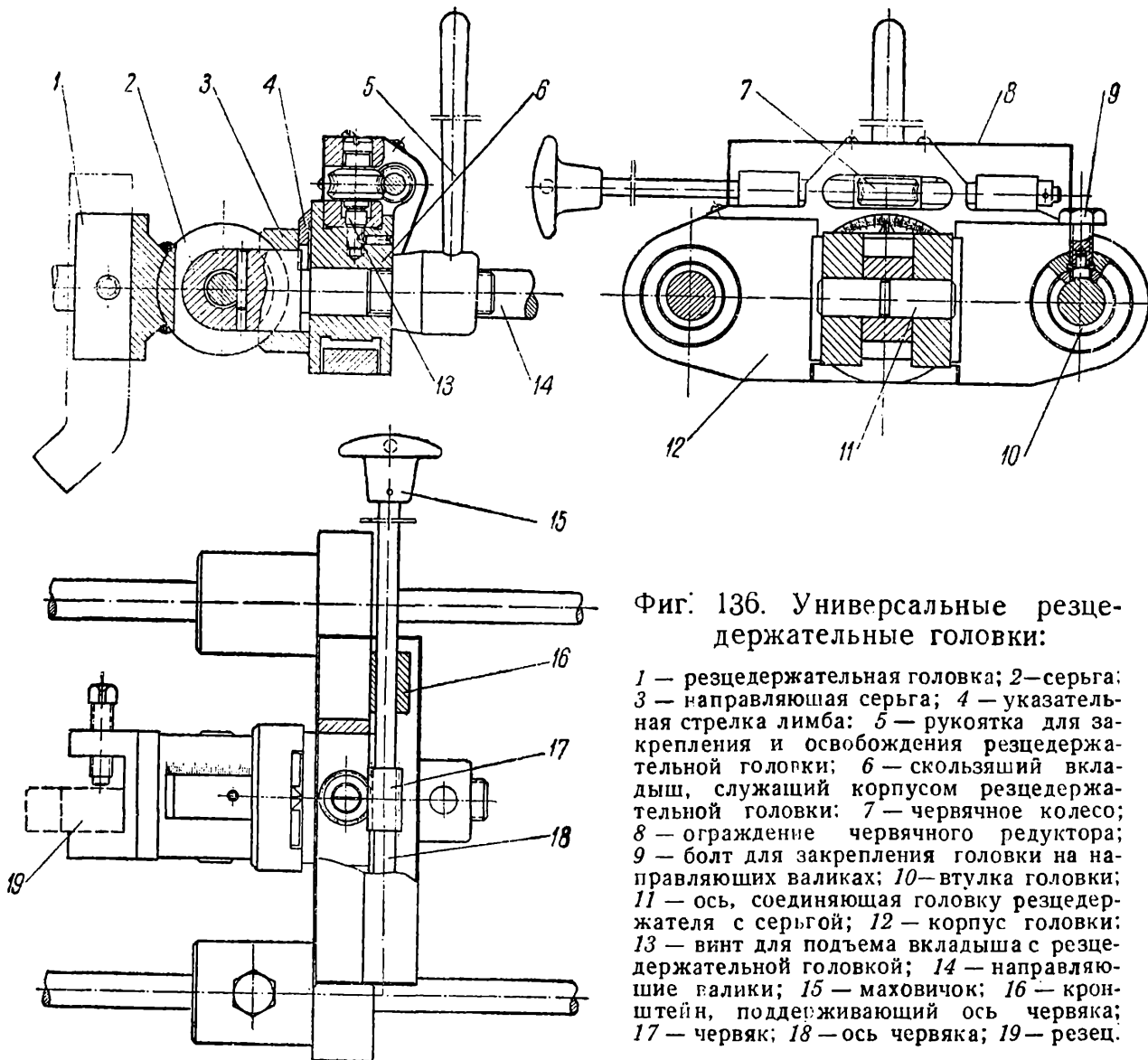
Фиг. 135. Заточной анодно-механический станок конструкции Н. А. Лебедева:

1—сварная станина; 2—бак для рабочей жидкости; 3 — поперечная тяга; 4 — труба для отвода рабочей жидкости в бак; 5 — вертикальная тяга; 6 — рецедер-жательная головка; 7 — защитный кожух; 8 — кран подачи рабочей жидкости; 9 — направляющие валики; 10 — заточной диск; 11 — поддон для сбора рабочей жидкости; 12 — электроомотор фланцевого типа; 13 — привод рецедержательных головок; 14—электропомпа.



также смонтированы электродвигатель с заточным диском, механизм подъема заточного диска и привод резцедержательных головок.

Отличительной особенностью станка конструкции Лебедева является наличие двух универсальных резцедержательных головок, позволяющих производить одновременную заточку двух резцов. Конструкция универсального резцедержателя для рассматриваемого станка изображена на фиг. 136.



Фиг. 136. Универсальные резцедержательные головки:

1 — резцедержательная головка; 2 — серьга; 3 — направляющая серьга; 4 — указательная стрелка лимба; 5 — рукоятка для закрепления и освобождения резцедержательной головки; 6 — скользящий вкладыш, служащий корпусом резцедержательной головки; 7 — червячное колесо; 8 — ограждение червячного редуктора; 9 — болт для закрепления головки на направляющих валиках; 10 — втулка головки; 11 — ось, соединяющая головку резцедержателя с серьгой; 12 — корпус головки; 13 — винт для подъема вкладыша с резцедержательной головкой; 14 — направляющие валики; 15 — маховичок; 16 — кронштейн, поддерживающий ось червяка; 17 — червяк; 18 — ось червяка; 19 — резец.

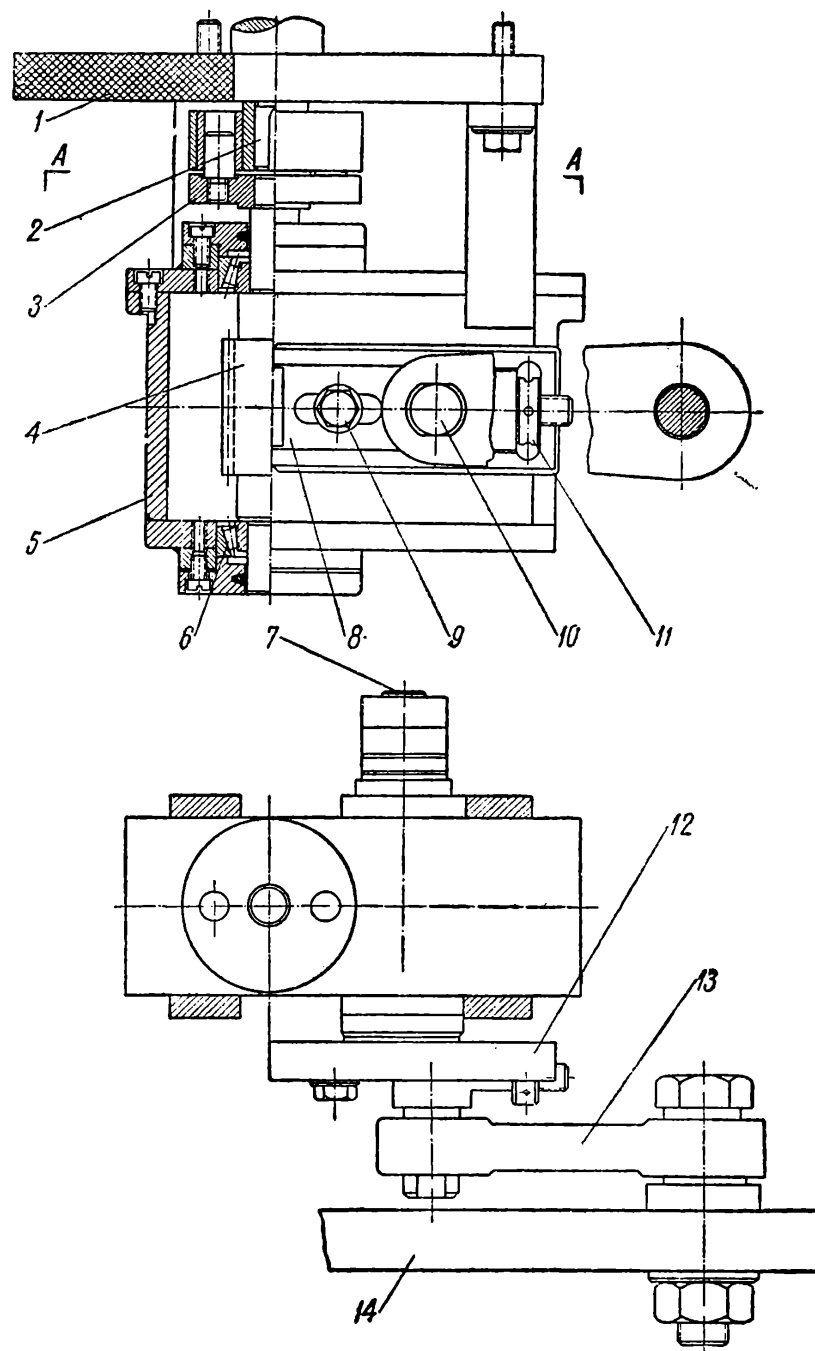
Резцедержательные головки расположены на двух направляющих валиках и имеют возможность перемещаться на них параллельно плоскости заточного диска. После настройки станка, головки закрепляются на направляющих валиках стопорными болтами. Конструкция резцедержателя позволяет устанавливать резцы под любым углом к заточному диску. Установки производится по лимбам, которыми снабжены резцедержательные головки.

Кроме того, обе резцедержательные головки имеют самостоятельное регулирование по высоте, что позволяет осуществлять равномерное прижатие резцов к заточному диску.

Для обеспечения равномерного износа заточного диска в станке конструкции Лебедева предусмотрен привод резцедержательных голо-

вок (фиг. 137), который осуществляет механическое перемещение затачиваемых резцов.

На фиг. 138 изображено положение резцов относительно диска при механизированной заточке.

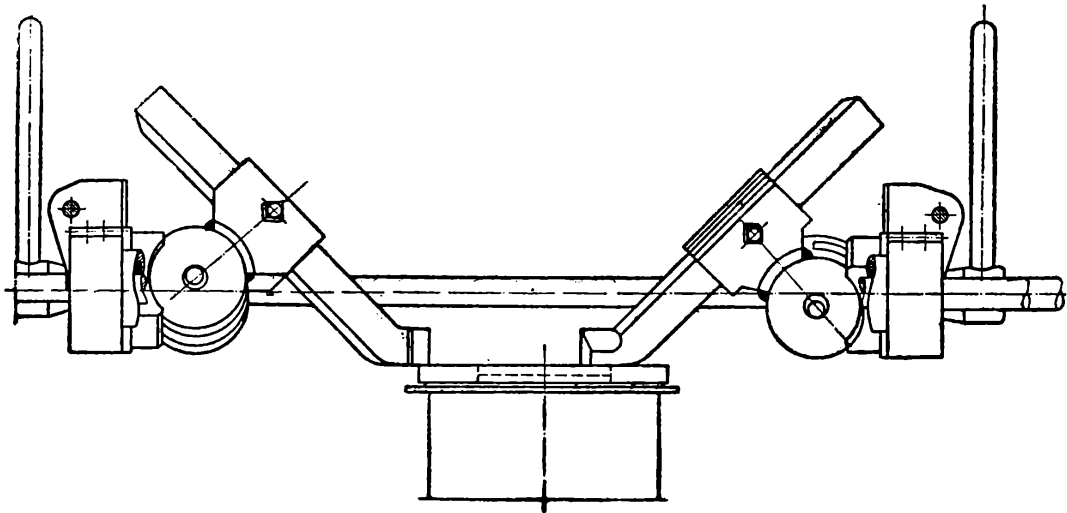


Фиг. 137. Привод резцедержательных головок:

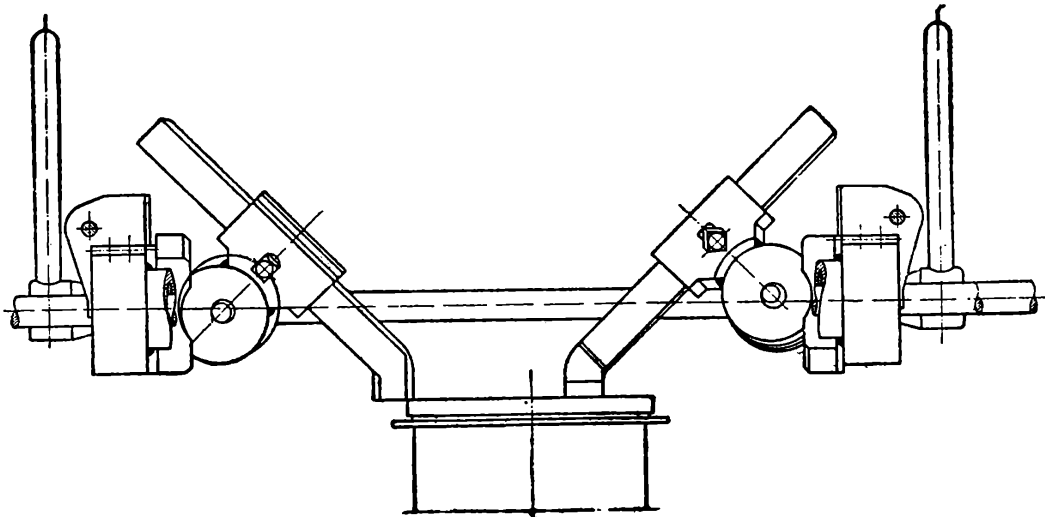
1 — текстолитовый корпус контакта; 2 — нижний конец вала мотора; 3 — эластичная муфта; 4 — червяк; 5 — корпус червячного редуктора; 6 — роликподшипник; 7 — вал червячного колеса; 8 — ползун эксцентрика; 9 — болт для закрепления ползуна; 10 — палец шатуна; 11 — гайка для перемещения ползуна; 12 — эксцентрик; 13 — шатун; 14 — поперечная тяга.

В табл. 66 приведены электрические режимы, обеспечивающие высокое качество заточки резцов средних размеров (16×25 мм) с пластинками твердых сплавов ВК8 и Т15К6.

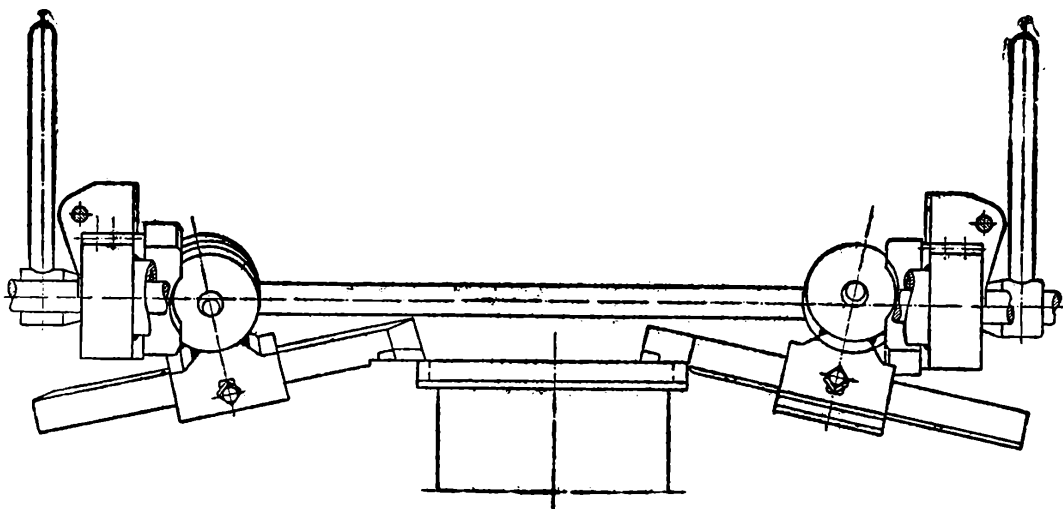
Опыт работы одного Ленинградского завода показал, что время заточки одного твердосплавного резца сечением 20×20 мм состав-



a



б



в

Фиг. 138. Схема заточки резца:
 задней вспомогательной грани; *б* — задней главной грани; *в* — передней грани.

**Электрические режимы и характеристики отдельных переходов
при заточке на станке конструкции Н. А. Лебедева**

Наименование перехода	Электрический режим		Сопротивление (всех цепей) в ом	Суммарная производитель- ность для двух резцов в мм/мин	Чистота по- верхности $H_{ск}$ в мк
	рабочее напряжение в в	сила тока в а			
Обдирка .	18—20	55—65	0,1—0,15	2,0 —3,0	25
Шлифовка	15—17	15—20	0,5 - 0,75	0,2 —0,4	10
Доводка	8—12	4—8	2,0—2,5	0,06—0,12	0,2—0,6

ляет на абразивном станке — 25 мин.; на анодно-механическом станке модели АМЗ-23—13 мин.; на станке конструкции Лебедева — 6,5 мин.

При серийном изготовлении станка конструкции Лебедева, головной образец которого в настоящее время обрабатывается, он сможет быть рекомендован, как наилучший из существующих конструкций анодно-механических станков для заточки резцов.

Краткая техническая характеристика станка
конструкции Н. А. Лебедева

Максимальный размер затачиваемых резцов	30×40 мм
Приводной мотор фланцевого типа:	
мощность	0,85 квт
число оборотов в минуту .	1400
Число оборотов заточного диска в минуту	1400
Диаметр заточного диска	200 мм
Окружная скорость диска	15 м/сек
Ширина рабочей поверхности заточного диска .	40 мм
Ход диска в осевом направлении на валу электро- двигателя	15 мм
Давление пружины диска	10 кг
Вертикальное перемещение электродвигателя с диском	110 мм
Амплитуда возвратно-поступательного движения резцедержательных головок	0 ÷ 60 мм
Число ходов резцедержательных головок в минуту	87
Емкость бака для рабочей жидкости	50 л
Насос для подачи рабочей жидкости:	
тип	П-22
производительность	22 м/мин
Электроизмерительные приборы:	
вольтметр постоянного тока	на 30 в
амперметр постоянного тока	на 100 а
Габариты станка (длина × ширина × высота)	1100×750× ×1600 мм
Вес станка	300 кг
Питание постоянным током от постороннего источ- ника напряжением	24 ÷ 28 в

Источники питания. Для питания анодно-механических станков могут быть использованы любые источники постоянного тока напряжением $20 \div 30$ в и силой тока до 100 а. При этом необходимо, чтобы напряжение тока, даваемое агрегатом на холостом ходу, снижалось при максимальной нагрузке не более чем на $20 \div 25\%$.

Промышленностью еще не выпускаются источники постоянного тока, полностью удовлетворяющие этим требованиям. Однако некоторые типы генераторов постоянного тока путем несложной переделки могут быть приспособлены для питания анодно-механических станков. К ним относятся: низковольтные гальванические генераторы Ярославского завода ЗД-1000/500 и ЗД-1500/750; сварочные генераторы типа СМГ-1, СМГ-2 и СМГ-2 б; мало-мощные генераторы Г-73 и ГС-100; селеновые выпрямители ВСГ-3, ВСГ-3М и др.

В последнее время для питания анодно-механических станков получили применение механические выпрямители, удобные в эксплуатации и наиболее дешевые.

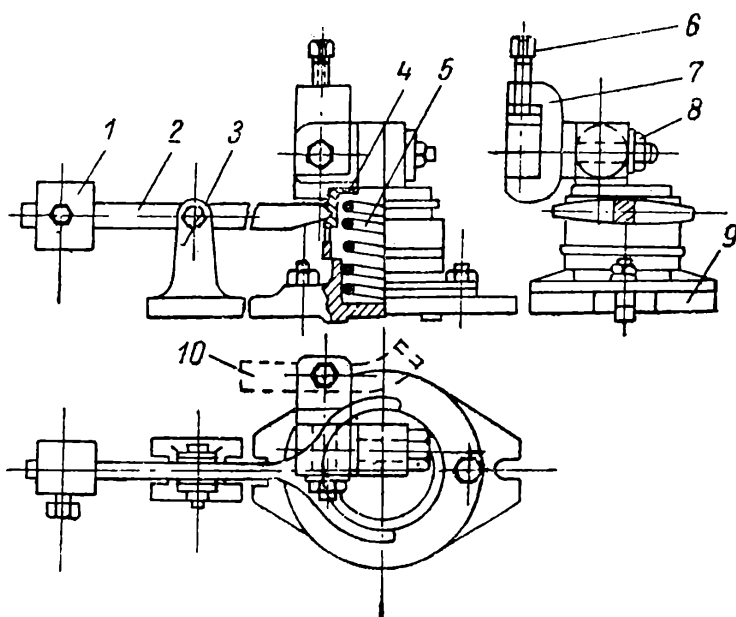
Технология анодно-механической заточки резцов. В табл. 67 приведена схема технологического процесса анодно-механической за-

точки токарного проходного отогнутого резца. Указанные в таблице электрические режимы обеспечивают получение чистоты заточенных поверхностей в следующих пределах: при обдирке $H_{ск} = 25$ мк; при шлифовке $H_{ск} = 10$ мк; при доводке $H_{ск} = 0,2 \div 0,6$ мк.

Заточка задних граней державки резца производится абразивным способом.

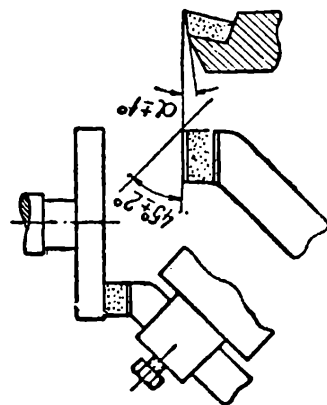
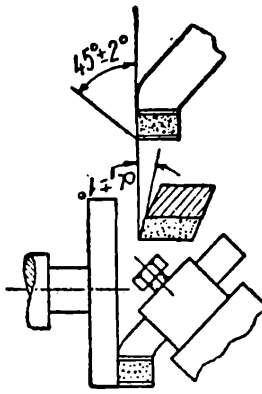
Прошивка канавки (выкружки) на передней грани резца анодно-механическим способом. Для прошивки выкружки рекомендуется применять приспособление, разработанное на ЛМЗ имени И. В. Сталина (фиг. 139).

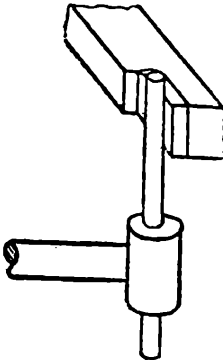
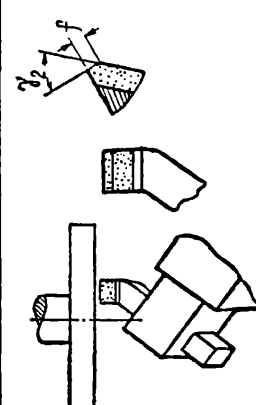
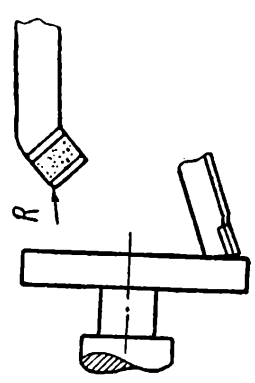
Резец 10 закрепляется в поворотном резцедержателе 7 болтом 6. Цапфа резцедержателя соединяется с корпусом 4 посредством гайки 8. Основание 9 имеет прилив 3, в котором шарнирно закреплен рычаг 2. Одной стороной рычаг соединяется с корпусом 4 посредством вилки, на другой стороне рычага укреплен противовес 1. С помощью рычага 2 и пружины 5 резцу сообщается необходимое перемещение относительно заточного диска.



Фиг. 139. Приспособление для изготовления выкружки на передней грани резца анодно-механическим способом.

Схема технологического процесса анодно-механической заточки токарного проходного отогнутого правого резца (сечение державки — 16×25 мм; пластинки из сплавов Т15К6 и ВК8)

№ операции	Наименование операции	Наименование перехода	Эскиз обработки	Электрический режим		Производительность в мм/мин
				рабочее напряжение в в	сила тока в а	
1	Предварительная и окончательная заточка главной задней грани	Предварительная заточка (обдирка) Окончательная заточка (шлифовка) Доводка		18—20	50—70	1,0—1,5
				15—17	13—15	0,1—0,2
				8—12	4—8	0,03—0,06
2	Промывка резца	—	—	—	—	—
3	Предварительная и окончательная заточка вспомогательной задней грани	Предварительная заточка (обдирка) Окончательная заточка (шлифовка)		18—20	50—70	1,0—1,5
				15—17	13—15	0,1—0,2
4	Промывка резца	—	—	—	—	—

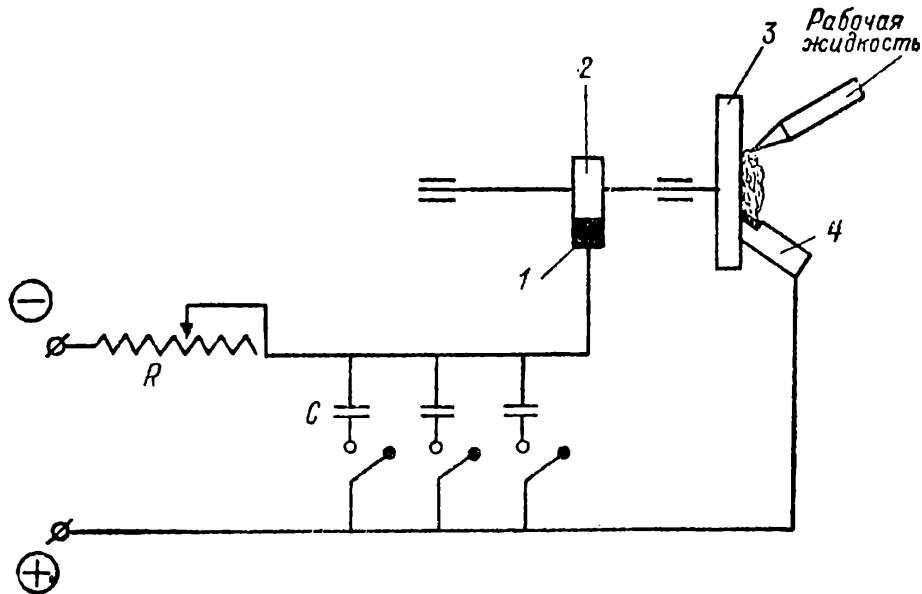
5	Прошивка канавки (выкружки) на передней грани ¹	—		100—120	Ток короткого замыкания 2—3	1,0
6	Промывка реза	—	—	—	—	—
7	Заточка и доводка фаски по передней грани	Заточка Доводка		15—17 8—12	13—15 4—8	0,1—0,2 0,03—0,06
8	Промывка реза	—	—	—	—	—
9	Заточка и доводка радиуса закругления вершины	Заточка Доводка		15—17 8—12	13—15 4—8	0,1—0,2 0,03—0,06
10	Промывка реза	—	—	—	—	—
11	Контроль	—	—	—	—	—

¹ Производится на электроискровом прошивочном станке.

28. Электроискровая и электроконтактная заточка

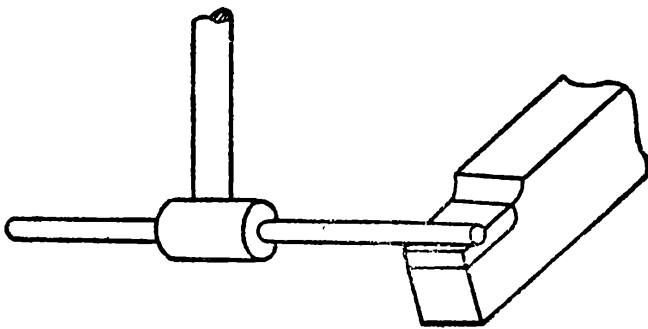
Электроискровая заточка. К настоящему времени электроискровая заточка твердосплавного инструмента еще не получила промышленного значения.

Существуют две принципиальные схемы электроискровой заточки: а) на повышенном напряжении; б) на пониженном напряжении.



Фиг. 140. Принципиальная схема электроискровой установки.

На фиг. 140 представлена схема электроискровой установки, работающей на повышенном напряжении. Схема состоит из цепи постоянного тока, в которую входят реостат, токопередающее устройство 1—2, электрод-инструмент (заточной диск) 3 и электрод-изделие (затачиваемый инструмент) 4, поливаемый рабочей жидкостью. Параллельно электродам включается батарея емкостей. Установка питается постоянным током напряжением 110—220 в.



Фиг 141. Схема изготовления выкружки на передней грани резца на электроискровой установке.

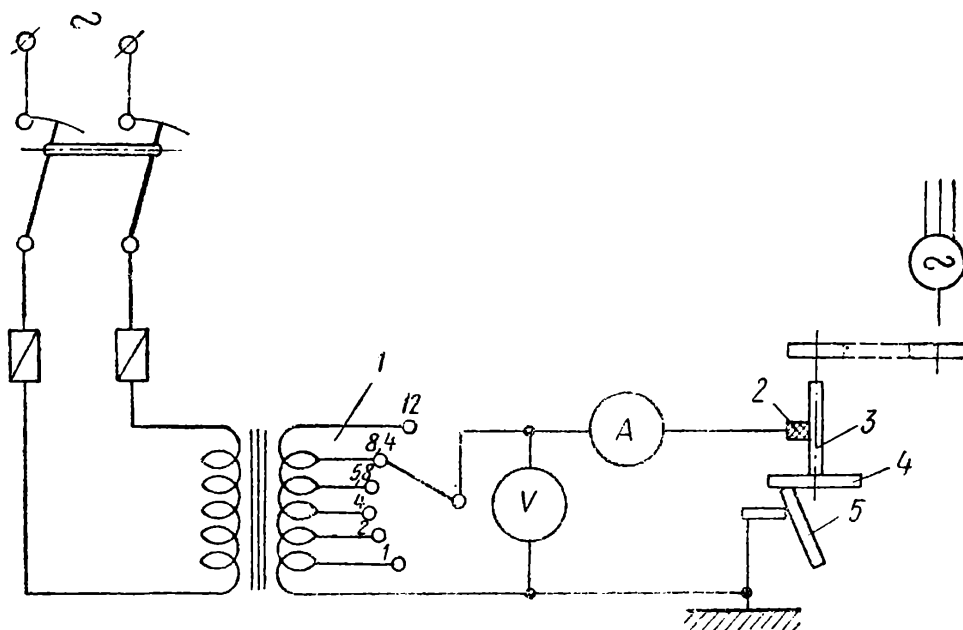
Электроискровые установки, работающие по приведенной схеме, еще мало применяются для заточки твердосплавного инструмента.

Электроискровые установки с успехом применяются для изготовления выкружки на передней грани твердосплавных резцов (фиг. 141).

Электроконтактная заточка. Электроконтактный способ заточки твердосплавного инструмента находится в начальной стадии своего развития. Он имеет большие преимущества по сравнению с другими способами электрической заточки. Прежде всего отпадает необходимость в источниках постоянного тока, так как электроконтактные станки питаются от переменного тока, с использованием трансформаторов для понижения напряжения. Кроме того, обработка про-

изводится без применения жидкой среды, осложняющей технологический процесс. Электроконтактные станки отличаются простотой конструкции.

Схема электроконтактного станка, представлена на фиг. 142. Переменный ток напряжением $1\div 12$ в подается от трансформатора 1 через щетку 2 и контактное кольцо 3 на вращающийся диск 4 и затачиваемый резец 5. Цепь замыкается скользящим контактом между вращающимся диском (чугунным или стальным) и затачиваемым резцом.



Фиг. 142. Принципиальная схема электроконтактного станка.

Режим обработки регулируется изменением напряжения путем переключения ступеней трансформатора и изменением давления между диском и затачиваемым резцом.

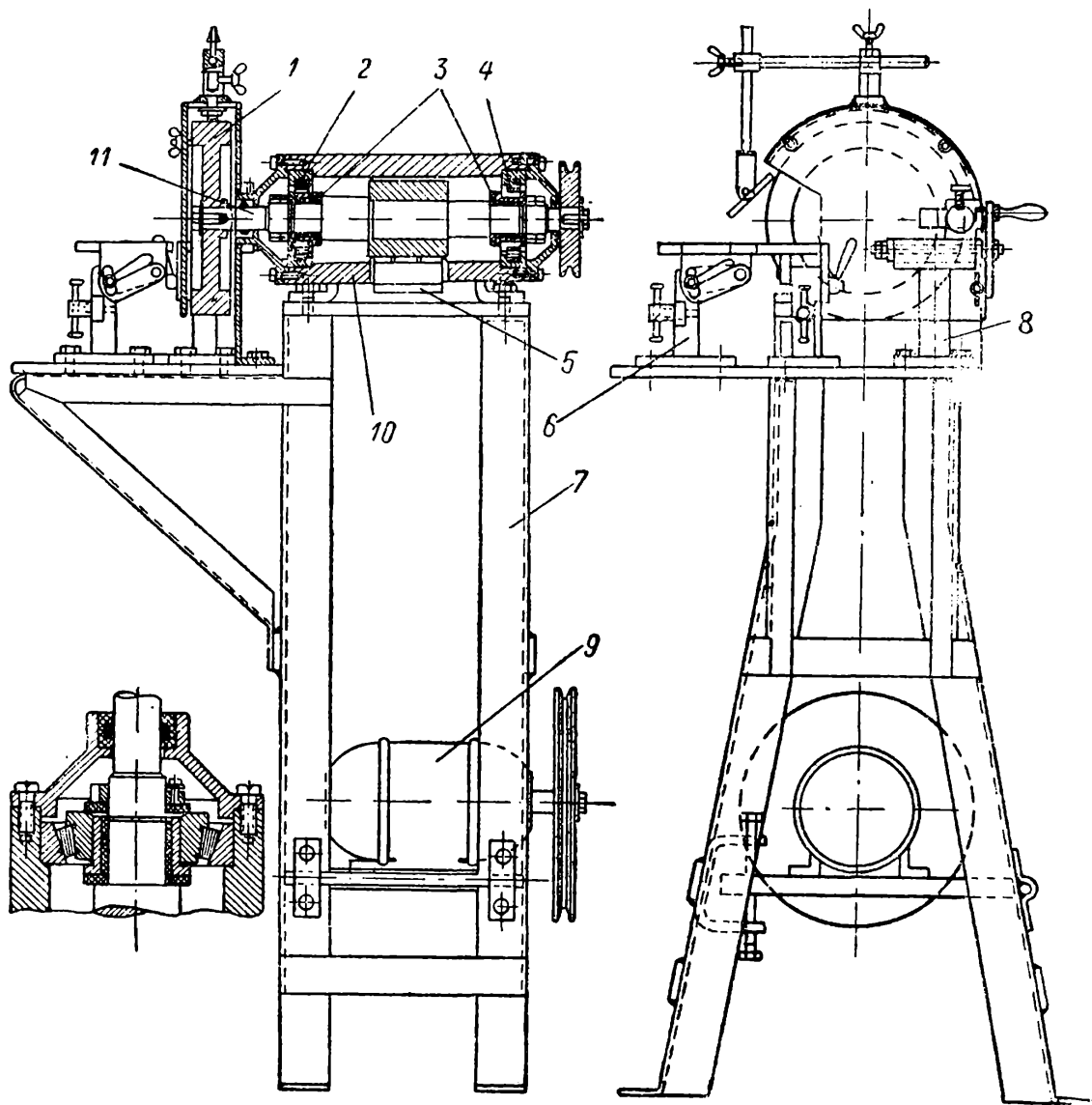
Для заточки резцов применяются трансформаторы мощностью $1,5\div 3,0$ ква. Режим работы устанавливается по амперметру, включенному через трансформатор тока.

Электроконтактный способ заточки нуждается в дальнейшем исследовании. В настоящее время он может найти применение для предварительной заточки твердосплавных резцов и для изготовления на резцах стружколомательных порогов.

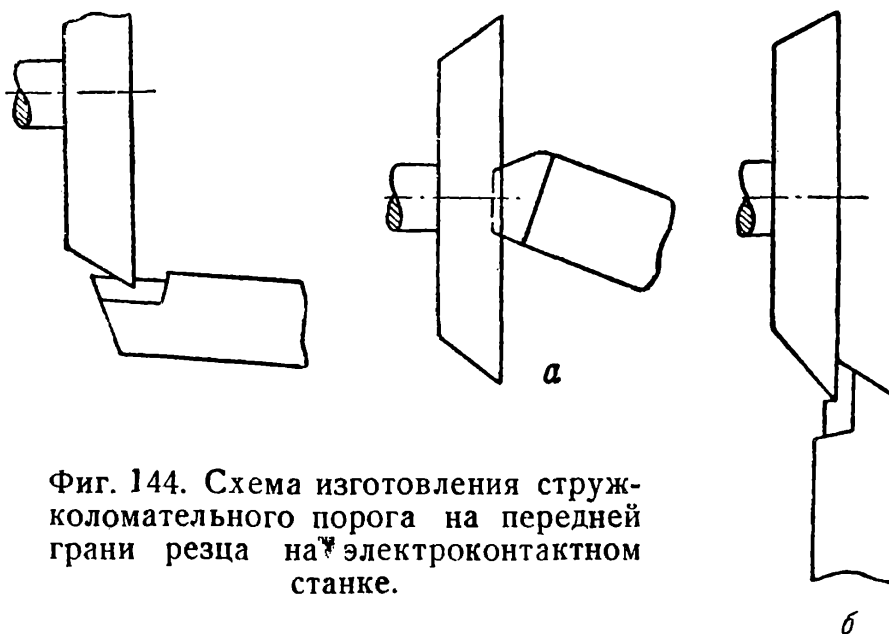
Резцы, затаченные на электроконтактном станке, должны обязательно подвергаться доводке.

На фиг. 143 представлен электроконтактный станок конструкции ленинградского завода „Электрик“ На сварной станине 7 смонтирован корпус 10. В нем установлен на подшипниках 2 и 4 шпиндель 11. На конце шпинделя насажен диск 1, вращение которого осуществляется от электродвигателя 9 через шкив. Окружная скорость шпинделя составляет 20 м/сек. На передней части станины закреплены резцедержатель 6 и прибор 8 для правки диска.

Используемый на станке трансформатор мощностью 3 ква позволяет регулировать напряжение в пределах $1\div 15$ в. Один провод



Фиг. 143 Электроконтактный станок конструкции завода „Электрик“.



Фиг. 144. Схема изготовления стружколомательного порога на передней грани резца на электроконтактном станке.

подведен к щеткодержателю 5, другой — к опорной плоскости резце-держателя. Шпиндель станка изолирован посредством втулок 3.

Опыт работы на рассматриваемом станке показывает, что в процессе заточки на диске образуется налет, затрудняющий контакт между резцом и диском. В результате возрастает переходное сопротивление, пластинка твердого сплава сильно нагревается и на ней появляются трещины. Для предотвращения этого явления следует систематически производить правку диска.

Для изготовления выкружки на передней грани резца электроконтактным способом, диск электроконтактного станка должен быть заточен под необходимым радиусом.

Пороги на передней грани резца изготавливаются по схеме, изображенной на фиг. 144. Острой кромкой диска производится врезание в пластинку твердого сплава (фиг. 144, *a*), затем торцевой частью диска снимается остальной припуск (фиг. 144, *б*).

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Арановский М. Е., Применение стружколомателей при скоростном резании, Машгиз, 1950.
2. Анцулевич М. Н., Горюнов И. И., Шанский К. П., Производство и эксплуатация литого режущего инструмента, Лениздат, 1949.
3. Беспрозванный И. М., Основы теории резания, Машгиз, 1949.
4. Богорад И. Я., Анодно-механическая заточка резцов и фрез с пластинками твердых сплавов, Машгиз, 1949.
5. Брискин Я. И., Технология отливки режущего инструмента, ВНИИ МСС, ЦБТИ, 1949.
6. Басов М. И., Стружколомание при скоростном точении стали, Монитомаш, 1949.
7. Басов М. И., Опыт применения скоростного резания на автотракторных заводах, Прогрессивная технология машиностроения, часть первая, Машгиз, 1951.
8. Берлинер М. С., Применение скоростного резания на автомобильном заводе имени Сталина, Монитомаш, 1949.
9. Болотин А. И., Опыт внедрения скоростных методов обработки металлов резанием на заводе „Красный пролетарий“, Монитомаш, 1949.
10. Борткевич Г. С., Мои методы скоростной обработки, Лонитомаш, кн. 3, 1948.
11. Брехин И. С., Современные отечественные инструментальные твердые сплавы и их свойства, Монитомаш, 1949.
12. Бухман Н. А. и Имшенник К. П., Пайка твердосплавного инструмента, Машгиз, 1951.
13. Вульф А. М. и Шифрин А. М., Скоростное точение, Лонитомаш, кн. 3, 1948.
14. Герст В. М. и Попов П. И., Скоростная обработка металлов на машиностроительном заводе, Машгиз, 1948.
15. Даниелян А. М., Резание металлов и инструмент, Машгиз, 1950.
16. Загребский П. П., Дробление стружки при скоростном точении стали, Прогрессивная технология машиностроения, часть первая, Машгиз, 1951.
17. Зазерский Е. И., Опыт внедрения скоростной обработки металлов резанием на станкостроительном заводе имени Свердлова, Лонитомаш, кн. 3, 1948.
18. Имшенник К. П., Современные методы напайки твердосплавного инструмента, Монитомаш, 1949.
19. Клушин М. И., Исследование процесса резания металлов, Машгиз, 1949.
20. Клушин М. И., Скоростное точение и фрезерование стальных деталей, Горьковское Областное Издательство, 1949.
21. Клушин М. И., Скоростное резание металлов на заводах г. Горького, Прогрессивная технология машиностроения, часть первая, Машгиз, 1951.
22. Коршунов Б. С. и Могузова С. П., Заточка и доводка твердосплавного инструмента, Машгиз, 1951.

23. Коршунов Б. С.. Абразивная заточка и доводка режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, Руководящие материалы ВНИИ МСС, 1949.
24. Кривоухов В. А.. Геометрия и конструкция резцов для высокоскоростного резания металлов и результаты внедрения их в промышленность, Монитомаш, 1949.
25. Лебедев Т. Д. и Ревис И. А., Структура и свойства литого инструмента из быстрорежущей стали, Машгиз, 1949.
26. Лапин Н. А. и Кацнельсон В. Ю., Резцы со стружкозавивателем и механическим креплением пластин твердого сплава, ЦНИИТМАШ, кн. 38, Машгиз 1950.
27. Мурашкин Л. С. и Щеголев А. В., Заточные станки, Машгиз, 1949.
28. Можяев С. С. и Мериин В. Н., Стружколомание при высоких скоростях точения стали, Прогрессивная технология машиностроения, часть первая, Машгиз, 1951.
29. Олимпиаев И. С. и Побегалов Н. Н., Новатор-скоростник Василий Бирюков, Машгиз, 1949.
30. Положенцев Д. Н., Из опыта работы Московского карбюраторного завода, Монитомаш, 1949.
31. Пазюк Е. И., Применение пайки при изготовлении режущего инструмента, Лениздат, 1950.
32. Панов А. А., Заточка и доводка резцов с пластинками твердых сплавов, Машгиз, 1943.
33. Попилов Л. Я., Кюзловский Л. И., Электроискровая обработка металлов, Машгиз, 1949.
34. Русецкий А. Л., Скоростное резание металлов на Кировском заводе, Лонитомаш, кн. 3, 1948.
35. Садковский Б. С., Опыт внедрения скоростного точения на Московском ордена Трудового Красного Знамени заводе „Компрессор“, Монитомаш, 1949.
36. Семенченко И. И., Режущий инструмент, т. 1, ОНТИ, 1940.
37. Слонимский В. И., Работа на круглошлифовальных станках, Лениздат, 1950.
38. Смирнов Ф. Ф., Электродуговая наплавка режущего инструмента, Машгиз, 1948.
39. Смирнов Ф. Ф. и Цейтлин Л. А., Инструкция по изготовлению и эксплуатации резцов с пластинками твердых сплавов, Metallurgizdat, 1946.
40. Титов Г. Н., Прочность металлорежущих инструментов, Машгиз, 1947.
41. Томилин Г. Н., Мясников В. П., Журавлев С. А., Инструменты для скоростного резания металлов, Машгиз, 1950.
42. Герман Е. Д. и Турин М. М., Скоростные методы работы токаря Г. С. Борткевича, ЦБТИ МСС., 1948.
43. Турчанинов И. Г., Скоростное резание на заводе „Борец“, Монитомаш, 1949.
44. Улицкий Е. Я., Электрические методы обработки в производстве и эксплуатации инструментов, Машгиз, 1951.
45. Улицкий Е. Я., Электрические методы заточки режущего инструмента для скоростного резания, Монитомаш, 1949.
46. Фраткин А. М., Скоростной метод нарезания резьбы и его внедрение на заводах, Лонитомаш, кн. 3, 1948.
47. Хажинский Н. М., Скоростная обработка металлов резанием на 1 ГПЗ имени Л. М. Кагановича, Монитомаш, 1949.
48. Широков Н. И., Скоростное точение металлов на Уралмашзаводе, Лонитомаш, кн. 3, 1948.
49. Шахрай М. Л., Передовые технологические процессы в машиностроении, Машгиз, 1950.
50. Безалмазная правка шлифовальных кругов, ВНИИАШ МСС, Машгиз, 1949.

51. Инструкция по применению многолезвийных резцов для скоростного резания, Оргавтопром, Редакционно-издательское бюро, 1950.
 52. Энциклопедический справочник „Машиностроение“, т. 7, Машгиз 1948.
 53. Напайка инструментов, оснащенных твердым сплавом, Руководящие материалы ВНИИ МСС, 1949.
 54. Обмен опытом в станкостроении. Стружколоматели при скоростном резании, ЦБТИ МСС, 1948.
 55. Опыт работы токаря А. П. Ионова, Ленинградский Дом техники машиностроения, 1950.
 56. Режущий инструмент, Общесоюзные стандарты, вып. I и II, Стандартиздат, 1946.
 57. Режимы резания металлов инструментами из быстрорежущей стали, МСС СССР, Машгиз, 1950.
 58. Режимы скоростного резания при точении и фрезеровании черных металлов твердосплавным инструментом, МСС СССР, Машгиз, 1950.
 59. Резцы для скоростного точения стали с креплением пластинки и стружкозавивателя силами резания, ВНИИ МСС, 1949.
 60. Резцы, оснащенные пластинками твердого сплава, Проект нормалей, ВНИИ МСС, 1949.
 61. Резцы с переменными передними углами для скоростного точения, Ленинградский Дом техники машиностроения, 1949.
 62. Резцы для скоростной обработки труднообрабатываемых сталей, Ленинградский Дом техники машиностроения, 1950.
 63. Скоростная обработка металлов, вып. I, Опыт Уральских заводов, Машгиз, 1950.
 64. Скоростное точение резцами с керамическими пластинками, Информационно-технический листок, Ленинградский Дом научно-технической пропаганды, № 65, 1951.
 65. Скоростная обработка металлов резанием, Издание второе, Оборонгиз, 1951.
 66. Крыжановский П. С., Заточка инструмента на анодно-механических станках, Машгиз, 1951.
 67. Из опыта новаторов и стахановцев инструментальщиков Ленинградских заводов, Машгиз, 1951.
 68. Литой и наплавленный инструмент, Машгиз, 1951.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . .	3
Глава I. Конструкции и геометрия резцов новаторов производства	5
1. Резец конструкции токаря-новатора Г. С. Борткевича	—
2. Резец конструкции И. Е. Савина	6
3. Резцы с канавками вдоль режущей кромки	8
4. Резцы для чистового и получистового точения	12
5. Резцы для нарезания резьбы	15
6. Резцы с механическим креплением пластинок и вставок твердых сплавов	19
7. Твердосплавные резцы с чугунными литыми державками	43
8. Резцы с керамическими пластинками	45
9. Способы дробления стружки	49
Глава II. Выбор материала и геометрических параметров режущей части резца	59
10. Инструментальные материалы, применяемые для режущей части резцов	—
11. Выбор геометрических параметров режущей части быстрорежущих резцов	62
12. Выбор геометрических параметров режущей части твердосплавных резцов	67
Глава III. Технология изготовления резцов	70
13. Схемы технологических процессов изготовления резцов со стальными державками	—
14. Механическая обработка державок резцов	—
15. Изготовление твердосплавных и быстрорежущих резцов с литыми чугунными державками	107
16. Подготовка пластинок из твердых сплавов для напайки и механического крепления на резцах. Изготовление пластинок из быстрорежущей стали	112
Глава IV. Напайка на резцы пластинок из твердых сплавов и быстрорежущей стали	123
17. Припой, сварочные порошки и флюсы	—
18. Индукционная напайка пластинок на резцы	126
19. Напайка пластинок на резцы на электрических контактных машинах	132
20. Другие способы напайки пластинок на резцы	142
21. Виды брака при напайке твердосплавных пластинок на резцы и контроль качества паяного соединения	145
	215

Глава V. Стыковая сварка, наплавка и термообработка быстрорежущих резцов	149
22. Стыковая сварка быстрорежущих резцов	—
23. Электродуговая наплавка быстрорежущей стали на резцы	162
24. Термообработка быстрорежущих резцов .	166
Глава VI. Заточка и доводка твердосплавных резцов	169
25. Абразивная заточка	—
26. Абразивная доводка	184
27. Анодно-механическая заточка и доводка . . .	189
28. Электроискровая и электроконтактная заточка	208
Литература и источники	212



Технический редактор *Е. А. Длугоканская* Корректор *В. М. Хорошкевич*
 Обложка художника *Г. А. Гудкоза*

Подписано к печати 29/IV 1952 г. М 28721 Формат бумаги 60 × 92¹/₁₆.
 Печ. листов 13,5. Уч.-изд. листов 13,8. Тираж 9000 экз. Заказ 1502
 Номинал — по прейскуранту 1952 года

1-я типография Машгиза, Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
60 76	16-я сверху 3-я графа справа	ЭИ262 з о ной	Р9 заточной	Авт. Тип.
115 116 204	Табл. 41 4-я снизу 14-я сверху	<i>м³/мин</i> На фиг. 28 обрабатывается	<i>мм³/мин.</i> На фиг. 82 отрабатывается	Авт.

Недорезов В. Е.