

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра горных машин и комплексов

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ГОРНЫХ МАШИН

Методические указания к практическим работам
по дисциплине «**Горные машины, комплексы и оборудование**»
для обучающихся технических специальностей и направлений

Составители Л. Е. Маметьев
А. А. Хорешок
А. М. Цехин
А. Ю. Борисов

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 24 от 26.04.2021
Рекомендованы к изданию
учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04
Протокол № 3 от 27.04.2021
Электронная версия
находится в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2021

ВВЕДЕНИЕ

Производительность горной машины обуславливается двумя основными параметрами – ее энерговооруженностью и удельными энергозатратами процесса разрушения породы (угля). За последние 40 лет энерговооруженность горных машин существенно возросла. Например, для очистных комбайнов, работающих на мощных и средней мощности пластах, она увеличилась в 15–20 раз. Решив техническую задачу с первым параметром, конструкторы вынуждены были обратить особое внимание на снижение энергозатрат процесса разрушения породы.

Это, естественно, вызвало необходимость разработки новых конструкций режущих инструментов, материалов для их изготовления, обоснования рациональных параметров резцов, позволяющих снизить удельные энергозатраты, повысить их прочность и стойкость. Например, параметр «вылет резца» для радиальных резцов изменялся вслед за ростом энерговооруженности очистных комбайнов вначале с 65 до 80 мм, а в последние годы уже с 80 до 100 мм.

Правильный выбор режущего инструмента, схемы его установки и крепления на исполнительном органе, позволяет увеличить производительность горной машины, обеспечивает снижение расхода резцов, сокращает время на их замену. Новый режущий инструмент имеет более широкую область применения: резцы очистных комбайнов до $f = 6$, резцы проходческих комбайнов и бурильных машин $f \leq 8$.

При проектировании режущего инструмента в последнее время учтен многолетний опыт эксплуатации этого вида инструмента на горных машинах.

Современные резцы имеют рациональные параметры, что обеспечивает значительное уменьшение удельных энергозатрат процесса разрушения породы (угля).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель выполнения работы – приобретение студентами знаний и навыков по выбору режущего инструмента при проектировании и эксплуатации исполнительных органов горных машин.

1. Назначение режущих инструментов и требования к ним

Режущий инструмент непосредственно выполняет ту работу, для которой создана горная машина и ее исполнительный орган – разрушает уголь или горную породу.

Режущие инструменты (резцы) горных машин эксплуатируются в тяжелых условиях: переменные по характеру и величине нагрузки, пиковые значения которых в 5–10 раз превышают средние значения; изменчивые свойства разрушаемых углей и пород; повышенные температуры и др. Повышение энерговооруженности горных машин ведет к увеличению нагрузок на режущих инструментах, что предъявляет все возрастающие требования к их прочности и стойкости.

Контроль и наблюдение за состоянием режущих инструментов во время работы, как правило, затруднительны, поэтому резцы горных машин должны удовлетворять следующим требованиям:

- эффективно разрушать уголь и горную породу с наименьшими затратами энергии;
- обладать достаточной прочностью и износостойкостью;
- обеспечивать высокую сортность угля и минимальное пылеобразование;
- иметь форму, размеры и геометрические параметры, соответствующие свойствам разрушаемых пород, конструкции исполнительного органа и кинематике его работы;
- иметь простое, быстросъемное и надежное крепление на исполнительном органе, исключая потерю инструмента и обеспечивающее быструю замену его при износе;
- быть технологичными в изготовлении и восстановлении;
- иметь невысокую стоимость изготовления и эксплуатации.

Большое разнообразие горных машин, их исполнительных органов и способов разрушения массива угля и горных пород предопределило и большое разнообразие режущих инструментов.

Режущий инструмент (резец) отделяет стружку от массива в результате постоянного статического воздействия и перемещения. К режущим инструментам относятся резцы выемочных, проходческих комбайнов и бурильных машин. Режущий инструмент имеет простую конструкцию и получил широкое распространение. Процесс резания характеризуется высокой производительностью и небольшой энергоемкостью.

2. Режущий инструмент очистных комбайнов

2.1. Элементы и параметры резцов

Режущие инструменты отличаются многообразием, обусловленным как различием машин и исполнительных органов, для которых они предназначены, так и разным их конструктивным исполнением.

Современные резцы подразделяют на радиальные, тангенциальные и радиально-торцевые (рис. 2.1).

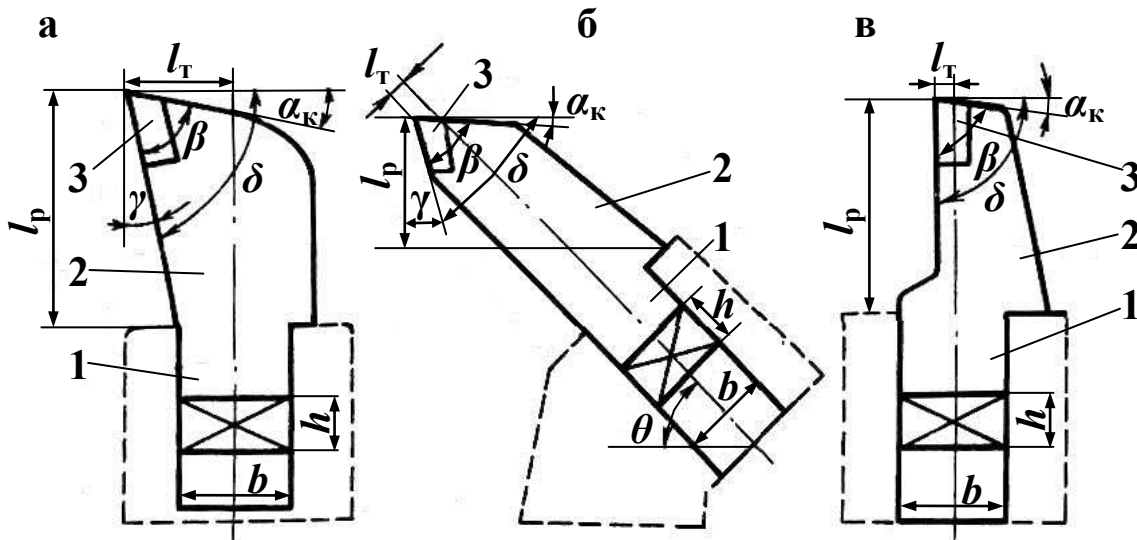


Рис. 2.1. Основные виды резцов:

а – радиальный; б – тангенциальный; в – радиально-торцевой

Ось державки радиальных и радиально-торцевых резцов перпендикулярна к линии резания, а ось державки тангенциальных составляет острый угол θ с линией резания. Несмотря на разнообразие резцов, все они имеют следующие основные элементы: хвостовик 1 и корпус 2, армированный твердосплавной пластинкой 3.

Параметры резцов бывают конструктивные и установочные. *Конструктивные параметры* – это линейные и угловые размеры резца, в соответствии с которыми он изготовлен.

В качестве главного параметра принят конструктивный вылет l_p . Например, для радиального резца это расстояние от резцедержателя до вершины режущей кромки пластинки твердого сплава. *К основным конструктивным параметрам относятся:* задний угол α_k , угол заострения β , передний угол γ , угол резания δ . Из рис. 2.1 видно, что некоторые параметры связаны между собой зависимостями: $\delta = \alpha_k + \beta$ и $\gamma = 90^\circ - \delta$.

Установочные параметры – это параметры, характеризующие резец, установленный на исполнительном органе. Главным установочным параметром является радиальный вылет резца l_p . Тангенциальные резцы устанавливаются к линии резания под углом θ . Параметр l_p имеет большое значение, так как определяет максимально возможную толщину среза и допустимую производительность машины.

2.2. Основные типы и конструктивные особенности резцов

В настоящее время на основе разработанного ИГД им. А.А. Скочинского параметрического ряда резцов утвержден и действует отраслевой стандарт ОСТ 12.44.165–80 на параметры резцов (табл. 2.1). Из таблицы видно, что *радиальные резцы* (типа Р) имеют два исполнения: однолезвийные (РО) и двухлезвийные (РД).

Тангенциальные резцы (типа Т) в зависимости от формы сечения хвостовика имеют также два исполнения: ТП – прямоугольной формы и ТК – круглой формы. *Радиально-торцевые резцы* (типа РТ) также в зависимости от формы сечения хвостовика имеют три исполнения: РТП – прямоугольной формы, РТК – круглой формы и РТО – овальной формы. На рис. 2.2 и 2.3 приведены конструкции основных резцов.

К достоинствам тангенциальных резцов относится то, что направление суммарного усилия, действующего на резец, близко к направлению оси резца, что снижает величину изгибающего момента и улучшает условия работы твердосплавной пластинки, штыря.

По конструктивному исполнению резцы бывают цельными или составными. Радиальные резцы и тангенциальные меньших типоразмеров изготавливаются обычно цельными. Тангенциальные резцы больших типоразмеров целесообразно изготавливать составными, что помимо экономии металла позволяет иметь вставки с различными параметрами режущей части.

Примечание в табл. 2.1: *¹ – в новых конструкциях машин не применяется; *² – диаметр штыря; *³ – при угле установки резца 45°; *⁴ – при угле установки резца 53°; *⁵ – резцы, не включенные в ОСТ 12.44.165-80.

Таблица 2.1

Тип реза по ОСТ 12.44.165–80	Испол- нение	Типо- размер	Кон- струк- тивный вылет l_p , см	Длина хво- стови- ка $l_{хв}$, см	Обозначе- ние резцов, выпускае- мых по техниче- ским условиям	Характеристика режущей части					Максималь- ная толщина твердого сплава по задней гра- ни резцов, мм
						Ширина конструк- тивная b_k , см	Форма режущей кромки	Форма передней поверхности	Углы ^{*3} (конструк- тивные), град		
									резания δ	задний α	
Р	РО	РО40	4	5,5	ЗНЗ	0,9	–	–	85	5	5
		РО65	65* ¹	5,5	И90МБ* ¹	1,1	Овальная	Плоская	80	5	7
			6,5	6,5	РО65	1,4	«	Клиновидная	83	8	9
		РО80	8	6,5	ЗР2.80	2,5	Треуголь- ная	«	83	15	13
			8	6,5	ЗР4.80	1,4	Овальная		83	8	9,5
	РО100* ⁵	10	–	–	–	–	–	–	–	–	
	РД	РД45	4,5	4,5	УМК90	1,1	–	–	85	10	7
РД65		6,5	7,5	МК-1-4- 14А	1,1	Овальная	Плоская	85	10	7	
Т	ТП	ТП100	10	9,5	–	–	–	–	–	–	–
		ТП125	12,5	9,5	ИТ-125	2	Прямо- угольная	Плоско- клиновидная	69	15	9,5
		ТП160* ⁵	16	–	–	–	–	–	–	–	–
	ТК	ТК65	6,5	6,5	РКС-1	0,9* ²	Треуголь- ная	Овальная	90 98* ⁴	0 8* ⁴	9
		ТК80	8	7	РКС-2	1,2* ²	–	–	90 98* ⁴	0 8* ⁴	12
РТ	РТП РТО РТК	РТ80	8* ¹	8	И79Б* ¹	1,1			85	10	7
		РТО65	6,3* ¹	5,4	КБ01* ¹	1,1	Овальная	Плоская	85	10	7
		РТК34	3,35	6,35	ШБМ2С- -1-1-04	0,8	Трапецие- видная	«	90	10	7

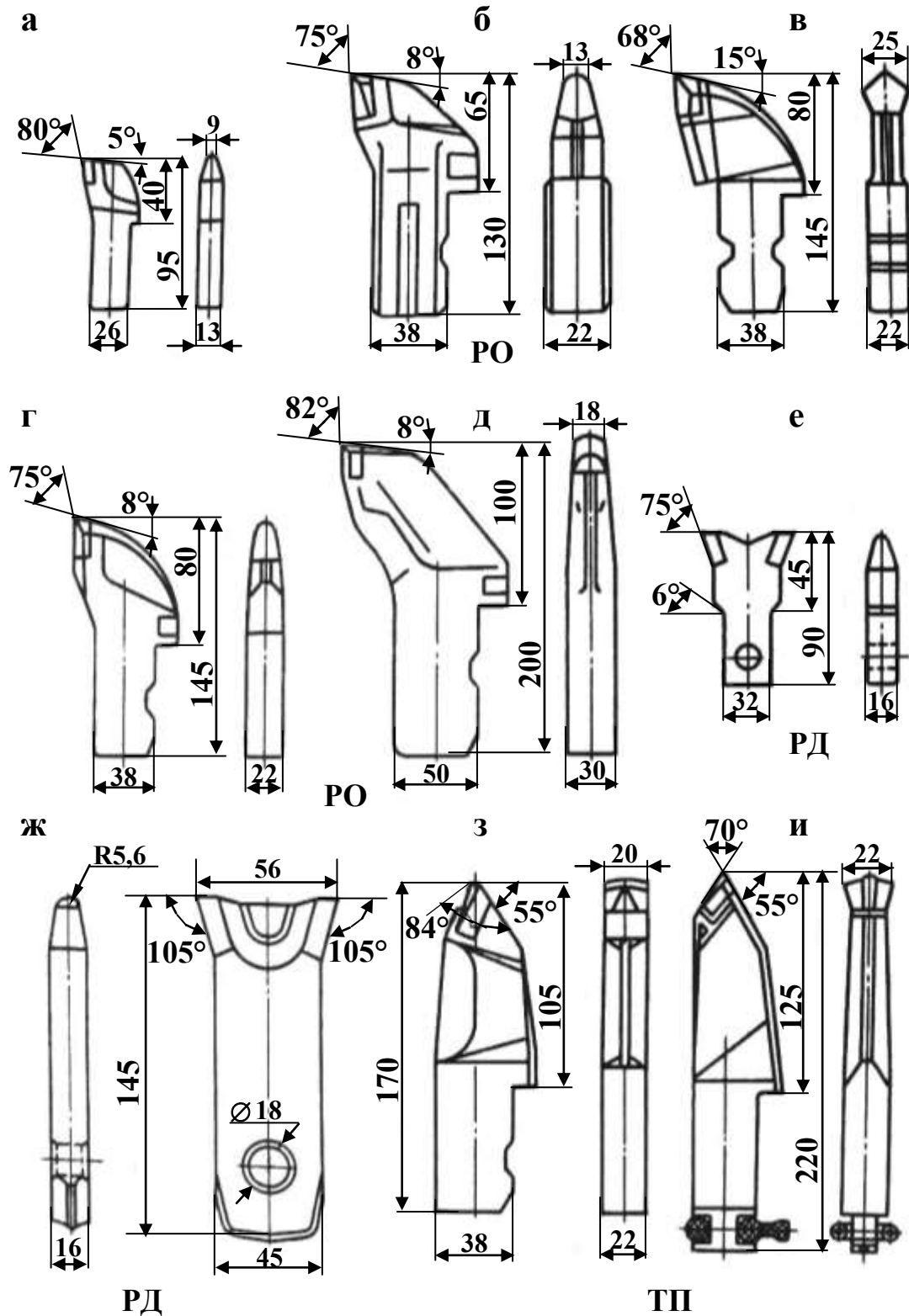


Рис. 2.2. Конструкции резцов

Выпускаемые и применяемые в настоящее время резцы отличаются и по *конструкции их твердосплавной армировки*. Так, режущая кромка их бывает трапецевидной, овальной, прямо-

угольной, треугольной, а форма передней грани – плоской, овальной, клиновидной.

2.3. Конструкции резцов

Резцы ЗНЗ (РО40) (рис. 2.2, а) предназначены для оснащения цепных исполнительных органов комбайнов, врубовых машин и беспланочных режущих цепей (БРЦ) комбайнов «Темп», «Комсомолец» при выемке углей сопротивляемостью резанию до 300 Н/мм, крепостью породных включений $f \leq 2$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова и их суммарной мощностью до 5 % от мощности угольного пласта. В резцедержателях режущей цепи эти резцы крепятся стопорным болтом.

Резцы РО65 (рис. 2.2, б), выпускаемые взамен резцов И90МБ и И90В, предназначены для оснащения шнековых и барабанных исполнительных органов комбайнов типоразмеров ПУ5–ПУ10 при работе на пластах любой категории разрушаемости, содержащих породные прослойки мощностью более 0,15 м и крупные породные включения при суммарной их мощности до 5 % от мощности пласта. Особенностью резцов РО65 в сравнении с резцами И-90МБ и И90В является клиновидная форма передней грани, большие значения угла резания и заднего угла, большие значения толщины пластинки твердого сплава и безболтовое крепление резца.

Резцы ЗР2.80 (РО80) (рис. 2.2, в) предназначены для очистных комбайнов, имеющих в качестве исполнительного органа барабаны с вертикальной осью вращения, на которых установлены поворотные резцедержатели. Резцы ЗР2.80 применяются для выемки углей любой абразивности и сопротивляемостью резанию до 300 Н/мм, содержащих породные прослойки и включения крепостью $f \leq 3$. Пластинки твердого сплава имеют клиновидные переднюю и заднюю грани. Эти резцы имеют безболтовое крепление в резцедержателе и применяются в конвейеростругах агрегатов 1АЩМ, 1АНЩ, 2АНЩ и на барабанах комбайнов «Поиск-2».

Резцы ЗР4.80 (РО80) (рис. 2.2, г) являются наиболее распространенным режущим инструментом и применяются на шнековых очистных комбайнах (1К-101, К103, 2К-52МУ, КШ-1КГУ, КШ-3М, 1ГШ-68, 2ГШ-68Б, РКУ-16, 1КШЭ). Предназначены резцы ЗР4.80 для разрушения углей любой абразивности с сопротивляемостью резанию до 300 Н/мм, крепостью возможных по-

родных включений $f \leq 3$ и их суммарной мощностью не более 10% от вынимаемой мощности пласта. Резец армируется пластинкой твердого сплава с клиновидной формой передней поверхности. С задней стороны резец имеет упор, предназначенный для установки всех резцов на шнеке с одинаковым вылетом и уменьшения изгибающего момента от усилий резания в опасном сечении хвостовика. Так как крепление резца в резцедержателе безболтовое, на боковых поверхностях упора имеются углубления для извлечения резца из резцедержателя.

Резцы РО100 (рис. 2.2, д) предназначены для оснащения шнековых исполнительных органов новых очистных комбайнов типоразмеров ПУ16–ПУ35, обеспечивающих разрушение угольных пластов с толщиной стружки 7–8 см. Режущая часть резца оснащена пластинкой твердого сплава, имеющей овально-плоскую переднюю поверхность, чем обеспечивается высокая прочность главной режущей кромки и режущей части резца в целом. Резцы имеют безболтовое крепление и применяются на пластах любой категории разрушаемости.

Резцы УМК-90 (РД45) (рис. 2.2, е) и МК-1-1-4-14А (РД65) (рис. 2.2, ж) предназначены для установки соответственно на реверсивных цепях и барабанах с вертикальной осью вращения очистных комбайнов МК-67 при выемке угольных пластов однородного и сложного строения с сопротивляемостью угля резанию до 300 Н/мм, коэффициентом крепости породных включений $f \leq 3,0$ и их суммарной мощностью не более 10% от вынимаемой мощности угольного пласта. Резцы в резцедержателе крепятся болтом, который служит осью, относительно которой происходит их поворот на угол до 6° при реверсировании исполнительного органа.

Тангенциальные резцы Т100 (ТП100) (рис. 2.2, з) и ИТ-125С (ТП125) (рис. 2.2, и), имеющие прямоугольное сечение хвостовика, предназначены для шнековых исполнительных органов угольных и сланцедобывающих комбайнов (при выемке сланцев сопротивляемостью резанию до 360 Н/мм, угля – до 300 Н/мм при наличии в угольном пласте породных включений с $f \leq 3$). Эти резцы имеют большую конструктивную ширину режущей части, устанавливаются на шнеке с большим шагом и позволяют улучшить сортовой состав добываемых сланцев и углей, уменьшить

энергозатраты на выемку и снизить пылеобразование. Крепление резцов Т100 в резцедержателе применяется безболтовое. Резцы ИТ-125С в резцедержателях закрепляются специальным резиновым кольцом, помещаемым в двух углублениях со стороны торца хвостовика. При работе комбайна резиновое кольцо препятствует перемещению резцов в резцедержателе в направлении продольной оси, что исключает потери резцов и повышает срок службы резцедержателей.

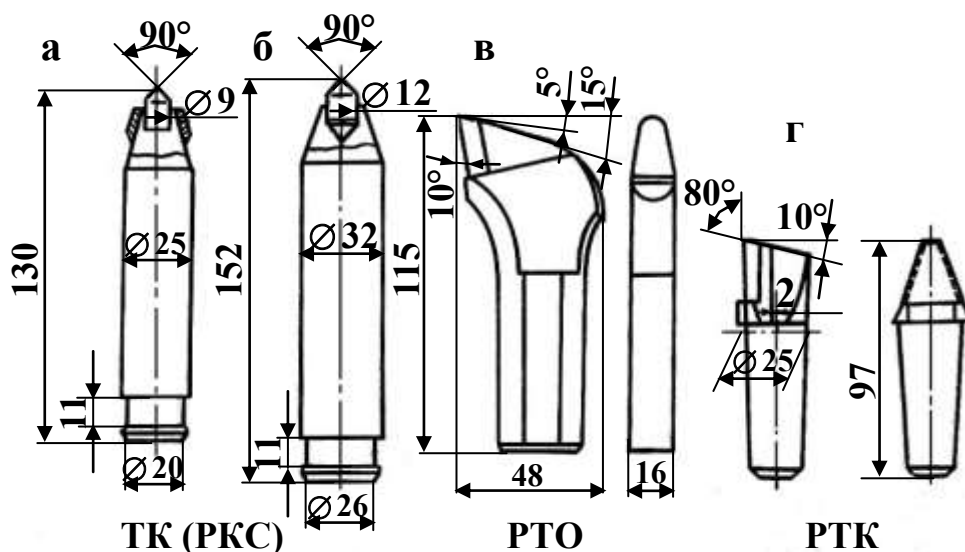


Рис. 2.3. Конструкции резцов

Тангенциальные поворотные резцы РКС1 (ТК65) (рис. 2.3, а) и РКС2 (ТК80) (рис. 2.3, б) имеют аналогичную конструкцию и отличаются только размерами. Создавались эти резцы для рабочих органов проходческих комбайнов избирательного действия. Однако, благодаря высоким эксплуатационным свойствам они широко применяются и на шнековых исполнительных органах очистных комбайнов. Основные их достоинства следующие: простота конструкции самого резца, простота и надежность крепления в резцедержателе, простота конструкции твердосплавной армировки в виде цилиндрического штыря и надежное закрепление его в цилиндрическом отверстии.

Резцы КБ-01 (РТО65) (рис. 2.3, в) предназначены для установки на буроскалывающих коронках очистных комбайнов БКТ, а также на торце шнековых исполнительных органов. Применяются они на пластах сопротивляемостью резанию до 300 Н/мм

с породными включениями крепостью $f \leq 3$. Хвостовик резца имеет конусность 3° , что позволяет закреплять его в резцедержателях без применения дополнительных элементов крепления.

В последнее время для оснащения торцевых частей шнековых исполнительных органов применяются резцы ШБМ-2С-1-1-04 (РТК) (рис. 2.3, г). Благодаря более прочной державке резца и пластинке твердого сплава эти резцы имеют лучшие эксплуатационные качества при обработке пластов с крепкими породными прослойками и твердыми включениями.

В большинстве зарубежных угледобывающих стран исполнительные органы очистных комбайнов оснащают радиальными резцами, выпускаемыми фирмами «Кармет», «Кеннаметал» (США), «Хой» (Великобритания), «Крупп видиа» (Германия), «Сандвик» (Швеция). Большинство резцов имеют хвостовик прямоугольной формы, конструктивное исполнение которого позволяет применять различные типы безболтовых креплений, обеспечивающих плотное соединение резцов с резцедержателями, исключающее потери резцов и разбивание посадочных гнезд резцедержателей.

Резцы армируются пластинками твердого сплава группы ВК, главная режущая кромка которых, как правило, выполнена по радиусу, а передняя поверхность имеет овальную, овально-плоскую или клиновидную форму. Вылет резцов зарубежных фирм примерно равен вылету отечественных типов резцов. Так, резец типа НР фирмы «Хой», являющийся аналогом отечественного резца ЗР4.80 имеет вылет 75 мм, размеры прямоугольного хвостовика 25×41 мм; резец Р400 этой же фирмы – аналог резца Р0100 – имеет вылет 100 мм и размеры сечения прямоугольного хвостовика 30×50 мм.

Следует отметить, что в стране не прекращается работа по совершенствованию и созданию новых типов режущего инструмента. При дальнейшем совершенствовании инструментов очистных комбайнов, наряду с повышением прочности и износостойкости необходимо снижать массы армирующих инструмент остродефицитных и дорогостоящих твердых сплавов.

2.4. Материалы, применяемые для изготовления резцов

Корпуса режущих инструментов изготавливают, как правило, из легированных сталей: хромоникелевых, хромоникельмолибденованадиевых, хромокремнемарганцовистых и т.д. Применение этих сталей способствует снижению напряжений в твердосплавной армировке и обеспечивает более прочное ее крепление на корпусе резца. Наиболее широко применяемые марки сталей для изготовления корпусов различных видов режущего инструмента следующие (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Вид инструмента	Марки сталей
1. Резцы выемочных и проходческих комбайнов	30ХГСА, 35ХГСА
2. Резцы бурильных машин	У7, 45Г2, 35ХГСА

Для повышения износостойкости инструмента его рабочую часть армируют твердыми сплавами. Наибольшее распространение получили металлокерамические вольфрамокобальтовые твердые сплавы группы ВК (табл. 2.3), которыми армируются почти все горные инструменты. Основные достоинства их – высокие эксплуатационные свойства и простота процесса армирования.

Эти сплавы получают спеканием смеси порошков монокарбида вольфрама и кобальта при температуре 1320–1480 °С. **Монокарбид вольфрама** – соединение твердостью 1730 МПа (9 ед. по шкале Мооса) с температурой разложения 2600 °С – представлен в сплавах в виде зерен размером 1–5 мкм (основная масса). **Кобальт** – ковкий и вязкий металл, имеет твердость в 4–5 раз ниже, чем карбид вольфрама, и температуру плавления 1350 °С. Кобальт является цементирующей составляющей; расплавленный, он хорошо смачивает зерна карбида вольфрама, а при затверждении образует прочную связь между ними.

По структуре сплавы бывают: мелкозернистыми (индекс М, размер зерен до 1 мкм), среднезернистыми (размер зерен 1–2 мкм) и крупнозернистыми (индекс В, размер зерен 2–5 мкм).

Мелкозернистые сплавы при одинаковом химическом составе имеют большую твердость и износостойкость, но меньшую прочность и ударную вязкость, чем крупнозернистые.

Цифровой индекс в обозначении марки сплава указывает на процентное содержание кобальта (табл. 2.3).

Мелкозернистые сплавы марок ВК2М, ВК3М, ВК6М, ВК9М, ВК10М и другие вследствие недостаточной прочности в горной промышленности пока не используются. Применяются в основном *средние* и *крупнозернистые* сплавы (см. табл. 2.3).

Таблица 2.3

Сплав (ГОСТ 3882–74)	Содержание по массе		Средний размер, WC-фазы, мкм	Плот- ность, г/м ³	$\sigma_{\text{изг}}$, МПа, не менее	Твердость по Раквеллу HRC, не менее
	WC	Co				
ВК4ВК	96	4	2–5	14,9–15,1	1400	88
ВК6	94	6	1–3	14,6–15	1450	88,5
ВК6В	94	6	2–5	14,6–15	1500	87,5
ВК8	92	8	1–3	14,4–14,8	1600	87,5
ВК8В	92	8	2–5	14,4–14,8	1700	86,5
ВК8ВК	92	8	2–5	14,5–14,8	1750	87,5
ВК11В	89	11	2–5	14,1–14,4	1800	86
ВК11ВК	89	11	2–5	14,1–14,4	1800	87
ВК15	85	15	1–3	13,9–14,1	1800	86
ВК10КС	90	10	3,5–4,5	14,35–14,6	2000	86,5

Марки твердого сплава для рабочих инструментов выбирают в зависимости от механических свойств горных пород и способа их разрушения. При резании мелкими стружками, когда динамические нагрузки относительно невелики, следует применять инструменты, армированные твердым сплавом с меньшим содержанием кобальта, как более износостойкие. При ударном способе разрушения и в других случаях, когда имеются большие динамические нагрузки, применяют сплавы с большим содержанием кобальта и крупнозернистые. При крепких и абразивных породах целесообразно применять сплавы с меньшим содержанием кобальта, что обеспечивает большую износостойкость инструмента.

Рекомендуются следующие области применения различных марок сплавов (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Вид инструмента	Сплавы
1. Резцы выемочных и проходческих комбайнов	ВК8В, ВК8ВК, ВК11ВК
2. Резцы бурильных машин	ВК6, ВК6ВК, ВК8

С целью экономии дефицитного вольфрама и удешевления рабочих инструментов в настоящее время разрабатываются новые безвольфрамовые твердые сплавы, достоинства которых – дешевизна и недефицитность исходных материалов для их изготовления. Такие сплавы, изготовленные на основе карбида титана (ТНМ) и карбонитрида титана (КТ НМ), близки по свойствам к вольфрамокобальтовым сплавам, применяемым для армирования режущих инструментов.

Соединение твердых сплавов с корпусами режущих инструментов осуществляется обычно с помощью *припоев*, которые должны обеспечивать наиболее полное сохранение качества твердого сплава после пайки, быть пластичными при циклических нагрузках, хорошо смачивать сплавы и металлы, обеспечивать весьма прочные соединения и низкие напряжения в твердом сплаве после пайки. Широкое распространение в отечественной практике для пайки режущих инструментов получили медно-цинковые припои с присадками никеля, марганца, кобальта, кремния и др. Эти присадки повышают прочность и надежность паяного соединения и улучшают механические и технологические свойства припоев. Из используемых в настоящее время припоев наиболее полно отвечают предъявляемым требованиям припои ПЛНКоМц 49-9-0,2-0,2, ПЛНМц 10-5 и ПЛМцЖК 1,5-0,75-0,15, содержащие никель, кобальт, марганец (остальное латунь).

2.5. Способы крепления резцов на исполнительных органах

Надежность крепления резцов и быстрота их замены оказывают большое влияние на производительность комбайнов. Потери резцов при ранее применяемом болтовом способе крепления на исполнительном органе комбайна достигали 25 % общего расхода резцов, а продолжительность замены 10–12 резцов составляла 50–60 мин.

В настоящее время разработано большое число разнообразных конструкций безболтовых быстросъемных креплений резцов. В отечественном машиностроении были спроектированы следующие конструкции креплений (рис. 2.4).

Быстродействующим креплением БКР (рис. 2.4, а) крепятся резцы, имеющие скос на конце хвостовика и паз для фиксатора (ЗР1.80, ЗР2.80). Крепление резца осуществляется вставленным в

отверстие резцедержателя 2 стопорным стержнем 8 с конусной головкой. Он входит в паз хвостовика 1 резца и прижимается двумя упругими полиуретановыми амортизаторами 7, надетыми на стопор-стержень. Резец 4 в резцедержатель 2 устанавливается легким ударом по специальной насадке 3, защищающей пластинку твердого сплава от повреждений. Снимается резец съемником 5 с упором в цилиндрические боковые выступы 6 резца.

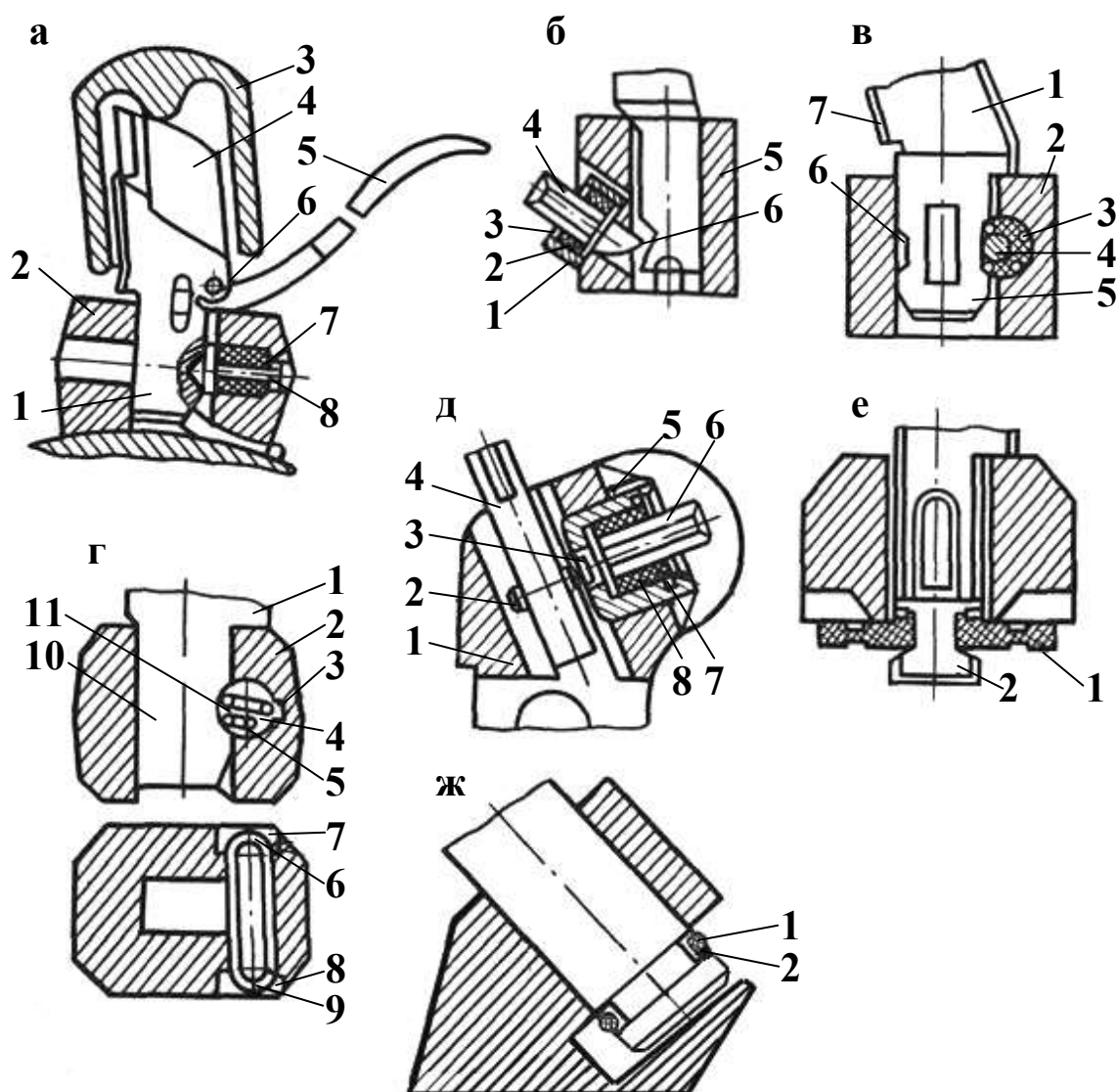


Рис. 2.4. Конструкции креплений резцов

Быстродействующее крепление «Темп» (рис. 2.4, б) применялось для крепления резцов, имеющих косой паз на задней поверхности хвостовика. Оно состоит из фиксатора 6 с четырехгранной головкой 4, вставленного посредством полиуретановой втулки 2 в паз стального кольца 1. Последнее приварено к резце-

держателю 5. От смещения в осевом направлении втулка фиксирована пружинным стопорным кольцом 3. При повороте фиксатора ключом на 180° его скошенный конец становится заподлицо с гнездом кулака, и резец свободно вынимается.

Для резцов ЗР1.80 применяется крепление КР1 (рис. 2.4, в). Резец 1 в кулаке 2 закрепляется металлическим валиком 4, завулканизированным в резиновом буфере 3. Валик под действием сил упругости деформированного буфера входит в паз 6 на хвостовике 5 резца. Резец легко устанавливается в гнезде благодаря скосу на его хвостовике, извлекается он рычагом, упирающимся в выступ 7 на державке. Это крепление обеспечивает быструю замену резцов, обладает высокой надежностью в начальный период эксплуатации новых шнеков. Однако по мере разбивания гнезд резцедержателей надежность крепления снижается, потери резцов увеличиваются.

В настоящее время для закрепления резцов ЗР2.80, ЗР4.80, РО-65 применяется крепление ПБК (рис. 2.4, г). Оно представляет собой трехвитковую пружину 5, изготовленную из проволоки диаметром 5 мм и подвергнутую термообработке. Пружина удерживается в отверстии 4 и пазу 3 резцедержателя 2 за счет ее упругих сил и за счет установки ее концов 6 и 9 в расточки 7 и 8. Вторая сторона пружины входит в специальное углубление 11, выполненное на задней стороне хвостовика 10 резца 1. Крепление ПБК обеспечивает надежное крепление и удержание резца в резцедержателе с минимальной потерей резцов, удобную и быструю замену резца, возможность установки в гнезде для безболтового крепления КР1 без изменения диаметра отверстия гнезда. Недостаток этого крепления – невозможность обеспечения плотного соединения резца с резцедержателем, что приводит к разбиванию гнезд резцедержателей при работе комбайна.

Для крепления резцов в беспланочных режущих цепях, а также на верхнем барабане комбайна «Темп» применяется крепление БРЦ (рис. 2.4, д). Резец 4 в кулаке 1 крепится подковообразным торцовым выступом 3 стержня-фиксатора 6, который захватывает резец за цилиндрический выступ 2 на боковой поверхности хвостовика. На стержень-фиксатор надета втулка 8 из упругого полиуретана, вставленная в паз приваренного к кулаку стального кольца 5. Втулка фиксируется в осевом направлении

пружинным кольцом 7. При повороте ключом четырехгранной головки стержня-фиксатора на 180° подковообразный выступ захватывает или освобождает хвостовик резца.

Значительно большей простотой и надежностью характеризуются крепления для тангенциальных резцов ИТ-125С (рис. 2.4, е) и резцов РКС1 и РКС2 (рис. 2.4, ж).

Крепление резцов ИТ-125С осуществляется с помощью резиновой манжеты 1, надеваемой на специальную шейку 2, а резцов типа РКС – резиновым кольцом 1, надеваемым на кольцевую проточку 2. Необходимо отметить, что эти виды крепления могут быть использованы только при обеспечении свободного доступа к хвостовику державки.

3. Режущий инструмент проходческих комбайнов

Исполнительные органы проходческих комбайнов, разрушающие породы крепостью до $f \leq 8$, оснащаются режущим инструментом.

По виду установки на исполнительном органе, способу крепления, применяемым материалам для изготовления, конструктивным параметрам резцы проходческих комбайнов аналогичны режущему инструменту очистных комбайнов.

Резцы ШБМ-2С-1-1-04, РКС1 и РКС2, рассмотренные на рис. 2.3 применяются как на очистных, так и на проходческих комбайнах. Поскольку конструкции этих резцов описаны ранее, ниже указана только область применения их при проведении выработок.

Радиальные резцы ШБМ2С-1-04 предназначены для оснащения исполнительных органов проходческих комбайнов непрерывного действия, работающих по калийным солям при сопротивляемости резанию до 200 Н/мм.

Тангенциальные резцы РКС1 и РКС2 предназначены для оснащения исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия (типа ГПКС) при проведении выработок по углю и углю с присечкой породы с пределом прочности соответственно 70 МПа ($f = 5$) и 84 МПа ($f = 6$) и показателем абразивности до 15 мг.

Специальные резцы, применяемые только на проходческих комбайнах, приведены на рис. 3.1.

Тангенциальный резец РКСЗ (рис. 3.1, а) имеет конструкцию, аналогичную резцу РКС2, несколько большие размеры и предназначен для проходческих комбайнов 4ПП2, 4ПП5 при проведении подготовительных выработок сплошным угольным забоем (угли любой сопротивляемости резанию) или сплошным породным забоем (глинистые и песчанистые сланцы крепостью до 84 МПа ($f = 6$), а также смешанным забоем по указанным углям и породам с присечкой до 25 % от площади забоя песчаника с пределом прочности одноосному сжатию до 112 МПа ($f = 8$) и показателем абразивности до 18 мг.

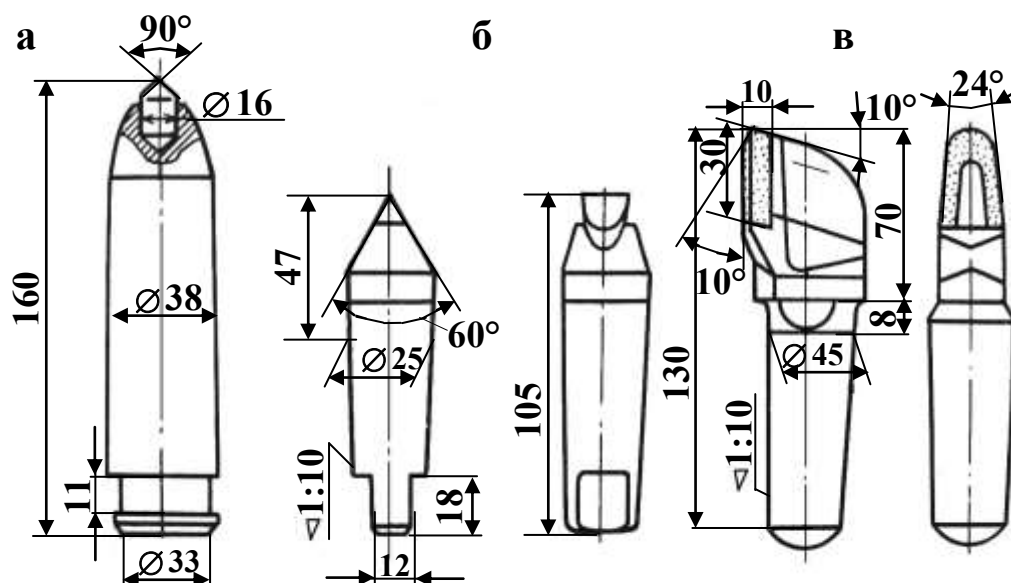


Рис. 3.1. Конструкции резцов проходческих комбайнов

Тангенциальный резец Д6.22 (рис. 3.1, б) предназначен для оснащения исполнительных органов проходческих комбайнов непрерывного действия ПК-8, ПК-10 при работе по калийным солям сопротивляемостью резанию до 300 Н/мм. Режущая часть резца образована лезвием твердосплавного долотообразного цилиндрического штыря. Две параллельные плоскости на хвостовике резца предназначены для исключения разворота резца в резцедержателе при работе комбайна.

Радиальный резец РПП (рис. 3.1, в) предназначен для исполнительных органов комбайнов 4ПП2 и 4ПП5 при проведении выработок по смешанным и породным забоям с коэффициентом крепости $f < 6$. Режущая часть образована пластинкой твердого сплава, имеющей увеличенную площадь пайки, что повышает прочность резца.

В настоящее время широкое применение получили тангенциальные резцы типа: РШ (рис. 3.2), РС (рис. 3.3), РГ (рис. 3.4), ПС (рис. 3.5), которые могут применяться как на проходческих, так и на очистных комбайнах.

Расшифровка обозначения тангенциальных резцов типа РШ производства «Горный инструмент», например: **РШ 25-65/16SK**; **РШ С-25-65L68/16SK** (рис. 3.2).

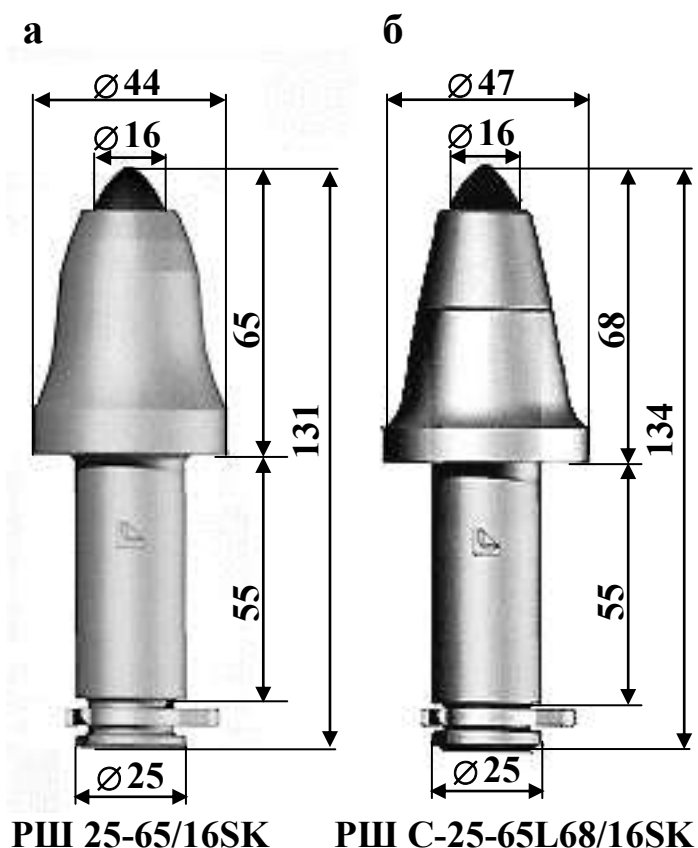


Рис. 3.2. Конструкции резцов РШ

Расшифровка обозначения тангенциальных резцов типа РС, например РС 25-65-63/16Г «Кузнецкий машиностроительный завод» (рис. 3.3).

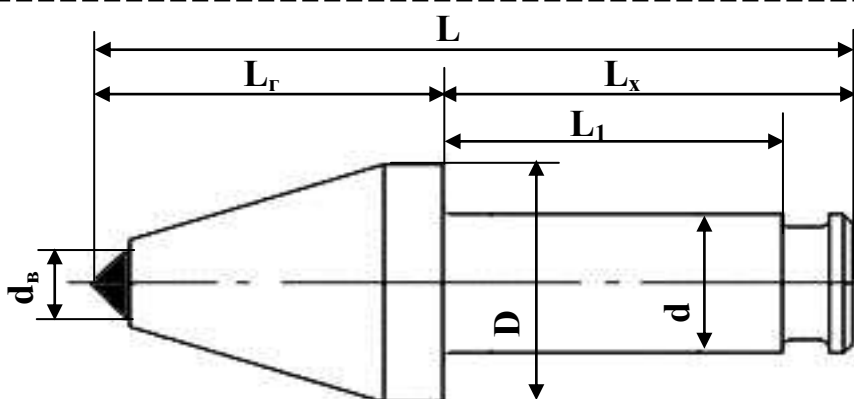
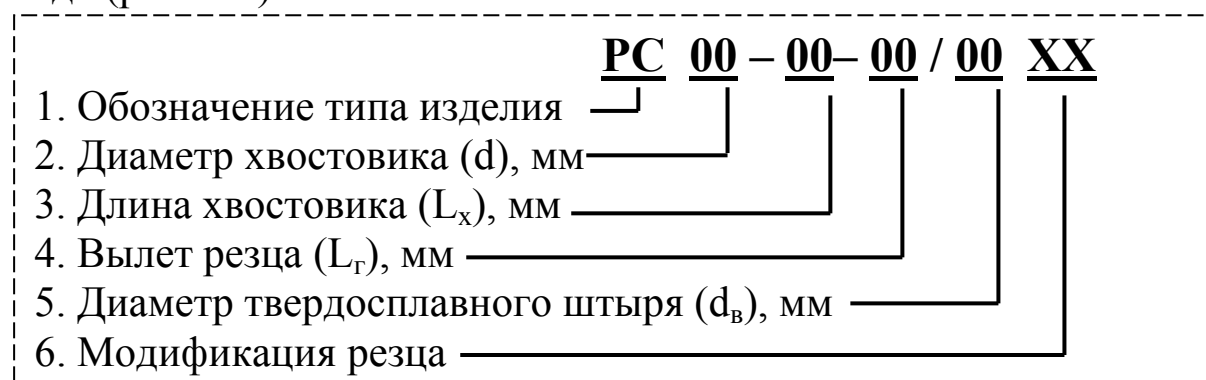


Рис. 3.3. Параметры резцов типа РС

Резцы горные тангенциальные серии РГ «Гидромаш»: РГ401-12, РГ401-12С, РГ401-16, РГ401-16С (рис. 3.4).

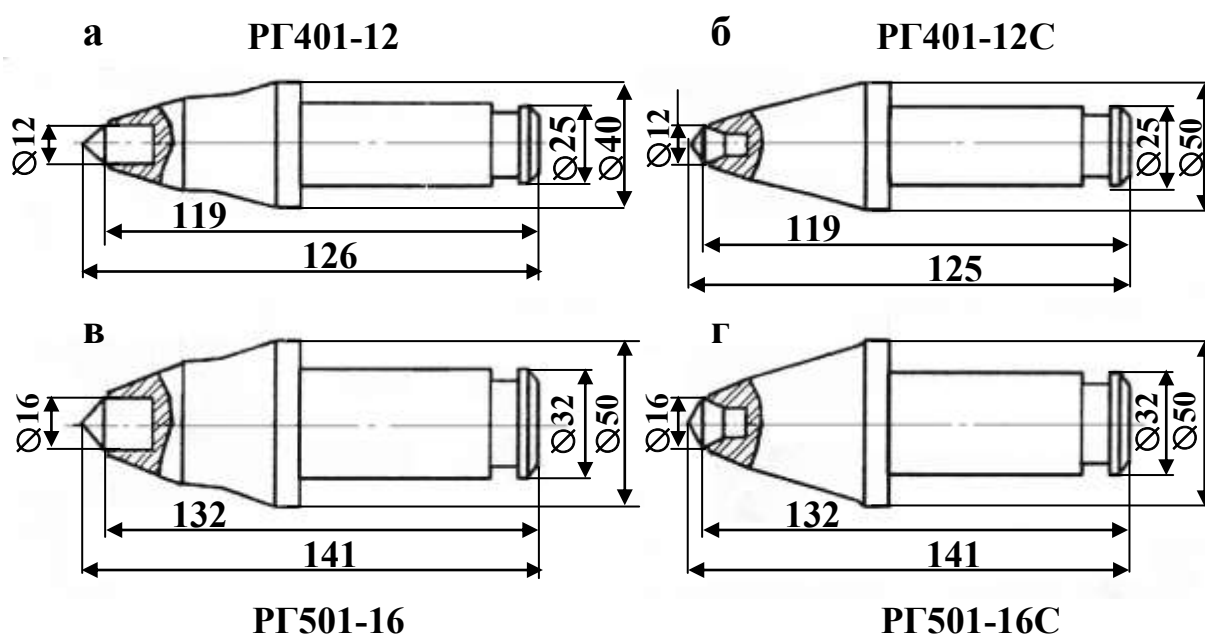


Рис. 3.4. Конструкции резцов РГ

Тангенциальные резцы типа ПС «Копейский машиностроительный завод»: ПС-1, ПС-2, ПС1-8У (рис. 3.5).

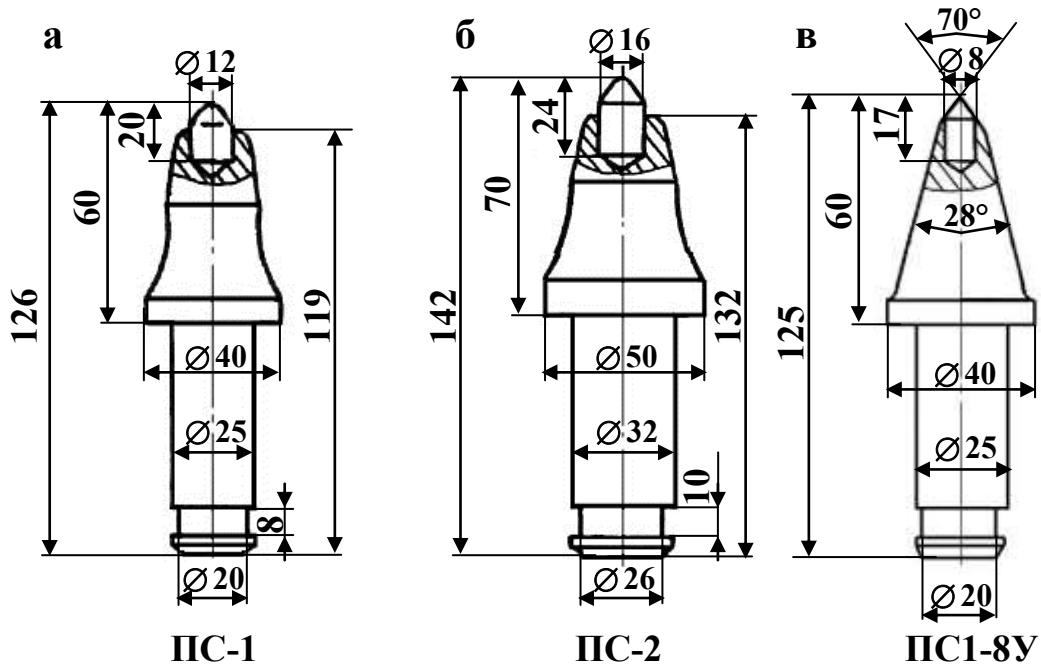


Рис. 3.5. Конструкции резцов ПС

Резцы с круглым хвостовиком ПС-1 (0,55 кг) и ПС-2 (1,1 кг) предназначены для оснащения исполнительных органов проходческих комбайнов, применяемых при проведении подготовительных выработок смешанным забоем с присечкой пород прочностью при одноосном сжатии $\sigma_{сж}$ до 70 МПа и 100 МПа, соответственно с показателем абразивности до 15 мг и крепостью $f \leq 8$.

Резцы исполнения ПС1-8У (0,46 кг) предназначены для оснащения исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов, применяемых на проходке и очистных работах по пластам калийных руд и каменной соли с сопротивляемостью резанию до $A_p = 450$ Н/мм.

Как видно из рис. 3.2–3.5 особенностью новых резцов является коническая форма корпуса, имеющего в нижней части большей по площади торец. Это позволяет воспринимать резцу большие осевые нагрузки и опираться на резцедержатель.

4. Буровые резцы для вращательного бурения

Резцы предназначены для бурения шпуров в углях любой крепости и породах с коэффициентом крепости $f \leq 8$ по шкале проф. М. М. Протодяконова при использовании электрических,

пневматических и гидравлических бурильных установок. По назначению резцы подразделяют на: *угольные, углеродные и породные*.

Резец (рис. 4.1) состоит из перьев 1 с режущими кромками, корпуса 2 и хвостовика 3 для крепления резца в головке буровой штанги. Имеется передняя грань 4 и задняя 5, пересечение которых образует главную режущую кромку 6 и кромку 7 рассечки.

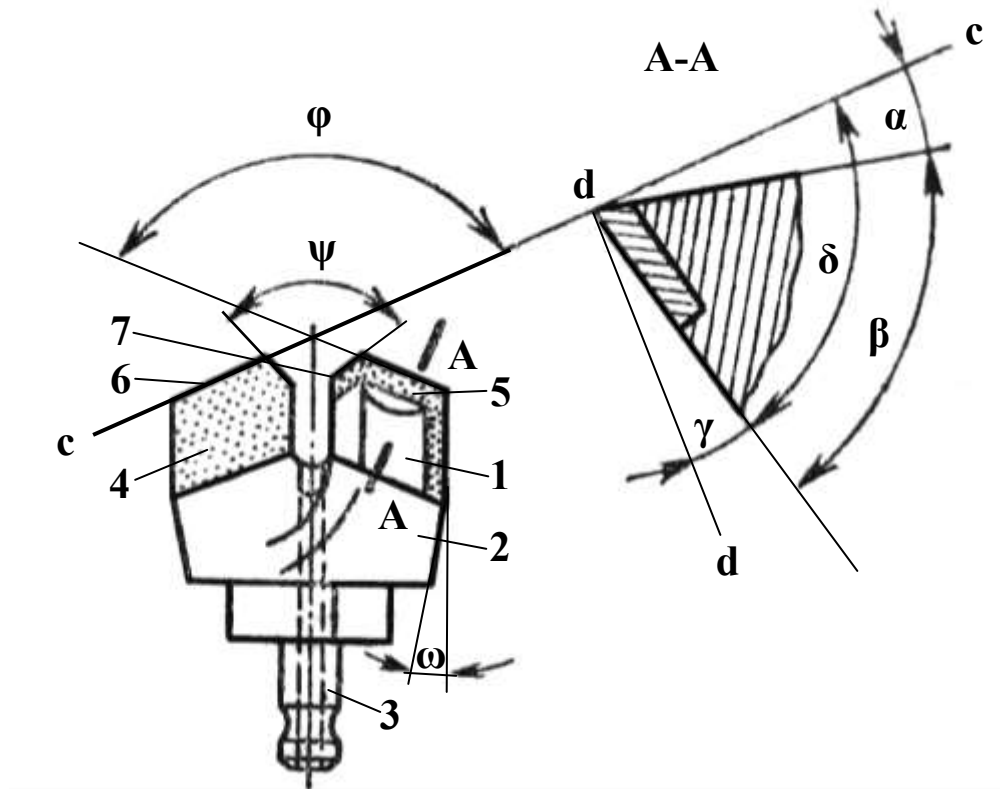


Рис. 4.1. Параметры бурового резца

Геометрические параметры резца (рис. 4.1).

Углы заточки резца определяются положением плоскости резания «*сс*», которая является касательной к поверхности резания и проходит через главную режущую кромку, и основной плоскостью «*dd*», которая перпендикулярна к плоскости резания.

Задний угол α – это угол, образуемый плоскостью резания и задней гранью резца. Наличие угла α предотвращает трение задней грани резца о плоскость забоя. Задний угол обычно принимают в пределах 10–30°.

Угол заострения β – это угол, образованный пересечением передней и задней граней резца. В результате этого образуется

режущая кромка. С уменьшением угла заострения улучшается внедрение резца в уголь или породу, но прочность резца при этом уменьшается.

Угол резания $\delta = \alpha + \beta$ – это угол между передней гранью и плоскостью резания.

Передний угол γ образуется между передней гранью и основной плоскостью «*dd*». Передний угол γ может быть положительным, равным нулю или отрицательным (при бурении по крепким породам). В последнем случае угол заострения β принимается $\geq 90^\circ$, в результате чего передний угол становится отрицательным. Соотношение $\alpha + \beta + (\pm\gamma) = 90^\circ$.

Угол конусности ω придается резцу для уменьшения трения о стенки шпура. Обычно угол конусности принимается равным 1–2°.

В результате рассечки пера резца образуются вспомогательные углы:

- *внутренний угол рассечки* ψ – пересечением вспомогательных режущих кромок резца;

- *внешний угол* ϕ при вершине резца – пересечением главных режущих кромок резца.

При работе по углю резцы характеризуются большим углом рассечки (до 100°) и положительными или нулевыми передними углами; при работе по породе – меньшими углами рассечки, более короткими перьями и обычно нулевыми или отрицательными передними углами.

Резцы угольные (РУ) предназначены для ручных сверл при работе по углю любой крепости и породам с коэффициентом крепости до $f = 3$ по шкале проф. М. М. Протодяконова.

Резцы угленородные (РУП) – для ручных и колонковых сверл при работе по углю любой крепости и породе с коэффициентом крепости $f = 2–6$.

Резцы породные (РП) – для колонковых сверл и бурильных установок при бурении пород с коэффициентом крепости $f = 6–8$.

Резцы типа РП предназначены для использования в комплекте с шестигранными штангами типа ШБ.

На рис. 4.2. представлены инструменты вращательного бурения «Горный инструмент».

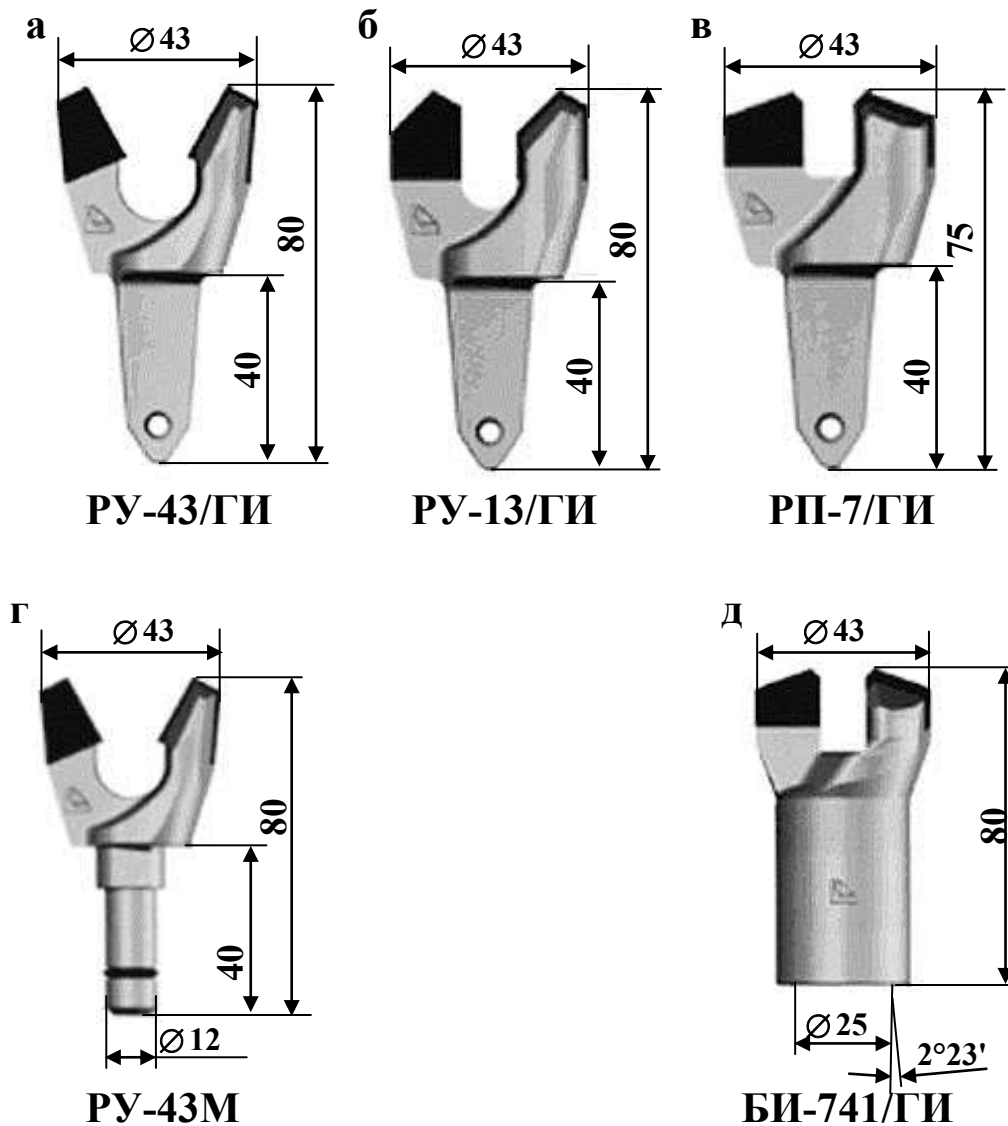
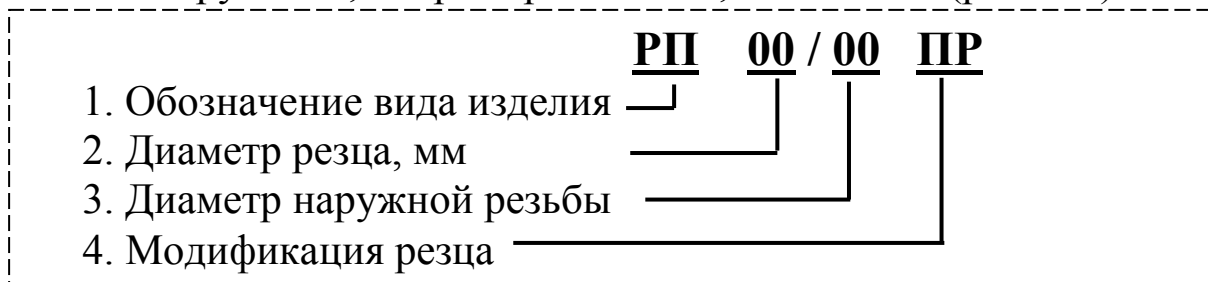


Рис. 4.2. Инструменты вращательного бурения

Резцы РУ-43/ГИ и РУ-43М предназначены для работы по углю $f = 0,8-2$; резцы РУ-13/ГИ предназначены для работы по аргиллитам $f = 2-4$ и алевролитам $f = 3-7$; резцы РП-7/ГИ и БИ-741/ГИ предназначены для работы по колчедану $f = 7-8$.

Пример обозначения резцов типа РП производства «Горный инструмент», например: РП-30М, РП 30/14М (рис. 4.3)



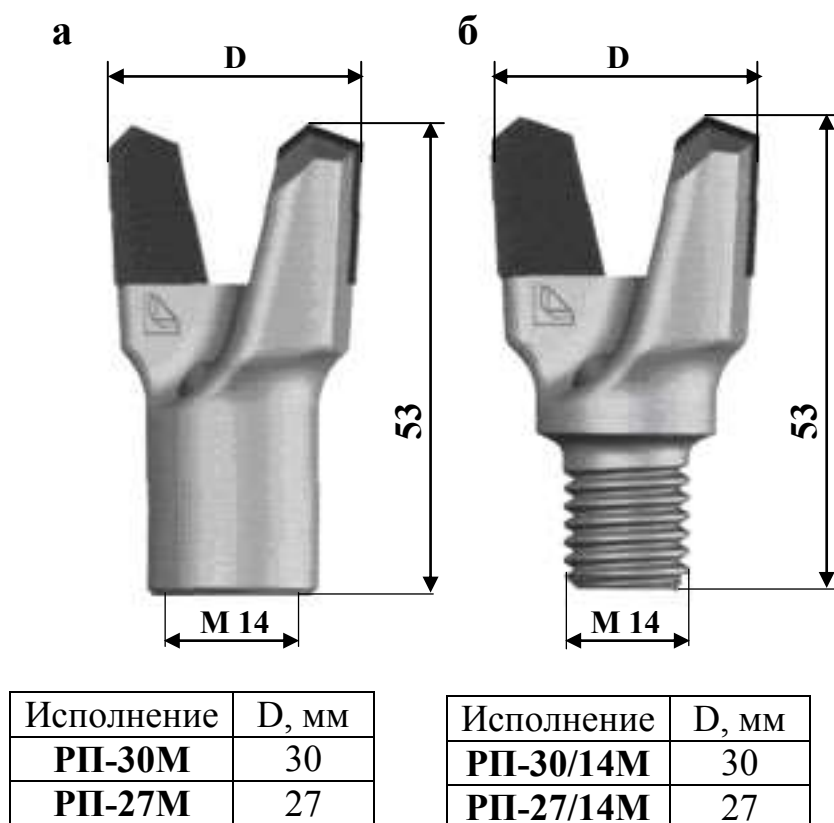


Рис. 4.3 Резцы вращательного бурения типа РП

Создание новых буровых резцов должно идти по пути: повышения стойкости и прочности в связи с возросшими энергетическими и силовыми параметрами бурильных машин; повышения термостойкости резцов для крепких пород с целью увеличения частоты их вращения и соответственно производительности; применения новых материалов (включая алмазы и безвольфрамовые сплавы); унификации и улучшения качества изготовления.

5. Перечень заводов-изготовителей горного инструмента

1. «Кировоградский завод твердых сплавов»
<http://www.kzts.ru>
2. «Горный инструмент» <http://www.grins.ru>
3. «Завод Гидромаш» <http://www.gidromash.ru>
4. «Кузнецкий машиностроительный завод»
<http://www.kuzmash.com>
5. «Копейский машиностроительный завод»
<http://www.kopemash.ru>

Для самостоятельного изучения физико-технических свойств горных пород и углей, закономерностей отделения угля от массива горными инструментами, влияния конструктивных и геометрических параметров режущих инструментов на прочность режущей части, материалов и твердых сплавов для изготовления инструментов, конструкции крепления резцов, расшифровки обозначений резцов при курсовом и дипломном проектировании, а также для подготовки к защите работ, студентам рекомендуется использовать предлагаемый ниже список рекомендуемой литературы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саfoxин, М. С. Горные машины и оборудование: учебник для вузов / М. С. Саfoxин, Б. А. Александров, В. И. Нестеров. – Москва : Недра, 1995. – 463 с.
2. Крапивин, М. Г. Горные инструменты / М. Г. Крапивин, И. Я. Раков, Н. И. Сысоев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1990. – 256 с.
3. Яцких, В. Г. Горные машины и комплексы : учебник для техникумов / В. Г. Яцких, Л. А. Спектор, А. Г. Кучерявый; под ред. В. Г. Яцких. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1984. – 400 с.
4. Позин, Е. З. Разрушение углей выемочными машинами / Е. З. Позин, В. З. Меламед, В. В. Тон; под ред. Е. З. Позина. – Москва : Недра, 1984. – 288 с.
5. Солод, В. И. Горные машины и автоматизированные комплексы : учебник для вузов / В. И. Солод, В. И. Зайков, К. М. Первов. – Москва : Недра, 1981. – 503 с.
6. Клорикьян, В. Х. Горнопроходческие щиты и комплексы / В. Х. Клорикьян, В. А. Ходош. – Москва : Недра, 1977. – 326 с.
7. Оборудование для проведения наклонных и горизонтальных выработок угольных шахт. Каталог-справочник / А. В. Дуб, В. А. Чернов; под общ. ред. В. М. Щадова. – Москва : ЦП «Васиздаст», 2007. – 124 с.
8. Мышляев, Б. К. Международная выставка-ярмарка «Уголь России-97» // Уголь. – 1998. – № 2. – С. 69–72.
9. Штумпф, Г. Г. Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна: справочник / Г. Г. Штумпф,

Ю. А. Рыжков, В. А. Шаламанов, А. И. Петров. – Москва : Недра, 1994. – 447 с.

10. Арцер, А. С. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1. / А. С. Арцер, С. И. Протасов. – Кемерово: Кузбас. гос. техн. ун-т, 1999. – 177 с.

11. Арцер, А. С. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 2. / А. С. Арцер, С. И. Протасов. – Кемерово: Кузбас. гос. техн. ун-т, 1999. – 168 с.

12. Инструменты и машины выемочных и проходческих комплексов: межвуз. сб. науч. тр. / М. Г. Крапивин (отв. ред.) [и др.]. – Новочеркасск: НПИ, 1992. – 140 с.

13. Сулашкин, С. С. Разрушение горных пород при бурении скважин : учебное пособие для вузов. – Томск: ТПИ, 1979. – 99 с.

14. ГОСТ Р 51047–97. Резцы для очистных и проходческих комбайнов. Общие технические условия. – Москва : Госстандарт России, 1997. – 20 с.

15. Хорешок, А. А. Горные машины и комплексы. Режущий инструмент горных машин : учебное пособие / А. А. Хорешок, Л. Е. Маметьев, А. М. Цехин [и др.]; КузГТУ. – Кемерово, 2018. – 286 с.

Составители

Леонид Евгеньевич Маметьев
Алексей Алексеевич Хорешок
Александр Михайлович Цехин
Андрей Юрьевич Борисов

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ГОРНЫХ МАШИН

Методические указания к практическим работам
по дисциплине «**Горные машины, комплексы и оборудование**»
для обучающихся технических специальностей и направлений

Рецензент *Буялич Геннадий Данилович*

Подписано в печать 11.05.2021. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,5.

Тираж 36 экз. Заказ .

Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр Кузбасского государственного технического универ-
ситета имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.