

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева»

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения»

Технология изготовления породоразрушающих инструментов

Специальность 6М071200 – «Машиностроение»

Форма обучения	Дневная
Всего	2 кредита
Курс	1
Семестр	2
Лекций	30 часов
Практические занятия	15 часов
Рубежный контроль	2
СРМП	45 часов
СРМ	45 часов
Трудоемкость	135 часов
Экзамен	2 семестр

В.В. Поветкин
д.т.н., профессор

ТЕМА 8 – ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГОРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ.

- Стойкость и расход резцов выемочных машин;
- Стойкость и расход буровых резцов;
- Методика производственных испытаний горных инструментов;
- Восстановление и заточка твердосплавных инструментов;
- Технологические методы повышения надежности горных инструментов;
- Расчет экономической эффективности от создания и внедрения новых типов горных инструментов;
- Направления совершенствования горных инструментов.

8.1. Стойкость и расход резцов выемочных машин.

На стойкость резцов выемочных машин влияют следующие факторы: прочностные и абразивные свойства пласта, геометрия инструмента, износостойкость армирующего материала, длина пути резания и параметры режима резания.

Уравнение для определения стойкости комбайновых и струговых резцов. Максимальный износ по высоте для резцов комбайнов:

$$U_{\max} - U_0 = \left[\rho / (2 \cdot 10^6 K_{\text{мат}}) \right] L_{\text{тр max}} \left[C_2 Y_0 + (C_1 C_2 + C_3) R_{\text{сж}} \right],$$

где U_0 — износ по высоте за период приработки, мм; ρ — показатель абразивности угольного пласта, мг/км; $K_{\text{мат}}$ — относительная износостойкость, показывающая, во сколько раз интенсивность изнашивания материала $i_{\text{мат}}$ ниже интенсивности изнашивания эталона из стали марки 45, численно равной показателю абразивности угольного пласта ρ ; $L_{\text{тр max}}$ — путь трения (км), соответствующий допустимой для данного типа инструмента площадке затупления $S_{3\text{max}}$ (см²); Y_0 — сила подачи на остром резце, Н; C_1, C_2, C_3 — постоянные коэффициенты; $R_{\text{сж}}$ — временное сопротивление угля одноосному сжатию, МПа.

Относительная износостойкость $K_{\text{мат}} = K_{\text{мат}\sigma} / K_{\text{отн}}$, где $K_{\text{мат}\sigma}$ — относительная износостойкость базового (BK8B) сплава,

$$K_{\text{мат}\sigma} = \frac{1 + 0,0146\rho^{0,85}}{0,1\rho^{0,1}}$$

$K_{\text{отн}}$ — коэффициент относительной износостойкости, принимаемый по опытным данным:

Марка сплава	BK6BK	BK8B	BK8BK	BK9BK	BK11BK
Коэффициент $K_{\text{отн}}$	1,2	1,0	0,9	0,75	0,7

Коэффициенты C_1 , C_2 и C_3 :

$$C_1 = \frac{23 E}{E - 0,55} ;$$

$$C_2 = \frac{\ln (S_{3 \max} / S_{3.0})}{S_{3 \max} - S_{3.0}}$$

$$C_3 = 80,$$

где E — степень хрупкости угля; $S_{3.0}$ — начальная площадка затупления, см^2 ;
 $S_{3 \max}$ — максимально допустимая площадка затупления, см^2 .

Аналогичные зависимости предлагаются и для определения линейного износа по высоте струговых резцов: с конической режущей частью

$$U_{\text{к}} = \frac{0,03 A_{0,2}}{A_{0,2} + 90} + 0,3 \rho^{1,8} A_{0,2}^{-5,3} 10^{-13} \left(L_{\text{тр}} - \frac{3,5 \cdot 10^4}{A_{0,2}^{2,8}} \right)$$

с долотчатой режущей частью

$$U_{\text{д}} = \frac{0,02 A_{0,2}}{A_{0,2} + 400} + 0,3 \rho^{1,2} A_{0,2}^{-4} 10^{-11} \left(L_{\text{тр}} - \frac{3,5 \cdot 10^4}{A_{0,2}^{2,8}} \right),$$

где $A_{0,2}$ — сопротивляемость резанию в зоне работы струга, Н/мм; $L_{\text{тр}}$ — путь трения, км.

В табл. 8.1 приведены нормы удельного расхода резцов ЗР4-80 и РКС-1 для очистных комбайнов по отрасли.

Очистной комбайн	Резцы ЗР4-80					Средневзвешенная норма удельного расхода резцов, шт/1000 т
	Средняя норма удельного расхода резцов по классам, шт/1000 т					
	I	II	III	IV	V	
<i>Минуглепром СССР</i>						
1К101, 1К101У, К103	5,5	9,9	14,2	19,8	31,0	19,7
2К52МУ, 2К52М	5,6	8,9	13,2	19,4	36,6	12,7
1ГШ68, 2ГШ68	4,3	10,7	15,5	20,3	49,9	13,9
КШ1КГУ, КШ1КГ	3,6	9,6	13,7	19,2	33,2	7,1
КШ3М, 2КШ3, КШЭ	3,5	9,3	14,9	20,1	34,4	8,6
<i>Объединения Украинской ССР</i>						
1К101, 1К101У, К103	—	9,9	14,2	19,7	25,5	17,7
2К52МУ, 2К52М	5,7	8,3	12,2	19,5	33,8	12,5
1ГШ68, 2ГШ68	5,3	9,8	16,3	21,1	—	9,6
КШ1КГУ	5,0	—	—	—	—	5,0
Очистной комбайн	Резцы РКС-1					Средневзвешенная норма удельного расхода резцов, шт/1000 т
	Средняя норма удельного расхода резцов по классам, шт/1000 т					
	I	II	III	IV	V	
<i>Минуглепром СССР</i>						
1К101, 1К101У, К103	8,6	14,9	21,8	30,8	51,8	28,6
2К52МУ, 2К52М	8,7	12,8	20,5	27,6	45,7	16,0
1ГШ68, 2ГШ68	7,3	13,7	19,1	28,2	80,6	21,6
КШ1КГУ, КШ1КГ	5,3	13,4	20,1	26,8	42,1	8,2
КШ3М, 2КШ3, КШЭ	5,8	13,1	21,1	28,6	42,4	10,8
<i>Объединения Украинской ССР</i>						
1К101, 1К101У, К103	—	15,1	21,9	30,8	40,1	26,2
2К52МУ, 2К52М	8,9	12,7	20,9	27,7	39,3	15,5
1ГШ68, 2ГШ68	8,0	11,8	19,1	27,0	—	14,1
КШ1КГУ	5,9	12,3	—	—	—	9,4

8.2. Стойкость и расход буровых резцов.

На основании формул интенсивность изнашивания по задней грани бурового резца в миллиметрах на километр пути резания:

$$i_{\Delta} = \omega_b P_{ka} [\operatorname{tg}(\beta + \delta) - \operatorname{tg} \beta]$$

Формула для определения стойкости резца в метрах шпуров до переточки (при докритических частотах вращения):

$$L_{\text{шм}} = \frac{S}{2\pi r_T \omega_b P_{ka}} \left\{ \frac{F_{\text{доп}}}{C_2 [\operatorname{tg}(\beta + \delta) - \operatorname{tg} \beta]} - l_y \right\} 10^3$$

где $F_{\text{доп}}$ — допускаемая величина проекции площадки износа резца, мм^2 ; l_y — условный начальный износ, мм .

Так как износ не зависит от подачи, то, подставляя в формулу (8.5) $S = 1000 v_{\Pi} / n_{об}$, получаем

$$L_{шм} = \frac{v_{\Pi} 10^4}{2 \pi r_T n_{об} \omega_b P_{ка}} \left\{ \frac{F_{доп}}{C_s [\operatorname{tg}(\beta + \delta) - \operatorname{tg} \beta]} - l_y \right\}.$$

Для резцов с концевыми углами $\varphi = 100 \div 180^\circ$

$$n = \frac{l - l_0}{l_{доп}} = \frac{(l - l_0) [\operatorname{tg}(\beta + \delta) + \operatorname{tg} \beta]}{\Delta_{доп}},$$

где l — высота армирующей вставки, мм; $l_{доп}$ — износ по высоте за один период стойкости периферийных участков лезвия, мм;

$\Delta_{доп}$ — допустимый износ по задней грани, измеренный на периферии лезвия, мм, принимается

$\Delta_{доп} = f(F_{доп}); l_0 = 5$ мм — остаточная высота пластинки.

Для резцов с концевыми углами $\varphi=80\div 40^\circ$

$$n = \frac{l - l_0}{\Delta l \sin \varphi / 2} = \frac{(l - l_0) [\operatorname{tg}(\beta + \delta) + \operatorname{tg} \beta]}{\Delta_{\text{доп}} \sin \varphi / 2},$$

где l — высота армирующей вставки по нормали к режущей кромке, мм; φ — концевой угол, градус; $l_0=3$ мм — остаточная высота пластинки по результатам эксплуатации резцов РП-42.

8.3. Методика производственных испытаний горных инструментов.

Необходимость проведения предварительных и приемочных испытаний опытных партий инструмента регламентируется нормативными документами, в частности, РД 12.14.104—86 Порядок организации и проведения работ по разработке и постановке па производство продукции угольного машиностроения. Рабочая программа и методика испытаний разрабатываются, как правило, на основании типовой программы и методики головным разработчиком.

Оценку эксплуатационных качеств инструментов проводят по основным показателям: производительности машины; удельному расходу инструментов (общему, приведенному) и по видам отказов (износу, поломкам и выпадению твердосплавной армировки, поломкам державок и потерям резцов); наработке на резец; удельному весу (%) резцов, пригодных для повторного использования (для выемочных комбайнов); удельному расходу твердого сплава; динамической загруженности (для выемочных комбайнов); энергоемкости выемки (проходки); сортности добываемого угля и пылеобразованию; интенсивности изнашивания или удельному износу (только при испытаниях инструментов с новыми марками твердых сплавов); экономической эффективности промышленного применения.

Таблица 8.2 - Рекомендуемые объемы испытаний для различных типов инструментов.

Типы опытных образцов (партий)	Число испытываемых инструментов	Объем наработки		
		тыс. т	шпуро- метров	проведе- ния, м
Резцы угольных комбай- нов	—	20; 50	—	—
Средства крепления рез- цов комбайнов	—	50	—	—
Струговые резцы	—	20; 50	—	—
Буровые резцы	25—50	—	500—1000	—
Коронки перфораторов	70	—	—	—
Шарошки проходческих комбайнов	Комплект на испол- нительном органе	—	—	50—100

8.4. Восстановление и заточка твердосплавных инструментов.

Заточка кругами КЗ. Для заточки режущего инструмента рекомендуют круги из зеленого карбида кремния (КЗ) на керамической связке твердостью СМ—Мз, зернистостью 40 (ГОСТ 3647—80) и со структурой № 5, плоской формы и прямого профиля (формы ПП), диаметром 300—400 мм. Для заточки коронок применяют круги чашечного профиля (ЧЦ) диаметром 250 мм и плоские (ПП) диаметром 200 мм и более.

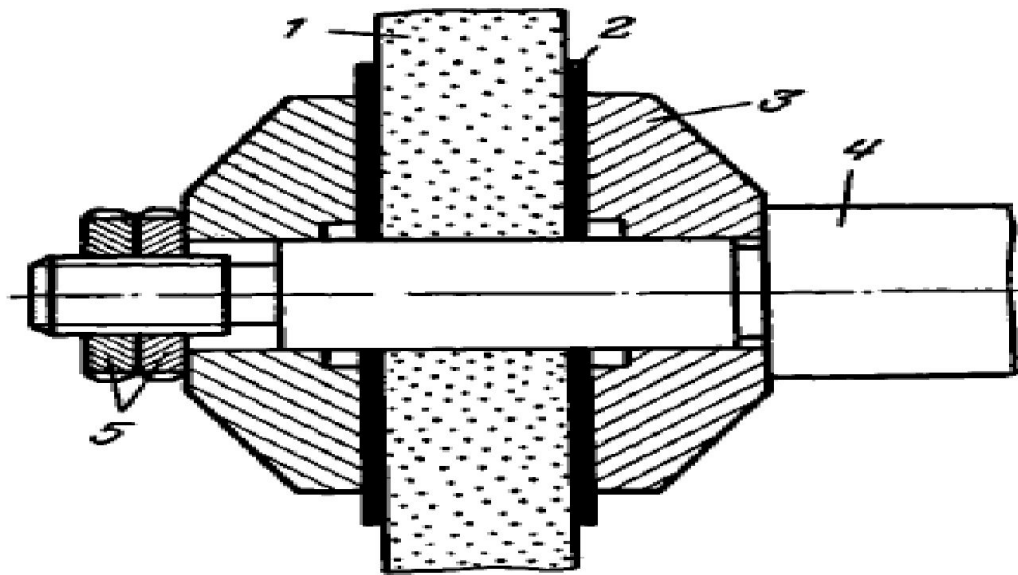


Рисунок 8.1 - Схема крепления заточного круга на шпинделе заточного станка
1 – круг; 2 – прокладка; 3 – фланец; 4 - шпиндель; 5 – тайка.

Электроалмазная заточка. Принцип электроалмазной заточки заключается: обрабатываемый материал подвергается одновременно электрохимическому и механическому воздействиям. Инструмент затачивается находящимся под электрическим напряжением алмазным кругом в среде электролита. При этом происходят анодное окисление металла затачиваемого инструмента и удаление оксидной пленки алмазным кругом.

Таблица 8.3 - Техническая характеристика станков ОАО завод «ВИЗАС» (витебского завода Заточных станков им. XXII съезда КПСС) для заточки перфораторных коронок.

Показатели	ВЗ-130М	ВЗ-139	ВЗ-140, ВЗ-140С	ВЗ-141
Тип коронок	Долотча- тые	К-100В; КТ-105; К105М	Крестовые (ВЗ-140) и трехперые (ВЗ-140С1)	Долотча- тые цель- ные буры
Радиус кривизны лез- вия, мм	80—180	—	—	80—180
Угол заточки лезвия, градус		110	110	
Диаметр коронок, мм	32—60	105—155	32—60	26—60
Мощность электродви- гателя, кВт	3,5	4,62	4,5	0,6
Производительность, шт/смену	400—500	15—20	250—300	100—150
Габариты станка, мм	1190×750× ×1584	1360×1435× ×1550	940×950× ×1600	615×356× ×625
Масса станка, кг	1190	1553	1140	102
Форморазмер абразив- ного круга	4Ц 250× ×100×150	4Ц 250× ×100×150	Тип ПП (различ- ных диа- метров)	ПП200× ×32×25

8.5. Технологические методы повышения надежности горных инструментов

Виброобъемная обработка включает зачистку и упрочнение. В качестве рабочей среды для зачистки используют отходы абразивных кругов и фарфорового производства, а также специальные материалы. Упрочняют инструмент и сплав в среде твердосплавных шариков диаметром 8—10 мм. Обработке подвергают как твердый сплав перед пайкой, так и готовый инструмент. Время обработки 1—2 ч.

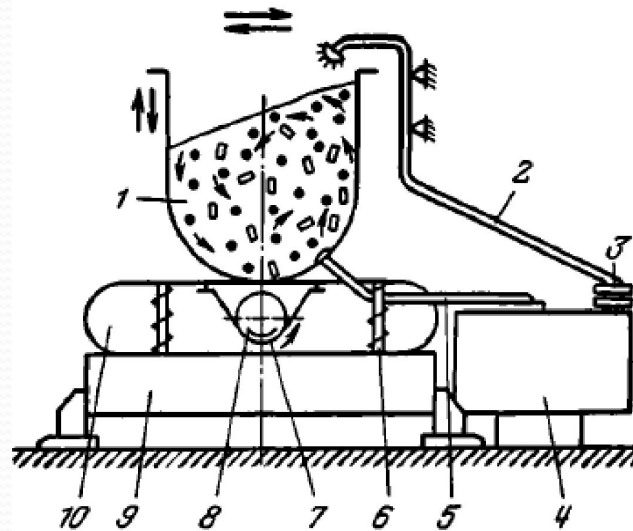


Рисунок 8.2 – Схема вибрационной установки:

1 – рабочая камера; 2 – шланг подачи раствора; 3 – насос; 4 – бак – отстойник; 5 – труба для слива; 6 – спиральная пружина; 7 – вал с несбалансированными грузами; 8 – груз; 9 – основание; 10 – ленточная пружина.

8.6. Расчет экономической эффективности от создания и внедрения новых типов горных инструментов.

Годовой экономический эффект от создания и использования новых или модернизированных типов горных инструментов как средства труда со сроком службы менее 1 года:

$$\mathcal{E} = \left[\Pi_1 \frac{Z_1}{Z_2} + \frac{(U_1 - U_2) - E_n (K_2 - K_1) + \mathcal{E}_{\text{кос}}}{Z_1} - \Pi_2 \right] Q_{\Gamma},$$

где Π_1 и Π_2 — приведенные затраты единицы соответственно базового и нового типа инструмента, руб.; Z_1 и Z_2 — удельные расходы соответственно базового и нового типа инструмента в расчете на единицу разрушенной горной породы, (шт/т, шт/м³) для резцов очистных и проходческих машин или пробуренного шпура, скважины (шт/м) для бурового инструмента; U_1 и U_2 — эксплуатационные затраты на единицу разрушенной горной породы (пробуренного шпура) при использовании базового и нового типа инструментов, руб/ед; K_1 и K_2 — сопутствующие капитальные вложения потребителя при использовании им базового и нового типов инструмента в расчете на единицу продукции, производимой с применением нового типа инструмента, руб/ед.; $\mathcal{E}_{\text{кос}}$ — дополнительный экономический эффект на единицу произведенной работы при использовании нового типа инструмента (руб/ед.), обусловленный повышением теоретической и технической производительности горной машины, улучшением сортности угля, снижением пылеобразования; Q_r — годовой объем производства нового типа инструмента в расчетном году, шт.; $E_{\text{и}} = 0,15$ -нормативный коэффициент эффективности.

При отсутствии данных об удельной фондоемкости продукции у изготовителя нового инструмента, без которой невозможно рассчитать приведенные затраты Π_2 , годовой экономический эффект от производства и использования нового инструмента следует определять по формуле:

$$\mathcal{E} = \left[C_1 \left(\frac{Z_1}{Z_2} - 1 \right) + \frac{(U_1 - U_2) - E_H (K_2 - K_1) + \mathcal{E}_{\text{кос}}}{Z_2} - (\Delta \dot{C} + E_H K_{\text{пр}}) \right] Q_{\Gamma},$$

где C_1 - оптовая цена базового инструмента, руб.;

$\Delta \dot{C}$ — увеличение себестоимости нового типа инструмента по сравнению с базовым, руб.; $K_{\text{пр}}$ — удельные предпроизводственные капитальные затраты, связанные с созданием и организацией серийного производства нового инструмента, руб./год.

8.7. Направления совершенствования горных инструментов.

Работа по совершенствованию и повышению эффективности горных инструментов проводится в следующих направлениях: создания и применения более износостойких и прочных инструментальных материалов, в первую очередь, армирующих твердых сплавов; применения безвольфрамовых сплавов для армирования резцов по мягким углям и горным породам; создания и применения экономичных режущих инструментов, армированных алмазно-твердосплавными композициями для резания крепких и весьма крепких пород; ускорения технического прогресса в области создания нового и совершенствования существующего инструмента (разработать и внедрить САПР при проектировании и ускоренные методы испытаний на прочность и износостойкость); упрощения порядка ввода в серийное производство созданных новых образцов; совершенствования технологии изготовления и восстановления инструментов путем применения различных методов упрочнения режущей части (виброобъемная обработка, напыление и т. п.), ужесточения методов контроля качества изготовления армирующих изделий из твердых сплавов, а также самих инструментов; совершенствования техники эксплуатации инструмента и инструментального хозяйства, установления научно обоснованных норм расхода инструментов на горных предприятиях; совершенствования существующих и изыскания новых высокоэффективных способов механического разрушения горных пород.