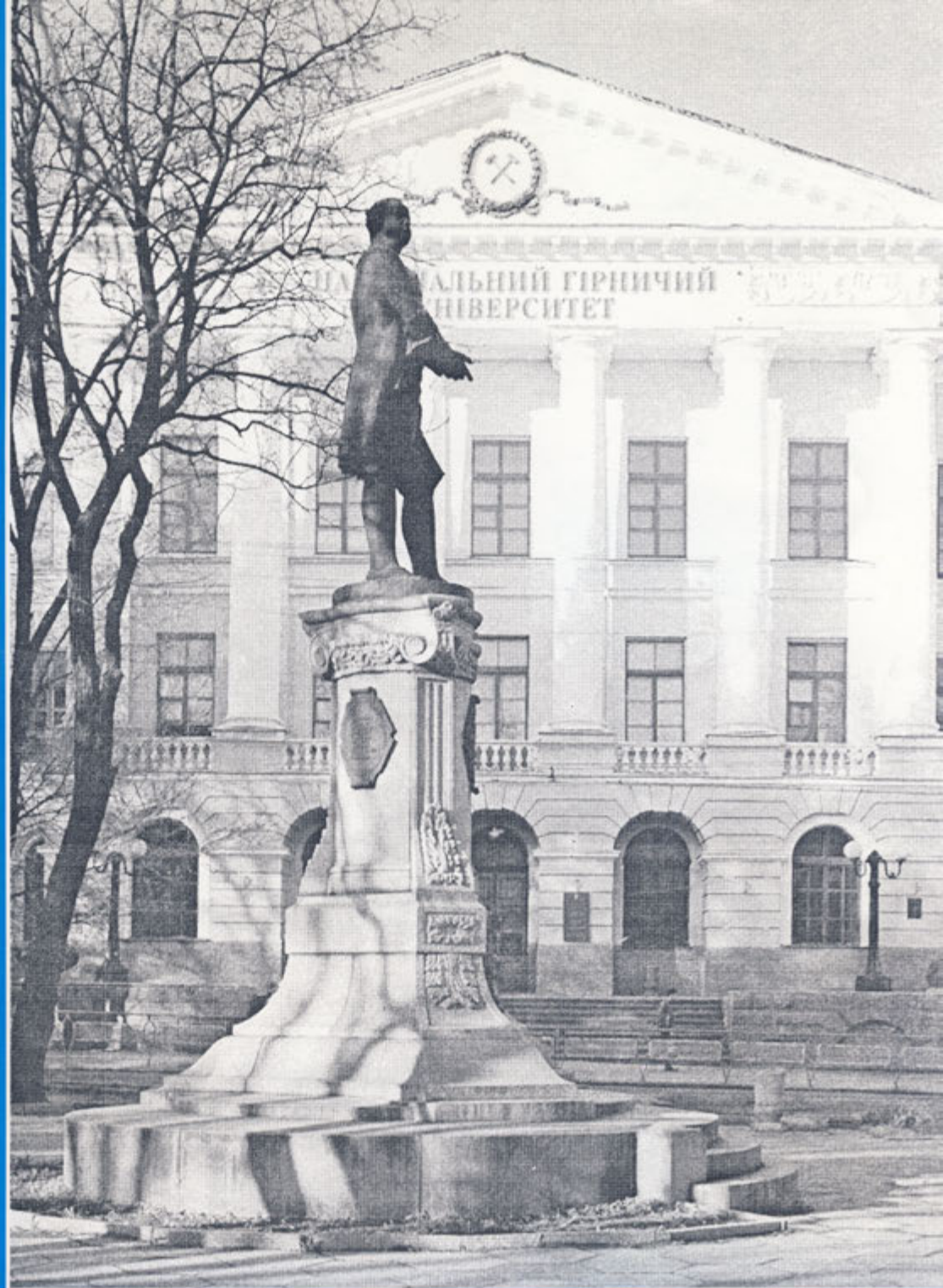


НАУКОВИЙ ВІСНИК



НАЦІОНАЛЬНОГО
ГІРНИЧОГО №11
УНІВЕРСИТЕТУ
2003

НАУКОВИЙ ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ГІРНИЧОГО УНІВЕРСИТЕТУ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ
РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН
ГЕОЛОГІЯ
ШАХТНЕ ТА ПІДЗЕМНЕ БУДІВНИЦТВО
ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН
ГІРНИЧА МЕХАНІКА ТА МАШИНИ
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
АЕРОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ
ЕНЕРГЕТИКА ТА АВТОМАТИКА
ЕКОЛОГІЯ

11 2003

ДНІПРОПЕТРОВСЬК

ВЫБОР УГЛА НАКЛОНА НОЖЕЙ ФАСОННОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ КОЛЕСОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА КЖ-20

Виконано аналіз вибору кута нахилу ножів фасонної фрези з 14 ножами.

Выполнен анализ выбора угла наклона ножей фасонной фрезы с 14 ножами.

The analysis of a choice of a corner of an inclination of knives of a shaped mill with 14 knives is executed.

Цельнокатанные колеса являются основными элементами конструктивного узла ходовой части локомотивов и вагонов, самыми ответственными деталями подвижного состава.

В технических условиях [1] отмечено, что средний срок службы вагонных колес должен быть не менее 10 лет. Причем это относится к магистральному транспорту, где интенсивность эксплуатации выше, чем на промышленном. Однако на большинстве

ГОКов колеса под думпками не выдерживают и пяти лет эксплуатации.

На предприятиях железнодорожного транспорта на долю новых колесных пар приходится лишь 15-20%, остальные ремонтируются из-за износа профиля поверхности катания в виде проката, выщербин, ползунов, отколов, износа гребней и других дефектов [2].

Значительное и неравномерное повышение твердости и геометрическая неточность, приобретаемые

колесом в процессе эксплуатации, создают дополнительные трудности при восстановлении профиля поверхности катания колеса. Обточку колес проводят со снятием металла в отдельных случаях до 10 мм упрочненного слоя металла, а количество возможных восстановительных ремонтов резко сокращается.

Колесные пары локомотивов и моторвагонов являются частью колесомоторного блока, разборка которого является достаточно трудоемкой операцией, требующей значительных простоев подвижного состава. Обработка колесных пар с вышеперечисленными видами дефектов осуществляется без выкатки на колесофрезерных станках КЖ-20 с помощью фасонных фрез.

Впервые фрезерование для обработки тел вращения было применено в 1938 г. В основу этого метода обработки положена кинематическая схема, в которой сочетаются равномерное вращение заготовки и инструмента вокруг своих осей с различными угловыми скоростями. Фреза во всех случаях осуществляет рабочее движение, определяющее скорость резания, а движение подачи сообщается заготовке или заготовке и инструменту.

С 1945 г. для восстановления поверхности катания колес подвижного состава в разное время было предложено несколько конструкций фасонных фрез, нашедших применение, несмотря на их сложность в изготовлении, трудоемкость в настройке и ремонте, при обработке колес без выкатки из-под локомотивов.

В 60-е годы разработки фасонных фрез велись в Ростовском институте инженеров железнодорожного транспорта (РИИЖТ) и Всесоюзном научно-исследовательском инструментальном институте (ВНИИ) (табл.).

Конструкционные особенности фрезы разработанной в РИИЖТе заключаются в том, что диски фрезы собираются на оправке так, чтобы режущие кромки ножей располагались по спирали с углом 30° . Ножи в дисках расположены под углом 10° , четные наклонены в одну сторону, а нечетные – в другую. Передний угол фрезы -5° , а задний установлен $+6^\circ$. Резцы фрезы РИИЖТа оснащались пластинами твердого сплава Т5К10.

Фасонная фреза ВНИИ, применяемая на колесофрезерных станках модели КЖ-20 для восстановления профиля колесных пар без выкатки из-под локомотива оснащается твердосплавными пластинками марки Т14К8. У фрезы ВНИИ передний угол равен минус 8° , задний 8° , угол наклона пластинок и угол спирали режущих кромок 15° . Диаметр фрезы, соответствующий кругу катания бандажа, 210 мм. В каждый нож устанавливается 12 чашечных резцов, межосевое расстояние 18 мм. В последующие годы над конструкцией фрезы работал инженер Ю.Л. Боровой (ВНИИ) [3].

С 1 января 1988 г. на сети железных дорог, а соответственно, и в горно-металлургической отрасли был введен объединенный профиль поверхности катания ВНИИЖТ для обточки бандажей колесных пар. С этой целью в филиале ПКБ ЦТ МПС (г. Торжок) была разработана фреза новой конструкции (И582 и И583 для левого и правого колес соответственно). Ее особенностью было большее число цилиндрических резцов, что позволяло разгрузить их в

наиболее неблагоприятной области – зоне выкружки гребня. Чашки были более выдвинуты из ножей, чтобы улучшить условия схода стружки и уменьшить наволакивание металла [4].

Таблица

Технические характеристики некоторых конструкций фасонных фрез

Технические характеристики	Конструкции фасонных фрез			
	ВНИИЖТ	ДМетИ	фреза с 14 ножами	
			разборная	неразборная
Диаметр, мм	210	250	260	260
Число ножей, шт.	10	10	14	14
Угол наклона ножей относительно оси	15°	15°	20°	20°
Межосевое расстояние чашечных резцов, мм	1,8	1,4	1	1
Чашечных резцов, шт.	123	130	182	182
Масса, кг	98	98	85	94

В дальнейшем над совершенствованием фасонных фрез проводились работы в Днепропетровском металлургическом институте (ДМетИ). При проектировании новых фасонных фрез был использован профиль поверхности катания колесных пар, также разработанный в ДМетИ. Данный профиль построен по закону износа рабочих поверхностей вагонных и локомотивных колесных пар. Он показал себя с лучшей стороны при поездных испытаниях на магистральном и промышленном транспорте и описывается выражением:

$$y = ax^b. \quad (1)$$

Рассмотрим далее лучшие технические решения, заложенные в конструкцию фасонной фрезы при проектировании новых локомотивных фрез ДМетИ.

Фасонная фреза конструкции ДМетИ в настоящее время применяется для восстановления профиля колесных пар без выкатки из-под локомотива на колесофрезерных станках модели КЖ-20 в локомотивных депо Украины и ряда стран СНГ. Она оснащается твердосплавными пластинками марки Т14К8. У фрезы ДМетИ передний угол равен минус 8° , задний 8° , угол наклона пластинок и угол спирали режущих кромок 15° . Диаметр фрезы, соответствующий кругу катания бандажа, 250 мм. В каждый нож устанавливается 13 чашечных резцов, межосевое расстояние 14 мм [5].

Ремонтников постоянно волнует вопрос, касающийся срока службы колесных пар, в частности, поверхности катания. Для увеличения срока службы поверхности катания колесных пар, после восстановительного ремонта методом обточки, проводятся всевозможные виды упрочнения, в том числе плазменное и лазерное.

К сожалению, в настоящее время шероховатость поверхности катания после восстановительного ремонта на колесофрезерных станках ниже, чем после

ремонта на колесотокарних. Поэтому постоянно стоит вопрос об улучшении шероховатости обработанной поверхности. В Инструкции по формированию, ремонту и содержанию колесных пар ТПС железных дорог Украины колеи 1520 мм [6, пункт 6.9.12] отмечено, что шероховатость поверхности колесной пары после восстановительного ремонта не должна быть ниже Rz80, виды упрочнения не предусмотрены. Поэтому возникла необходимость в разработке новой конструкции фасонной фрезы, позволяющей улучшить шероховатости обработанной поверхности катания колесных пар.

За основу была принята конструкция фасонной фрезы ДМетИ для обработки локомотивных и моторвагонных колесных пар на станках КЖ-20.

Разработаны две конструкции фасонной фрезы с неразборным (рис. 1) и разборным (рис. 2) корпусом фасонной фрезы. Эти фрезы состоят из следующих основных деталей. В корпусе 1 устанавливаются ножи 2, их крепление осуществляется винтами 3 и сухарями 4, при этом торец ножа со стороны гребня должен быть прижат к базовому кольцу 6 винтом 8. Такое крепление ножей обеспечивает их точное базирование в корпусе фасонной фрезы. Ножи устанавливаются в пазы корпуса фасонной фрезы в строго определенном порядке и маркируются в соответствии с номерами пазов. Левое (базовое) кольцо 5 и правое кольцо 6 крепятся к корпусу винтами 7.

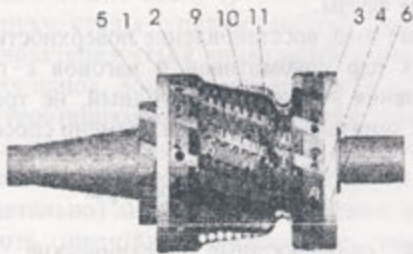


Рис. 1. Фасонная фреза с неразборной конструкцией корпуса

Режущими элементами фасонной фрезы являются твердосплавные чашечные резцы 9, которые устанавливаются в отверстия ножей и крепятся в них при помощи винтов 10 и гаек 11. Между гайкой и ножом устанавливается пружинная шайба, предохраняющая винт от самопроизвольного развинчивания в случае возникновения вибраций фасонной фрезы. Под чашечные пластины устанавливаются компенсационные шайбы различной толщины. С их помощью достигается необходимая точность расположения чашек при наладке фасонных фрез. По конструкции левая и правая фасонные фрезы аналогичны, причем конструкция должна быть такой, чтобы каждая чашка обрабатывала новый участок поверхности профиля локомотивного колеса.

Это позволяет довольно точно восстанавливать профиль рабочей поверхности бандажа при восстановительном ремонте на станке КЖ-20. Расположение каждой чашки индивидуально, характеризуется

тремя координатами и углом наклона. Технология производства и ремонта локомотивных фасонных фрез предполагает проведение стендовой их настройки, при которой глубина установки резцов регулируется с целью соответствия заданному шаблону. При этом допуск на биение последовательно работающих чашечных резцов составляет 0,05 мм.



Рис. 2. Фасонная фреза с разборной конструкцией корпуса: 1 – приводная часть (конус); 2 – центральная часть; 3 – опорная часть (хвостовик)

Конструкция фасонной фрезы предполагает взаимное перекрытие резцов. Шероховатость поверхности бандажа зависит в первую очередь от качества взаимного перекрытия, т.е. от того, насколько близка огибающая поверхность к заданному профилю рабочей поверхности колеса. Высота образующихся при обработке колесной пары кольцевых микронеровностей должна быть минимальной. Это может быть достигнуто при оптимальном взаимном расположении чашечных резцов. В данном случае чистота обработки повышается, снижается нагрузка на каждый отдельный чашечный резец, если частота их установки увеличивается. Однако конструкция ножей не позволяет расположить на одном ноже более 14 чашечных резцов стандартного диаметра 12 мм, кроме того, при уменьшении толщины перегородок снижается их эксплуатационная стойкость, чашечные резцы разбалтываются в гнездах, что в конечном итоге приводит к выходу из строя как отдельных резцов, так и ножей в целом.

Фасонные фрезы с неразборной (рис. 1) и разборной конструкцией корпуса (рис. 2) имеют по 14 ножей. Фасонные фрезы данных конструкций оснащены твердосплавными чашечными резцами марки Т14К8. В каждом ноже установлено по 13 чашечных резцов диаметром 12 и высотой 10 мм (также рассматриваются конструкции фасонных фрез с диаметром чашечных резцов 14 и 16 мм). Чашечные резцы в каждом ноже располагаются на расстоянии 14 мм. У фасонных фрез передний угол равен минус 8°, а задний плюс 8°, угол наклона ножей к оси фасонной фрезы 20°. Диаметр фасонной фрезы соответствует кругу катания 260 мм. Предлагаемые конструкции фасонных фрез не требуют внесения каких-либо конструктивных изменений в несущую раму колесофрезерного станка КЖ-20 в месте установки.

Для обеспечения выполнения необходимых работ, предусмотренных ремонтно-наладочными мероприятиями, а также для уменьшения веса конструкции фасонной фрезы в сборе и для облегчения ее транспортировки в прилегающих к центральной части корпуса в хвостовике и конусе сделаны профильные

специальные вырезы. Выше перечисленные детали разборной конструкции корпуса фасонной фрезы сделаны полыми, что необходимо для уменьшения веса фасонной фрезы в сборе. Перечисленные конструкторские решения также способствуют охлаждению ножей и корпуса фасонной фрезы при фрезеровании с глубиной резания до 10 мм.

На рис. 3 представлено графическое моделирование угла охвата одним ножом конструкций фасонных фрез имеющих 10 (а) и 14 (б) ножей.

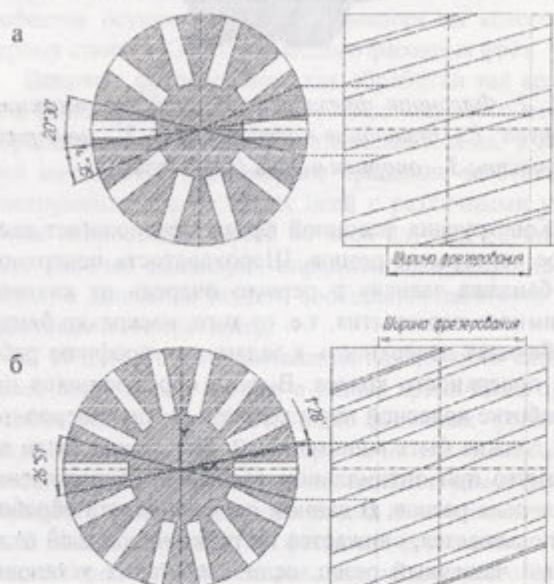


Рис. 3. Моделирование угла перекрытия между соседними ножами фасонных фрез

Из рис. 3, а видно, что для конструкции фасонной фрезы с 10 ножами угол охвата одного ножа равен $20^{\circ}30'$, а угол между последовательно работающими соседними ножами равен $14^{\circ}35'$. Т.е. даже по этим данным можно сделать выводы, что работа фасонной фрезы при переходе с одного ножа на другой проходит не равномерно, а также сопровождается ударами, не происходит резания – металл вырывается.

В процессе фрезерования колесных пар, при постоянных ударах и вибрации ослабевают крепления чашечных резцов (иногда рвутся винты), разбалтываются отверстия под чашечными резцами, что приводит к выкрашиванию режущей кромки чашечных резцов, а иногда приводят к их разрушению.

Эти изменения в работе фасонной фрезы приводят к выходу из рабочего состояния ее отдельных ножей, а в некоторых случаях и всей фасонной фрезы в целом, что впоследствии требует проведения ремонтных работ по замене вышедших из строя ножей фасонной фрезы и выполнения трудоемкой работы по настройке бисения последовательно работающих чашечных резцов фасонной фрезы в целом.

Из рис. 3, б видно, что угол охвата одного ножа фасонной фрезы с 14 ножами равен $26^{\circ}51'$, а угол перекрытия одного ножа другим равен $1^{\circ}28'$. Т.е. при работе фасонной фрезы одновременно находятся в

режиме резания все чашечные резцы одного ножа и вступает в режим резания следующий нож, у которого в зависимости от номера ножа последовательно работают два или три чашечных резца. И в процессе работы фасонной фрезы происходит плавный переход с одного ножа фасонной фрезы на другой без ударов и скачков.

Преимущество конструкции фасонной фрезы с 14 ножами над конструкцией фасонной фрезы с 10 ножами можно представить в виде выражения

$$\kappa = \frac{\alpha p \cdot n}{360} \quad (2)$$

где αp – угол перекрытия ножа; n – количество ножей; κ – приведенный коэффициент, учитывает угол перекрытия ножом фасонной фрезы.

Для конструкции фасонной фрезы с 14 ножами приведенный коэффициент $\kappa = 1,03$, а с 10 – $\kappa = 0,56$.

Выводы

Для выполнения технологических работ по продлению срока службы поверхности катания колесных пар локомотивов и вагонов необходимо повысить чистоту обработанной поверхности путем усовершенствования конструкции фасонных фрез, а именно: увеличить число ножей; увеличить число чашечных резцов; увеличить диаметр чашечных резцов до 14 и 16 мм; увеличить диаметр фрезы; применять фасонные фрезы разборных конструкций – уменьшение веса, упрощение сборки-разборки в процессе ремонта фасонные фрезы.

Кроме того, восстановление поверхности катания колесных пар локомотивов и вагонов с помощью фрезерования – наиболее выгодный, не требующий больших капитальных затрат и времени способ.

Список литературы

1. Колеса цельнокатанные. Технические условия: ГОСТ 10791-89. – Введ. 26.07.89. – М., 1989. – 10 с.
2. Богданов А.Ф., Чурсин В.Г. Эксплуатация и ремонт колесных пар вагонов. – М.: Транспорт, 1985. – С. 33-45.
3. Шишкин А.А. Исследование фрезерования бандажей по профилю // Тр. РИИЖТ. – 1967. – Вып. № 58. – М.: Транспорт.
4. Сладковский А.В. Теоретическое обоснование и разработка рациональных конструкций пары колесорельс для рельсовых горно-транспортных машин и агрегатов: Дисс. ... докт. техн. наук. – Диспропетровск, 1997. – С. 64-78.
5. Есаулов В.П., Сладковский А.В., Шмурыгин Н. Фасонные фрезы для профильной обработки локомотивных колес // Машиностроение Украины. – 1995. № 2. – С. 46-47.
6. Инструкция по формированию, ремонту и содержанию колесных пар тягового подвижного состава железных дорог Украины колеи 1520 мм. ЦТ/0016. – К.: Транспорт, 2001. – С. 87.

Рекомендовано до публікації д.т.н. С.Є. Блохіним 01.10.03

З М І С Т

Єгорова О.В. Професійно орієнтований ліцей як початкова ланка в системі вищої освіти	3
Цурпал І.А., Чаусов М.Г. Нові композитні матеріали і нові теорії – основа фундаментальних наукових досліджень і підготовки фахівців вищої кваліфікації	5
Лубенец Н.А., Лубенец Д.Н. Управление параметрами проникания высоконапорной струи при струйном закреплении	8
Дычковский Р.Е., Поротников В.В., Котов Ю.В., Григорьев С.П., Дычковский Е.Р. Направление развития высокопродуктивных технологий выемки угля	11
Дудченко А.Х., Недельский А.Г., Савельев Ю.Я., Курашов А.И., Синчук В.В., Жмака В.М. Совершенствование технологии подземной добычи урановых руд из месторождений Украины (Часть 2)	15
Салуга П. Определение экономической эффективности разработки угольных пластов с использованием принципа Монте-Карло	19
Ахметшина Л.Г. Сегментация низкоконтрастных изображений геофизических полей: метод параметрического резонансно-пространственного изображения	24
Єсипович С.М. Історія геологічного розвитку та перспективи нафтогазоносності Дніпровсько-Донецької западини	28
Бабиюк Г.В., Смекалин В.С. Исследование организационно-технологического уровня горно-проходческих работ в изменчивых условиях	31
Погорелов О.А. Определение гранулометрических характеристик флотационного шлама оптическим методом в потоке пульпы	34
Ленда В.А., Пиндич О.П. Особенности затухания динамических напряжений в технологических средах при комбинированных режимах нагружения	38
Анциферов А.В., Егурнов А.И. Об учете способов возбуждения колебаний упругих пластин	40
Кіянівський М.В. Теоретична оцінка впливу невірноваженості робочого органу роторного типу на працездатність збагачувального обладнання	44
Сладковский А.В., Хмиленко В.С., Рубан В.Н. Выбор угла наклона ножей фасонной фрезы для колесофрезерного станка КЖ-20	47
Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г. Застосування методу перехідних матриць в аналізі нестационарних коливань вантажу при його підйомі мостовими кранами	51
Блохин С.Е., Танцура А.И. Влияние эксплуатационных условий нагружения горного конвейера на выбор параметров стыковых соединений конвейерной ленты	57
Саричева Л.В., Криворучко О.В. Моделирование водного баланса озера Солоний лиман за даними гідрогеологічного моніторингу	63
Бусыгин Б.С., Мельников А.Н., Ткаченко А.Н. Применение геоинформационных систем для моделирования работ на марганцеворудных карьерах	67
Смоланов С.Н. Определение количества метана, участвующего во взрыве	71
Муха О.А., Пугач И.И. Определение дебита метана и МВС при дегазации подрабатываемых пластов на выемочных участках шахты	73
Белоножко В.В. Исследование временной стабильности термокаталитических датчиков метана	76
Хилов В.С. Динамическая коррекция регулятора мощности привода вращателя станка шарошечного бурения	80
Потураєв В.Н., Зорин А.Н., Вершинин В.А., Шмиголь А.В., Вдовиченко В.П., Светличный В.Н., Яворский В.Н. Результаты промышленных испытаний электрогенерирующей установки	84
Щокін В.П. Система нечіткого управління індивідуальним дозуванням концентрату у технологічному процесі підготовки аглошихти	86
Назаренко М.В. Дослідження нестационарності процесу переробки сировини на гірничо-збагачувальному комбінаті та зменшення його впливу на процеси керування	91
Горова А.И., Пасечный В.Г., Куликова Д.В. К вопросу об экологизации угледобывающей промышленности	94
Відомості про авторів	98