

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 662.693

Б. Л. Герике, П. Б. Герике

ПРОМЫШЛЕННАЯ АПРОБАЦИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА МАШИНЫ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

В рамках российско-германской программы сотрудничества в области создания безвзрывной технологии отработки весьма крепких породных массивов был спроектирован и изготовлен рабочий орган машины для поверхностного пологого фрезерования крепких полезных ископаемых.

Исполнительный орган представляет собой корпус с двумя шнековыми грузчиками (со встречной навивкой погрузочных лопастей), на котором в качестве рабочего инструмента использованы скальвающие диски (рис. 1). Исследования параметров и характеристик работы исполнительного органа проводились на стенде фирмы-изготовителя машины для по-



Рис. 1. Общий вид рабочего органа машины TM-D25

телях вращения исполнительного органа;

- давление в гидродвигателях механизма перемещения;
- давление в главном гид-

роцилиндре системы внедрения рабочего органа;

- скорость перемещения машины;
- вертикальная и горизон-

Характеристики условий проведения промышленного опробования

Показатель	Блок	Песчаник
Предел прочности на сжатие, МПа	40...45	55...65
Предел прочности на растяжение, МПа	5...8	4...6
Плотность, т/м ³	1,7	2,2
Содержание влаги, %	2...5	около 1
Абразивность	Средняя	Высокая

слойного фрезерования ТМ-25 «MAN TAKRAF» при разрушении бетонного блока и в щебеночном карьере при разрушении массива крепких горных пород. Физико-механические свойства разрушаемых массивов приведены в табл. 1.

При промышленной апробации исполнительного органа со скальвающими дисками регистрировались следующие параметры, характеризующие его работу:

- давление в гидродвига-

Таблица 1

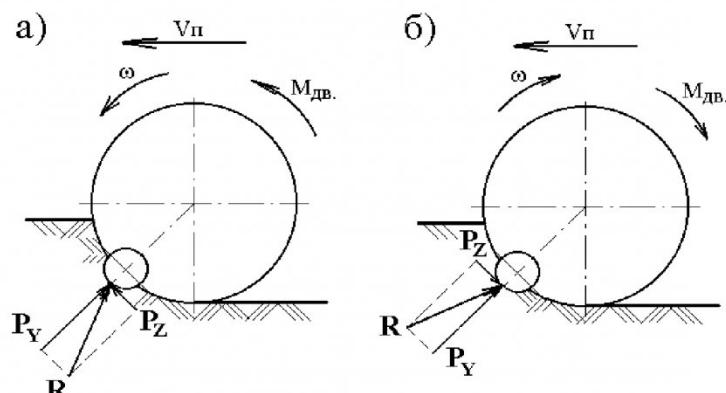


Рис. 2. Схемы разрушения породного массива



Рис. 3. Пример технологического использования ДПФ при разработке породного массива в щебёночном карьере

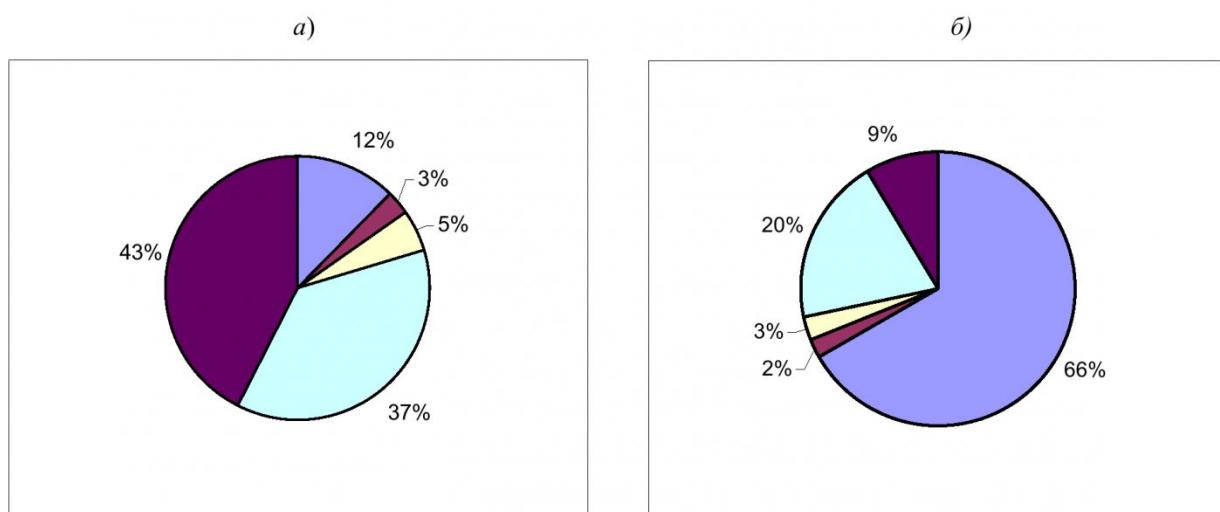


Рис. 4. Сравнительные показатели эксплуатации ДПФ KSM-2000R (а) и TM-D25 (б)

тальная компоненты вибрации корпуса машины.

Испытания проводились для двух схем разрушения горного

massiva: встречного (рис. 2а) и попутного (рис. 2б) фрезерования, которые различаются не только разложением сил на исполнительном органе и рабочем инструменте, но и ориентацией свободной поверхности относительно рабочего инструмента. При попутном фрезеровании породного массива рабочим органом, оборудованном танген-

циальными врачающимися резцами, происходило выламы- вание крупных породных блоков в сторону обнаженной поверхности, эвакуация которых была затруднена, что требовало разработки специальных мероприятий, препятствующих образованию негабаритов [1].

Как показали результаты испытаний характер разрушения забоя при попутном и встречном фрезеровании рабочим органом с дисковым инструментом практически одинаков. Использование в качестве рабочего инструмента скальвающих дисков, создающих в разрушающем массиве систему опережающих трещин, не приводило к образованию негабаритов при попутном фрезеровании и не вызывало трудностей при эвакуации продуктов разрушения. Принятая схема набо-

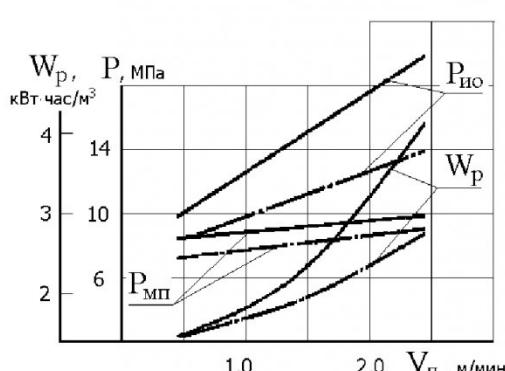


Рис. 5. Тяговые характеристики работы исполнительного органа при попутном фрезеровании массивов:

— $\sigma_{ск} = 60$ МПа
— · — $\sigma_{ск} = 40$ МПа

ра инструмента, особенно в зарубной части рабочего органа, не создавала проблем с формированием кутка забоя.

Разработка горной массы с помощью ДПФ велась в северо-восточной части месторождения, где ведение взрывных работ запрещено. В этой части месторождения полезная толщина составляет 35 м и представляет собой перемежающиеся слои песчаника и сланцев. Фрезерование песчаников не вызывало трудностей при работе исполнительного органа с дисковым инструментом. Износ же тангенциальных резцов увеличился почти в три раза по сравнению с отработкой угольного массива [2].

При апробации в промышленных условиях щебёночного карьера и на стенде фирмы «MAN TAKRAF» была использована технологическая схема без отгрузки в транспорт с образованием «валков» (рис. 3). Горная масса, уложенная в «валки», транспортируется бульдозером в «бурты», откуда отгружается колесными погрузчиками в автосамосвалы.

Изучение эксплуатационных характеристик работы ДПФ производилось в процессе непрерывной работы. При этом фиксировались следующие параметры: время производительной работы, время вспомогательных операций, время приемки-сдачи смены, время ТО и ремонтов и время технологических простоев. Результаты сравнительных исследований приведены на рис. 4, а в табл. 2 – характеристики работы ТМ-D25 при непрерывном фрезеровании горного массива.

Нагрузки в приводах резания и рабочего хода при безвзрывном разрушении породного массива, зарегистрированные в ходе испытаний, при различных схемах разрушения забоя практически (в пределах стати-

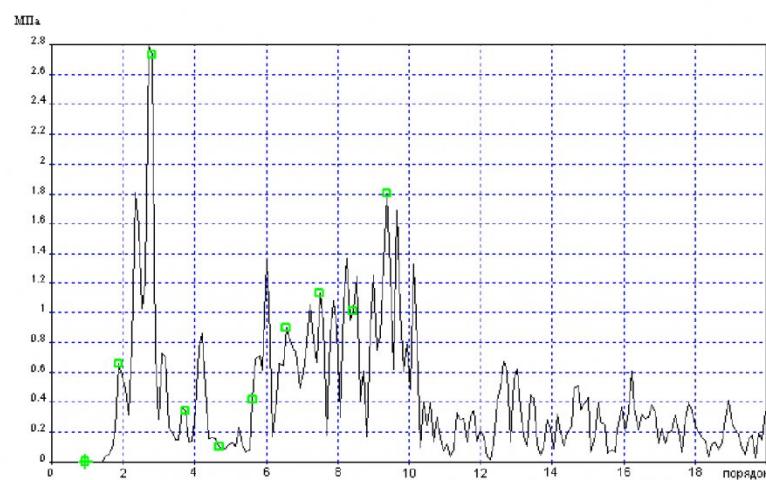


Рис. 6. Спектр нагрузки привода резания машины ТМ-D25

стической ошибки обработки результатов) не различаются.

Основное отличие наблюда-

ки работы исполнительного органа при разрушении бетонного блока и породного массива

Таблица 2

Характеристики работы ДПФ ТМ-D25 при разработке щебня

Параметры и показатели		
1. Размеры рабочей площадки (длина, ширина), м	200 x (40...80)	
2. Глубина фрезерования (от – до/средняя), мм	(150...230)/180	
3. Скорость рабочего хода (средняя), м/мин	2,10	
4. Время проведения замеров, мото·час	2,59	
5. Время работы по счетчику, мото·час	2,42	
6. Время фрезерования, мото·час	1,94	
7. Время на развороты, мото·час	0,36	
8. Время простоев, мото·час	0,12	
9. Количество разворотов	3	
10. Коэффициент технического использования	0,80	
11. Эксплуатационная производительность, т/час	112	
12. Расход дизельного топлива, л/т	0,17	

ется только в величине вертикальной компоненты вибрации, среднее квадратическое значение выброскорости которой для встречной схемы фрезерования составляло 1,23 мм/с, что практически в 1,5 раза превышает интенсивность вибрации при попутном фрезеровании породного массива ($V_e = 0,86$ мм/с).

Во время испытаний скорость перемещения машины изменялась от 0,5 до 3,2 м/мин (средняя величина 2,1 м/мин), что, при средней глубине снимаемой стружки $H = 180$ мм, соответствовало производительности $Q_{tex} = 0,35 \dots 1,61$ м³/мин. Тяговые характеристи-

приведены на рис. 5.

Большие величины энергомкости процесса разрушения ($W_p = 1,6 \dots 4,0$ кВт·час/м³) объясняются нерациональными значениями параметров разрушения: не были выполнены условия реализации режима малочастиклового разрушения для заданной глубины фрезеруемого слоя.

Спектральный анализ нагрузок привода резания (рис. 6) показал типичную для скальвающих дисков картину формирования усилий на исполнительном органе: в энергетическом спектре присутствуют компоненты, обусловленные

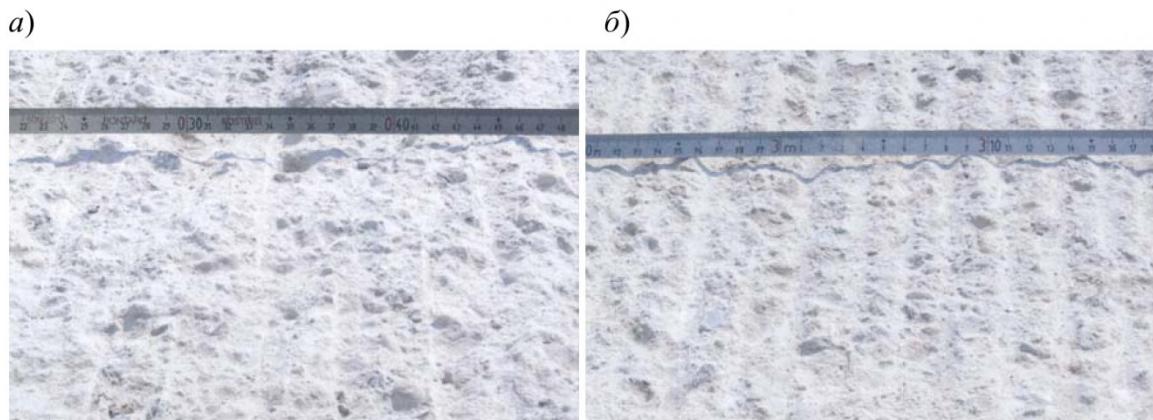


Рис. 7. Следы разрушения на почве после прохода исполнительного органа с дисковым (а) и резцовым (б) инструментом

как кинематикой работы исполнительного органа (число заходов погрузочных спиралей, число инструментов в линии разрушения, общее количество инструментов, угол охвата рабочего органа), так и кинематикой процесса скальвания [3, 4].

Характер разрушения массива горных пород резцами и скальвающими дисками существенно различен (см. рис. 7).

После прохода резцов на почве отчетливо видно борозды, оставленные режущей кромкой в разрушающейся породе, а после прохода дисков следы режущей кромки менее заметны, но почва имеет большую неровность вследствие разрушения породы крупным сколом.

Для ситового анализа отбирались пробы из «валка», сформированного после прохода исполнительного органа ДПФ. Результаты ситового анализа продуктов разрушения (рис. 8) свидетельствуют об эффективности предложенной схемы набора дискового инструмента на

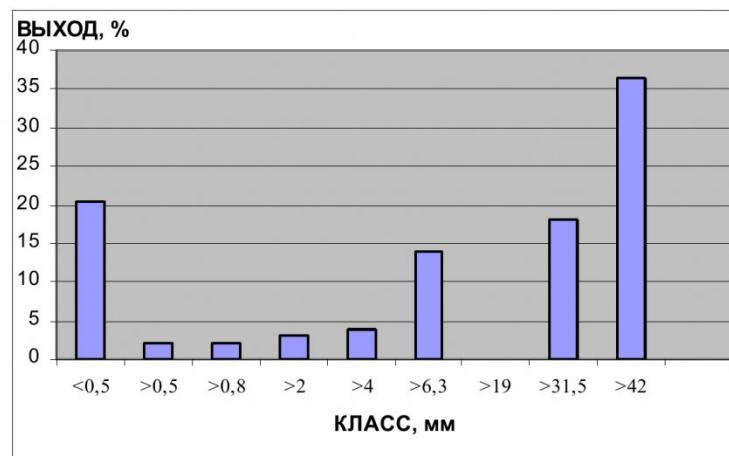


Рис. 8. Выход подрешетного продукта

рабочем органе для добычи щебня.

Характеристики работы ДПФ ТМ-D25 убедительно свидетельствуют о высокой надежности работы исполнительного органа с дисковым инструментом (коэффициент технического использования $K_{ти} = 0,8$) при достаточно высокой эксплуатационной производительности ($Q_э = 112$ т/час) и приемлемых

энергозатратах ($q = 0,17$ л/т).

Полученные результаты должны обеспечить необходимую информацию для проектирования опытных (полноразмерных) образцов рабочих органов добывающих поверхностных фрез для конкретных горнотехнических условий их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Штейнцайг Р. М. Инженерные основы оптимизации параметров процессов механического разрушения горных пород./ Р. М. Штейнцайг, Г. Я. Воронков, А. В. Берман.// Открытые горные работы. – 1999. – Пилотный номер. – С. 65-68.
2. Штейнцайг Р. М. Опыт и перспективы применения КСМ-2000Р на разрезе «Талдинский»./ Р. М. Штейнцайг, С. К. Коваленко// НПК «Гелиос Лтд.» – М. – 1997. – 147 с.
3. Герике П. Б. Моделирование взаимодействия дискового режущего инструмента с массивом горных пород./ П. Б. Герике, М. А. Беликов// ФТИРПИ. – № 5 – Новосибирск. – 2003. – С. 63-69.
4. Логов А. Б. Механическое разрушение крепких горных пород./ А.Б. Логов, Б.Л. Герике, А.Б. Раскин – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. – 141 с.

□ Авторы статьи:

Герике
Борис Людвигович
-докт. техн. наук, проф.,
главный научный сотрудник Инсти-
тута угля и углехимии СО РАН

Герике
Павел Борисович
-младший научный сотрудник
Института угля и углехимии СО
РАН

УДК 53.083(430.1)

Б. Л. Герике, Д. Г. Червов

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Высокая эффективность замены системы планово-предупредительных ремонтов на обслуживание технологического оборудования по фактическому техническому состоянию [1] базируется не только на сокращении сроков и затрат на техническое обслуживание, но и на исключении необоснованных ремонтов, что приводит в конечном счете к повышению надежности машинных агрегатов. Оценка же фактического технического состояния узлов и агрегатов динамического оборудования может базироваться только на результатах функциональной диагностики, проводимой в рабочих условиях на различных эксплуатационных режимах.

Обзор различных методов диагностирования технического состояния [2] позволяет утверждать, что на сегодняшнем этапе поставленным требованиям удовлетворяет только вибродиагностика.

Многолетний опыт показывает, что внедрение средств диагностирования является одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности использования оборудования в промышленности.

Наиболее характерными видами отказов машинных агрегатов являются постепенные (износовые) отказы. На рис. 1 представлена схема характерных процессов изнашивания узлов механизма в зависимости от наработки.

В реальных условиях имеет место существование всех перечисленных типов деградации узлов механизма. Наиболее ве-

сомый вклад в изменение состояния механизма вносит износ деталей кинематических пар. Он приводит к увеличению зазоров в парах, что усиливает динамическое взаимодействие деталей, приобретающее в некоторых случаях ударный характер, и обогащает вибросигнал шумовыми и импульсными характеристиками.

Для разработки методов и технологий диагностирования какого-либо объекта необходимо знать закономерности изменения его вибрационно-акустических характеристик в

процессе эксплуатации. Исход-

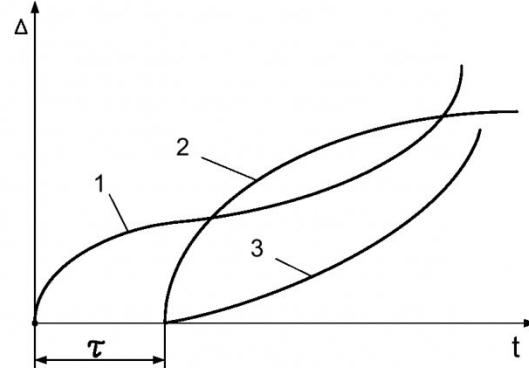


Рис. 1. Схема характерных процессов изнашивания узлов механизмов: 1 - классическая кривая Лоренца; 2 - усталостный износ; 3 - коррозионный износ; τ - латентный период (накопление повреждений поверхностного слоя)

ное состояние и скорость деградации однотипного оборудования подчиняется статистическим законам распределения (рис. 2), зная характеристики которых можно прогнозировать

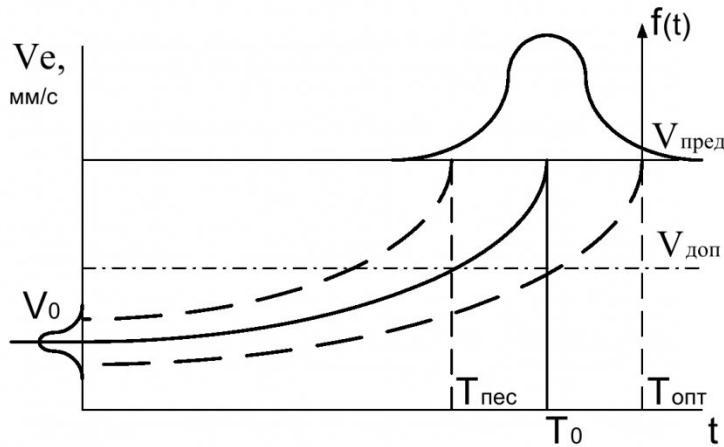


Рис. 2. Распределение скорости деградации однотипного оборудования: $f(t)$ -плотность вероятности возникновения отказа; T_0 - среднее время наработки на отказ; $T_{\text{опт}}$ - максимальное время наработки на отказ; $T_{\text{пес}}$ - минимальное время наработки на отказ