

МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 621.822.2; 622.24.051.52

ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ В ОПОРНО-ЦЕНТРИРУЮЩИХ УЗЛАХ БУРОШНЕКОВЫХ МАШИН

Профессор МАМЕТЬЕВ Л. Е., доцент АНАНЬЕВ А. Н., инженер ЛЮБИМОВ О. В.

Оценив технические, технологические, экономические и экологические преимущества бестраншейного способа прокладки коммуникаций, с середины 70-х годов на кафедре горных машин и комплексов КузПИ-КузГТУ начали разработку бурошнековых комплексов для проходки горизонтальных и слабонаклонных скважин. Эти проблемы актуальны и в настоящее время, поэтому ведутся работы по микротуннелированию как комплексной технологии бестраншейной прокладки и ремонта коммуникаций различного назначения, исключаяющей пагубное влияние на окружающую экологическую среду [1]; по применению бурошнековых комплексов при открытой и подземной добыче полезных ископаемых в местах, где выемка и транспортировка традиционными способами затруднена или невозможна [2].

Вышеуказанные проблемы требуют от разработчиков бурошнековых комплексов решения ряда технико-экономических проблем, среди которых рационализация энерговооруженности, габаритов, массы, номенклатуры оборудования при снижении стоимости эксплуатации, унификация комплексов на весь диапазон буримых скважин; повышение долговечности шнекового бурового става.

Одним из направлений снижения энергоемкости процесса бурения является совершенствование опорно-центрирующих подшипниковых узлов бурового става, заключающееся в научно обоснованной замене конструкций с традиционными способами смазывания и уплотнения подшипниками с твердосмазочным антифрикционным наполнителем (АФЗ), обладающим самосмазывающим и самогерметизирующим свойствами [3].

Для оценки параметров сопротивления вращению опорно-центрирующих узлов шнекового бурового става традиционной конструкции, а также оснащенных подшипниками с АФЗ, при непосредственном воздействии транспортируемого продукта бурения на испытательном стенде была осуществлена серия экспериментов.

В качестве выходного параметра экспериментов оценивалась величина максимального преодолеваемого приводом в пульсирующем цикле момента сопротивления вращению M_{\max} .

Факторами, влияние которых на сопротивление вращению в процессе экспериментов оценивалось, являлись: ресурс работы опорно-центрирующего узла T ; время стабилизации момента сопротивления вращению при пуске $t_{\text{ст}}$; влажность транспортируемого продукта W ; коэффициент заполнения шнековой спирали ψ .

Поскольку периодичность контроля выходного параметра и соответствующие этому моменту значения входных параметров носили случайный характер, возможен вероятностный подход к оценке результатов. В табл. 1 приведены результаты статистического факторного анализа, представляющие собой матрицу, компонентами которой являются коэффициенты парной корреляции.

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о крайне слабой зависимости M_{\max} от W ($r = -0,18$) и ψ ($r = 0,05$) при наличии в опорно-центрирующем узле подшипника с АФЗ. При эксплуатации в узле подшипников, не имеющих самогерметизации, коэффициенты парной корреляции достигают значений, соответственно, $r = -0,26$ и $r = 0,34$, что свидетельствует о значимости в этом случае W и ψ при формировании величины M_{\max} [4].

Таблица 1

Результаты факторного анализа, выраженные посредством корреляционной матрицы

	T , сут	$t_{\text{ст}}$, мин	W , %	ψ	M_{\max} , Н · м
T , сут	1,00	-0,27	0,18	0,45	0,39
$t_{\text{ст}}$, мин	-0,27	1,00	0,32	0,15	-0,43
W , %	0,18	0,32	1,00	0,66	-0,18
ψ	0,45	0,15	0,66	1,00	0,05
M_{\max} , Н · м	0,39	-0,43	-0,18	0,05	1,00

Для числа наблюдений $N = 72$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$ критическое значение коэффициента парной корреляции $r_{\text{кр}} = 0,23$.

Проведенный с применением ПЭВМ регрессионный анализ позволил с достаточной достоверностью представить функциональные зависимости M_{\max} от T , W и ψ для традиционных и усовершенствованных конструкций опорно-центрирующих узлов в виде полиномов 4-й степени [5].

Наблюдения выявили резкое возрастание величины максимально преодолеваемого момента сопротивления узлов, оснащенных подшипниками с АФЗ, при пуске привода с последующей стабилизацией в течение малого по отношению к ресурсу промежутка времени $t_{\text{ст}}$. Обращает на себя внимание значимая ($r = -0,43$) корреляционная связь M_{\max} с временем стабилизации. Природа этого явления, оказывающего существенное влияние на энергоемкость бурошнекового оборудования, возможно связана со сложными процессами взаимодействия деталей конструкции подшипника с АФЗ с проникающими снаружи частицами транспортируемой среды и требует дальнейшего детального изучения. Однако имеющиеся экспериментальные результаты позволяют построить достоверные регрессионные модели, необходимые на данном этапе исследований.

Анализ алгебраических свойств элементарных функций позволил предположить, что в данном случае предпочтительны зависимости вида

$$M_{\max} = (a_1 + b_1 t_{\text{ст}}) (a_2 + b_2 t_{\text{ст}})^{-1}. \quad (1)$$

В табл. 2 приведены результаты проведенного с применением ПЭВМ регрессионного анализа в виде рассчитанных коэффициентов предложенной регрессионной модели, полученных для фиксированных значений T при стабилизации W и ψ на средних уровнях. Здесь же отражены значения дисперсий воспроизводимости $S^2\{y\}$ и адекватности $S_{\text{ад}}^2$, рассчитанные значения критерия Фишера F и коэффициента корреляции r , доказывающие адекватность модели.

Проведенные экспериментальные исследования впервые позволили осуществить анализ влияния ряда эксплуатационных факторов на со-

противление вращению опорно-центрирующих узлов буровых машин, оснащенных подшипниками с АФЗ. Выявлена значимая корреляционная связь максимально преодолеваемого приводом при пуске момента сопротивления M_{\max} с временем стабилизации $t_{\text{ст}}$ и получены достоверные регрессионные модели процесса его стабилизации, необходимые на данном этапе исследований. Установлено, что стабилизация M_{\max} оказывает существенное влияние на энергоемкость буровых машин.

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа

Ресурс, сут	Коэффициент регрессионной модели	Проверка адекватности модели	Коэффициент корреляции
$T = 1$	$a_1 = 1,376491$ $b_1 = 0,030299$ $a_2 = 0,125749$ $b_2 = 0,015532$	$N = 7, n = 2$ $S_{\text{ад}}^2 = 1,749$ $S^2\{y\} = 30,771$ $F = 0,057 < F_{\text{кр}}$	$r = 0,86102$ $r > r_{\text{кр}}$
$T = 14$	$a_1 = 0,807688$ $b_1 = 0,017891$ $a_2 = 0,001631$ $b_2 = 0,000492$	$N = 7, n = 2$ $S_{\text{ад}}^2 = 23,852$ $S^2\{y\} = 22,391$ $F = 1,065 < F_{\text{кр}}$	$r = 0,99956$ $r > r_{\text{кр}}$
$T = 29$	$a_1 = 0,786708$ $b_1 = 0,518209$ $a_2 = 0,001259$ $b_2 = 0,002485$	$N = 7, n = 2$ $S_{\text{ад}}^2 = 24,167$ $S^2\{y\} = 23,765$ $F = 1,017 < F_{\text{кр}}$	$r = 0,99918$ $r > r_{\text{кр}}$

Для $f_{\text{ад}} = N - m = 3$, $f_E = N(n - 1) = 7$, $\alpha = 0,05$: $F_{\text{кр}} = 4,35$. Для $N = 7$, $\alpha = 0,05$: $r_{\text{кр}} = 0,65$ (n — число повторных измерений; m — число членов регрессионной модели; $f_{\text{ад}}$ — степень свободы адекватности; f_E — степень свободы воспроизводимости).

оборудования и связана со сложными процессами взаимодействия деталей конструкции подшипника с АФЗ с проникающими в него частицами транспортируемого продукта.

Накопленный положительный технический опыт при бурении скважин на объектах ООО «Блок» (г. Нижневартовск) подтверждает актуальность и своевременность проведенных исследований по решению затронутых проблем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кюн Г., Шойбле Л., Шлик Г. Закрытая прокладка непроходных трубопроводов/Под ред. В. П. Самойлова и А. В. Сладкова.— М.: Стройиздат, 1993.— 168 с.
2. Ягнаков А. Ф., Семенов Ю. Н., Лебедев В. Е. Выемка угля буровыми способами.— М.: Недра, 1976.— 120 с.
3. Маметьев Л. Е., Ананьев А. Н., Любимов О. В. Совершенствование конструкций подшипниковых узлов шнековых машин горизонтального бурения//Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых/Сб. науч. тр.— Кемерово, Кузбассуглетехнология, 1996.— № 10.— С. 109—113.
4. Маметьев Л. Е., Ананьев А. Н., Любимов О. В. Оценка влияния условий эксплуатации на работоспособность опорных машин горизонтального бурения//Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых/Сб. науч. тр.— Кемерово, Кузбассуглетехнология, 1997.— № 11.— С. 116—122.
5. Маметьев Л. Е., Ананьев А. Н., Любимов О. В. Регрессионный анализ влияния эксплуатационных условий на работоспособность подшипниковых узлов буровых машин//Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых/Сб. науч. тр.— Кемерово: Кузбассуглетехнология, 1997.— № 12.— С. 120—126.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

5

2000



СОДЕРЖАНИЕ

Курехин В. В. Кузбасскому государственному техническому университету 50 лет 1

● ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Шаламанов В. А., Штумпф Г. Г. Исследование прочностных свойств горных пород при многократном замораживании и оттаивании	9
Простов С. М., Гуцал М. В., Шаймуратов В. Х. Определение геометрических параметров обводненных неустойчивых зон методами электроразведки	12
Шевченко Л. А. Расчет производительности скважин по фильтрационным характеристикам угольного пласта	15
Кнуренко Л. М. Современная геодинамика угольных месторождений Кузнецкого бассейна и их выбросоопасность	20
Дырдин В. В., Гуменный С. А., Янина Т. И. Делитель светового сигнала для системы непрерывного контроля напряженного состояния массива горных пород	23
Бирюков А. В., Ташкинов А. С. Вероятностные аспекты изучения геоматериалов	27

■ РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Егошин В. В., Егоров П. В., Рыжков Ю. А., Набоков А. И. Новое направление разработки наклонных и крутых пластов	31
Егоров П. В., Бобер Е. А. Основные итоги учебно-научной деятельности кафедры РМПИ за 50 лет	35
Проноза В. Г., Назаров И. В. Формирование технологических схем перевалки взорванных пород с помощью оптимизационного алгоритма	38
Шиканов А. И., Зюзин Е. А. Определение параметров обрушения пород основной кровли	49
Игнатов Е. В. Исследование процесса формирования зон разрушения и смещения пород кровли и краевой части пласта	52
Антонов Ю. А., Буялич Г. Д., Александров Б. А. Влияние параметров противотжимных устройств на распределение сопротивления механизированной крепи	56

■ СТРОИТЕЛЬСТВО ШАХТ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Скрылев П. А. Направленное перемещение крепей в условиях разработки крутых пластов угля столбами по падению	64
Першин В. В., Наседкин А. В. Расчет производительности погрузочных машин при проходке многопутевых горных выработок околоствольных дворов	66

■ ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Шундулиди А. И., Удачина М. В. Основы применения программно-целевого метода при разработке и сопровождении региональных программ развития Кузбасса	71
Вылегжанин В. Н., Григорьев А. В., Ивлев И. А. Интенсивность и концентрация горных работ — факторы, обеспечивающие конкурентоспособность угледобычи	73

■ УРОВЗРЫВНОЕ ДЕЛО

Паначев И. А., Бирюков А. В. Управление качеством взрывной подготовки пород	78
Катанов Б. А. Стенды для исследования бурового инструмента	83

РУДИЧНЫЙ ТРАНСПОРТ

Нестеров В. И., Вернер В. Н., Соколова Е. К., Соколов Д. Ю. Движение частиц материала в незамкнутом кожухе шнекового транспортера	90
Захаров А. Ю. Обоснование параметров магнитов в устройствах поддержания ленты конвейера в месте загрузки	95

МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

Маметьев Л. Е., Ананьев А. Н., Любимов О. В. Оценка сопротивления вращения в опорно-центрирующих узлах бурошнековых машин	99
Рындин В. П. Интегральный способ определения параметров ударных импульсов в штанге бурильной машины	102
Кобылянский М. Т., Иванов В. В. Исследование динамической составляющей силы сопротивления при извлечении бурового инструмента из скважины магнитным ловителем	105
Воронов Ю. Е. Методология оптимального проектирования карьерного бурового оборудования	108
Якунин М. К., Якунин Р. М. О причинах снижения удельной подачи при увеличении частоты вращения бурового инструмента	114
Паначев И. А., Бирюков А. В., Насонов М. Ю., Беленко М. В. Трещинообразование в металлоконструкциях шагающих экскаваторов	117

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Ешин Е. К. Управление многодвигательными электроприводами горных машин	122
Захарова А. Г., Разгильдеев Г. И. Характер нагрузок и потери в электрических сетях разрезов	128
Каширских В. Г., Медведев А. Е. Совершенствование автоматического контроля и защиты электроприводов карьерных экскаваторов	132
Полетаев В. А. Обеспечение точности выходных энергетических показателей взрывозащищенных асинхронных двигателей	136
К сведению авторов	139



УЧРЕДИТЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

ИЗДАТЕЛЬ

УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Е. Троп (главный редактор),
А. В. Бирюков, В. А. Гордеев, И. В. Дементьев, Б. А. Картозия,
Ю. А. Кашников, С. С. Квон, В. З. Козин, В. Н. Корнилков,
А. И. Косолапов, Э. С. Лапин, В. С. Литвиненко, Д. Е. Махио,
В. Н. Попов, Л. А. Пучков, В. И. Самусь, К. Ф. Сапицкий,
Л. А. Сорокин (зам. главного редактора),
В. Е. Стровский, В. С. Хохряков, В. В. Хронин, В. Л. Шкуратник

Ответственный секретарь редакции	Р. К. Бродягина
Редактор	С. М. Кошелева
Корректор	В. В. Носова
Технический редактор	Н. Д. Чубарова

Сдано в набор 01.06.2000. Подп. в печать 07.08.2000.
Формат 70 × 108¹/₁₆. Бум. газетная. Печать офсетная.
12,6 усл. печ. л. 13,3 уч.-изд. л.
Тираж 600. Заказ № 222.

Свидетельство о регистрации № 1077 от 07.12.90.

Редакция «Изв. вузов. Горный журнал»,
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, тел. 22-65-59,
код Екатеринбурга 343-2

ГИПП «Уральский рабочий»,
620219, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 13.