

Критерии оценки качества работы уплотнения гидростойки механизированной крепи

Рассмотрены критерии оценки уплотнений гидростоек с точки зрения сохранения их работоспособности и качества перекрытия уплотняемого зазора.

Ключевые слова: механизированная крепь, гидравлическая стойка, уплотнение, герметичность.

K.G. Buyalich, Kuzbass State Technical University

Criteria of an Estimation of Quality of Work of Consolidation of Hydraulic Legs of Powered Support

Criteria of an estimation of consolidations of hydraulic leg from the point of view of preservation of their working capacity and quality of overlapping of a condensed backlash are considered.

Keywords: powered support, hydraulic leg, piston packing, tightness

Работоспособность и надежность механизированной крепи напрямую зависят от надежности ее основного конструктивного элемента — гидравлической стойки, которая в первую очередь определяется качеством работы уплотняющего элемента.

Для надежного запирания жидкости мягкие уплотняющие детали уплотнения должны плотно прилегать к сопряженным к ним деталям соединения за счет предварительного поджатия и прижатия рабочим давлением жидкости. При этом уплотняющие детали должны входить во все неровности механической обработки уплотняемой поверхности и не допускать образования зазора при движении (с учетом овальности и конусности деталей), по которому могла бы происходить утечка жидкости.

На основе исследований, проведенных рядом авторов [1–4], предлагаются к использованию следующие критерии, характеризующие работу уплотнения как с точки зрения сохранения его работоспособности, так и с точки зрения качества перекрытия уплотняемого зазора:

1. Коэффициент запаса прочности уплотнения

$$[n] = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\max}},$$

где σ_{\max} — максимальные внутренние напряжения, МПа;

$[\sigma]$ — предел прочности материала уплотнения на растяжение, МПа.

При прочих равных условиях значение данного критерия зависит от распределения напряжений в уплотнении и определяется его конструктивными параметрами.

Критерий характеризует долговечность работы уплотнения. С увеличением числового значения критерия долговечность повышается.

2. Величина выдавливания материала уплотнения в зазор (рис. 1), мм:

$$L_v, \text{ мм.}$$

3. Величина выдавливания, отнесенная к зазору

$$K_3 = \frac{L_v}{\delta},$$

позволяющая сравнивать степень выдавливания при различных зазорах.

Критерии 2 и 3 также характеризуют долговечность работы уплотнения. При возвратно-по-

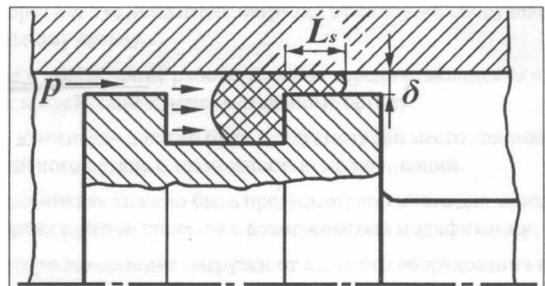


Рис. 1. Характер деформирования уплотнения вблизи зазора

ступательном движении уплотнения оно обычно перестает обеспечивать необходимую герметичность по причине усталостного разрушения материала вследствие перемены направления движения и постепенного вырывания частиц резины в зазоре подвижного соединения из-за высокой концентрации в этой зоне внутренних напряжений (рис. 2). С увеличением числового значения критериев долговечность уплотнения уменьшается.

4. Максимальное контактное давление уплотнения по уплотняемой поверхности

$$p_k^{\max}, \text{ МПа.}$$

5. Коэффициент запирания рабочей жидкости

$$K_{\text{зп}} = \frac{\bar{p}_k}{p},$$

где \bar{p}_k – среднее контактное давление по уплотняемой поверхности, МПа;

p – герметизируемое давление рабочей жидкости, МПа.

Критерии 4 и 5 характеризуют полноту перекрытия микронеровностей уплотняемой поверхности, образующих каналы микроутечек. Большее значение критериев соответствует большей вероятности перекрытия каналов возможных утечек (микронеровностей).

Для оценки герметизации перекрываемого зазора (качества работы уплотнений) также предлагается использовать:

Степень обжатия уплотняемой поверхности в осевом направлении

$$S_{p_k} = \int_{x_1}^{x_2} p_k(x) dx,$$

где x_1 и x_2 – координаты начала и конца контактирования уплотнения по контактной поверхности в осевом направлении, м;

$p_k(x)$ – распределение контактных давлений на уплотняемой поверхности в осевом направлении, МПа/м.

В численных расчетах методом конечных элементов для дискретных значений $p_k(x)$, определяемых между i -ми узлами сетки вдоль контактной поверхности, степень обжатия можно определить по следующей зависимости:

$$S_{p_k} = \sum_{i=1}^n (p_{k_i} \Delta x_i),$$

где p_{k_i} – контактное давление в узлах сетки конечных элементов, МПа;

Δx_i – расстояние между соседними узлами, м.

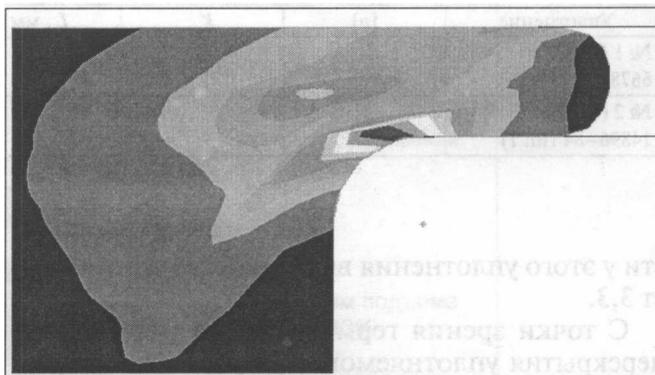


Рис. 2. Распределение напряжений в уплотнении вблизи зазора

Коэффициент утечек. Обобщая результаты теоретических исследований ряда авторов [1–4] в области описания процессов возникновения утечек, для сравнительной оценки между собой различных уплотнений (конструкция, геометрические размеры), работающих в различных условиях (диаметр и шероховатость уплотняемой поверхности, применяемая рабочая жидкость), в качестве оценивающего уровня герметичности критерия предлагается использовать следующую зависимость:

$$K_{\text{о}} = \frac{\pi D \Delta p R_z^3}{L \bar{p}_k \eta},$$

где R_z – параметр шероховатости (высота неровностей профиля) уплотняемой поверхности, м;

D – диаметр уплотняемой поверхности, м;

Δp – перепад давлений между уплотняемыми полостями, Па;

η – динамическая вязкость рабочей жидкости, Па·с;

L – длина контакта уплотнения с цилиндром, м.

Числовые значения рассмотренных критериев для зазора 250 мкм при одинаковых свойствах материала и давлении рабочей жидкости 50 МПа для различных типов уплотнений приведены в таблице.

Данные таблицы получены по результатам конечно-элементного моделирования при использовании модели Муни–Ривлина для описания поведения гиперупругих материалов уплотнений.

Анализ рассмотренных критериев для приведенных в таблице уплотнений показывает, что с точки зрения долговечности более предпочтительным является уплотнение № 1, для которого величина выдавливания L_s и, соответственно, K_s меньше по сравнению с уплотнением № 2 на 13 %. Кроме того, коэффициент запаса прочно-

Уплотнение	[η]	$K_{\text{эп}}$	L_v , мм	K_s	p_k^{max} , МПа	S_{p_k} , МПа·м	K_Q , м ³ /(Па·с)
№ 1 (ГОСТ 6678–72 тип 1)	3,3	0,996	0,542	2,17	55,7	328	$3,92 \cdot 10^{-21}$
№ 2 (ГОСТ 14896–84 тип 1)	2,6	0,984	0,625	2,5	56,99	514	$2,50 \cdot 10^{-21}$

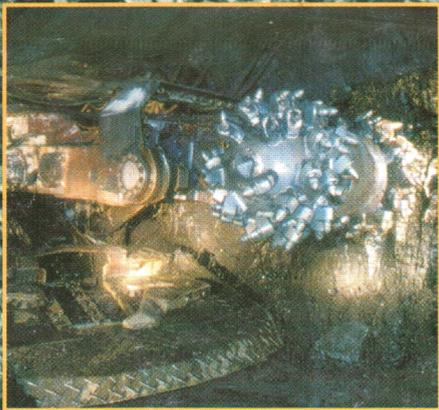
сти у этого уплотнения выше на 21 % и составляет 3,3.

С точки зрения герметичности (надежности перекрытия уплотняемого зазора) к более предпочтительному следует отнести уплотнение № 2, у которого, несмотря на практически одинаковое максимальное контактное давление p_k^{max} , степень обжатия S_{p_k} и коэффициент утечек K_Q выше аналогичных критериев для уплотнения № 1 на 36 %.

Список литературы

1. **Макаров Г.В.** Уплотнительные устройства. М., Л.: Машиностроение, 1965. 200 с.
2. **Кондаков Л.А.** Уплотнения гидравлических систем. М.: Машиностроение, 1972. 240 с.
3. **Сорокин Б.И.** Уплотнительные устройства горных машин и комплексов / Б.И. Сорокин, А.Н. Соколов. М.: Недра, 1969. 128 с.
4. **Уплотнения и уплотнительная техника** / Л.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.В. Гордеев [и др.]; под общ. ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1994. 448 с.

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА



5♦2009



К 55-летию кафедры
«Горные машины и комплексы»
Кузбасского государственного
технического университета



Коллектив кафедры горных машин и комплексов Кузбасского государственного технического университета:

Слева направо 1-й ряд: проф. д-р техн. наук И.Д. Богомолов, проф. д-р техн. наук Б.А. Александров, проф. д-р техн. наук Б.А. Катанов, проф. д-р техн. наук В.И. Нестеров (зав. кафедрой), проф. д-р техн. наук Н.М. Скорняков, проф. д-р техн. наук Г.Д. Буялич;

2-й ряд: проф. д-р техн. наук А.А. Хорешок, доц. канд. техн. наук В.В. Кузнецов, проф. д-р техн. наук Л.Е. Маметьев, доц. канд. техн. наук А.М. Цехин, ст. инж. Т.В. Лубинская, асс. А.В. Михайлова, техник М.С. Кекина, доц. канд. техн. наук В.В. Воеводин, доц. канд. техн. наук К.В. Начев, доц. канд. техн. наук Ю.А. Антонов;

3-й ряд: ст. инж. В.Г. Внуков, ст. препод. М.К. Хуснутдинов, асс. Ю.В. Дрозденко, асс. Е.Ф. Заплатин;

4-й ряд: асс. К.А. Ананьев, асс. А.Ю. Борисов, асс. К.Г. Буялич, доц. канд. техн. наук Н.Н. Городилов, зав. лаб. С.Г. Показаньев, асс. П.В. Буянжин

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА



Учредитель издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Главный редактор
КАНТОВИЧ Л.И.

Зам. гл. редактора
ИВАНОВ С.Л.
ЛАГУНОВА Ю.А.

Редакционный совет:

КОЗОВОЙ Г.И.
(сопредседатель)
ТРУБЕЦКОЙ К.Н.
(сопредседатель)
АНТОНОВ Б.И.
ГАЛКИН В.А.
КОЗЯРУК А.Е.
КОСАРЕВ Н.П.
МЕРЗЛЯКОВ В.Г.
НЕСТЕРОВ В.И.
ЧЕРВЯКОВ С.А.

Редакционная коллегия:

АНДРЕЕВА Л.И.
ГАЛКИН В.И.
ГЛЕБОВ А.В.
ЕГОРОВ А.Н.
ЕДЫГЕНОВ Е.К.
ЖАБИН А.Б.
ЗЫРЯНОВ И.В.
КАРТАВЫЙ Н.Г.
КРАСНИКОВ Ю.Д.
КУЛАГИН В.П.
МАХОВИКОВ Б.С.
МИКИТЧЕНКО А.Я.
МЫШЛЯЕВ Б.К.
ПЕВЗНЕР Л.Д.
ПЛЮТОВ Ю.А.
ПОДЭРНИ Р.Ю.
САВЧЕНКО А.Я.
САМОЛАЗОВ А.В.
СЕМЕНОВ В.В.
СТАДНИК Н.И.
СТРАБЫКИН Н.Н.
ХАЗАНОВИЧ Г.Ш.
ХОРЕШОК А.А.
(ответственный за выпуск)
ЮНГМЕЙСТЕР Д.А.

Редакция:

ДАНИЛИНА И.С.
КАРТАВАЯ Н.В.

Телефоны редакции:

(499) 269-53-97, 269-55-10

Факс (499) 269-55-10

E-mail: gma@novtex.ru

http://novtex.ru/gormash

СОДЕРЖАНИЕ

Нестеров В.И., Хорешок А.А., Скорняков Н.М. Кафедре горных машин и комплексов Кузбасского государственного технического университета 55 лет 2

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Бегляков В.Ю., Блащук М.Ю., Тимофеев В.Ю., Сапожкова А.В. Разработка требований к основным системам геодога 3
Буялич К.Г. Критерии оценки качества работы уплотнения гидростойки механизированной крепи 8

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Буянкин П.В. Оценка влияния уклона рабочей площадки экскаваторов типа "прямая мехлопата" на нагрузки и отказы центральной цапфы опорно-поворотных устройств 10
Силютин С.М., Хорешок А.А., Пудов Е.Ю., Костюк С.Г., Любимов О.В. Влияние конструктивных особенностей адаптерных узлов на эксплуатационную надежность ковшей гидравлических экскаваторов 15

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА. АВТОМАТИЗАЦИЯ

Гаврилов П.Д., Носков А.П. Структура системы управления многоприводным ленточным конвейером 18
Нестеровский А.В. Определение потокоцепления статора и частоты вращения ротора асинхронного электродвигателя 22

НАДЕЖНОСТЬ. ДИАГНОСТИКА

Герике Б.Л., Протасов С.И., Менчугин А.В., Буянкин П.В. Оценка технического состояния несущих металлоконструкций шагающих экскаваторов по параметрам акустико-эмиссионного сигнала 25
Герике П.Б., Ещеркин П.В. Методы вибрационного контроля на примере диагностики гидравлических буровых станков 31

ГОРНЫЙ ТРАНСПОРТ

Захаров А.Ю., Ерофеева Н.В. Определение сопротивления принудительному перемещению крупного куска на конвейерной ленте под воздействием устройства для сегрегации насыпного груза 40
Хорешок А.А., Кульпин А.Г., Кульпина Е.Е. Управление ресурсом шин как фактор повышения эффективности работы карьерных автосамосвалов 45
Хорешок А.А., Стенин Д.В., Фурман А.С. Исследование распределения скоростей движения карьерных автосамосвалов 48
Богданов С.В., Хорешок А.А., Кудреватых А.В. Определение технического состояния редуктора мотор-колеса карьерных автосамосвалов методом эмиссионного спектрального анализа масла на основе динамики температуры 50

СТАЦИОНАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Попов Ю.В. К вопросу обоснования нормативных сроков службы шахтных подъемных машин 53

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, и входит в систему Российского индекса научного цитирования.

щим усилиям (при этом усилия от кручения и изгиба не учитываются ввиду их незначительности [5]), в формуле (2) вместо эквивалентного напряжения подставляется значение максимального приведенного напряжения сжатия $\sigma_{\max \text{ пр}}$, а для тормозных тяг — максимального приведенного напряжения растяжения.

Если при расчете долговечности тормозных тяг рассматриваются сечения их нарезанных участков, как обладающих наименьшим запасом усталостной прочности, то при этом обязательно определение действительного предела выносливости материала тяги в резьбовом соединении, учитывающего значение действительного коэффициента концентрации напряжений.

Во всех случаях расчетов значений $\sigma_{\max \text{ эк}}$, $\sigma_{\max \text{ пр}}$ особое внимание следует уделять правильному выбору эффективных коэффициентов концентрации напряжений в рассматриваемых сечениях элементов структурных единиц ПМ, учитывая количество концентраторов в сечении (например, галтель и шпоночная канавка на участке вала вблизи ступицы органа навивки), а также характер посадки ступицы на вал.

Указанные соединения нагружены значительными изгибающими и крутящими моментами и являются наиболее ответственными, так как от их работоспособности зависят нормативные сроки службы машин.

Анализ поломок валов свидетельствует также о том, что слабым местом главного вала является зона галтели, выполненная малым радиусом и пересеченная выходами шпоночных канавок. В данном случае разрушение вала является следствием одновременного действия нескольких концентраторов напряжений: галтели малого радиуса, пересечения галтелей шпоночными канавками, контактное давление на вал. Кроме того, причинами усиления концентрации напряжений является также низкое качество изготовления валов, в частности, наличие задигов и грубых рисок на поверхности галтелей, низкое качество технологической обработки поверхности вала, наличие коррозионных язв на поверхности галтелей, ведение ремонтных работ на валу с применением электросварки без строгого соблюдения технологических режимов сварки и др.

Список литературы

1. Методические указания по проведению экспертных обследований шахтных подъемных установок (РД 03-422-01).
2. Бежок В.Р., Дворников В.И., Манец И.Г., Пристром В.А. Шахтный подъем. Донецк. 2007. 630 с.
3. Ковалевская В.И., Бабак Г.А., Пак В.В. Шахтные центробежные вентиляторы. М: Недра. 1976. 320 с.
4. Баренов Д.И. Расчеты деталей на прочность. М.: Машгиз, 1959. С. 215.
5. Федорова З.М., Лукин И.Ф., Нестеров А.П. Подъемники. Киев: Вища школа, 1976. 296 с.

ООО "Издательство "Новые технологии", 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Дизайнер Т.Н. Погорелова. Технический редактор Т.И. Андреева. Корректоры Л.И. Сажина, Л.Е. Соношкина

Сдано в набор 20.03.09 г. Подписано в печать 30.04.09 г. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,86. Уч.-изд. л. 8,21. Заказ 311. Цена свободная.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-19854 от 15 апреля 2005 г.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика". 142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15.