



Схема динамической системы

последние десятилетия техническое развитие буровой техники стимулируется в новых областях и для целей, далеких от традиционного применения. К их числу относится микротунеллирование – бестраншейная проходка горизонтальных и слабонаклонных выработок в стесненных условиях (например, в условиях городской застройки) с целью прокладки новых или ремонта старых коммуникаций различного назначения.

Основными факторами, сдерживающими развитие буровой техники для микротунеллирования, являются [1]:

- завышенные габариты и масса элементов бурового става, которые predeterminedены зачастую используемыми традиционными подходами к их конструированию;

- в значительной мере связанная с этим высокая энергоёмкость процесса, особенно

заполнителем (АФЗ), обладающими самосмазывающим и самогерметизирующим свойствами.

Созданы и испытаны опорно-якорные и опорно-центрирующие узлы на базе подшипников с АФЗ, по своим массо-габаритным показателям существенно превосходящие обычные конструкции.

Однако промышленная эксплуатация данных узлов в буровой технике, работавшей на строительных объектах Кемеровской и Тюменской областей, выявила сложный характер формирования момента сопротивления вращению. Выявлено, что он во многом зависит от специфики динамических взаимодействий деталей подшипника качения с АФЗ, а также от характеристик выбуриваемого и транспортируемого материала.

С целью прогнозирования энергозатрат на бурение путем оценки

при бурении скважин длиной 100 м и более.

Одним из направлений совершенствования бурового оборудования с учетом вышеуказанных факторов является совершенствование конструкций многочисленных подшипниковых узлов, в частности, путем применения в них подшипников качения с твердосмазочным антифрикционным

момента сопротивления вращению предпринята попытка математического моделирования явлений, происходящих в подшипнике сухого трения.

В качестве метода представления динамических взаимодействий деталей подшипника с АФЗ принято численное моделирование, основанное на методах векторно-матричной алгебры, эффективность применения которого для подшипников других типов доказана в [2].

Математическая модель предполагает получение изменяющихся во времени решений. Представленная на рис. 1 динамическая система со связанными степенями свободы используется в разрабатываемой модели для имитации основных эффектов, возникающих в реальных конструкциях подшипников с АФЗ. Она состоит из подсистем дифференциальных уравнений, определяющих динамику тел качения, а также подсистем, характеризующих динамическое состояние наружного и внутреннего колец и твердосмазочного заполнителя.

Численное решение систем дифференциальных уравнений осуществлялось методом Рунге-Кутты-Мерсона с автоматическим выбором шага, поскольку в условиях изменяющихся в процессе эксплуатации параметров контакта [3] желательно уменьшение вероятности возникновения числовой неустойчивости.

Анализ результатов моделирования динамических эффектов в подшипниках с АФЗ способствует достоверному описанию сопротивления вращению узлов горных машин, сконструированных на основе этого типа подшипников, с последующим прогнозированием их работоспособности в различных условиях эксплуатации, при бурении и транспортировании различных материалов.

© Л. Е. Маметьев, О. В. Любимов, Ю. В. Дрозденко, 2003

УДК 621.822.2

Л. Е. Маметьев, О. В. Любимов, Ю. В. Дрозденко

**О МОДЕЛИРОВАНИИ МОМЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЮ В ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛАХ БУРОВЫХ МАШИН**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Маметьев Л.Е., Ананьев А.Н., Любимов О.В., Жалнин Д.В.* Проблемы повышения функциональных возможностей машин горизонтального бурения / Механизация горных работ: Тез. докл. и материалы науч. - практ. конф., 12-14 ноября 1996./ Кузбас. гос. техн. ун-т. - Кемерово, 1996. - С. 16-17.

2. *Gupta P.K.* Some dynamics effects in high-speed solid-lubricated ball bearings. - ASLE Trans., 1983, v. 26, No 3, p. 393-400.

3. *Латышенко М.П., Короткевич В.С., Любимов О.В.* Определение коэффициента демпфирования в подшипниках горных машин / Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых: Сб. науч. тр. №10: Ассоциация «Кузбассугле-технология». Кемерово, 1996. - С. 114-119.

## **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

---

*Маметьев Леонид Евгеньевич* – доктор технических наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет.

*Любимов Олег Владиславович* – старший преподаватель, Кузбасский государственный технический университет.

*Дрозденко Юрий Вадимович* – аспирант, Кузбасский государственный технический университет.