

ния показали длительный хороший результат. Теперь выветриваются засыпанные кусочки мела, а не сам массив.

Инженер-геолог начинает следить за состоянием ПАС на очень поздней стадии её существования. К тому же время наших наблюдений так ничтожно мало по сравнению с возрастом системы, что уверенно можно давать только оценку её современного состояния и перспектив развития.

В связи с этим мониторинг природно-археологических систем целесообразен лишь в том случае, когда на них оказывается направленное интенсивное техногенное или природное воздействие, способное привести к изменению состояния ПАС или характера их функционирования.

При отсутствии негативных воздействий достаточно тех режимных наблюдений, которые проводятся в ходе исследований и дают необходимую информацию об амплитудах колебаний переменных параметров состояния системы.

В случае, когда собранной за период исследований информации недостаточно или она не характеризует всех возможных состояний системы (например, нетипичный год по климатичес-

ким параметрам), имеет смысл продолжить наблюдения до получения целостной картины.

Этих данных, в принципе, вполне достаточно для принятия решений о необходимости инженерно-технической защиты памятника, а также для её разработки и проектирования. В этом случае создание глубинной охранной зоны сочетается с мониторингом.

При аварийно-спасательных работах смысл мониторинга сводится к качественному наблюдению за скоростью природного или техногенного разрушения территории, прилегающей к ПАС, с целью своевременного начала раскопок, не допускающего разрушения памятника без сбора полной информации о нём. Так, проводились раскопки могильника в Лобановой щели с перерывом в несколько лет, в течение которых культурному слою ничто не угрожало [5].

При охранно-спасательных работах судьба памятника предопределена — он будет разрушен сначала раскопками, потом строительством проектируемого объекта. В этом случае ни о мониторинге, ни об управлении речь не идёт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова Т.Т. Искусственное преобразование грунтов культурного слоя города Москвы // Инженерная геология. 2012. № 4. С. 68–72.
2. Абрамова Т.Т., Воронкевич С.Д. Силикатизация грунтов культурного слоя архитектурно-археологических памятников Северного Причерноморья // Инженерная геология. 1988. № 2. С. 44–57.
3. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерная геология. Вопросы теории и практики. Философские и методологические основы геологии: учебное пособие. М.: ИД КДУ, 2015. 296 с.
4. Вязкова О.Е. Эколого-геологические аспекты сохранения наскальных рисунков «Шишкинские писаницы» // Инженерная геология. 1992. № 2. С. 126–131.
5. Вязкова О.Е. Палеорекострукция геоморфологической обстановки античной эпохи в окрестностях мыса Малый Утриш // Историко-краеведческий альманах. Вып. 5. Армавир-Москва, 1999. С. 52–58.
6. Вязкова О.Е. Инженерно-геологические проблемы сохранения комплекса памятников в музее-заповеднике «Дивногорье» // Дивногорский сборник: Труды музея-заповедника «Дивногорье». Вып. 3. Под ред. А.З. Винникова, М.И. Лыловой; Природный, архитектурно-археологический музей-заповедник «Дивногорье». Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2012. С. 275–287.
7. Вязкова О.Е. Природно-археологические системы: понятие, структура, этапы формирования и функционирования // Изв. вузов. Геология и разведка, 2015. № 6. С. 57–59.
8. Невечеря В.Л., Подборская В.О. Принципы организации литомониторинга ансамблей памятников архитектуры Русского Севера (на примере Кирилло-Белозерского монастыря) // Инженерная геология. 1991. № 4. С. 123–132.
9. Пашкин Е.М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. С.-Пб.: ПИ «Геореконструкция». 2013. 333 с.
10. Положение о производстве археологических раскопок и разведок и об открытых листах (Утверждено ученым советом Института археологии РАН 23 февраля 2001 г.). [Электронный ресурс] — /http://pro-speleo.ru/publ/20-1-0-2 — дата обращения 9.02.2016 г.

УДК 622.23.05

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УГЛУБКОЙ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

С. ЗАВАЦКИ

Российский государственный геологоразведочный университет
117997, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23; e-mail: mechanica.mgri@yandex.ru

Проанализированы результаты исследований работы гидравлических систем геологоразведочных буровых установок. Рассмотрена работа гидравлического дросселя и напорного золотника при разных схемах подключения и разных режимах работы. Выявлено возникновение отличных течений рабочей жидкости через местные сопротивления. Дана оценка течений в гидравлической системе буровых установок, разделению на области и подобласти и использованию в регулирующей аппаратуре. Разработаны инструкции по применению в механизмах подачи гидрофицированных буровых установок.

Ключевые слова: механизмы подачи разведочных буровых установок; режимы бурения геолого-разведочных скважин; режимы течения рабочей жидкости; местные сопротивления; дроссель; напорный золотник; скорости бурения.

OPERATING PROBLEMS OF GEOLOGICAL EXPLORATION BOREHOLES DEEPENING

S. ZAVACKY

*Russian State Geological Prospecting University
117997, Russia, Moscow, Miklouho-Maklay's street, 23; e-mail: mechanica.mgri@yandex.ru*

The results of the research of processes in hydraulic systems of hydraulic drilling rigs of geological exploration boreholes are analyzed in the paper. The functioning of the flow throttling valves and pressure shift under many different schemes of connection and different regimes of operating is considered. The various patterns of the flows of the hydraulic fluid through the local resistances are revealed. The evaluation of the flows patterns of hydraulic fluid in the hydraulic borehole system is done, as well as the dividing into the different areas and subareas and its application in regulating equipment. The instructions of their usage in the feed mechanisms of the hydraulic drilling rigs are worked out.

Key words: feed mechanisms of hydraulic drilling rigs; drilling regimes of the geological exploration boreholes; hydraulics; flow patterns; hydraulic resistances; throttling valve; pressure shift; drilling speeds.

В геолого-разведочном бурении гидрофицированные буровые установки находят всё более широкое распространение и применение. Гидропривод позволяет упростить кинематику, повысить её надёжность, а также уровень автоматизации процесса бурения. Под гидроприводом понимается совокупность гидравлических устройств, предназначенных для приведения в движение исполнительных механизмов буровой установки или станков посредством рабочей жидкости под давлением.

Широкое применение гидропривода в геолого-разведочном бурении объясняется рядом существенных преимуществ. Это — возможность получения больших усилий при ограниченных размерах силовых исполнительных механизмов, обеспечение необходимой плавности движения и широкий диапазон безступенчатого регулирования как по скорости движения исполнительного механизма, так и по развиваемому усилию. Кроме того, гидропривод позволяет надёжно защищать исполнительные механизмы от перегрузок, обеспечивая при этом необходимый контроль действующих усилий, ограничением максимального давления в гидросистеме.

Гидроцилиндры, применяемые в гидроприводе буровых установок, позволяют получить прямолинейное движение без каких-либо преобразований. К достоинствам гидроцилиндра следует отнести также простоту конструкции, долговечность, высокий КПД, а также возможность выбора необходимого соотношения скоростей прямого и обратного хода [3—10].

Однако наряду с указанными выше преимуществами гидроприводы имеют и некоторые недостатки: внутренние утечки и потери на трение.

Внутренние утечки неизбежны, так как подвижные элементы (золотники, дроссели, клапаны, поршни и др.) гидросистемы чаще всего уплотнены до малых зазоров между трущимися поверхностями. В определённых допустимых пределах эти утечки незначительно снижают КПД и существенно улучшают условия смазывания.

Опыт эксплуатации гидросистем буровых установок и станков в производственных условиях показывает, что при соблюдении необходимых требований к чистоте масла (гидравлической жидкости) и к конструктивной точности при изготовлении отдельных элементов гидропривода, удаётся значительно повысить надёжность и долговечность их работы. При правильных конструировании, изготовлении и эксплуатации гидроприводов их недостатки могут быть сведены к минимуму.

При использовании гидравлического привода снижаются затраты времени на регулирование и технический осмотр механизмов, появляется возможность дистанционного управления режимами работы рабочих органов и автоматизации процессом управления. При гидравлическом приводе обеспечивается более высокий уровень унификации и стандартизации оборудования, облегчается организация узлового метода ремонта [1, 2].

Отдельные элементы, узлы и детали механизмов подачи гидрофицированных буровых установок используются в гидро-

фицированных горных машинах и механизмах, экскаваторной и погрузочной технике, а также в транспортной технике, дерево- и металлообрабатывающих станках, на оборудовании, применяемом в цветной и чёрной металлургии, машиностроении и других отраслях. Это обеспечивает высокую ремонтоспособность, надёжность и низкую себестоимость гидравлических систем, применяемых в оборудовании и механизмах. Межотраслевая унификация и стандартизация элементов гидравлических систем является условием взаимозаменяемости узлов и деталей, что является залогом увеличения производительности труда за счёт снижения аварий, простоев из-за поломок и выхода из строя элементов механизмов подачи гидрофицированных буровых установок.

Механизм подачи гидрофицированной буровой установки является звеном сложной системы: станок — буровая колонна — ствол скважины — забой. Гидравлический механизм подачи буровой установки служит для создания и регулирования усилия подачи, а следовательно, и осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент или поддержания скорости движения буровой колонны при соответствующем текущем значении осевой нагрузки. Гидравлические механизмы подачи наиболее полно отвечают требованиям, предъявляемым к механизмам подачи буровых установок. Обеспечивают возможность создания дополнительной нагрузки (догрузки) и разгрузки бурового инструмента, плавность и достаточно высокую точность регулирования нагрузки, позволяют осуществить реверс. Просты и удобны в управлении, надёжны и долговечны. Размер подачи в процессе бурения не сохраняется постоянным. В зависимости от способа регулирования, гидравлические механизмы подачи делятся на две группы:

- 1) с дросселем на линии нагнетания (параллельная схема)
- 2) с дросселем на линии слива (последовательная схема).

Дроссель — регулятор подачи, предназначен для поддержания оптимальной механической скорости бурения с одновременным регулированием процесса подачи как по осевой нагрузке на породоразрушающий инструмент, так и по скорости подачи в заданных пределах.

Схема регулирования усилия подачи с дросселем на линии нагнетания (параллельная схема) используется в современных станках (например, СКБ-5) при бурении скважин, где механизм подачи должен обеспечить приблизительное постоянство величины осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент в различных геологических разрезах, при бурении в твёрдых и прочных горных породах. В [3—10] показано, что рост углубки за один оборот вызван уменьшением сил сопротивления внедрению породоразрушающего инструмента в горную породу (т. е. снижением категории пород по буримости) и сопровождается снижением осевой нагрузки. Справедливо и обратное: чем меньше величина углубки, тем выше усилие прижатия породоразрушающего инструмента к забою скважины. Интенсивность (скорость) изменения осевой нагрузки на породоразрушающий

инструмент при увеличении углубки за один оборот так же увеличивается.

Схема регулирования усилия подачи с дросселем на линии слива, подключённым последовательно по отношению к гидроцилиндру и параллельно напорному золотнику (дросселирующего клапана), реализованная, в частности, в механизмах подачи бурового станка СКБ-3, обеспечивает приблизительное постоянство величины углубки породоразрушающего инструмента за его один оборот в различных геологических разрезах. Осевая нагрузка автоматически снижается в более мягких породах и повышается в более твёрдых. Если осевая нагрузка увеличивается, уменьшаем сечение дросселя, и наоборот. При низкой механической скорости, где осевая нагрузка ещё не достигла предельно допустимого значения, дроссель приоткрываю. При использовании на сливе из нижней цилиндров напорного золотника давление сохраняется постоянным, независимо от скорости подачи. Изменяя в широких пределах величину усилия разгрузки, можно регулировать темп изменения осевой нагрузки и стабильность скорости подачи.

Итак, одним из ответственных звеньев гидравлического механизма подачи является система регулирования посредством изменения расхода гидравлической жидкости, включая в себя дроссельный регулирующий орган. Регулирующая аппаратура устанавливается на трубопроводах для регулирования расхода жидкости посредством изменения гидравлического сопротивления, зависящего от степени открытия проходного сечения дроссельного устройства. Дроссельные регулирующие приспособления широко используются для регулирования потоков жидкости. Позволяют изменять расход гидравлической жидкости, проходящей через гидравлическую магистраль — гидролинию.

С гидравлической точки зрения дроссельные регулирующие аппаратура создаёт сложные местные сопротивления, при которых регулируемый поток испытывает сжатие, расширение, поворот, разделение, слияние и т. д. Сложность гидравлического расчёта регулирующих органов по сравнению с другими видами местных сопротивлений объясняется тем, что в процессе регулирования изменяется геометрия дроссельного отверстия и могут изменяться параметры среды (давление, температура, плотность и др.), что часто приводит к изменению режима течения.

Определение потерь давления на трение по длине потока — важнейшая задача, возникающая при гидравлическом расчёте

механизмов подачи гидрофицированных буровых установок [3—10].

При гидравлическом расчёте гидравлических систем, помимо потерь давления на трение, необходимо учитывать местные потери давления, вызываемые различными запорными и регулирующими устройствами (затворками, диафрагмами, золотниками, дросселями), а также потери, возникающие в местах изменения сечения трубы или направления жидкости.

Потери давления в местных сопротивлениях часто составляют значительную часть от общих потерь в системе. Однако имеющиеся данные для определения потерь совершенно недостаточны и часто не согласуются между собой. Это объясняется тем, что из-за сложности явления внутренний механизм потока, проходящего через местное сопротивление, до сих пор мало изучен.

Ещё в меньшей степени исследован вопрос о местных потерях при ламинарном движении, а также при турбулентном движении с малыми числами Рейнольдса, хотя потери давления на местные сопротивления при движении вязких жидкостей имеют большое значение в разнообразных технических расчётах, часто составляя существенную долю от суммарных потерь. Теоретические вопросы о местных потерях мало изучены, теоретические формулы для определения этих потерь даже в наиболее простых местных сопротивлениях отсутствуют или носят приближённый, часто эмпирический характер. В геолого-разведочном бурении при расчёте гидравлических механизмов подачи гидрофицированных буровых установок также не исследовались современные теоретические вопросы и подходы по решению этих задач гидравлики и характер поведения применяемых гидравлических жидкостей проходящих через местные сопротивления, и их влияние на режимы бурения [1, 2].

Выводы

1. Теория работы гидравлических механизмов подачи буровых установок остро нуждается в новых, современных исследованиях.

2. Достижения в гидравлике напорных потоков должны найти реальное применение в гидравлических магистралях механизмов подачи буровых установок.

3. Расчёты и проектирование гидравлической схемы управления буровой установкой необходимо проводить с учётом влияния местных сопротивлений.

ЛИТЕРАТУРА

- Ал ь т ш у л ь А. Д. Гидравлические сопротивления. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 224 с.
- А р з у м а н о в Э. С. Гидравлические регулирующие органы систем автоматического управления. М.: Машиностроение, 1985. 256 с.
- З а в а ц к и С., К у л и к о в В. В. Анализ основных характеристик и механика работы гидравлических механизмов подачи буровых установок // XII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады, в 2 томах. Москва. ФГУП ГНЦ РФ «ВНИИгеосистем», 2015. Т 2. С. 66—67.
- З а в а ц к и С., К у л и к о в В. В. Регулирование параметров режима бурения на гидрофицированных буровых установках // XII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады, в 2 томах. Москва. ФГУП ГНЦ РФ «ВНИИгеосистем», 2015. Т 2. С. 134—135.
- З а в а ц к и С., К у л и к о в В. В. Механизмы подачи гидрофицированных буровых установок, применяемых при разработке и разведке месторождений полезных ископаемых, и регулирование параметров режима бурения // Горный информационно-аналитический бюллетень. Депозитарий изд-ва «Горная книга». 2015. № 7. 7с.
- З а в а ц к и С., К у л и к о в В. В. Механика работы гидравлических механизмов разведочных буровых установок и горных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень. Депозитарий изд-ва «Горная книга». 2015. № 7. 5с.
- К у л и к о в В. В. Буровая гидроаэромеханика и элементы гидропневмопривода. Бурение разведочных скважин. Учебник для вузов. Глава 5. Н.В. Соловьев, В.В. Кривошеев, Д.Н. Башкатов и др. / Под общ. ред. Н.В. Соловьева. М.: Высшая школа, 2007. С. 258—298.
- К у л и к о в В. В., З а в а ц к и С. Аналитическое исследование взаимосвязи характеристики гидравлического механизма подачи буровой установки и технологических параметров режима бурения геологоразведочной скважины. // Изв. вуз. Геология и разведка. 2015. №6. С. 67—93.
- З а в а ц к и С., К у л и к о в В. В. Современные подходы в изучении режимов бурения гидрофицированных разведочных буровых установок и регулирования их параметров // II Международная научно-практическая конференция «Технологическая платформа «Твёрдые полезные ископаемые». Технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений». Сессия I. Комплексная добыча, переработка и использование минерального и техногенного сырья, Екатеринбург, ИГД УрО РАН, 2—4 декабря, 2015. Сб. докл., Екатеринбург, 2015. С. 71—80.
- З а в а ц к и С., К у л и к о в В. В. Гидравлические механизмы подачи разведочных буровых установок, механика работы и анализ основных характеристик параметров // II Международная научно-практическая конференция «Технологическая платформа «Твёрдые полезные ископаемые». Технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений». Сессия I. Комплексная добыча, переработка и использование минерального и техногенного сырья, Екатеринбург, ИГД УрО РАН 2—4 декабря, 2015. Сб. докл., Екатеринбург, 2015. С. 80—87.