

7. Нуриев, А.Н. Микроэлементы нефтяных вод и возможности их комплексного извлечения / А.Н. Нуриев. — Баку: ЭЛМ, 1981.
8. О недрах (в редакции Федерального закона от 3 марта 1995 года N 27-ФЗ) (с изменениями на 28 декабря 2013 года) (редакция, действующая с 1 июля 2014 года).
9. Смыков, В.В. О проблеме утилизации нефтесодержащих отходов / В.В. Смыков, Ю.В. Смыков, А.И. Ториков // Нефтяное хозяйство. — 2005. — № 3. — С. 30–33.
10. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» ред. от 16.09.2013.
11. Федеральный закон от 11.07.2011 N 190-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
12. Федеральный классификационный каталог отходов (редакция от 02.11.2018г.), Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.
13. Yermolayev, Y.V. Study of the mechanism of mechanical activation processing of viscous high paraffin oil and sludge from them which optimize their physical and chemical properties / Y.V. Yermolayev, K.K. Ut-kilbaev, A.R. Nurmukhametova, V.N. Yermolayev, S.S. Shelepanov // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. — 2015. — С. 815–822.

© Коллектив авторов, 2021

Бугриева Елена Павловна // otдел-a@vniiht.ru
 Казанцев Вадим Владимирович // otдел-a@vniiht.ru
 Величина Наталья Сергеевна // nefertari.88@mail.ru
 Стародубов Алексей Валерьевич // sav@u238.ru
 Гулынин Александр Викторович // alexgu@u238.ru
 Петрин Анатолий Васильевич // petrin-vims1@yandex.ru

УДК (696.6+628.9 622.143)(075.8)

Оливетский И.Н., Соловьев А.М., Башкуров А.Ю.
 (МГРИ-РГГРУ)

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ БУРЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО И ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Целью работы является анализ энергетических показателей при бурении геологоразведочных скважин с применением нерегулируемого и частотно-регулируемого асинхронного электропривода. **Ключевые слова:** модель бурильной колонны, переходные процессы, энергетические показатели.

Olivetskiy I.N., Solovjev A.M., Bashkurov A.Yu. (MGRI-RGGRU)

ANALYSIS OF ENERGY PERFORMANCE IN DRILLING EXPLORATION WELLS USING UNREGULATED AND FREQUENCY-CONTROLLED ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

The aim of the work is to analyze energy performance in drilling exploration wells using unregulated and frequency-controlled asynchronous electric drive. **Keywords:** drill string model, transients, energy indicators.

Анализ энергетических показателей (U — напряжение питающей сети, B ; I_c — ток статора, A ; $M_{дв}$ — момент приводного двигателя, Нм) электропривода бурового станка для переходных процессов выполнялся при основных тяжелых режимах бурения (пуск, приложение нагрузки, прихват колонны бурильных труб).

Моделирование производилось на персональном компьютере по методике [1] для двух систем:

1. Нерегулируемый асинхронный электропривод — колонна бурильных труб (НАЭ — КБТ);
2. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод — колонна бурильных труб (ЧРАЭ — КБТ).

Условная глубина бурения скважины принята 1000 м. Расчеты проводились на базе буровой установки ЗИФ 1200 МР. Результаты фиксировались в виде графиков, на которых отображались величины, характеризующие энергетические показатели такие, как: $U(T)$ — изменение напряжения питающей сети от времени переходных процессов, B ; $I_c(T)$ — изменение тока статора от времени переходных процессов, A ; $M_{дв}(T)$ — изменение момента приводного двигателя от времени переходных процессов, Нм.

1.1 Пуск колонны бурильных труб.

Процесс пуска при бурении геологоразведочных скважин за счет наличия колонны бурильных труб (КБТ) является одним из наиболее тяжелых режимов. При исследовании процесса пуска в моделях принимались нулевые начальные условия. Процесс пуска в системе НАЭ — КБТ разбивается на два этапа: пуск вхолостую асинхронного электродвигателя (АД) до номинальной скорости, подключение КБТ при поднятой над забоем коронкой. В системе ЧРАЭ — КБТ пуск производился вхолостую совместно с КБТ при поднятой над забоем коронкой.

На рис. 1 представлены энергетические показатели в электроприводе (ЭП) бурового станка при пуске КБТ для систем:

- а) НАЭ;
- б) ЧРАЭ.

Анализ графиков (рис. 1) позволяет сделать следующие выводы:

1. При пуске электродвигателя в системе НАЭ — КБТ происходит значительный бросок тока статора (1000 А) и момента приводного двигателя (3000 Нм).

2. В системе ЧРАЭ — КБТ, в отличие от системы НАЭ — КБТ, при пуске электродвигателя практически отсутствуют броски тока статора и момента приводного двигателя. Разгон электродвигателя сопровождается плавным увеличением тока статора и момента приводного двигателя, что объясняется плавным возрастанием частоты вращения приводного двигателя и возможностью данного привода увеличивать время пуска.

Прикладывание нагрузки на коронку.

При моделировании прикладывания нагрузки рассматривается наиболее тяжелый случай, когда нагрузка прикладывается скачком и остается постоянной по величине, равной номинальному моменту электродвигателя. Скачкообразное прикладывание постоянной нагрузки на коронку вызывает колебания момен-

та на валу двигателя (рис. 2) с амплитудой колебаний 400 Нм.

Анализ графиков (рис. 2) позволяет сделать следующие выводы:

1. При прикладывании нагрузки на коронку в системе НАЭ — КБТ происходит значительный бросок

тока статора (250 А) и момента приводного двигателя (700 Нм).

2. При приложении нагрузки на коронку в системе ЧРАЭ — КБТ наблюдаются броски тока статора, которые до 40 % меньше, чем в системе НАЭ — КБТ.

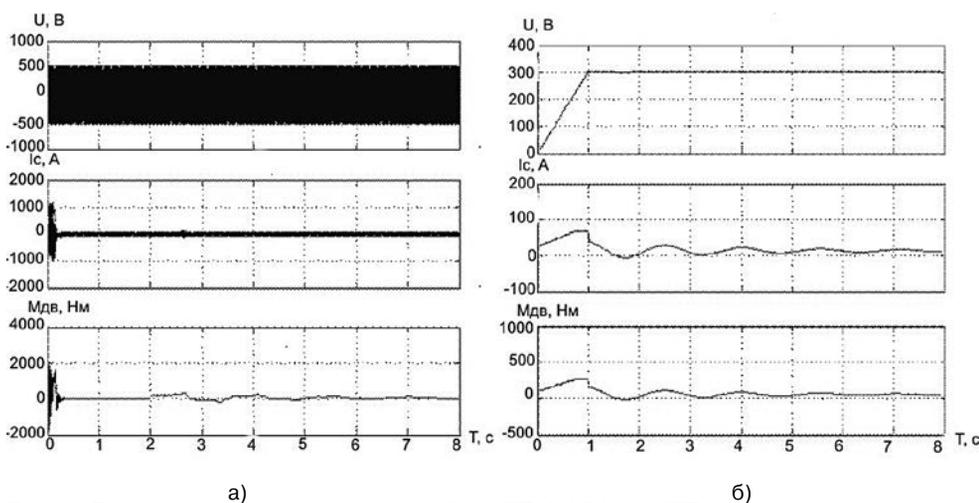


Рис. 1. Пуск колонны в системах: а) НАЭ — КБТ; б) ЧРАЭ — КБТ

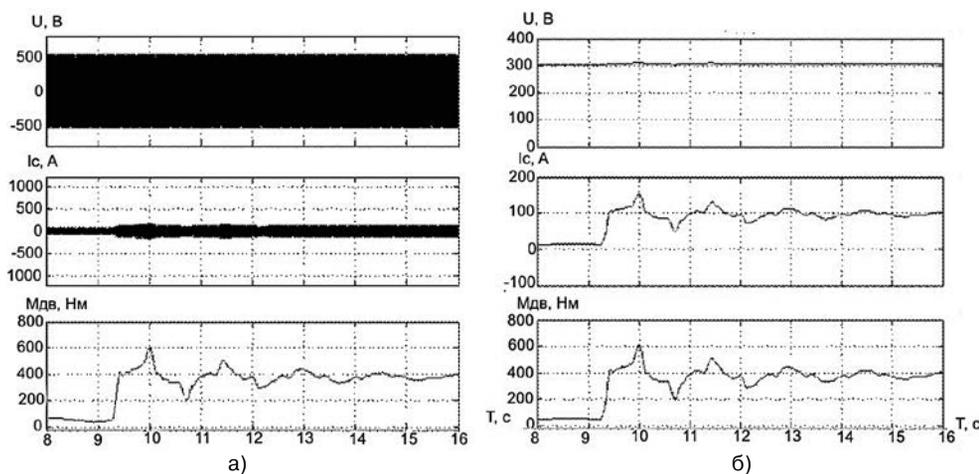


Рис. 2. Прикладывание нагрузки на коронку в системах: а) НАЭ — КБТ; б) ЧРАЭ — КБТ

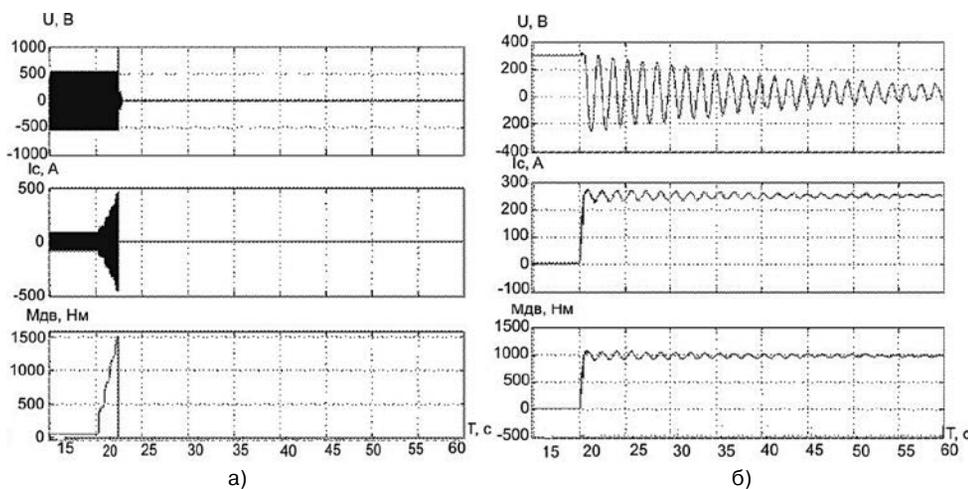


Рис. 3. Прихват коронки в системах: а) НАЭ — КБТ; б) ЧРАЭ — КБТ

Прихват коронки.

Прихват коронки моделируется скачкообразным увеличением нагрузки на коронку до величины, под действием которой после окончания переходного процесса вся система приходит в неподвижное состояние. Прикладывается момент нагрузки величиной 5000 Нм к коронке. В системе НАЭ — КБТ имеется ограничитель момента на валу двигателя, который при превышении критического момента отключает питание электродвигателя от сети.

Переходные процессы, возникающие при прихвате коронки, иллюстрируются в виде графиков (рис.3).

Анализ графиков (рис. 3) позволяет сделать следующие выводы:

1. При прихвате коронки в системе НАЭ — КБТ происходит резкое увеличение упругого момента в нижнем сечении колонны, что сопровождается падением скорости вращения коронки до нуля. Это вызывает резкий бросок тока статора $I_c(T)$ до 500 А приводного электродвигателя и превышение критического момента на валу электродвигателя. Защита отключает электродвигатель от питающей сети.

2. При прихвате коронки в системе ЧРАЭ — КБТ происходит резкое увеличение упругого момента в нижнем сечении колонны $M_5(T)$ до 2500 Нм и падением скорости вращения коронки до нуля. Это вызывает бросок напряжения $U(T)$ до 250 В и тока статора $I_c(T)$ до 250 А, которые в 2 раза ниже при сравнении с системой НАЭ — КБТ.

Выводы

1. В режиме пуска при частотном регулировании броски тока статора и амплитуды колебаний частоты вращения коронки до 40 % меньше.

2. В режиме приложения нагрузки на коронку при частотном регулировании ток статора до 30 % меньше, чем в системе НАЭ — КБТ.

3. В режиме прихвата коронки при частотном регулировании броски напряжения и тока статора в 2 раза ниже при сравнении с системой НАЭ — КБТ.

4. Проведенный анализ энергетических показателей при бурении геологоразведочных скважин показал, что применение ЧРАЭ значительно снижает токи статора и момент приводного электродвигателя при

рассмотренных режимах. Это положительно влияет на такие показатели, как срок службы, надежность, безотказность электрооборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балицкий, П.В. Взаимодействие бурильной колонны с забоем скважины / П.В. Балицкий. — М.: Недра, 1975.
2. Булатов, А.И. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин. Учеб. для вузов / А.И. Булатов, Ю.М. Проселков, С.А. Шаманов. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003, Ил.
3. Калашников, В.И. Векторное управление асинхронным электроприводом / В.И. Калашников. — Донецк, ДонНТУ, 2006.

© Оливетский И.Н., Соловьев А.М., Башкуров А.Ю., 2021
Оливетский Иван Николаевич // filimona2007@mail.ru
Соловьев Андрей Михайлович // cyberlab@mail.ru
Башкуров Артем Юрьевич // Bashkurov_A@inbox.ru

ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 631.124

Надеждина Ю.Ю. (Национальный исследовательский Томский политехнический университет)

РОЛЬ РЕЛЬЕФА В РАЗВИТИИ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ЭЛЕГЕСТ-КЫЗЫЛ-КУРАГИНО

*Данная статья посвящена анализу рельефа и его влиянию на развитие склоновых геологических процессов в районе проектируемой железной дороги Элегест-Кызыл-Курагино. Исследуемая территория является малоизученной, в связи с чем есть необходимость в изучении природных условий, а также анализе возможности возникновения склоновых процессов и возможности их негативного влияния на инженерные сооружения. В работе проанализированы космоснимки и построены карты уклонов, экспозиции склонов. **Ключевые слова:** Кызыл, Курагино, железная дорога, инженерно-геологические процессы, космоснимки, уклон, экспозиция склона.*

Nadezhdina Yu. Yu. (National Research Tomsk Polytechnic University)

THE ROLE OF THE RELIEF IN THE DEVELOPMENT OF SLOPE PROCESSES ON THE EXAMPLE OF THE ELEGEST-KYZYL-KURAGINO RAILWAY CONSTRUCTION AREA

This article is devoted to the analysis of the relief and its influence on the development of sloping geological processes in the area of the designed Elegest-Kyzyl-Kuragino railway. The territory under study is poorly understood, and therefore there is a need to study natural conditions, as well as to analyze the possibility of slope processes and the possibil-

*ity of their negative impact on engineering structures. In the work, space images are analyzed and maps of slopes and slope expositions are constructed. **Keywords:** Kyzyl, Kuragino, railway, geotechnical processes, space images, slope, slope exposure.*

Актуальность

Актуальность исследований определена разработкой проекта железной дороги. Для Республики Тыва проектируемая железная дорога имеет важное значение. Такая высокая оценка обусловлена рядом причин: во-первых, сам факт отсутствия железной дороги в регионе; во-вторых, железная дорога станет толчком для социально-экономического развития Республики Тыва, путем повышения транспортной доступности и возможности реализации проектов разработки и экспорта перспективных месторождений; в-третьих, железная дорога свяжет Республику с Красноярским краем. Железная дорога планируется в крайне сложных инженерно-геологических условиях, в связи с чем следует оценить рельеф территории и его влияние на развитие геологических процессов, что и стало **целью работы**. Оценка необходима при принятии решений по размещению инженерных сооружений с целью наименьшего негативного влияния геологических процессов на инженерные сооружения и снижения опасности и урона окружающей среде. **Основная задача** заключается в характеристике рельефа на основе анализа космоснимков, а также построении карт уклонов, экспозиции склонов.

1. Общая информация о районе исследований

Район исследований протянулся через территории двух регионов: северо-западной части Тывы (до 120 км) и юго-восточной Красноярского края (до 290 км).

Климат характеризуется как резко континентальный со среднегодовой температурой минус 5,4 °С.