

Быков А.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: bykov\_a\_a@list.ru*

### **Вертикальная электротомография процесса бурения скважин**

В последние десятилетия наблюдается рост добычи нефти и газа на фоне сокращения ввода новых месторождений. Многие эксперты связывают это в первую очередь с повышением эффективности бурения. Внедрение новых технологий позволило значительно увеличить добычу нефти и сократить сроки строительства скважин. Так, согласно информации департамента энергетики США (EIA) рост добычи на нетрадиционных месторождениях за последние 7 лет составил от 200% до 500% в пересчете на 1 буровую [1]. Переход от бурения вертикальных и наклонно-направленных скважин к бурению горизонтальных скважин увеличил эффективность бурения.

Бурение скважин — дорогостоящий процесс, существенно влияющий на себестоимость добычи нефти. Чтобы эффективно разрабатывать трудноизвлекаемые запасы, нужно строить сложные, высокотехнологичные и эффективные скважины.

Целью работы является разработка метода контроля процесса бурения, что позволит снизить временные затраты, а значит – повысить эффективность процесса бурения.

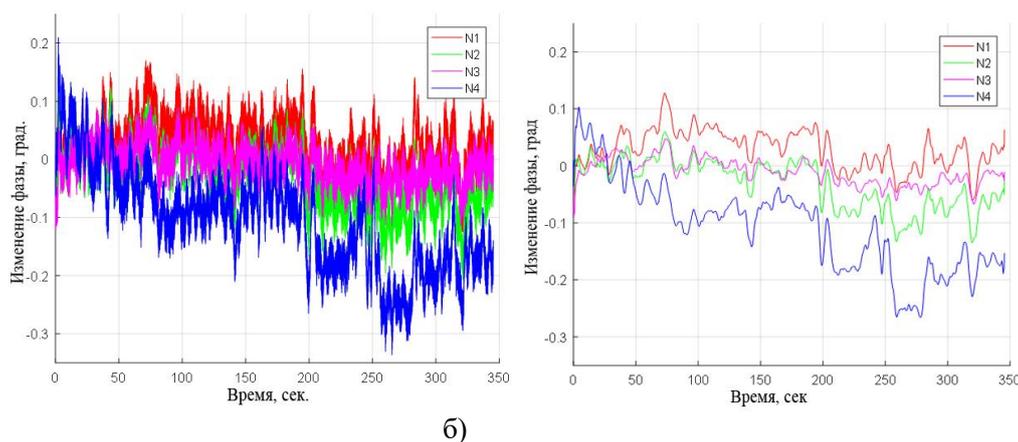
Значительно повысить эффективность бурения позволит применение методов вертикальной электротомографии в реальном времени [1].

Прогнозирование пространственного положения скважины позволит принимать более качественные решения о дальнейшем бурении, даст возможность в режиме реального времени определять продуктивность скважины и за счет этого сократит время на оценку эффективности бурения при текущем положении бурового инструмента.

Известна высокая эффективность систем векторных измерений с регистрацией фазовых характеристик электромагнитного поля. Эти системы лежат в основе фазометрического метода геоэлектрического контроля с использованием фазовых характеристик поля для последующего обнаружения и локализации геодинамических процессов [3]. Данный метод контроля обладает высокой помехоустойчивостью и чувствительностью по сравнению с фиксацией амплитудных параметров аномальных составляющих электромагнитного поля. В данном случае объектом контроля являются технологическое оборудование, скважина и окружающий ее грунт.

В работе [4] поясняется применение фазометрического метода геоэлектрического контроля, а именно использование нескольких источников зондирующих сигналов, расположенных в непосредственной близости от исследуемого объекта и необходимого количества векторных датчиков измерения электрического поля. При этом регистрация фазовых характеристик при фиксированном положении источников и измерительного базиса при возможности управления параметрами зондирующих сигналов основана на том, что первичное и вторичное электрические поля являются векторными величинами.

На рисунке 1 в качестве примера показаны результаты моделирования изменения фаз сигналов с четырех приемных линий системы фазометрического контроля во времени в процессе погружения бура в грунт.



а) б)  
Рис. 1. Зависимость изменения фазы сигнала от глубины проникновения бура до (а) и после (б) использования фильтра скользящего среднего (длительность окна усреднения составляла 5 сек)

При этом установлено, что чем больше глубина погружения, тем больше изменяется фаза. Бур погружался в грунт на глубину от 0 до 1 м. Таким образом, по степени изменения фазы сигнала с различных приёмных линий можно судить о процессе погружения бура в грунт. Относительная погрешность определения глубины погружения бура составила 10-15%, но этот показатель будет снижаться при увеличении глубины погружения. В случае необходимости осуществления контроля не только глубины погружения бура, но и его местоположения относительно электродов, возможно изменить данную установку, расположив электроды крестообразно [4].

#### Литература

1. Annual Energy Outlook 2012. With Projections to 2035. – 2012. – June. U.S. Energy Information Administration. Available at: [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2012\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2012).pdf). (accessed 5 November 2013).
2. Baknin Maxim, Bykov Artem, Surzhik Dmitry, Kuzichkin Oleg, Geotechnical monitoring of the foundations of structures based on integrated seismoelectric measurements in conditions of karst hazard, 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings SGEM 2020. Volume: 20. Pages: 559-566.
3. Baknin M, Surzhik D, Vasilyev G, Dorofeev N., The modeling of the Phase-Metric Method of the Geoelectrical Control of Oil Sludge Straits, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020 .
4. Kuzichkin, Oleg & S., Vasilyev & Grecheneva, Anastasia & V., Mikhaleva & Baknin, Maxim & Surzhik, D.I., Application of phase-metric measuring system for geodynamic control of karst processes, Journal of Engineering and Applied Sciences, vol. 12, pp. 6858-6563, 2017.