

УДК 621.396

Повышение надежности системы геодинамического контроля за счет применения новой методики измерения и контроля *

Дорофеев Н.В., Орехов А.А.

В работе рассматривается способ повышения надежности системы геодинамического контроля за счет введения применения новой методики измерения и контроля. Предлагаемая методика основана на использовании эквипотенциального геоэлектрического метода с регистрацией фазовых характеристик эллиптически поляризованного поля и бесконтактных трансформаторных датчиков. Предлагаемые изменения позволяют избавиться не только от недостатков присущих электроразведочной аппаратуре, но и за счет резервирования элементов измерительного тракта повысить надежность всей системы. Приводятся схемы соединения элементов измерительного тракта системы геодинамического контроля и графики вероятности безотказной работы системы геодинамического контроля до и после применения методики. Показывается, что предлагаемая методика измерения и контроля повышает среднее время наработки до отказа с вероятностью 0,9 в 2,25 раза и составляет 6,75 лет.

Ключевые слова: система геоэлектрического контроля, система мониторинга, геоэкология, геоэкологический мониторинг, эквипотенциальный геоэлектрический метод, надежность, повышение надежности.

Введение

Разработка и внедрение систем глобального и локального экологического контроля приводит проектировщиков подобных систем к разработке специальных мер по обеспечению её надежности. Опасность разработки новых систем автоматизированного контроля заключается не только в том, что новая техника не будет работать, но главным образом в том, что отказ в её работе (либо неправильная работа), может привести к катастрофическим последствиям [1]. Конечно, новые автоматизированные системы контроля, выполняющие ответственные функции, имеют право внедряться только тогда, когда они надежны.

Целью данной работы является повышение надежности систем геодинамического контроля, выполненных на базе многоканальных геоэлектрических установок, за счет применения эквипотенциального геоэлектрического метода с регистрацией фазовых характеристик эллиптически поляризованного поля.

Контроль геодинамических объектов

В системах геодинамического контроля, построенных на базе электроразведочных методов, осуществляется контроль самого геологического разреза. При этом для построения геологического разреза используется электроразведочная аппаратура. Принцип её работы заключается в том, что через землю пропускается электрический ток, определяется кажущееся удельное электрическое сопротивление земных слоев и с учетом данных бурения послойно строится модель геологического разреза. Глубина зондирования определяется расстоянием между излучающими и приемными электродами. В качестве электродов в данном случае выступают металлические штыри [2].

Недостатком рассмотренного способа проведения геодинамического контроля является окисление приемных и излучающих электродов, а так же невозможность получения полной модели геологического разреза при отказе одного из электродов [3].

* Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ №МК-3485.2012.8

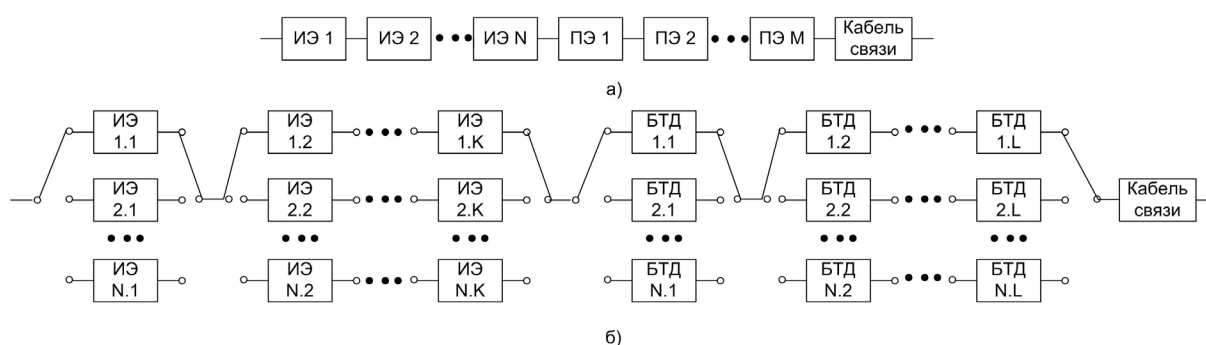


Рис. 1. Схема соединения элементов измерительного тракта.

Для устранения этих недостатков и повышения реакции системы контроля на динамику в геологической среде предлагается в качестве метода контроля использовать эквипотенциальный геоэлектрический метод с регистрацией фазовых характеристик эллиптически поляризованного поля, а вместо приемных электродов применять бесконтактные трансформаторные датчики.

Предлагаемый метод контроля позволяет оперативно выявлять геодинамику в геологической среде за счет изменения фазы φ результирующего сигнала [4]:

$$\varphi = \arctg(|Z_b|/|Z_a|),$$

где Z_b, Z_a – полное удельное сопротивление.

Благодаря эквипотенциальному геоэлектрическому методу появляется возможность проведения полноценного геоэлектрического контроля при неработоспособных некоторых излучающих электродах.

В свою очередь, использование бесконтактных трансформаторных датчиков (БТД), позволяет избавиться от недостатков присущих приемным электродам, что так же повышает надежность всей системы [5].

Надежность системы геодинамического контроля

Применение, предлагаемой методики измерения и контроля, на практике приводит к существенному повышению надежности системы геодинамического контроля. В случае использования электроразведочной аппарату-

ры, измерительный тракт можно представить как последовательно соединенные элементы: излучающие электроды (ИЭ), принимающие электроды (ПЭ) (рис. 1а). В случае использования эквипотенциального геоэлектрического метода и бесконтактных трансформаторных датчиков измерительный тракт принимает вид представленный на рис 1б. Как видно, во втором случае при проведении отдельных

этапов процедуры контроля появляется резервирование элементов измерительного тракта (излучающих электродов и датчиков) за счет свободных. При этом все бесконтактные трансформаторные датчики (М) и излучающие электроды (N) разбиваются по группам (по L и K элементов в каждой группе соответственно, где L и K – количество используемых элементов).

С учетом этого были получены графики вероятности безотказной работы системы геодинамического контроля (рис. 2), выполненной на базе электроразведочной аппаратуры (кривая 1) и на базе эквипотенциального геоэлектрического метода (кривая 2). Расчет вероятностных характеристик производился для системы геодинамического мониторинга включающей 8 излучающих электродов и 8 датчиков.

В первом случае среднее время наработки до отказа с вероятностью 0,9 составляет около трех лет. Во втором случае среднее время наработки системы геодинамического контроля до отказа с вероятностью 0,9 составляет 6,75 лет.

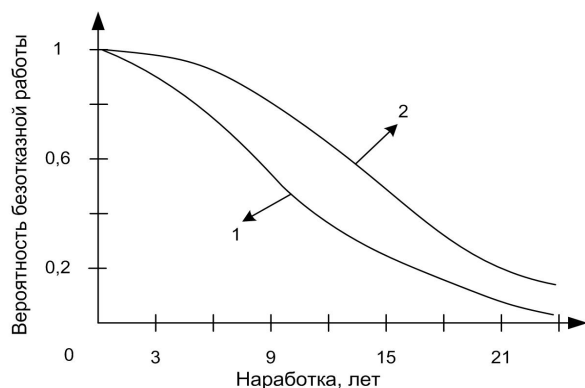


Рис. 2. Вероятность безотказной работы.

Выводы

Использование эквипотенциального геоэлектрического метода с регистрацией фазовых характеристик эллиптически поляризованного поля и бесконтактных трансформаторных датчиков в системе геодинамического контроля позволяет избавиться не только от недостатков присущих электроразведочной аппаратуре, но и за счет резервирования элементов измерительного тракта повысить надежность всей системы.

Предлагаемая методика измерения и контроля повышает среднее время наработки до отказа с вероятностью 0,9 в 2,25 раза и составляет 6,75 лет.

Литература

1. Дорощев Н.В., Орехов А.А. Обмен информацией в системе геодинамического контроля // Технологии техносферной безопасности, 2012, №4 (44).
2. Орехов А.А., Дорощев Н.В. Информационно-измерительная система для проведения геоэлектрического контроля геодинамических объектов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2012, №2.

3. Орехов А.А., Дорощев Н.В. Организационная структура геозкологического мониторинга геодинамических объектов // Технологии техносферной безопасности, 2012, №4 (44).

4. Кузичкин О.Р., Кулигин М.Н., Калинин Н.Е. Регистрация геодинамики поверхностных неоднородностей при электроразведке эквипотенциальным методом // Методы и средства передачи и обработки информации. Вып. 1. – СПб: Гидрометеиздат, - 2001.

5. Орехов А.А., Дорощев Н.В. Геоэлектрический метод контроля качества водных объектов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, №2. – С.33-35.

References

1. Dorofeev N.V., Orekhov A.A. Exchange of information in the system of the geodynamic control // Technology of Technosphere Safety, 2012, № 4 (44).
2. Orekhov A.A., Dorofeev N.V. Information-measuring system for geoelectrical monitoring of geodynamic objects // Radio Engineering and Telecommunication Systems, 2012, № 2.
3. Orekhov A.A., Dorofeev N.V. The organizational structure of geo-environmental monitoring of geodynamic objects // Technology of Technosphere Safety, 2012, № 4 (44).
4. Kuzichkin O.R., Kuligin M.N., Kalinkina N.E. Register of geodynamics surface roughness in electrical prospecting equipotential method // Methods and means of communication and information processing. Vol. 1. - St. Petersburg: Gidrometeoizdat - 2001.
5. Orekhov A.A., Dorofeev N.V. Geoelectric method of quality control water objects // Engineering industry and life safety, 2012, №2. – P. 33-35.

Статья поступила в редакцию 25 октября 2012 г.

In this paper the method of increasing the reliability of the geodynamic control through the introduction of new methods of measurement and control. The proposed method is based on the equipotential geoelectric method to the registration of the phase characteristics of an elliptically polarized field and contactless transformer sensors. The proposed changes can not only get rid of the shortcomings inherent in the electric survey equipment, but also by elements of the measuring path redundancy to improve the reliability of the system. Schemes of combining the elements of the measuring path of geodynamic control and graphics probability of failure-free operation of the system geodynamic control before and after the application of a technique. We show that the proposed method of measurement and control increases mean time to failure with probability 0.9, and 2.25 times of 6.75 years.

Keywords: geoelectric monitoring system, monitoring system, geo-ecology, geo-ecological monitoring, equipotential resistivity method, reliability, increased reliability.

Дорофеев Николай Викторович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Орехов Александр Александрович – старший преподаватель кафедры «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»