

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ

Тимофеев А.О.¹, Ясовеев В.Х.²

¹ООО «Двигатели для авиации», Уфа;

²Уфимский университет науки и технологий, Уфа

Ключевые слова: станок-качалка, штанговый глубинный насос, динамометрирование, ваттметрирование, электромагнитный канал, системы беспроводной телеметрии.

Аннотация. Статья посвящена вопросам оценки наземного и погружного оборудования штанговой глубиннонасосной установки при помощи беспроводных систем телеметрии, с использованием электромагнитного канала передачи данных. Исследуются способы оценки состояния наземного и погружного оборудования. Анализируются подходы к построению автономных беспроводных систем погружной телеметрии по электромагнитному каналу передачи данных. Рассматривается конструкция приемопередатчика данных по электромагнитному каналу и приводятся характеристики изготовленного устройства. Материалы могут быть полезны для инженерных и научных сотрудников, занимающихся разработкой беспроводных систем телеметрии для бурения и нефтедобычи.

POSSIBILITIES OF USING AN ELECTROMAGNETIC CHANNEL FOR WIRELESS TELEMETRY SYSTEMS DATA TRANSMISSION

Timofeev A.O.¹, Yasoveev V.Kh.²

¹LLC «Aviation Engines», Ufa;

²Ufa University of Science and Technology, Ufa

Keywords: pumping unit, sucker rod pump, dynamometer, wattmeter, electromagnetic channel, wireless telemetry systems.

Abstract. The article is devoted to the issues of evaluating the surface and submersible equipment of a sucker rod pumping unit using wireless telemetry systems, using an electromagnetic data transmission channel. Methods for assessing the condition of surface and submersible equipment are explored. Approaches to constructing autonomous wireless submersible telemetry systems using an electromagnetic data transmission channel are analyzed. The design of an electromagnetic data transceiver is discussed, and the characteristics of the resulting device are presented. The materials may be useful for engineers and researchers involved in the development of wireless telemetry systems for drilling and oil production.

Эксплуатация скважин при помощи штанговых глубинных насосов (ШГН) является одним из наиболее массовых способов добычи нефти на поздних стадиях освоения. В таких случаях применение станков-качалок с ШГН является экономичным способом извлечения нефти из-за большой удельной энергоэффективности и простоты конструкции насосов такого типа. С учетом того, что суммарный фонд скважин, оборудованных ШГН, превышает половину общего фонда скважин, задача повышения эффективности ШГН является актуальной и позволит получить большой суммарный эффект.

Снижение эффективности ШГН обусловлено как физическими и химическими причинами (парафиновые отложения, механический и абразивный износ, коррозия и старение), так и настройками технологических параметров

оборудования (скорость вращения электродвигателя, степень уравновешенности станка-качалки и др.). Управление настройками и оценка технического состояния оборудования могут осуществляться при помощи комплексного внедрения средств автоматизации, измерения и контроля [1], охватывающими как наземное, так и погружное оборудование ШГН.

Оценка состояния наземного оборудования ШГН состоит из определения его технического состояния, а также расчета удельного энергопотребления. Для измерения энергопотребления и оценки оптимальности энергопотребления широко применяют метод ваттметрирования [2, 3]. Такой метод позволяет оценить несбалансированность станка-качалки и провести его балансировку.

Оценка состояния погружного оборудования ШГН возможна косвенными методами, либо непосредственной визуальной проверкой при извлечении оборудования. Наиболее известным и широко используемым методом является динамометрирование [4]. Этот метод позволяет выявить типовые неисправности погружной части ШГН без извлечения оборудования по характерным картам неисправностей. Возможны также комбинированные способы оценки состояния оборудования [5], которые позволяют определить эффективность наземного и погружного оборудования ШГН – тем самым повысить информативность процесса нефтедобычи при помощи ШГН для дальнейших улучшений.

С учётом того, что геологические условия в процессе нефтедобычи являются динамическими, методы непрерывного контроля и диагностики имеют преимущество над традиционными методами, требующими извлечение оборудования. Для реализации непрерывного контроля необходимы автономные системы телеметрии, беспроводные автономные датчики и беспроводная передача данных [6, 7].

Среди беспроводных методов передачи данных можно выделить следующие: передача по гидравлическому каналу, передача по электромагнитному каналу. Скорость информационного обмена в первом случае не превышает 1...3 бит/с в зависимости от глубины скважины; во втором случае скорость может достигать до 12 бит/с.

Рассмотрим принцип передачи данных по электромагнитному каналу применительно к ШГН. Упрощенная конструкция устройства передачи данных представлена на рисунке 1.

Принцип работы устройства заключается в следующем. Когда ШГН полностью опущен в нефтесодержащую жидкость образуется гальванический канал связи «штанговая колонна-жидкость-грунт». Передатчик, расположенный в штанговой колонне, формирует модулированный электрический сигнал, передаваемый в жидкость при помощи антенны. Изолятор служит гальваническим разделителем между антенной и штанговой колонной. Модулированный сигнал принимается антенной наземного прибора, заземленной в грунт. Другой электрический контакт наземного прибора соединен со штанговой колонной. Разности потенциалов в несколько десятков милливольт оказывается достаточно для передачи информации.

В процессе проработки конструкции и изготовления образца устройства приема-передачи по электромагнитному каналу был изготовлен образец устройства, характеристики которого приведены в таблице 1.

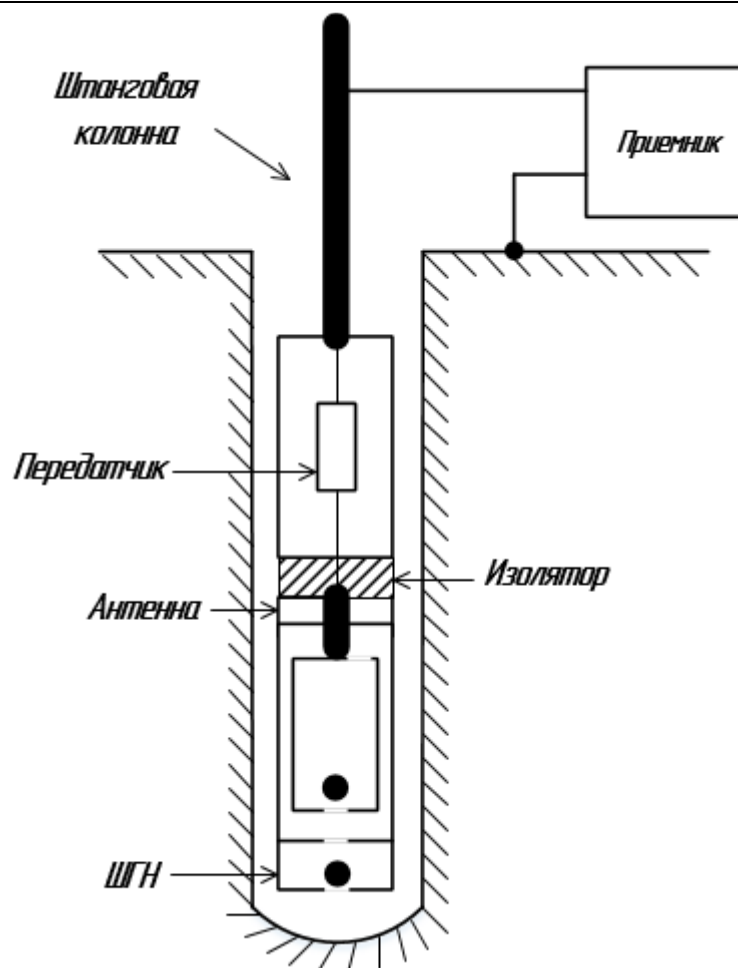


Рис. 1. Устройство передачи данных по электромагнитному каналу для ШГН

Табл. 1. Технические характеристики устройства приема-передачи по электромагнитному каналу.

Наименование характеристики	Значение характеристики
Мощность передатчика, Вт, не более	30
Уровень ослабления сигнала в радиоканале, дБ, не менее	80
Дальность передачи, м	5 000
	500
Автоподстройка усиления принятого сигнала	есть
Скорость обмена, бит/с	6...36
Режимы обмена	Потоковый, пакетный по запросам
Вид модуляции	4QPSK
Рабочий температурный диапазон, °С	минус 40...плюс 125
Напряжение электропитания, В	12...36
Рабочий температурный диапазон, °С	минус 40...плюс 125

Указанное устройство было испытано в горизонтальной скважине диаметром 20 дюймов на глубине от 100 до 500 м. Результаты испытаний показали хорошую работоспособность устройства при минимальном усилении: демодуляция проводилась без ошибок на мощности 1...6 Вт на глубине

300...500 м, восстановление сигнала приёмником происходило без искажений с автоподстройкой амплитуды. Измеренное сопротивление породы колебалось от 6 до 10 Ом.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о работоспособности устройства передачи данных с имеющимся значительным запасом по мощности сигнала и расстоянию передачи.

Список литературы

1. Тимофеев А.О., Ясовеев В.Х. Разработка программно-аппаратного комплекса диагностики и управления для штанговой глубиннонасосной установки // Актуальные проблемы науки: взгляд на будущее: Материалы I Всероссийской конференции с международным участием, Сарапул, 30 мая 2024 года. – Ижевск: УИР ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2024. – С. 65-71.
2. Манахов В.А., Цветков А.Н. Диагностика состояния нефтяного оборудования по параметрам ваттметрограммы // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы VI Национальной научно-практической конференции, в 2 т., Казань, 10-11 декабря 2020 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. – С. 63-65.
3. Патент №2621435 РФ. Способ определения неуравновешенности станка-качалки скважинной штанговой насосной установки / А.О. Тимофеев, В.Х. Ясовеев. – Заявка №2016103551 от 03.02.2016; опубл. 06.06.2017, Бюл. №16.
4. Ковшов В.Д., Сидоров М.Е., Светлакова С.В. Динамометрирование, моделирование и диагностирование состояния глубинной штанговой насосной установки // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2011. – №3(87). – С. 25-29.
5. Тимофеев А.О., Ясовеев В.Х. Анализ корреляции между скважинной динамограммой и энергией, потребляемой электродвигателем станка-качалки // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2016. – Т. 12, №2. – С. 85-89.
6. Тимофеев А.О. Беспроводной датчик усилия для динамометрирования штанговой скважинной глубинно-насосной установки // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2016. – Т.14, № 3. – С. 45-50.
7. Тимофеев А.О., Ясовеев В.Х. Автономный датчик усилия системы динамометрирования штанговой скважинной глубиннонасосной // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2015. – Т. 19, №4(70). – С. 34-39.

Сведения об авторах:

Тимофеев Александр Олегович – старший научный сотрудник;

Ясовеев Василь Хаматович – д.т.н., профессор кафедры ЭИИ.