

Технология передачи команд через стенки трубопровода

Н.Б. Козырев
коммерческий директор¹
kozzyrev.nickolay@aprodit.ru

В.И. Петров
начальник лаборатории электроники¹
petrov.vitaliy@aprodit.ru

Е.С. Кондрашков
инженер-конструктор¹
kondrashkov.evgeniy@aprodit.ru

¹ООО «АПРОДИТ», Коломна, Россия

Рассмотрены технические сложности и перспективы технологии связи с внутритрубным оборудованием через металлические стенки трубопроводов на сверхнизкой частоте 22 Гц.

Материалы и методы

Распространение магнитного поля в различных средах.

Ключевые слова

внутритрубная диагностика, скребок, очистной поршень

В настоящее время для передачи сигнала с внутритрубного оборудования широко используются **низкочастотные передатчики**, большинство которых работает на частоте 21–23 Гц [1]. Выбор такой рабочей частоты обусловлен компромиссом между степенью проникающей способности сигнала, скоростью его передачи и помехоустойчивостью сигнала. На более низких частотах обмен данными происходит неприемлемо долго, а при повышении частоты сигнал в металлической среде быстро затухает (экранируется) [2]. Кроме того, при приближении к промышленным частотам 50–60 Гц, резко возрастает уровень помех, ухудшающих качество связи.

Несмотря на эти сложности, технология обнаружения внутритрубных снарядов в настоящее время хорошо отлажена [3]. На практике чаще всего используется комплект из **низкочастотного передатчика и локатора 22 Гц**.

Однако часто такой функциональности оказывается недостаточно. Вот типичный пример. Снаряд с низкочастотным передатчиком запасован в камеру запуска и камера опресована давлением. В это время по какой-то причине приходит команда на отмену проведения работ. Можно, конечно, оставить снаряд в камере до ожидания команды запуска, но передатчик внутри снаряда уже излучает сигнал, расходуя энергоресурс. Если время ожидания велико или неизвестно, то придется стравливать давление, сливать нефть из камеры запуска, открывать крышку камеры и извлекать запасованный снаряд для замены элементов питания на передатчике. И после этого еще надо провести повторную запасовку снаряда. Работа эта весьма трудоёмкая.

Непроизводительные потери времени и ресурсов можно существенно сократить, если будет возможность после запасовки передавать на внутритрубное оборудование команду на отключение и включение низкочастотного передатчика **без извлечения снаряда из камеры**. Над совершенствованием

приемопередатчика, управляемого через толстостенный трубопровод, и работают сейчас специалисты ООО «АПРОДИТ».

Разработка низкочастотного приемопередатчика

Основная задача, которую решали наши специалисты при разработке низкочастотного приемопередатчика — добиться устойчивой передачи команд на фоне электромагнитных помех. Технология разрабатывалась на базе хорошо освоенной нами методики обнаружения низкочастотного передатчика в трубопроводе. В основе технологии лежит алгоритм амплитудно-фазовых манипуляций (АФМ) электромагнитных сигналов сверхнизкой частоты 22 Гц. Для повышения помехоустойчивости управления используются приёмы накопления и фильтрации принятого сигнала, дублирование передаваемой информации и подтверждение принятой команды.

На сегодняшний день до стадии промышленного применения доведен бортовой (устанавливаемый на чистящий поршень) приемопередатчик ППНТ-00. Новые функции **бортового приемопередатчика — переход в спящий режим и выход из спящего режима** по команде, переданной на частоте 22 Гц с **внешнего передатчика**.

При необходимости экономии энергоресурса бортового приемопередатчика, находящегося в камере запуска, он переводится в спящий режим командой с внешнего передатчика (рис. 1, 2). Переход в этот режим контролируется с помощью **низкочастотного локатора**, расположенного около камеры запуска. В спящем режиме приемопередатчик может находиться в камере запуска **несколько дней или даже недель**, практически без уменьшения времени дальнейшей работы. Перед запуском снаряда необходимо вывести бортовой приемопередатчик из спящего режима командой с внешнего низкочастотного передатчика. После этого можно производить запуск снаряда.

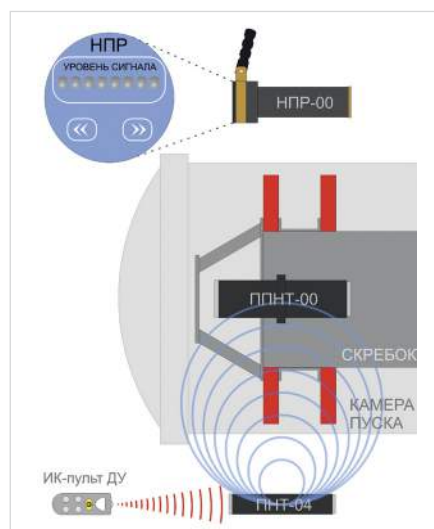
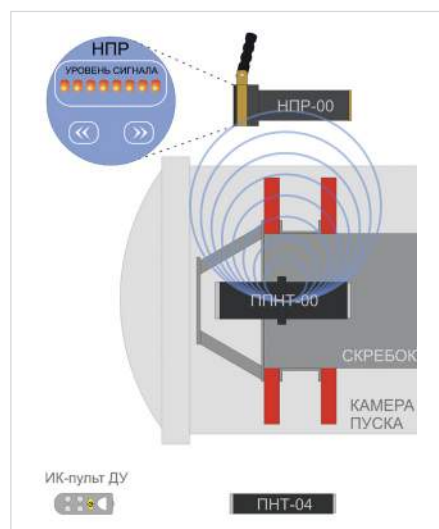
Чтобы предотвратить отключение ППНТ-00 во время движения по трубопроводу из-за помех, в него встроен датчик движения, делающий невозможным случайный переход в спящий режим.

В настоящее время ведутся работы по внедрению функции передачи АФМ сигнала и в низкочастотный локатор НПР-00. В этом случае команды на бортовой приемопередатчик ППНТ-00 можно будет подавать непосредственно с модифицированного локатора НПР-00 без дополнительного низкочастотного передатчика ПНТ-04.

Возможности и ограничения технологии передачи информации через металлические стенки

Как было отмечено выше, передача даже простейших команд на частоте 22 Гц через толстые металлические стенки на фоне различных электромагнитных помех является непростой задачей.

Скорость передачи данных через металлические стенки чрезвычайно низкая. Передача одной команды и подтверждение



ППНТ-00 — бортовой низкочастотный приемопередатчик;
ПНТ-04 — вспомогательный внешний низкочастотный передатчик; ИК-пульт ДУ — инфракрасный пульт дистанционного управления; НПР-00 — низкочастотный локатор
Рис. 1 — Бортовой передатчик в режиме излучения
Рис. 2 — Перевод бортового передатчика в спящий режим

её получения занимают несколько секунд. Такая задержка обусловлена несколькими причинами. Во-первых, низкой частотой несущего сигнала — всего 22 колебания в секунду. Во-вторых, между приёмом и передачей сигнала должна быть пауза для затухания колебаний в тракте приемо-передающей антенны. В-третьих, сигнал может быть нарушен из-за внешней помехи, и потребуются дублирование команды. В результате типичное время передачи одной команды на частоте 22 Гц и подтверждение её получения занимает порядка секунды. А на фоне сильных электромагнитных помех — до 10 с.

Поэтому во время передачи команды оба прибора должны быть **неподвижны друг относительно друга**. Рассчитывать на обмен информацией между неподвижным передатчиком, расположенным на поверхности, и внутритрубным снарядом, который проходит на скорости 5 м/с по трубопроводу, пока не стоит.

Низкочастотный приёмопередатчик способен передавать или принимать через металлическую стенку трубопровода лишь ограниченный набор простых команд и сигналов.

В подавляющем большинстве случаев этого вполне достаточно. Например, можно узнать уровень заряда аккумуляторных батарей или передать статус включен-выключен для какой-либо подсистемы внутритрубного снаряда.

Итоги

Изготовлен и испытан опытный образец низкочастотного приёмопередатчика, способного передавать и принимать через металлическую стенку трубопровода набор простых команд и сигналов на частоте 22 Гц, в том числе на фоне различных электромагнитных помех.

Выводы

Описанная технология передачи информации на сверхнизкой частоте через металлические стенки трубопроводов или железобетонные стенки бункеров может быть также применена:

- в системах связи и управления снарядами-герметизаторами, используемых для ремонта трубопроводов, включая подводные участки;

- при управлении автономными диагностическими приборами, которые обследуют газопроводы-шлейфы на компрессорных станциях магистральных газопроводов в тех случаях, когда протяжка кабеля при обследовании невозможна;
- при обследовании различных трубопроводов на атомных станциях во время их ремонта.

Список используемой литературы

1. Лопатин А.С., Егоров С.И. Методы и средства диагностики линейной части магистральных газопроводов. М.: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2009. 119 с.
2. Шапиро Д.Н. Основы теории электромагнитного экранирования. Л.: Энергия, 1975. 112 с.
3. Реутов Ю.Я., Лоскутов В.Е. Проникновение магнитного поля маркера, расположенного внутри газопровода, через стенку стальной трубы // Дефектоскопия. 2007. №11. С. 15–22.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ



ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА. ЗАВОДСКАЯ ГАРАНТИЯ 12 МЕСЯЦЕВ




ООО «АПРОДИТ»
 140402, Московская обл., г. Коломна,
 Окский проспект, 40
 +7 (916) 674-82-59, +7 (496) 615-48-87
 mail@aprodit.ru
 www.aprodit.ru

ENGLISH

DIAGNOSTICS

Technology of commands transmission through pipelines metallic walls

UDC 620.1

Author:

Nickolay B. Kozyrev — sales manager¹; kozyrev.nickolay@aprodit.ru
Vitaliy I. Petrov — head of electronic laboratory¹; petrov.vitaliy@aprodit.ru
Evgeniy S. Kondrashkov — design engineer¹; kondrashkov.evgeniy@aprodit.ru

¹APRODIT Ltd, Kolomna, Russian Federation

Abstract

Analyzed some technical complexities for technology of commands transferring through metallic walls of pipelines on ultra-low frequency of 22 Hz.

Materials and methods

Distribution of the magnetic field in different environments.

Results

A prototype of a low-frequency transceiver that is

able to send or receive some simple commands and signals through the metal pipeline wall at a frequency of 22 Hz in presence of various electromagnetic interferences and noises was manufactured and tested.

Conclusions

The described technology of information transmission at very low frequencies through the metal walls of pipelines or reinforced concrete wall bins can be also used in communication systems of smart plug

PIGs, which are used for repair of pipelines, including underwater sites;

- for the management of autonomous diagnostic devices that examine gas pipelines at compressor stations, when pulling a cable is impossible;
- as well as for an examination of various tubes at nuclear power plants during their repair.

Keywords

pigging, diagnostics, inspection

References

1. Lopatin A.S., Egorov S.I. Metody i sredstva diagnostiki lineynoy chasti magistral'nykh gazoprovodov [Methods and tools for diagnostic of line part the trunk pipeline]. Russian State University of Oil and Gas named after Gubkin, 2009, 119 p.
2. Shapiro D.N. Osnovy teorii elektromagnitnogo ekranirovaniya [Basic principles of electromagnetic shielding]. Leningrad: Energia, 1975, 112 p.
3. Reutov Yu.Ya., Loskutov V.E. Pronikновение magnitnogo polya markera, raspolozhennogo vnutri gazoprovoda, cherez stenku stal'noy truby [Penetration of the magnetic field of a marker placed inside a gas pipeline through a steel tube wall]. Nondestructive Testing, 2007, issue 11, pp. 15–22.