

УДК 628.14/21:621.391

Беспроводной видеоконтроль трубопроводов с помощью встроенной системы обнаружения утечек

С. ПЕТШНИГ¹, М. ХУАИНИГ², А. А. ОВСЯНКИН³, Ф. И. ЛОБАНОВ⁴

¹ Петшниц Сильвия, руководитель отдела маркетинга, MTA-Messtechnik GmbH

14–6 Handelsstraße, A-9300, St. Veit an der Glan, Austria, tel.: +43 (4212) 714-91-15, e-mail: s.petschnig@mta-messtechnik.at

² Хуаиниг Микаэль, дипломированный инженер, технический директор, MTA-Messtechnik GmbH

14–16 Handelsstraße, A-9300, St. Veit an der Glan, Austria, tel.: +43 (4212) 714-91-16, e-mail: m.huainig@mta-messtechnik.at

³ Овсянкин Андрей Анатольевич, директор по развитию, ООО «КНТП»

117403, Россия, Москва, Востряковский проезд, 10Б, стр. 2, тел.: (499) 372-14-12, e-mail: a.ovsyankin@kntp-pro.ru

⁴ Лобанов Федор Иванович, профессор, доктор химических наук, президент ООО «КНТП»

117403, Россия, Москва, Востряковский проезд, 10Б, стр. 2, тел.: (499) 372-14-12, e-mail: f.lobanov@kntp-pro.ru

Рассмотрены основные области применения контрольно-измерительного устройства Pipe-Inspector[®], предназначенного для видеоконтроля водопроводных и канализационных трубопроводов на больших расстояниях (до 50 км) без остановки эксплуатации. С помощью акустической системы обнаружения утечек обеспечивается высокое качество изображения и дополнительная фоторегистрация. Основные направления использования Pipe-Inspector[®] для канализационных трубопроводов: определение мест с большими отложениями для оценки необходимости очистки канала;

обнаружение мест протечек или повреждения; проведение своевременного технического обслуживания; возможность обследования участков канала большой протяженности. В качестве примера показано применение системы Pipe-Inspector[®] на водопроводе города Westfriesedijk (Нидерланды). Водоканал города обеспечивает водой до полутора миллионов частных домов, компаний и учреждений.

Ключевые слова: системы водоснабжения и водоотведения, напорный трубопровод, беспроводной видеоконтроль, акустическая система обнаружения утечек.

Pipe-Inspector[®] — это контрольно-измерительное устройство, оснащенное несколькими датчиками и способное перемещаться в воде на расстояние до 50 км как в напорном трубопроводе, так и в открытом канализационном канале. Прибор совмещает в себе систему телевидения замкнутого контура (ССТV), датчик измерения давления, а также датчик акустического обнаружения даже незначительных течей. Главным предназначением устройства является обнаружение и локализация скрытых течей, обуславливающих потерю давления в водопроводной сети, а также обеспечение визуального оптического обзора внутри трубопровода (рис. 1).

Эффективность работы прибора обусловлена его высокой акустической чувствительностью. Датчик позволяет обнаруживать мельчайшие течи с точностью до 5 л/ч при рабочем давлении до 5 бар. В случаях, когда другие приборы не способны выявить утечку вследствие действия внешних акустических факторов, видны преимущества системы Pipe-Inspector[®] (не реагирует на структурный шум, исходящий от материала трубопровода). С целью локализации течи прибор перемещается по трубе и делает запись звука течи непосредственно на месте ее образования. Данные характеристики, позволяющие использовать прибор в неметаллических трубах и тру-

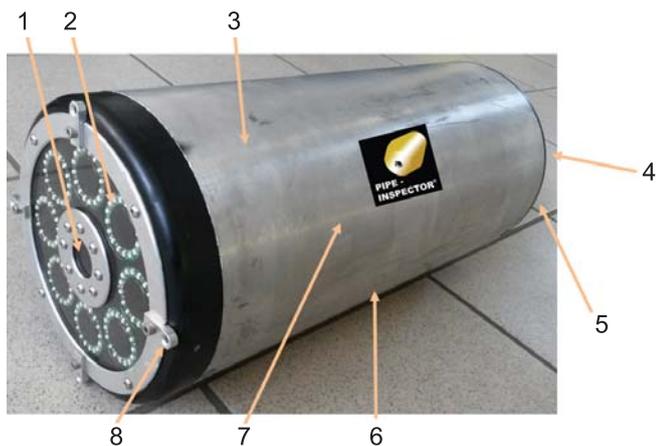


Рис. 1. Контрольно-измерительное устройство Pipe-Inspector®

1 – ID-камера; 2 – светодиодная подсветка; 3 – система измерения расстояния и передатчик обнаружения; 4 – обслуживающий элемент; 5 – датчики температуры и давления; 6 – аккумуляторы; 7 – регистратор данных и управляющая электроника; 8 – крепление для парашюта (опционально)

бопроводах большого диаметра, являются основополагающими при выборе заказчиками компании *MTA-Messtechnik GmbH* (Австрия).

Основные направления использования контрольно-измерительного устройства Pipe-Inspector® для канализационных трубопроводов:

определение мест с большими отложениями для оценки необходимости очистки канала;

обнаружение мест протечек или повреждений;

проведение своевременного технического обслуживания;

возможность обследования участков канала большой протяженности.

Контрольно-измерительное устройство Pipe-Inspector® выпускается для канализационных трубопроводов различных диаметров. В таблице дано сопоставление диаметра трубопровода и размера капсулы.

Обследование трубопровода осуществляется за счет движения капсулы в потоке сточной воды с минимальным уровнем порядка 4 см. При этом возможно исследование участков протяженностью до 10 км.

При применении устройства Pipe-Inspector® в напорной канализации оценивается объем отло-

Диаметр трубопровода DN, мм	Диаметр капсулы, мм
PW 1 100–250	60
PW 2 200–400	125
PW 3 450–800	250
PW 4 800–1500	400
PW 5 1200–3000	500/850

жений в трубопроводе, проводится визуальный контроль деформаций. Таким образом, обработка данных, полученных с помощью Pipe-Inspector®, позволяет фиксировать повреждения, документировать видео- и фотоматериалы и др. По сравнению с традиционными методами видеоконтроля прибор Pipe-Inspector® позволяет проводить предварительное обследование канализационного канала без необходимости его предварительной очистки, характеризуется низкими эксплуатационными затратами. Система также позволяет осуществлять контроль труднодоступных мест трубопроводов, например в аэропортах, на автомагистралях.

Для обследования водопроводных труб используются капсулы, которые позволяют проводить видеоконтроль трубопроводов диаметром 100–3000 мм. При этом основными преимуществами Pipe-Inspector® являются оптическая регистрация и оценка внутренней поверхности трубы, обнаружение утечки без внешнего импульсного воздействия, непосредственный прием сигнала «шума» при обнаружении утечки независимо от материала трубы, возможность работы в трубах большого диаметра и в труднодоступных местах.

Прием сигнала «шума» для обнаружения значительных утечек в стальных трубах, регистрация давления в рабочих условиях, измерение толщины стенок и длины трубы возможны при расходе воды 10 л/ч и давлении 5 бар (или 50 л/ч) для напорных трубопроводов всех размеров.

При проведении обследования контрольно-измерительное устройство Pipe-Inspector® запускается в напорный трубопровод через фитинги с помощью специального выдвижного шлюза и извлекается в заранее заданной конечной точке. Диаметр фитингов должен быть, по крайней мере, вдвое меньше, чем диаметр трубопровода (рис. 2). Для изъятия прибора из напорного тру-

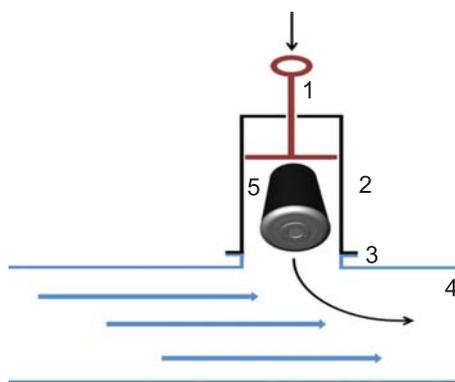


Рис. 2. Ввод прибора в напорный трубопровод
1 – механизм для ввода; 2 – входной шлюз; 3 – тройник с шибером; 4 – трубопровод; 5 – Pipe-Inspector®

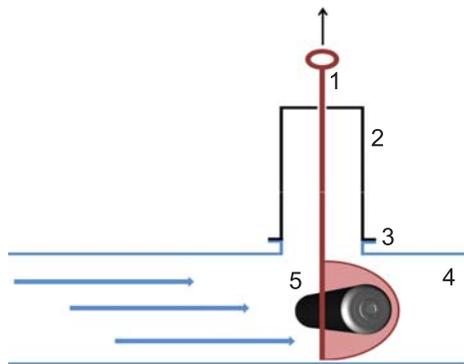


Рис. 3. Изъятие прибора из напорного трубопровода
1 – механизм с защитной сеткой; 2 – выходной шлюз; 3 – тройник с шибером; 4 – трубопровод; 5 – Pipe-Inspector®

бопровода используется механизм с защитной сеткой (рис. 3).

Оценка риска повреждений напорных трубопроводов или мест мельчайших утечек в первую очередь может проводиться с помощью видеоконтроля. Распространение звука записывается возле места утечки независимо от материала трубы и ее диаметра (рис. 4). В результате обработки протокола пройденного участка при фиксации показаний прибора по длине от мест утечки с одновременным анализом кривой давления определяется расстояние от отправного пункта или ближайшей точки измерения.

В начале 2016 г. компания *MTA-Messtechnik GmbH* получила заказ от водоканала города Westfriesedijk (Нидерланды). Предприятие обеспечивает водой до полутора миллионов частных домовладений, компаний и учреждений в провинции Северная Голландия. Целью инспекции было обнаружение мелких течей в водопроводной сети, а также возможность увеличения давления на отдельных участках. Проведенный ранее тест показал значительную потерю давления, обусловленную наличием течей в 28-дюймовом железобетонном трубопроводе длиной 3260 м. Некоторые места течей были обнаружены с по-



Рис. 4. Обнаружение утечек с помощью прибора Pipe-Inspector®

мощью обычных методов проверки с использованием наземных акустических микрофонов и были успешно устранены. Но это не решило задачу в целом, так как давление продолжало падать, что свидетельствовало о наличии скрытых течей, которые невозможно было обнаружить извне.

При проведении обследования водопровода в Северной Голландии компания *MTA-Messtechnik GmbH* применила 8,8-дюймовый (*DN 225 мм*) прибор. Для запуска и извлечения системы Pipe-Inspector® при помощи фитингов потребовалась всего лишь минимальная адаптация – установка шлюза в месте фланцевого соединения трубопровода (рис. 5).

Оборудованный 19,6-дюймовым (*DN 500 мм*) вытягивающим парашютом, обеспечивающим непрерывное движение вперед и преодоление кульверт, прибор осуществил видеозапись (30 fps HD-video) дефектов по всей протяженности водопровода. Таким образом была получена полная информация о возможных местах повреждений, отложений, нахождении посторонних предметов и их расположении.

Постоянная скорость движения Pipe-Inspector® обеспечивалась с помощью мобильной установки измерения скорости потока Schmidt Watertechnik, которая располагалась в месте окончания движения прибора. Скорость потока замерялась в течение всего времени движения прибора (рис. 6).

Основываясь на непрерывной записи кривых давления, во время проведения инспекции были выявлены и локализованы четыре кульверты. В ходе выполненной работы были получены оптические и акустические данные. Устройство Pipe-Inspector® позволило провести видеозапись и из-



Рис. 5. Запуск и извлечение прибора с помощью шлюза на фитингах



Рис. 6. Мобильная установка измерения скорости потока на месте окончания инспекции

мерения пройденной дистанции с точностью до $\pm 39''$ (1 м). Так как кульверты – это особо чувствительные места водопроводной сети, их инспекция проводилась с особой тщательностью. В одной из кульверт с помощью видеосъемки обнаружили небольшое количество осадка. Помимо некоторого количества гравия, мелких камней и постороннего предмета в форме молотка записанные видеоданные показали, что трубопровод находится в хорошем состоянии (рис. 7).

Обнаружение утечек с внутренней стороны трубы имеет точность $\pm 39''$ (1 м). Поскольку для движения вперед прибор Pipe-Inspector® использует только поток воды, он не создает дополнительных имманентных шумов, которые могут повлиять на результаты измерений. Таким образом, в точке 3,566 ft (1,087 м) от начала движения прибор Pipe-Inspector® обнаружил акустическую



Рис. 7. Посторонний объект в трубопроводе

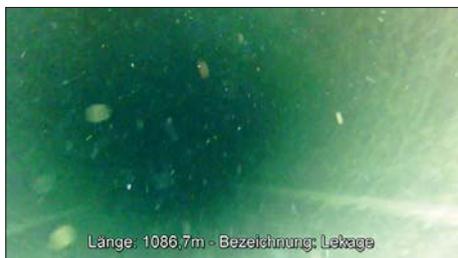


Рис. 8. Течь в трубопроводе



Рис. 9. Протечка, обнаруженная после экскаваторных работ

аномалию, указывающую на утечку, не замеченную при предыдущих измерениях наземным микрофоном (рис. 8).

Основываясь на результатах инспекции с помощью Pipe-Inspector®, фирма-заказчик дала поручение строительной компании провести экскаваторные работы. Протечка была обнаружена именно в том месте, которое указал прибор, и в итоге успешно устранена (рис. 9). Имея достоверные данные об общем состоянии водопроводных магистралей, водоканал получил возможность увеличить давление в трубопроводе по заранее намеченному плану.

По результатам проведенных инспекционных работ прибор Pipe-Inspector® зарекомендовал себя надежным незаменимым помощником там, где традиционные методы проверки состояния трубопроводов не эффективны или не дают полной картины. Приспособленный для преодоления изгибов труб в 90° прибор может применяться в трубопроводах с номинальным диаметром от 100 до 3000 мм независимо от их конструкционного материала.

Инвентарные данные по напорным трубопроводам не всегда бывают доступны. Нередко отсутствуют и данные по установочным фитингам, соединителям, высшим и низшим точкам, по регистрации давления в рабочих условиях и визуальной оценке состояния трубопровода. Система Pipe-Inspector® собирает всю эту информацию, проводит оптическую визуальную инспекцию магистральных трубопроводов, обнаруживает зоны протечек на протяженных участках в процессе эксплуатации.

Предоставленные данные о состоянии трубопровода используются для принятия дальнейших технологических и экономических решений и оценки управления рисками.

Cableless video inspection of pipelines with the help of built-in system of leak detection

S. PETSCHNIG¹, M. HUAINIG², A. A. OVSIANKIN³, F. I. LOBANOV⁴

¹ Petschnig Sylvia, Head of Marketing, MTA-Messtechnik GmbH

14–6 Handelsstraße, A-9300, St. Veit an der Glan, Austria, tel.: +43 (4212) 714-91-15, e-mail: s.petschnig@mta-messtechnik.at

² Huainig Michael, Qualified Engineer, Technical Director, MTA-Messtechnik GmbH

14–16 Handelsstraße, A-9300, St. Veit an der Glan, Austria, tel.: +43 (4212) 714-91-16, e-mail: m.huainig@mta-messtechnik.at

³ Ovsiankin Andrei Anatol'evich, Head of Business Development, «KNTP» LLC

Build. 2, 10B Vostriakovskii Passway, 117403, Moscow, Russian Federation, tel.: +7 (499) 372-14-12, e-mail: a.ovsyankin@kntp-pro.ru

⁴ Lobanov Fedor Ivanovich, Professor, Doctor of Chemistry, President, «KNTP» LLC

Build. 2, 10B Vostriakovskii Passway, 117403, Moscow, Russian Federation, tel.: +7 (499) 372-14-12, e-mail: f.lobanov@kntp-pro.ru

The main application areas of Pipe-Inspector[®] inspection device designed to carry out video inspection of water distribution pipelines and sewers for long distances (up to 50 km) without interrupting the operation are considered. The acoustic system of leak detection provides for the high picture quality and additional photographic recording. The main areas of using Pipe-Inspector[®] for sewer inspection are: detection of sections with big deposits to evaluate the necessity of cleaning the canal; detection of leaks or damages; routine maintenance; possible inspection of long canal sections. As an illustration the use of Pipe-Inspector[®] system for the inspection of the water distribution system in Westfriesedijk, The Netherlands is presented. The municipal water company supplies water to 1.5 million private houses, companies and institutions.

Key words: water supply and wastewater disposal systems, pressure pipeline, cableless video inspection, acoustic system of leak detection.

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!

21 ноября 2016 г. отмечает свое 75-летие **ФЕДОР ИВАНОВИЧ ЛОБАНОВ**, доктор химических наук, профессор, академик Международной академии информатизации, член Общественного совета при Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, известный специалист в области охраны окружающей среды и водных ресурсов.

Ф. И. Лобанов окончил химический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова. В 1970–1971 годах его деятельность была связана с Высшей технической школой института Цюриха. В 1975 г. преподавал в Гаванском университете. Научно-педагогическую деятельность Федор Иванович успешно сочетал

с производством, занимая должности заместителя начальника аттестационного отдела ВАК СССР, главного инженера Гохрана СССР, генерального директора НПО «Медбиоэкономика», проректора по науке МГЗИПП.

С 1996 г. Федор Иванович – член совета директоров ЗАО «Компания Москва-Штокхаузен-Пермь», первого российского производителя порошкообразных флокулянтов. При его непосредственном участии введены в эксплуатацию завод «ЭкоТехноПарк» по утилизации коммунальных осадков в Москве и два крупнейших в стране завода по производству разбавленного гипохлорита натрия для питьевой воды в Санкт-Петербурге. С 2000 по 2009 г. он генеральный директор ООО «Шток-



хаузен Евразия», ООО «Дегусса Евразия», ООО «Ашленд Евразия». С 2009 г. и по настоящее время Ф. И. Лобанов – президент ООО «КНТ Плюс», ООО «КНТП».

Под руководством Ф. И. Лобанова защищено 25 кандидатских и 3 докторских диссертации. Он автор около 250 научных публикаций и статей, трех монографий, имеет 80 патентов. За достижения в области экологии воды в 1994 г. награжден почетной медалью «Бунте-Энглера» (Институт воды Бунте-Энглера Технического университета г. Карлсруэ, Германия).

Постоянное стремление двигаться вперед и плодотворная деятельность, направленная на развитие экологических техно-

логий, высокий профессионализм и компетентность снискали Федору Ивановичу глубокое уважение его коллег и партнеров.

Коллектив ООО «КНТП», друзья, коллеги, Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения, а также редколлегия и редакция журнала от всей души поздравляют Вас, уважаемый Федор Иванович, с юбилеем и желают Вам крепкого здоровья, счастья, успешной реализации всех намеченных планов и творческих замыслов! Пусть Ваша энергия и энтузиазм помогут Вам решать самые сложные задачи, а верные, любящие и ценящие Вас друзья и коллеги всегда будут опорой для Вас!