



Под контролем

Интернет вещей позволяет решать привычные задачи по-новому

Законные ВОЗМОЖНОСТИ

Как сэкономить на техническом перевооружении систем теплоснабжения

Деньги на ветер

или утилизация ПНГ?

Чек лист

Без чего нельзя обойтись в паровой системе





Дорогой коллега,

Это послание — приглашение в закрытый Клуб, участником которого может стать только тот, кто увлечен своей профессией и всегда стремится к тому, чтобы узнавать новое и делать привычные вещи лучше, — «Клуб правильных инженеров». Если мое послание сейчас перед Вами, значит, один из членов нашего Клуба дал Вам блестящую рекомендацию, и Вы — именно тот, для кого мы, команда «Первого инженера», создаем свой информационный журнал — «Клуб ПИ».

За годы своей работы в индустрии мои коллеги и я неоднократно сталкивались с задачами, решение которых представлялось настоящим вызовом сложившейся практике, с недостатком собственных знаний и с неготовностью предприятий и инфраструктуры к большим переменам. Успешное решение каждой такой задачи повышает компетенцию и дает ценный опыт, делиться которым я считаю необходимым во имя общего движения вперед. И я надеюсь на то, что наш «Клуб ПИ» станет площадкой открытого общения и объединит на своих страницах настоящих инженеров — авторов и читателей журнала.

Статьи в журнале будут готовиться внутри компании, а их тематика будет определяться, исходя из актуальных проблем и задач в области проектирования и эксплуатации объектов энергетической инфраструктуры, встречаемых нашими экспертами на предприятиях заказчиков. Я уверен в том, что моим коллегам есть что сказать, а читателей журнала призываю к тому, чтобы ставить перед нами вопросы, на которые мы сможем найти ответ вместе.

Итак, я с волнением представляю Вам наш первый выпуск и надеюсь, что знакомство с ним будет для Вас интересным и полезным.

Михаил Баклыгин
Генеральный директор
ООО «Первый инженер»

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

Константин Иржавцев
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ. ОБЗОР РЕШЕНИЙ
В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА

3

Вадим Гуляев
НЕ ДОПУСТИТЬ ПОТЕРЬ: БЕСПРОВОДНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

7

Владимир Гриненко
ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ СИСТЕМ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТОВАРНО – СЫРЬЕВОЙ
БАЗЫ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

8

Дмитрий Балюк
СТРУКТУРЫ ПОСТРОЕНИЯ ПКС
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

9

Олег Бусыгин
ДЕНЬГИ НА ВЕТЕР. ОБ УТИЛИЗАЦИИ
ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

11

Диана Синькова
УТРАЧЕННЫЕ ОТКРЫТИЯ И ИЗОБРЕТЕНИЯ
НИКОЛЫ ТЕСЛЫ

13

Редакция:

Мы будем рады острым вопросам, критическим замечаниям и новым идеям, которые помогут нам сделать "Клуб ПИ" более актуальным и полезным для читателей. Если у вас появится вопрос по опубликованным в журнале материалам, присылайте его в редакцию, и автор статьи обязательно ответит вам.

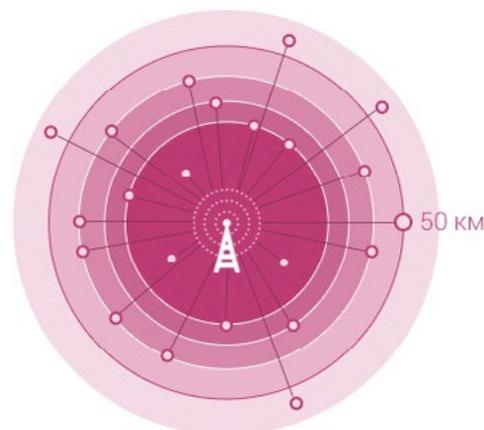
Если вы считаете, что наш журнал будет интересен вашим коллегам, дайте нам знать, и мы включим их в список рассылки. Ждем ваших писем на club@1-engineer.ru

В ФОКУСЕ

Константин Иржавцев

Эксперт компании «Первый инженер»

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ. ОБЗОР РЕШЕНИЙ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА



Получивший в последнее время широкое распространение термин «Интернет вещей» и связанная с ним технология уже нашли свое применение в быту. К Интернету уже подключены телевизоры, холодильники, камеры видеонаблюдения, системы освещения и т.п.

В тоже время в другие сферы, в частности, в промышленность, «Интернет вещей» проникает с большим трудом. Не в последнюю очередь это связано с тем, что в промышленности Интернет приходится конкурировать с существующими обширными и разнообразными системами коммуникаций. Учитывая необходимость защиты от стороннего проникновения и кражи коммерческой информации, интеграция конечного оборудования в Интернет вызывает дополнительные сомнения.

Тем не менее, развитие технологии «Интернет вещей» дало толчок к развитию беспроводных технологий, применение которых до недавнего времени было невозможно. Речь идет о беспроводных технологиях с ультранизким энергопотреблением. Одним из вариантов их реализации являются автономные беспроводные устройства, работающие в энергоэффективных сетях дальнего радиуса действия LPWAN (Low-power Wide-area Network).

На текущий момент наиболее широкое распространение данная технология получила в системах учета услуг ЖКХ, но мы в настоящей статье рассмотрим некоторые решения для промышленности, сельского хозяйства и объектов инфраструктуры.

Что такое LPWAN

LPWAN — новый тип беспроводных сетей, разработанный для передачи данных телеметрии различных устройств на дальние расстояния для приложений, нетребовательных к скорости передачи данных.

По принципу работы LPWAN схож с сетями сотовой связи. LPWAN использует топологию «звезда», где каждое устройство напрямую передает данные по радиоканалу на базовую станцию. Станция принимает сигналы от всех устройств в радиусе своего действия и ретранслирует полученные данные на сервер, используя доступный канал связи: Ethernet, сотовую связь, спутниковую связь. Сервер осуществляет обработку и архивирование данных, а также предоставляет данные пользователям. Для обеспечения глобального доступа пользователи получают данные через Интернет или посредством сотовой связи.

На данный момент не существует единого стандарта передачи данных в сетях LPWAN, и различные производители предлагают соб-

ственные решения, характеристики которых существенно отличаются по отдельным параметрам.

Для обеспечения доступа пользователей к сетям LPWAN производители по аналогии с сотовыми операторами разворачивают собственные сети и предоставляют услуги по подключению к этим сетям.

Пользователи устанавливают устройства, оснащенные радиомодемами, поддерживающими соответствующий стандарт беспроводной связи, подключают данные устройства к сети оператора и получают доступ к данным с этих устройств.

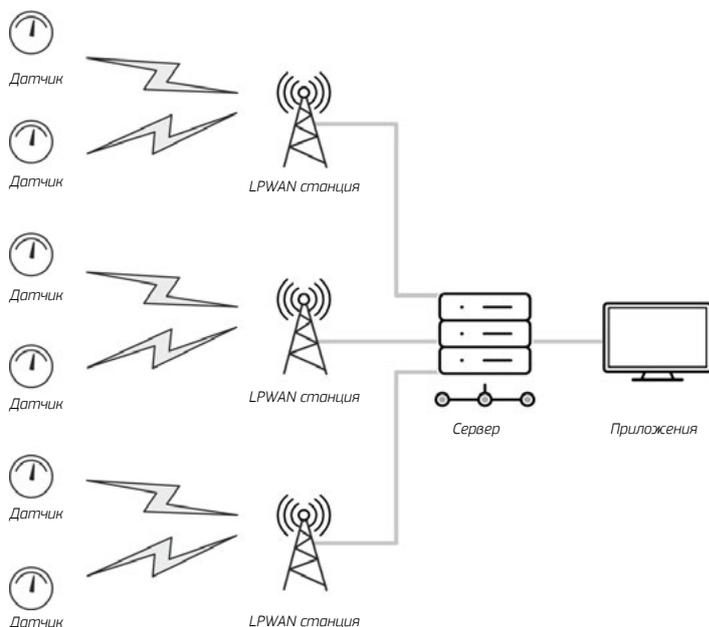


Рисунок 1. Архитектура сетей LPWAN

На данный момент в мире существует несколько сетей LPWAN. Так, например, LPWAN французской компании Sigfox имеет покрытие в нескольких странах Европы и отдельных городах европейских государств. Российская компания СТРИЖ по данным на 2015 г. имеет развернутые сети в городах: Москва (включая Московскую область), Санкт-Петербург, Пермь, Уфа, Грозный, Новокуйбышевск, Ставрополь и Сыктывкар.

Таблица 1. Стандарты и технологии сетей LPWAN

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	LoRaWAN	СТРИЖ	SigFox	Weightless	Nwave	Dash7
Дальность	2-5 км в городе, до 45 км вне города	До 40 км	10 км в городе, до 50 км вне города	2-5 км	10 км	5 км
Частота	Различная, менее 1 ГГц	868,8 МГц	Частотно независимая сеть, 868/902 МГц	Менее 1 ГГц	Менее 1 ГГц	Различная, менее 1 ГГц
Скорость передачи	0,3-50 кбит/с, адаптивно	50 б/с	10-1000 бит/с	до 100 кбит/с	100 бит/с	167 кбит/с
Потребление энергии	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое
Аутентификация	Да	Да	Да	Да	Да	Да
E2E шифрование	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Диапазон ISM	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Работа при значительной застройке	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Полная двунаправленность	Да, в зависимости от режима	Да	Нет	Да/Нет*	Нет	Да
Апгрейд ПО "по воздуху"	Да	Нет	Нет	Да/Нет*	Нет	Да
Поддержка сенсоров, движущихся между хабами	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да
Местонахождение сенсора известно	Да	Триангуляция по RSSI	Нет	Да/Нет*	Нет	Да
Масштабируемость	Да	Да	Да	Да/Нет*	Да	Да
Стандарт	LoRaWAN	Нет	Нет	Weightless	Weightless	ISO/IEC 18000-7

* - в зависимости от стандарта Weightless-P, Weightless-N, Weightless-W

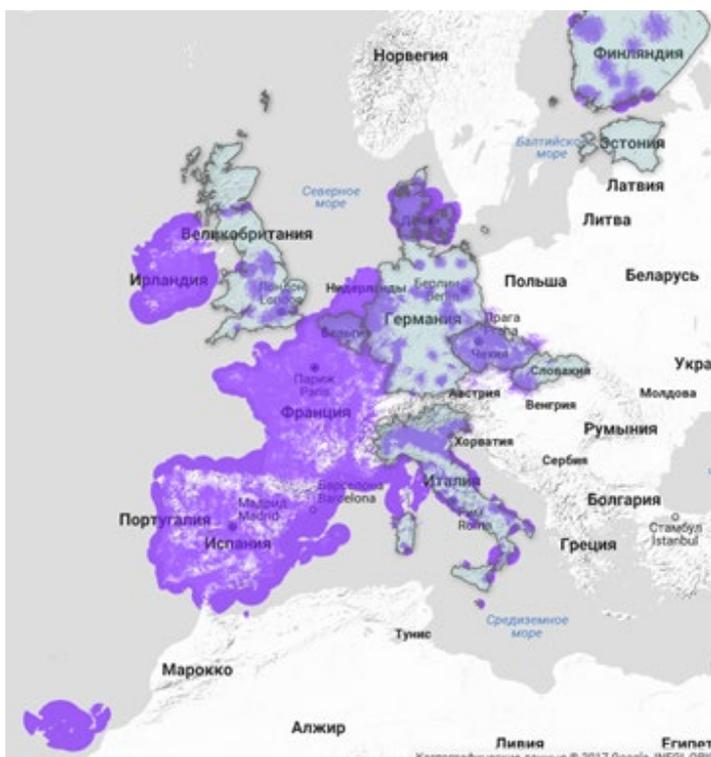


Рисунок 2. Карта зоны покрытия сети Sigfox в Европе



Рисунок 3. Беспроводные датчики фирм «СТРИЖ Телематика» (Россия) и Libelium Waspmote Plug & Sense (Испания)

Беспроводные датчики

Беспроводные датчики, работающие в сетях LPWAN, по сути, представляют собой классические аналоговые датчики и/или дискретные датчики, сопряженные с измерительным преобразователем, который осуществляет преобразование измерений в физические

величины контролируемых параметров и их оцифровку. Также в состав беспроводных датчиков входит радиомодем для работы в сетях LPWAN и батарейный блок для питания устройства. При необходимости устройства могут оснащаться модулями GPS/ГЛОНАСС или других систем глобального позиционирования.

Отличие от классических решений состоит в том, что устройство большую часть времени находится в режиме ультранизкого энергопотребления в так называемом «спящем» режиме, и активируется на короткий промежуток времени, составляющий буквально несколько секунд. В активном режиме устройство получает данные от подключенных датчиков, производит необходимые процедуры самодиагностики, включающие, в частности, измерение остаточного уровня заряда батареи и передает полученные данные на базовую

станцию. В зависимости от частоты передачи телеметрической информации, благодаря большим периодам, когда устройство находится в «спящем» режиме и незначительным периодам активности, беспроводные датчики могут работать на одной батарее значительный промежуток времени. Некоторые производители заявляют, что продолжительность работы таких устройств на одной батарее при периоде опроса один раз в час достигает 10 лет.

Фактически в качестве аналогового датчика в LPWAN-устройствах могут использоваться любые существующие датчики. Однако, зачастую, применение типовых датчиков, не адаптированных к жестким условиям, которые накладывает режим ультранизкого энергопотребления, может приводить к значительному сокращению времени автономной работы. Поэтому производители предлагают собственные решения, полностью оптимизированные для низкого энергопотребления датчиков. На данный момент производители предлагают большой набор такого рода беспроводных датчиков, позволяющих контролировать широкий спектр параметров: температура, влажность, давление, концентрация различных веществ, скорость и направление ветра, количество осадков, уровень различного вида излучений и т.п.

Решения на базе LPWAN

Система определения наличия автомобиля

Рост городов и, как следствие, лавинный рост количества личного транспорта приводят не только к увеличению трафика и пробок на дорогах, но также значительно затрудняет поиск парковочных мест как непосредственно на городских улицах, так и на закрытых парковках. Зачастую водителю приходится тратить время на поиск свободного парковочного места, что приводит к дополнительному расходу бензина и загрязнению окружающего воздуха.

Беспроводные системы контроля определения наличия автомобиля, устанавливаемые на парковочных местах, позволяют через информационные системы уведомлять водителя о свободных местах на парковке. В зонах платных парковок такие информационные системы в совокупности с другими решениями могут также позволить заранее бронировать и оплачивать парковочные места.

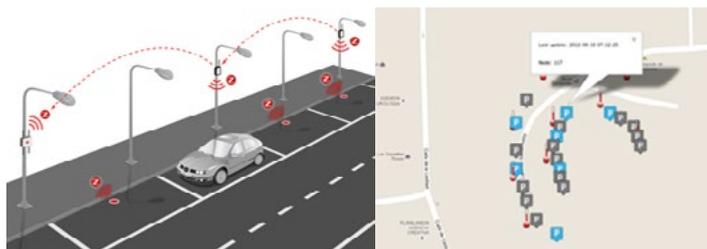


Рисунок 4. Беспроводное оборудование в системах управления парковками

Система контроля за сельскохозяйственными культурами

Отсутствие физической коммуникационной инфраструктуры в сельской местности создает дополнительные ограничения при реализации проектов в сельском хозяйстве. Использование беспроводных технологий с автономными источниками питания позволяет в значительной мере снять эти ограничения.

Набор датчиков: контроль температуры и влажности почвы, диаметра стволов и стеблей, уровня солнечной активности, влажности и температуры окружающего воздуха, скорости и направления ветра, концентрации удобрений и др. позволяет точно определять момен-

ты необходимости и количества орошения, внесения удобрения, снятия урожая и других организационных мероприятий.

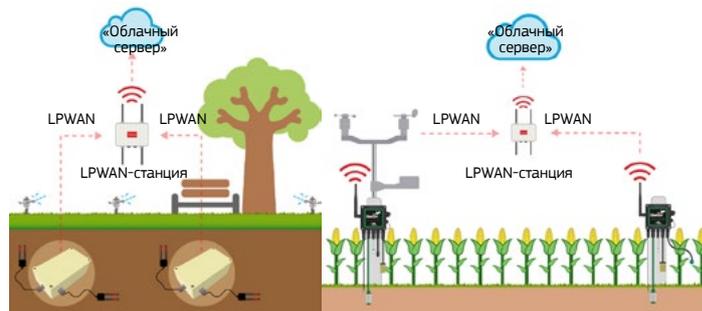


Рисунок 5. Беспроводные датчики в системах контроля за сельскохозяйственными культурами

Системы мониторинга окружающей среды

Усложняющаяся с каждым годом экологическая ситуация, и, как следствие, ужесточающиеся законодательные и нормативные требования в сфере контроля различного рода загрязнений, приводят к необходимости повсеместного внедрения систем мониторинга окружающей среды.

Использование для этих целей беспроводных автономных устройств может значительно расширить территориальный охват таких систем и позволит устанавливать датчики контроля в местах, ранее не доступных для существующих систем мониторинга, что, в свою очередь, даст возможность более точно контролировать и прогнозировать экологическую обстановку.

Для решения задач мониторинга окружающей среды в состав беспроводных устройств могут входить датчики температуры, влажности, концентрации CO₂/VOC, освещенности, шума, скорости и направления ветра.

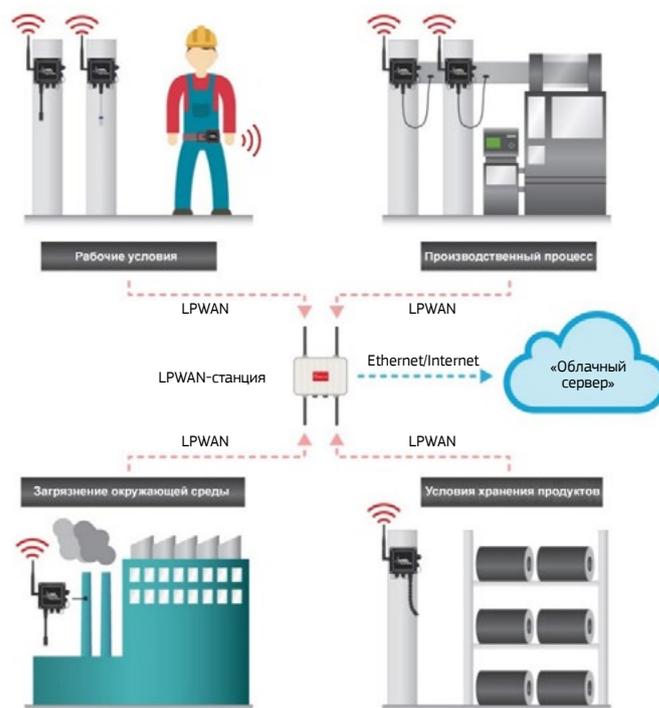


Рисунок 6. Беспроводные датчики в системах мониторинга окружающей среды

Помимо задач мониторинга окружающей среды аналогичные решения могут быть использованы для контроля состояния рабочих параметров на промышленных предприятиях. Беспроводные решения позволяют значительно расширить возможности контроля данных параметров за счет установки датчиков в местах, в которых размещение проводных датчиков является затруднительным или даже невозможным. Для оперативного контроля рабочих параметров в опасных зонах сотрудники, работающие в таких зонах, могут снабжаться носимыми беспроводными датчиками, которые также могут оснащаться аварийными кнопками обратной связи или системами контроля состояния человека: пульсометрами, датчиками давления и т.п.

Системы обнаружения лесных пожаров

Ежегодные пожары на обширных лесных территориях наносят ощутимый материальный ущерб, приводят к жертвам и становятся причиной экологических катастроф, а предупреждать пожары и, тем более бороться с ними крайне непросто ввиду большой площади лесов и удаленности инфраструктуры.

Появление беспроводных систем для раннего обнаружения лесных пожаров может приблизить решение данной задачи. Комплексы беспроводных датчиков, которые благодаря технологиям построения mesh-сетей (сетей ячеистой топологии), позволяющим передавать данные как непосредственно на базовую станцию, так и транзитом через ближайшие датчики, дают возможность покрывать такой сетью десятки и сотни километров. В отдаленных местах, где отсутствует какая-либо возможность передавать данные на базовые станции, подобные комплексы могут применяться в совокупности с системами наблюдения с воздуха, например, с помощью вертолетов, дирижаблей или, в перспективе, с помощью автоматических дронов, которые могут осуществлять регулярное патрулирование и собирать данные с изолированных удаленных участков лесного массива.

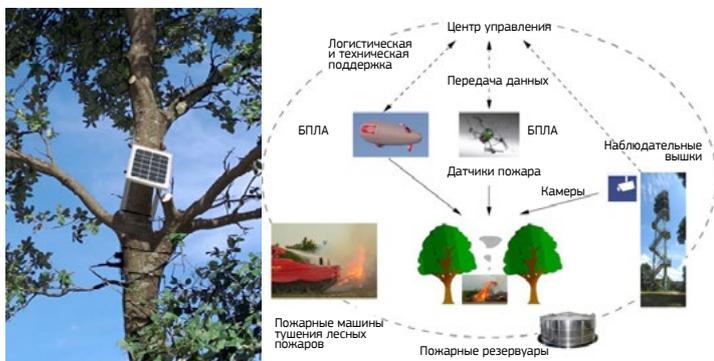


Рисунок 7. Беспроводные системы обнаружения лесных пожаров

Мониторинг мостов и сооружений

В настоящее время многие мостовые конструкции и сложные архитектурные сооружения оснащаются системами деформационного мониторинга на стадии проектирования. Но большинство мостов, зданий и сооружений не имеют таких систем. Решение этой задачи мо-



Рисунок 8. Беспроводные датчики в системах мониторинга мостов

жет предупредить возможное обрушение этих конструкций, а значит поможет избежать не только значительного материального ущерба, но и человеческих жертв. Особую сложность в решении проблемы мониторинга представляют сооружения, расположенные вдали от основных коммуникаций связи и энергоснабжения.

Мониторинг трубопроводов

Из-за большой протяженности трубопроводов мониторинг трубопроводных систем, предназначенных для транспортировки воды, газа, нефти и других продуктов, представляет непростую с технической точки зрения задачу, а также требует значительных материальных затрат. В тоже время поддержание таких трубопроводных систем в рабочем состоянии, а тем более ремонт и устранение возникающих неисправностей, не менее, если не более затратны.

Использование беспроводных датчиков позволяет диагностировать возможные нештатные ситуации на ранней стадии. Помимо этого, автономные беспроводные датчики, не требующие внешнего питания, могут быть расположены по всей длине трассы трубопровода, что позволяет локализовать место повреждения и обеспечить более оперативный выезд ремонтной бригады.



Рисунок 9. Беспроводные датчики в системах мониторинга трубопроводов

Заключение

Представленные в данной статье решения охватывают лишь незначительную часть задач, в которых могут быть использованы беспроводные устройства с ультранизким энергопотреблением, работающие в сетях LPWAN.

Сдерживающим фактором в распространении беспроводных устройств является общее несовершенство и «необкатанность» технологии. В частности, большие вопросы вызывает надежность работы беспроводной сети за продолжительные промежутки времени, а также заявляемые производителями сроки автономной работы, которые на практике могут оказаться существенно ниже. Высокие риски применения беспроводных технологий LPWAN накладывает также отсутствие единых стандартов, которые есть, например, в сетях сотовой связи. Отсутствие единых стандартов может, в конечном итоге, привести к т.н. «отказу в обслуживании», когда компания, продвигающая свой стандарт и оборудование, работающее только в одном определенном стандарте, по тем или иным причинам уходит с рынка и оставляет пользователя с оборудованием, несовместимым со стандартами других производителей.

Несомненно то, что эти трудности носят временный характер, и будут разрешены с развитием технологий и рынка беспроводных автономных устройств, применение которых для решения задач телеметрии в промышленности, сельском хозяйстве и других областях представляется весьма перспективным, а в задачах, связанных с мониторингом удаленных объектов, чуть ли не единственным.

Источники:

1. www.strij.tech. Стриж-Телематика (Россия)
2. www.libelium.com. Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L (Испания)
3. www.sigfox.com/. SIGFOX (Франция)
4. www.ru.wikipedia.org.

КСТАТИ...

Вадим Гуляев

Директор по работе
с корпоративными заказчиками
компании «Первый инженер»

НЕ ДОПУСТИТЬ ПОТЕРЬ: БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сегодня ни у кого не вызывает сомнения, что, как и любое другое, энергетическое оборудование нуждается в периодической диагностике и сервисном обслуживании. Отлично осознавая, какие проблемы и издержки влечет за собой выход оборудования из строя, большинство предприятий довольно добросовестно выполняет рекомендации производителей в части периодичности технического обслуживания. Так, например, диагностику состояния установленных на предприятии конденсатоотводчиков рекомендуется проводить 1-2 раза в год. Однако, даже четкое следование таким регламентам не избавляет от риска поломок в интервалы между проверками. И, учитывая, что количество конденсатоотводчиков на предприятии измеряется сотнями, а установлены они бывают в самых недоступных глазу местах, скорее всего, выход конденсатоотводчика из строя (если он произойдет на следующий день после успешно пройденной проверки) никем не будет замечен до следующего осмотра. Или до производственной аварии, вероятность которой очень высока в случае, если конденсатоотводчик сломается в закрытом положении.

Поэтому, очевидно, что рекомендуемый интервал между проверками в 6-12 месяцев едва ли отвечает требованиям безопасного и экономичного производства. Скорее можно сказать, что это максимально допустимый интервал, обозначаемый производителями из реалистичных соображений: диагностика еженедельная, а тем более ежедневная потребовала бы полного вовлечения эксплуатационного персонала в ущерб другим задачам, а потому вряд ли даже самые ответственные предприятия смогли бы выполнять ее в таком режиме.

Автоматизация системы мониторинга — очевидный ответ на эти сложности: специальный датчик, установленный прямо на конденсатоотводчике, сможет вовремя сигнализировать о выходе его из строя

и не допустить потерь пролетного пара, повышения противодавления в конденсатной линии или гидроудара. Но идеи об автоматизации долгое время оставались только на бумаге: конденсатоотводчиков сотни, и они рассредоточены по всему предприятию, а значит, вокруг системы пришлось бы сплести гигантскую паутину проводов, дорогостоящую и затрудняющую обслуживание другого оборудования.

Развитие беспроводных технологий позволяет по-новому подойти к этой задаче и снизить потери пара за счет немедленного оповещения о проблемах с конденсатоотводчиками. В такой системе мониторинга на каждый конденсатоотводчик устанавливается беспроводной контактный датчик, работающий от батарейки, и с периодичностью 5-15 минут подающий сигнал по протоколу HART (данный протокол поддерживают 75% интеллектуальных устройств) на специальный хаб. Каждый хаб принимает сигналы от 25-80 датчиков и, обработав эти данные, транслирует их по проводной связи на АРМ оператора. Кроме того, датчики могут сами выступать в роли промежуточного хаба и транслировать данные на хаб с соседних датчиков в случае, если между данным датчиком и хабом пропадет связь (см. Рис 1). Срок службы батарейки в датчике составляет от 3 до 5 лет в зависимости от частоты отправки сигнала и температурных условий.

Что же касается срока окупаемости подобной системы, то я, думаю, инвестиции в систему мониторинга уместнее всего сравнить с приобретением страхового полиса, всю ценность которого приобретатель понимает в тот момент, когда происходит авария. В случае системы мониторинга эта ценность будет измеряться предотвращенными потерями пара, которые по самым скромным оценкам могут достигать от 0,3 до 1 млн. рублей в год всего на 1 конденсатоотводчике. А сколько конденсатоотводчиков в год выходит из строя на вашем предприятии?

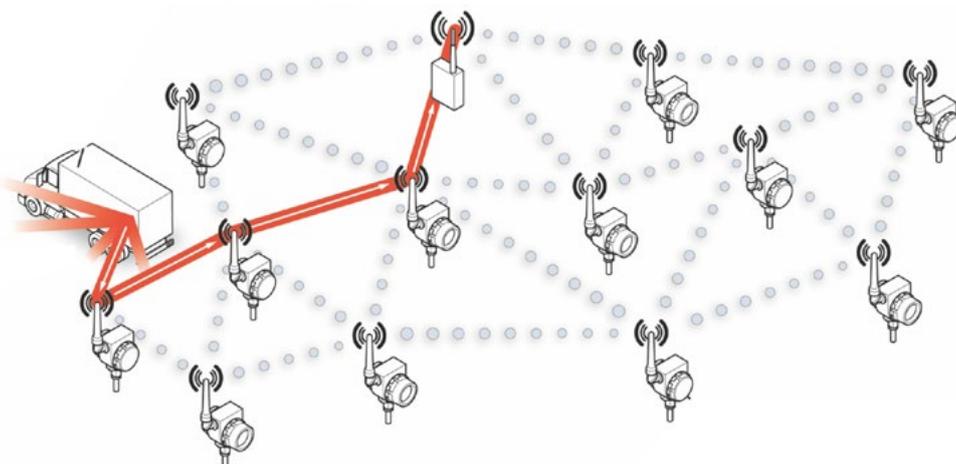


Рисунок 1. Схема беспроводной системы мониторинга состояния конденсатоотводчиков Armstrong.

ПО ВСЕМ ПРАВИЛАМ

Владимир Гриненко

Начальник управления
комплексного проектирования
компании «Первый инженер»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТОВАРНО – СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ



Поправки в действующих нормативно-технических документах (НТД), позволяющие сократить капитальные затраты, на которые следует обратить внимание при разработке рабочей документации на техническое перевооружение системы ТСБ СУГ.

Целью технического перевооружения или модернизации системы теплоснабжения товарно-сырьевой базы сжиженных углеводородов (ТСБ СУГ), как правило, являются следующие причины: снижение операционных затрат на эксплуатацию изношенного и морально-устаревшего оборудования, выполнение предписаний контролирующих органов. Для достижения этих целей существует два пути модернизации. Первый — замена устаревшего оборудования на современное, аналогичное по характеристикам, и второй путь — частичная или полная смена вида теплоносителя. В обоих случаях проектные решения должны приводить существующую систему теплоснабжения в соответствие с действующими требованиями НТД.

В первом варианте модернизации вид теплоносителя сохраняется. Как правило, это пар, реже — теплофикационная вода или антифриз. Во втором варианте модернизации, когда происходит частичная или полная смена вида теплоносителя, появляются участки технологических трубопроводов, обогреваемых греющим кабелем, шкафы КИП с электрообогревом. В этом случае дополнительно встает вопрос обогрева полов в открытых насосных.

В большинстве случаев существующая система обогрева полов использует в качестве теплоносителя воду или пар. Следует признать, что оба теплоносителя не обеспечивают надежную работу, поскольку представляют собой систему трубопроводов, замурованных в бетонное покрытие пола насосной. Такая система рано или поздно замерзает и выходит из строя. Восстановление требует значительных затрат. Выходом из данной ситуации до недавнего времени было устройство обогрева полов посредством греющего кабеля. Однако, затраты на устройство электрообогрева пола одной насосной могли достигать 10 млн. руб.

На сегодняшний день, если необходимость обогрева полов в открытых насосных не обуславливается потребностями технологии или безопасности, то согласно пункту 3.148 Приказа Ростехнадзора от 29.03.2016 N 125 устройство обогрева полов в открытых насосных не является обязательным: «В открытых насосных следует предусматривать обогрев пола при наличии обоснования в проектной документации».

В тех случаях, когда основным теплоносителем для системы теплоснабжения ТСБ является пар, им снабжаются эстакады слива и налива СУГ. В тоже время на эстакаду, как правило, подается инертный газ. При проведении ремонтных работ инертный газ и пар используются для исключения образования взрывоопасных смесей в системе.

В случае, если пар не требуется для иных нужд, например, отогревания оборудования, Пункт 2.2.15 Приказа Ростехнадзора от 07.11.2016 N 461 позволяет отказаться от пароснабжения сливно-наливной эстакады: «Для исключения образования взрывоопасных смесей в системах трубопроводов и коллекторов слива и налива нефтепродуктов при проведении ремонтных работ в проектной документации следует предусматривать подвод к ним инертного газа или пара с использованием специально предназначенного оборудования и (или) стационарных линий. Данное требование не распространяется на склады авиатоплив.»

Таким образом, гибкий подход в применении пункта 3.148 Приказа Ростехнадзора от 29.03.2016 N 125 и пункта 2.2.15 Приказа Ростехнадзора от 07.11.2016 N 461 при разработке Рабочей документации на техническое перевооружение системы теплоснабжения ТСБ СУГ, позволяет существенно сократить капитальные и операционные затраты при имплементации и эксплуатации оборудования и систем, заложенных в РД.

СТРУКТУРЫ ПОСТРОЕНИЯ ПКС ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Со скоростью урагана ПАР ворвался в исторический процесс, приводя своим горячим дыханием в движение огромные лопасти турбин технологического прогресса. Со времен промышленной революции многое изменилось, и паровой двигатель стал достоянием истории и фетишем поклонников стимпанка, но водяной пар без преувеличения остается королем промышленности. Удобство транспортировки, экономичность и безопасность выгодно отличают его среди других теплоносителей, и обеспечивают широкое распространение паровых систем в современном мире: от крупных нефтеперерабатывающих заводов до небольших пищевых производств.

Однако даже сегодня, когда казалось бы, о паре и его промышленном использовании известно все, нередки случаи просчетов и ошибок при проектировании и эксплуатации паровых систем, снижающих эффективность пароконденсатной системы как вследствие прямых потерь, так и в результате нереализованных возможностей для вторичного использования тепла. Эта статья — о том, как избежать первого и не упустить второго.

Паровая распределительная система — следим за давлением

Основной задачей паровой распределительной системы является доставка до конечного потребителя пара в нужном количестве и необходимого качества.

Если с количеством, как правило, проблем нет, то качество, как показывает практика, всегда страдает: вопросы сухости пара, наличие примесей, удаление неконденсирующихся газов и механических включений, как правило, остаются без внимания. Это зачастую приводит к проблемам с теплообменом, гидроударам, высокой интенсивности коррозии в трубопроводах и выходу из строя органов регулирования. Предотвратить данные проблемы можно за счет установки паровых сепараторов, специальных дренажных карманов и воздушников, а также за счет качественной водоподготовки исходной воды.

Ключевым моментом проектирования паровой системы является принципиальная организация схемы «источники-потребители», представляющей из себя сложную паутину, в которой объекты с различными технологическими требованиями к подаваемому на них

пару, должны быть связаны и с источником тепла и между собой таким образом, чтобы обеспечить максимально рациональное использование тепловой энергии.

Пар транспортируется от источников к потребителям в перегретом виде, что позволяет избежать его увлажнения при транспортировке и подать пар в теплопотребляющее оборудование в слабо перегретом виде. Применение в теплопотребляющем оборудовании насыщенного или слабо перегретого пара позволяет минимизировать площадь теплообмена и повысить эффективность передачи потенциального тепла.

В зависимости от требуемых параметров пар подается на объекты с определенным давлением. На промышленных предприятиях применяется система унифицированных давлений. В основном используется следующая линейка давлений: пар высокого давления (выше 10 МПа), пар среднего давления (от 1,6 до 10 МПа) и пар низкого давления (от 0,1 до 1,6 МПа).

Именно технологические требования являются определяющими при организации эффективной пароконденсатной системы, в которой сети разных давлений связаны между собой посредством теплообменного оборудования, теплопотребляющих установок, РОУ, источников выработки вторичных энергоресурсов, отборов паровых турбин таким образом, что при этом образуется система ступенчатого снижения давления, так называемая, «каскадная» схема. (рис.1)

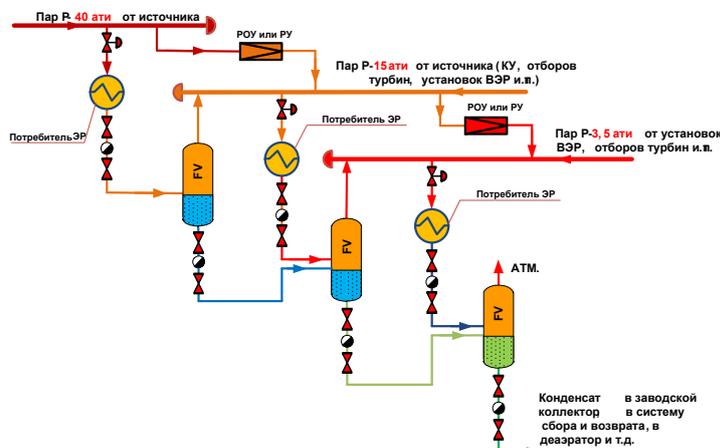


Рисунок 1. Пример организации схемы ступенчатого снижения давления и использования пара разных параметров.

Применение «каскадной» схемы экономически обосновано в большинстве случаев: многоступенчатое потребление наилучшим образом отвечает требованиям эффективного и экономичного потребления энергоресурсов.

Исходя из начальных условий пароснабжения предприятия со стороны внешних источников, либо внутренних, задача разработчика состоит в том, чтобы найти оптимальное решение по количеству паровых распределительных сетей, их протяженности, использованию повышенных или пониженных параметров теплоносителя, ставя во главу угла требования технологических процессов.

Транспортировка пара при повышенном давлении экономически обоснована, поскольку при повышении давления уменьшается удельный объем пара, а значит для транспортировки теплоносителя нужны трубопроводы меньших диаметров, что влечет за собой сокращение инвестиционных затрат при их строительстве и минимизацию тепловых потерь в ходе эксплуатации. Эксплуатация же сетей пара с пониженным давлением (например, 0,3 МПа), требующая больших диаметров трубопроводов (Ди 400-500), не только влечет за собой высокие потери и сложности в транспортировке пара на большие расстояния, но и повышает риски возникновения нештатных ситуаций, поэтому в последнее время большинство предприятий отказывается от них.

Также актуальным является вопрос редуцирования пара. Для поддержания давления в паровых коллекторах используется редуцирование пара более высокого давления. Прямое редуцирование пара экономически не всегда целесообразно, энергия перехода пара с одного давления в другое расходуется только на получение перегрева и повышение сухости пара, не проводя работу. Если по технологическим условиям происходит постоянное редуцирование большого количества пара с достаточным перепадом давления, целесообразно в таком случае применять противодавленческие турбины малой мощности. При этом кинетическая энергия пара, теряемая при дросселировании, может быть полезно использована как для привода компрессора или насоса, так и для генерации электроэнергии.

Сбор и возврат конденсата — ни капли мимо.

Образующийся при полезном использовании тепла пара конденсат представляет собой вторичный тепловой ресурс. Вне зависимости от параметров пара использование остаточной теплоты конденсата является экономически целесообразным. Оптимальным способом использования теплоты конденсата является отделение паровой фазы, так называемого пара вторичного вскипания, и использование ее в системе паропроводов более низкого давления (при этом сам конденсат также переходит в систему конденсатопроводов низкого давления). При сбросе пароконденсатной смеси после использования в теплообменном оборудовании в расширитель с низким давлением, образуется пар вторичного вскипания в количестве 10-14% от общего объема поступившего в расширитель конденсата. В данном количестве пара вторичного вскипания содержится столько же тепла, сколько в 86-90% остального конденсата, собранного в расширителе, в соотношении 50/50. Сброс такого количества тепла в атмосферу — верх расточительности.

Система использования остаточного тепла конденсата может быть сформирована в рамках локального объекта либо в рамках всего предприятия в целом. Основная сложность заключается в определении конечных параметров собираемого конденсата и использовании низкопотенциального тепла пара вторичного вскипания.

Конденсат содержит в себе значительную долю первоначальной энергии пара, и нерациональное использование этого тепла (тем более невозврат к источнику) ставит под сомнение целесообраз-

ность использования пара как теплоносителя. Поэтому эффективное использование тепла конденсата — одно из первоочередных мероприятий для современного промышленного предприятия.

Часто на предприятиях для обеспечения возможности сброса в общезаводскую систему конденсат захлаживают до 90-95 °С, используя для охлаждения либо воздушные холодильники (АВО), либо теплообменники с оборотной водой. Нужно ли говорить, что такой подход несовместим с понятием «энергоэффективности»: мало того, что в атмосферу выбрасывается тепло, которое могло быть полезно использовано, так при этом еще и затрачивается дополнительная энергия для охлаждения конденсата. Таким образом, предприятие теряет там, где есть реальный источник дополнительного тепла.

Транспортировка парового конденсата ввиду его низкого давления представляет собой определенную трудность. К тому же, энергообеспечивающие организации заинтересованы в уменьшении температуры возвращаемого конденсата, т.к. перед возвратом конденсата в цикл ТЭЦ необходимо произвести его очистку. Данные ограничения являются предпосылкой для утилизации теплоты конденсата непосредственно на объектах потребления.

К основным способам утилизации низкопотенциальной теплоты пара вторичного вскипания и конденсата можно отнести:

1. Использование тепла для нагрева воды системы отопления, ХОВ, ГВС и всевозможных технологических потоков. Данный способ обладает высоким КПД, основная сложность заключается в правильном подборе потребителя тепловой энергии.
2. Отделение пара вторичного вскипания и вовлечение его в систему пара низкого давления с применением сепараторов и термокомпрессоров, при этом рабочей средой является пар среднего либо высокого давления. Данный способ применим в случаях, когда на объекте используется пар разных давлений, и пар низкого давления получают редуцированием пара высокого давления. Пар высокого давления проходит через эжектор и захватывает выпар из расширителя конденсата, при этом получается пар с давлением в 2-3 раза большим, чем давление в расширителе конденсата. Предлагаемая система изображена на рисунке 2.

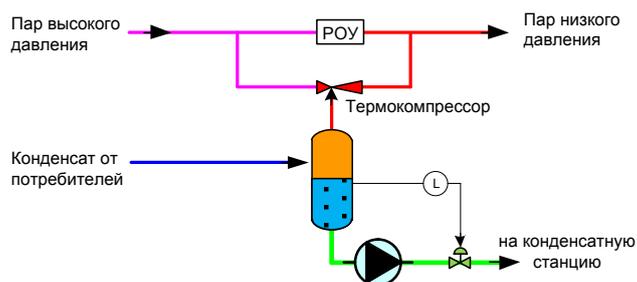


Рисунок 2. Отделение пара вторичного вскипания

3. На объектах, где есть необходимость применения хладагента, возможно приготовление данного хладагента с помощью АБХМ (абсорбционных холодильных машин), на которых, в качестве источника теплоты можно использовать остаточное тепло конденсата.
4. Выработка электроэнергии с использованием низкокипящих органических жидкостей (ОРЦ-технология). Конденсат передает свое тепло низкокипящей жидкости (пентан, фреоны), которая при этом испаряется. Полученная газовая фаза (далее газ) направляется на турбодетандер. Расширяющийся газ в турбодетандере вращает генератор, вырабатывающий электроэнергию. Генерируемая мощность варьируется в широких пределах от 30 кВт до 5 МВт.

При разработке концепции использования низкопотенциального тепла конденсата всегда необходимо учитывать как внутренние условия технологического объекта, так и внешние. Повышение эффективности использования тепловой энергии — это, безусловно, одно из приоритетных направлений деятельности организации, однако, все улучшения должны проводиться без ущерба для технологии, т.к. требования технологических процессов являются основополагающими на большинстве промышленных предприятий.

Управление системой: исключаем случайности

Другой проблемой организации ПКС промышленных предприятий является управляемость системы, информированность обслуживающего персонала, способность быстро и безошибочно влиять на параметры теплоносителей и режимы работы системы в случае возникновения аварийных ситуаций.

Поэтому становится актуальным вопрос автоматизированного управления системой при нормальных и переходных режимах работы, обеспечивающей оптимизацию графика производства и потребления пара, т.е. полноценное управление пароконденсатной

системой предприятия с применением методов математического моделирования. Внедрение данной системы приведет к уменьшению пиковых нагрузок на источники пароснабжения, снижению операционных затрат, минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций.

Проектирование подобных систем требует не только решений по автоматизации, но и включает в себя работы по модернизации и оптимизации сетей (перекладка трубопроводов, изменение диаметров и т.д.).

Внедрение автоматизированной системы управления как итог общей организации системы пароснабжения предприятия позволяет не только снизить аварийность и значительно увеличить скорость принятия оперативных решений, но и получить значительный экономический эффект за счет оптимального параметрирования, повышения качества теплоносителей и снижения потребления пара предприятием в пределах от 5 до 15%.

В заключение необходимо отметить, что пароконденсатная система предприятия — это не просто разветвленная сеть трубопроводов, а живой организм, грамотное обращение с которым позволит не только повысить надежность и безопасность производства, но и получить весомый экономический эффект.

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Олег Бусыгин

Директор по работе с корпоративными заказчиками
компании «Первый инженер»

ДЕНЬГИ НА ВЕТЕР. ОБ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

Промышленное производство наносит вред окружающей среде. Мы это слышали миллион раз. И это неоспоримо, но вред этот становится тем больше, чем равнодушнее относятся к его масштабу предприятия в погоне за прибылью. Парadoxально, но, не желая дополнительных затрат «на экологию», многие из них в реальности упускают возможности, которые открывают бережливое производство и экологическая ответственность. Хороший пример тому ситуация с попутным нефтяным газом — побочным продуктом нефтедобычи и переработки.

В России единственным способом обращения с ним долгое время считалось факельное сжигание, в то время как в мире предпринимаются серьезные меры по его сокращению еще с 2002 года, когда Всемирным банком было организовано партнерство, объединившее для решения этой проблемы нефтедобывающие страны (США, Канада, Нигерия, Казахстан, Великобритания, Норвегия и др.), мировые энергетические компании (ExxonMobil, Shell, BP, Chevron, ENI и др.), а также международные структуры, такие как ОПЕК и Евросоюз.

В результате, на сегодняшний день в РФ примерно сгорает 10% мирового объема ПНГ (попутный нефтяной газ). В 2012 г на долю РФ приходилось от 1/4 до 1/3 мирового объема сжигания ПНГ, а бюд-

жет РФ ежегодно терял порядка нескольких десятков миллиардов долларов дохода.

В последние годы ситуация стала меняться в лучшую сторону благодаря принятым мерам правительства и корпораций: как известно РФ поддержала ООН и Всемирный банк к 2030 году отказаться от сжигания ПНГ. Были введены санкции за сверхнормативное сжигание ПНГ на факелах, что стимулирует производителей к его переработке.

Расширение способов переработки ПНГ способно привести отрасль к повышению экономической и экологической эффективности: продукты переработки ПНГ могут быть использованы не только в качестве топлива для выработки электроэнергии для внутреннего потребления, но и как сырье для производства пластмасс и полимеров.

Отбензиненный газ, получаемый в ходе переработки ПНГ, по составу схож с природным газом, а потому для его использования в качестве энергетического газа для подпитки турбин ТЭС или иным потребителям не потребуются существенных изменений инфраструктуры. Таким образом, у нефтяных компаний появляется возможность по-



лучать дополнительную прибыль, обеспечивая растущие потребности региональных экономик в электроэнергии.

Электроэнергия, произведенная на ряде электростанций с использованием ПНГ, обходится нефтяникам как минимум в 1,5 раза дешевле, чем при покупке ее, поэтому затраты на строительство газотурбинной станции могут окупиться очень быстро: за 2,5–3 года.

В будущем, продавцы электроэнергии, скорее всего, отчасти будут финансировать проекты своего развития за счет увеличения платы за подключение к энергосетям, цена на электроэнергию при этом, как следствие, предположительно будет расти, и строительство собственных энергоустановок будет становиться все более экономически привлекательным.

Максимальная реализация технологических достоинств попутных газов позволяет получить значительный экономический эффект, а именно:

- Повышение КПД газораспределительных установок, срока эксплуатации газораспределительных и газоиспользующих установок;
- Сокращение затрат на закупку потребляемого топлива в балансе энергообъекта;
- Повышение интенсивности производства и качества получаемой продукции.

Разумеется, для точной оценки эффекта от внедрения системы утилизации необходимо, чтобы в ее составе присутствовала система учета газа.

Учет ПНГ имеет свои особенности, а именно: возможное наличие влаги и агрессивный состав. Ранее широко применялись узлы учета на основе метода перепада давления (на сужающих устройствах) и счетчики с механическими частями в конструкции, но поскольку сама конструкция сужающего устройства (СУ) предполагает образование отложений в трубопроводе на стенках диафрагмы довольно быстро, рост загрязнения внутри может привести к увеличению по-

грешности узла учета на базе данного метода (достигающих иногда 10–20 процентов). Кроме того, СУ требуют длинных прямых участков в местах установки узла учета, что повышает затраты на оснащение системы.

Единственным конкурентом расходомерам на сужающих устройствах долгое время были турбинные расходомеры, но особенности их конструкции таковы, что без тщательной очистки газа они быстро приходят в негодность из-за износа вращающихся частей узла учета.

Адекватная альтернатива вышеперечисленным методам измерений — узлы учета на базе вихревых, ультразвуковых и кориолисовых расходомеров. Стойкие к износу и загрязнениям они могут работать в более широком диапазоне расходов, межповерочные интервалы составляют 4–8 лет. Поверка приборов может быть осуществлена на месте имитационным методом. В случае выхода прибора из строя замена его элементов может проводиться без демонтажа, а диагностика узла учета может осуществляться удаленно.

Финансовые потери от сжигания ПНГ — не единственная существующая проблема, в «факелах» также образуются вредные для здоровья человека вещества. По данным исследований «Гринпис», в предыдущие годы в РФ в результате горения газа каждый год выбрасывалось порядка 100 млн тонн CO_2 . Часть ПНГ, содержащего значительный объем метана (около 60–80%), а также оксиды азота, тяжелые металлы (ртуть, мышьяк, хром) и другие вредные вещества, напрямую попадала в атмосферу.

Все это негативно отражается, прежде всего, на здоровье людей, живущих вблизи нефтепромысловых зон: токсичные соединения от сжигания ПНГ могут накапливаться в источниках питьевой воды, в почве, растениях и животных, попадать в организм человека.

Хочется верить, что предпринятые меры всеми субъектами российского общества (власть, корпорации, инжиниринговые компании, общественность) помогут скорейшему решению набравшей проблемы утилизации ПНГ в России.

ФОТО НОМЕРА

Эти фотографии — лучшее свидетельство того, что творческий подход можно найти к любой задаче. Казалось бы, для недостроенной электростанции, тем более атомной, есть только два пути: быть немедленно подвергнутой полному сносу или быть преданной забвению и последующему разрушению самой природой. Но в Германии нашли лучшее решение, построив на месте незапущенной станции парк развлечений, где аттракционы размещаются прямо внутри объектов бывшей АЭС.



ЗАТЕРЯННЫЕ ВО ВРЕМЕНИ

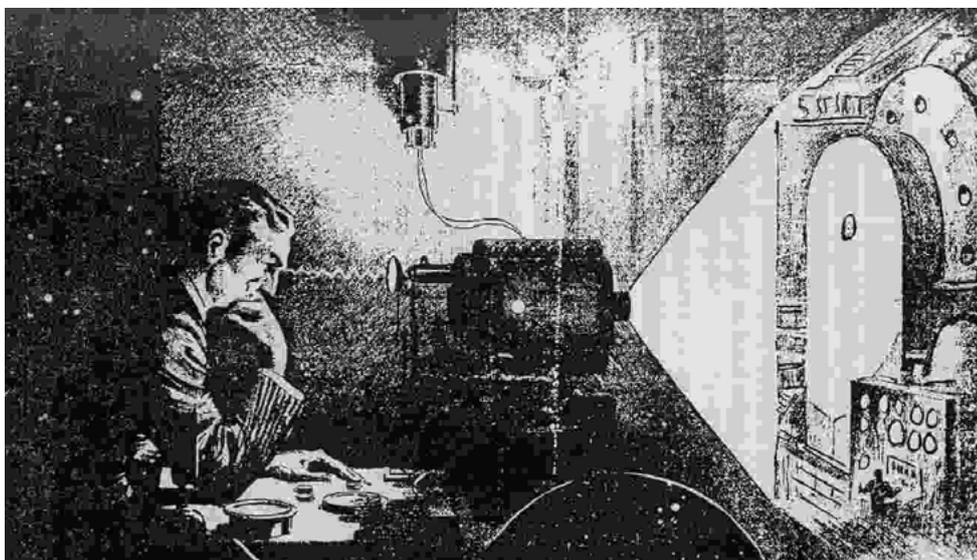
Диана Синькова

Ведущий менеджер по маркетингу компании «Первый инженер»

УТРАЧЕННЫЕ ОТКРЫТИЯ И ИЗОБРЕТЕНИЯ НИКОЛЫ ТЕСЛЫ



Человек, одержимый наукой или гениальный мистификатор, жаждущий славы и денег? Имя Николы Теслы вызывало немало споров при его жизни: с точки зрения современников ученого, его разработки казались настолько невероятными и сенсационными, что в попытке объяснить успехи ученого родилась даже идея о том, что его изобретения – результат контакта с пришельцами или путешествия в будущее. Лазер, радио, дистанционное управление, электродвигатель — эти и многие другие буквально перевернувшие весь мир открытия и изобретения Теслы сегодня прочно вошли в нашу жизнь и уже кажутся нам совершенно понятными. Но некоторые его разработки, которые не обрели жизни и не получили пока развития, могут показаться невероятными и сейчас.



Все мы привыкли, что научно-технический прогресс движется только вперед, а технологии развиваются и становятся все совершеннее. Зачастую какие-то изобретения, сделанные ранее, утрачиваются в силу разных причин, а их секрет остается, в конечном счете, неизвестным для человечества. Так и произошло в истории с этим великим ученым. Предлагаем вашему вниманию некоторые нетривиальные изобретения Николы Тесла, которые не были афишированы широкой публике.

Фотоаппарат для мыслей Тесла

Когда ученому было уже 78 лет, он решил фотографировать свои мысли. Тесла был уверен, что определенный образ, сформированный в мыслях, может отражать действие и создавать некий образ на сетчатке глаза, который далее можно считать соответствующим аппаратом. Это и привело его к идее телевидения. Идея заключалась в том, что необходимо создать искусственную сетчатку, на которой отобразится образ увиденного объекта, похожую на шахматную доску, и оптический нерв. Благодаря своему прошлому опыту, Тесла уже перестал раскрывать детали своего изобретения. Открытие было запатентовано.

Спустя 30 лет данная идея фотоаппарата мыслей была предложена в полиции Скотленд-Ярда для расследования убийств, долго обсу-

ждалась, но так и не была принята. Тем не менее, сегодня ученые активно экспериментируют в этом направлении и практически изучают теорию Тесла.

Телепортация и машина времени

Идея, что люди способны путешествовать во времени, захватила воображение миллионов людей по всему земному шару. Сегодня опубликовано множество статей и материалов, которые могут свидетельствовать о реальном путешествии во времени. Но действительно ли это возможно?

В 1895 году Тесла сделал шокирующее открытие, предполагая, что время и пространство может быть подвержено влиянию магнитных полей. Он обнаружил, что при использовании магнитных полей пространственно-временной барьер может быть изменен, что, в конечном счете, и позволяет перемещаться во времени. Тем не менее, до сих пор не ясно, достиг ли Тесла реальных положительных результатов, т.к. подтверждающие документы отсутствуют. Однако, многим известен Филадельфийский эксперимент, связанный с исчезновением эсминца «Элдридж». Говорят, что ученый начал сотрудничать с ВМФ США перед Второй мировой войной, с целью создания «экрана невидимости» кораблей для радаров противника. К сожалению, сам Тесла провести исследования не успел. Спустя 10 месяцев после



смерти изобретателя, американцы реализовали идею Тесла на практике. Используя генераторы Николы, они смогли создать электромагнитный экран вокруг корабля. Но «Элдридж» не только пропал с радаров, но и стал невидимым для человеческих глаз. Позже его обнаружили в 200 км от места проведения эксперимента. При этом экипаж судна сильно пострадал — все получили сильные психические расстройства.

Сегодня ученым пока не понятно как мгновенно перемещать из одной точки пространства в другую предметы, а, тем более, живых существ. Но и в США, и в Европе, и в Австралии уже проведены успешные опыты по телепортации фотонов — частичек света. Возможно, это только начало.

Антигравитация и стена света

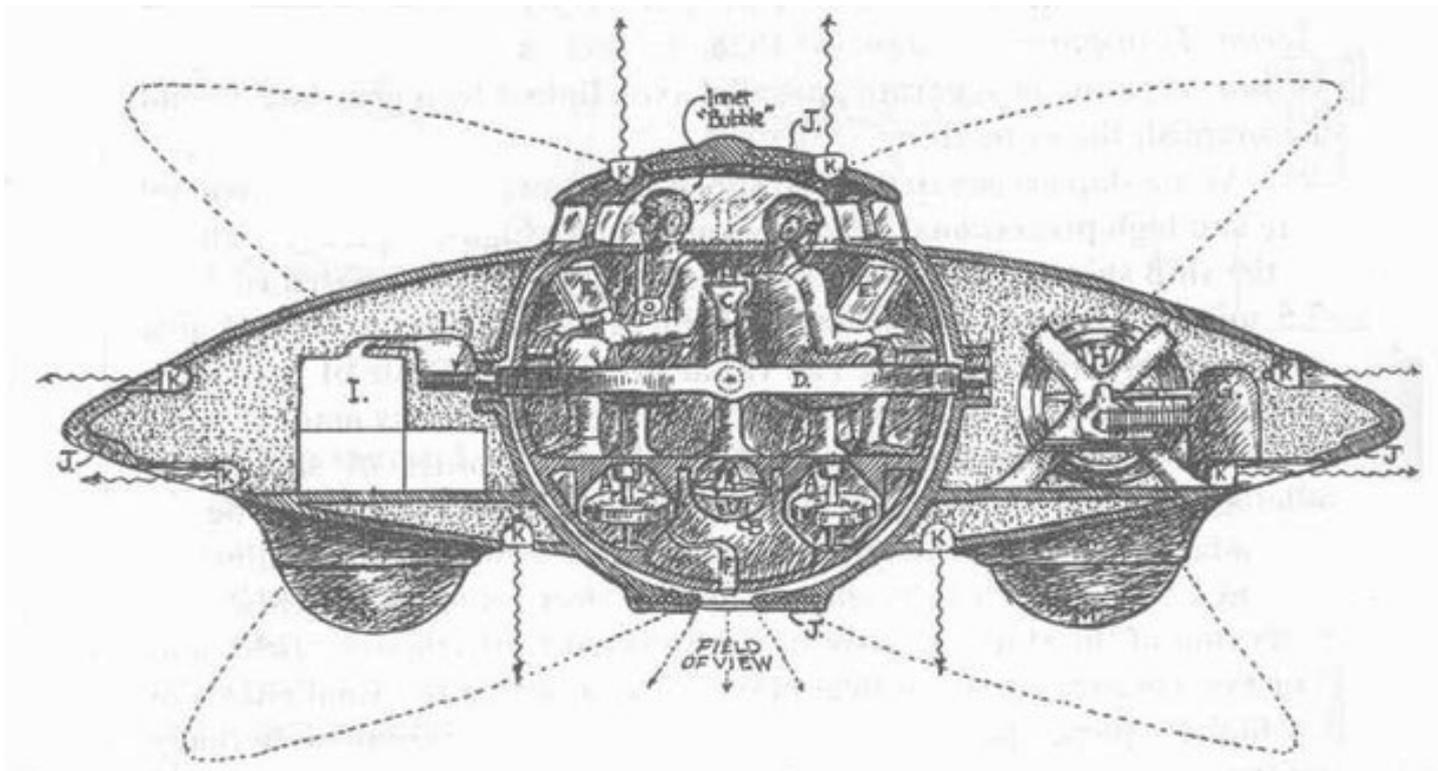
Если мы говорим о распространении электромагнитных волн, излучаемых солнцем, которые проявляются в виде солнечного света, можно создать в буквальном смысле стену света и посредством этой

стены можно управлять пространством, временем, гравитацией и материей. На своих рисунках Тесла обычно изображал антигравитационные летательные аппараты. Он часто говорил, что в будущем такие устройства будут перевозить грузы через континенты, а энергию получать централизованно от электростанций, сеть которых опутает всю планету. В какой-то степени он был провидцем. У Теслы совершенно точно не было сомнений в том, что можно сконструировать средство передвижения с антигравитационным двигателем, получающим энергию от его Уорденклифской электростанции. Правда, некоторые идеи изобретателя так и не были воплощены из-за недостатка финансовых средств.

Тем не менее, в 1911 году, в газете «The New York Herald» вышла заметка о том, что Никола Тесла работает над «антигравитационным летательным аппаратом». Он говорил, что у его летательного аппарата не будет ни крыльев, ни пропеллера. Увидев его на земле, люди никогда не догадаются, что это. Тем не менее, он сможет передвигаться в воздухе в любом направлении с полной безопасностью, да еще и на более высокой скорости, чем любые другие. Аппарат сможет долгое время оставаться абсолютно неподвижным в воздухе, даже при сильном ветре. Летящую тарелку Тесла приводила в действие свободная энергия системы, в то время как все другие устройства из мира авиации и автомобильной промышленности зависели от нефти и нефтепродуктов. В конечном счете, его изобретение постигла такая же судьба, как и систему бесплатной передачи энергии.

Осциллятор Тесла

Вокруг нас все состоит из атомов, и в каждом объекте атомы вибрируют на своей собственной частоте. Когда частота колебаний механической системы совпадает с естественной частотой вибрации атомов, система входит в резонанс. В качестве примера можно рассмотреть мост через пролив Такома (США), который буквально рухнул, войдя в резонанс со сравнительно слабым ветром.





Основываясь на этих данных, Никола Тесла разработал небольшое колебательное устройство, способное разрушить здание. Во время эксперимента с осциллятором в его лаборатории начался сильный шум, и вокруг машины начали появляться молнии. Затем все и вовсе начало летать вокруг машины. Устройство могло имитировать землетрясения. Понимая разрушительный потенциал своего изобретения, Тесла был

вынужден тут же разбить свое изобретение. Он предполагал, что устройство будет иметь возможность передавать механическую энергию в любую точку мира, используя «телегеодинамику» и считал, что она может обладать даже целебными свойствами, если подобрать естественную частоту вибрации человеческого тела.

Некоторые ученые считают, что правительство США по сей день продолжает использовать исследование Теслы на объекте HAARP на Аляске.

«Луч смерти» Тесла

В 1934 году в газете «Нью-Йорк Таймс» была опубликована статья, в которой Тесла сообщил о своем новом изобретении «Луч смерти», которое обладает мощностью, способной уничтожить 10000 планет на расстоянии 400 км. Было заявлено, что это оружие предназначено исключительно для оборонительных мер. В интервью рассказывалось об устройстве, которое, по его словам, «убивает без следов». Механизм аппарата представлял собой разновидность скалярно-волнового оружия, или так называемой ультразвуковой пушки. Тема произвела в СМИ фурор и долгое время не покидала страницы газет, а режиссеры с удовольствием снимали кинокартины на эту тему.

В начале второй мировой войны Тесла предложил купить эту технологию правительствам сначала США, а потом Великобритании. Но и те, и другие отказались. Затем предложение поступало во Францию, Советский Союз и Югославию. В СССР открытием Теслы всерьез заинтересовались, но вторая мировая война не дала воплотить задуманное.

Это изобретение всегда считалось одним из самых обсуждаемых. Позже были попытки по воссозданию легендарных «лучей смерти» американцами, но все детали экспериментов, впрочем, как и само изобретение Тесла, считаются засекреченными. Сегодня же подобные установки могли бы успешно применяться для защиты ближнего космоса, уничтожая приближающиеся к Земле астероиды на безопасном расстоянии.

Да, возможно, многие из этих изобретений вызовут массу споров и могут показаться невероятными, но надо отдать должное этому величайшему человеку — он занимался своим делом и посвятил своим открытиям всю свою жизнь абсолютно не зря.

Только благодаря сербскому гению, мы ежедневно, механически, пользуемся различными электроприборами, экономя драгоценное время. По сути, на его патентах и выросла вся энергетика XX века. К сожалению, многие из его идей и теорий на протяжении долгих лет оказывались невостребованными, чтобы потом получить всеобщее признание и повсеместное распространение. Например, продемонстрированные им еще более века назад беспроводные коммуникации легли в основу не только радио и телевидения, но и более современных технологий передачи данных — Wi-Fi и Bluetooth. Этот человек однозначно опередил время своими открытиями, и можно только догадываться, как бы сейчас выглядела наша действительность, если бы Никола Тесла был нашим современником.

В статье использованы материалы:

1. Н. Тесла: «Утраченные изобретения Никола Тесла»/ Эксмо/ 2009 г.
2. Künstlerhaus Graz: «DER GEDANKENPROJEKTOR»/October, 2007
3. «Tesla's Amazing Flying Machine: The Birth of Earthly Saucers»/ June, 2012
4. «Tesla's "Thought Camera" Was To Project The Brain's Thought Onto A Wall, BUT...»/ August/2016
5. www.teslauniverse.com
6. www.ancient-code.com

TESLA'S DEATH RAY

