

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ТЕЛЕМЕХАНИКИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ И УСТАНОВКАХ

Баландина Е.А., Тимошенко С.В.

ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, Россия (600000, Владимир, ул. Горького, д. 87), e-mail: oid@vlsu.ru

Статья посвящена вопросу оценки целесообразности использования программно-аппаратных комплексов телемеханики, повышающих надежность и снижающих вероятность аварии на газопроводах и газоиспользующем оборудовании. Рассмотрены возможные причины возникновения неполадок оборудования на газифицированных объектах. Приведено описание существующих программно-аппаратных комплексов телемеханики. На основе имеющихся методик приведен расчет по определению вероятности аварий в газовой промышленности. Для снижения риска предложены мероприятия, выбор которых обоснован. Главный источник обоснования – экономические оценки риска события после внедрения соответствующего мероприятия. Сделан анализ целесообразности использования телемеханики в газовом хозяйстве с экономической и вероятностной точек зрения. Использование программно-аппаратных комплексов телемеханики для мониторинга физических данных газоиспользующего оборудования позволяет сократить вероятность возникновения аварийных ситуаций в 3 раза.

Ключевые слова: газовая промышленность, надежность, авария, телемеханика, безотказность работы, мониторинг.

ASSESS WHETHER TO USE HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX TELECONTROL TO REDUCE THE RISK OF ACCIDENTS ON GAS DISTRIBUTION NETWORKS AND SETTINGS

Balandina E.A., Timoshenko S.V.

FSBE of Higher Vocational Education "Vladimir State University name after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs", Vladimir city, Russia (600000, Vladimir, st. Gorky, 87), e-mail: oid@vlsu.ru

The article focuses on assessing the feasibility of using hardware-software remote control system, improve reliability and reduce the likelihood of accidents at gas pipelines and gas-powered equipment. The possible causes of hardware problems on gasified objects. A description of the existing hardware and software systems telecontrol. On the basis of results of the calculation methods to determine the likelihood of accidents in the gas industry. The analysis of the feasibility of using a remote control in the gas industry from an economic and a probabilistic point of view. Using hardware and software systems for the remote control system for monitoring the physical data gas equipment can reduce the probability of accidents in 3 times.

Keywords: gas industry, reliability, accident, Remote Control, uptime monitoring.

Введение. Аварии на газопроводах в России не являются редкостью. Ежегодно происходит около 10 аварий только на крупных газопроводах. В большинстве случаев после аварии возникает пожар. И это не говоря уже о бытовом и промышленном газоиспользующем оборудовании. В результате аварийной ситуации на газопроводе возможны пожары, серьезные возгорания газа, взрывы. Сила взрыва зависит от мощности ударной волны. Причем взрывной волной обладают не только централизованные газопроводы, но и газовая аппаратура бытового и котельного значения.

В таких ситуациях чаще всего есть человеческие жертвы и серьезные повреждения, как самих газопроводов, так и рядом расположенных объектов, таких как: энергетически значимые объекты, коммунальные сети и системы, линии связи.

Цель исследования. Оценка целесообразности использования программно-аппаратных комплексов телемеханики для повышения надежности и снижения вероятности аварии на газопроводах и газоиспользующем оборудовании.

Методы исследования. Задача снижения вероятности аварии на газопроводе и газоиспользующем оборудовании должна решаться, как минимум, по трем направлениям:

- снижение вероятности аварии в газовой отрасли путем внедрения уже существующих приборов и методов по повышению безотказной работы оборудования;
- повышение качества используемых материалов;
- мониторинг в режиме реального времени всех физических параметров газа.

Предметом рассмотрения в настоящей статье является первое направление, так как телемеханизация газового оборудования, такого как газорегуляторные установки и пункты, путем установки программно-аппаратных комплексов телемеханики позволяет контролировать все параметры газа, обеспечивает удаленный контроль над установкой, что позволяет оперативно снижать либо полностью прекращать подачу газа с целью предотвращения возможной аварии.

Автоматизация – это применение комплекса средств (технических средств, экономико-математических методов и систем управления), позволяющих осуществлять производственные процессы частично или без участия человека, но под его контролем. Автоматизация производственных процессов уменьшает численность обслуживающего персонала, повышает надежность и долговечность машин, дает экономию материалов, улучшает условия труда и техники безопасности.

С развитием электронной вычислительной техники стало возможным автоматизированное управление различными технологическими процессами производства, различными объектами, в том числе ГРУ и ГРП.

Газорегуляторные пункты (ГРП) и газорегуляторные установки (ГРУ) – неотъемлемые составляющие системы подачи, транспортировки и распределения газа потребителю. ГРП и ГРУ предназначены для снижения давления газа и поддержания его в заданных пределах. Без них не обходится ни одно газоиспользующее предприятие, и довольно часто они являются источниками причинения материального ущерба [5].

ГРП и ГРУ предназначены для снижения давления газа и поддержания его в заданных пределах. ГРП размещаются:

- в отдельно строящихся зданиях;

- встроенные в одноэтажные производственные здания или котельные;
- в шкафах на наружных стенах или отдельно стоящих опорах;
- на покрытиях производственных зданий I и II степени огнестойкости с негорючим утеплителем;
- на открытых огражденных площадках под навесом.

ГРУ размещаются:

- в газифицированных зданиях, как правило, вблизи от входа;
- непосредственно в помещениях котельных или цехов, где находятся газоиспользующие агрегаты.

Основными причинами возникновения аварий на газопроводах являются:

- наиболее весомой причиной аварий на газопроводах малых диаметров являются механические повреждения, в значительной степени это объясняется тем, что, как правило, газопроводы проходят по территориям с интенсивной хозяйственной деятельностью;
- наружная коррозия является значимой причиной возникновения аварий;
- такие причины аварий, как нарушение правил техники эксплуатации, зависят от профессионально-технического уровня персонала, производящего эксплуатацию данного оборудования, следовательно, регулярное повышение этого уровня и постоянный контроль качества позволят снизить аварийность от этих причин.

Рассмотрим наиболее характерные неисправности оборудования ГРП/ГРУ:

- Утечка газа. Наиболее распространенная неисправность в ГРП – утечка газа. Это объясняется большим количеством фланцевых и резьбовых соединений;
- Неисправности ротационных счетчиков. При работе счетчика могут быть утечки газа через пробки для заливки масла в коробках зубчатых колес и редуктора; накидные гайки импульсных газопроводов при неплотной затяжке или неисправных прокладках; пробки дифференциального манометра или через его поломанные стеклянные трубки; фланцы счетчика.
- Неисправности газовых фильтров. Характерные неисправности фильтров – утечка газа, а также их засорение различными механическими примесями.
- Неисправности предохранительно-запорных клапанов. Клапан не перекрывает подачу газа.

На крупных участках газопровода помимо основных средств защиты (предохранительные запорные клапана ПЗК, регуляторы давления газа, предохранительные сбросные клапана ПСК, запорная арматура) устанавливаются программно-аппаратные комплексы телемеханики (ПАКТ). Преимуществом таких систем является снижение влияния

человеческого фактора на процесс управления технологическим оборудованием. ПАКТ выполняет функции автоматизированного сбора, обработки, хранения и регистрации измерительной информации о параметрах функционирования удаленных и локальных объектов энергоснабжения, а также дистанционного управления технологическим оборудованием. Он осуществляет связь с автоматизированной системой диспетчерского управления (АСДУ), которая в свою очередь является высшей ступенью диспетчеризации газового хозяйства. Автоматизированные системы управления технологическими процессами распределения газа (АСУ ТП РГ) имеют централизованную структуру, основными элементами которой являются контролируемые пункты (КП) (в данном случае программно-аппаратный комплекс телемеханики) на наружных сетях и сооружениях системы распределения газа (нижний уровень АСУ ТП РГ) и центральный диспетчерский пункт (ЦДП) (верхний уровень АСУ ТП РГ).

Телемеханизация объектов обеспечивается за счет установки средств телеизмерения, телеуправления и телесигнализации. Под телеизмерением понимается передача с заданной точностью данных о текущих значениях давления, расхода и температуры газа с контролируемого пункта на диспетчерский пункт. Средствами телеуправления, обеспечивающими исполнение команд диспетчера, оснащаются регуляторы давления, электроуправляемые задвижки и клапаны. Телесигнализация применяется в тех случаях, когда она часто, полноценно и эффективно используется. Она обеспечивает передачу на пункт управления предупреждающих и аварийных сигналов, а в случае необходимости также отображение и состояние основных элементов системы. [4].

Комплекс технических средств автоматизации, установленный на технологическом оборудовании, обеспечивает:

1. Управление узлом переключения (измерение давления и температуры газа на входе и выходе ГРУ, сравнение измеренных значений с заданными технологическими и аварийными границами, формирование и выдача предупредительной и аварийной сигнализации; дистанционное управление кранами узла переключения, автоматическое отключение ГРУ при авариях).
2. Управление узлом очистки газа (измерение перепада давления в сепараторе; сигнализация минимального и максимального допустимого уровня жидкости в сепараторе; дистанционное и автоматическое управление краном на линии сброса жидкости).
3. Управление узлом предотвращения гидратообразований (измерение давления и температуры газа на выходе блока подогрева и сигнализация; автоматическое и дистанционное управление кранами; сигнализация аварии подогревателя).

4. Управление узлом редуцирования газа (контроль положения кранов на линиях редуцирования; автоматическое и дистанционное включение и отключение линий редуцирования; сигнализация давления газа на линиях редуцирования; автоматическое регулирование давления газа).
5. Управление краном на обводной линии (положение крана на обводной линии и его дистанционное управление).
6. Сигнализацию состояния узла энергопитания.
7. Контроль состояния ГРУ (выявление аварийных ситуаций по соответствующим алгоритмам, включение аварийных защит ГРУ; измерение температуры в блоке контрольно-измерительных приборов; сигнализация наличия дозрывоопасной концентрации природного газа в помещениях ГРУ; пожарная сигнализация).

Как правило, минимальный состав ПАКТ это:

- пульт контроля и управления (ПКУ), предназначенный для организации диспетчерского уровня контроля и управления;
- стойка с каналобразующей аппаратурой (модемы), источником бесперебойного питания и молниезащитой;
- программируемые контроллеры, предназначенные для сбора параметров, телеуправления и телерегулирования удаленными технологическими объектами, вычисления коммерческого расхода газа и устанавливаемые в непосредственной близости с объектами.

При анализе и оценке надежности, во всех отраслях промышленности, конкретные технические устройства именуется понятием «объект». Объект – это предмет определенного целевого назначения, рассматриваемый в периоды проектирования, производства, эксплуатации, изучения, исследования и испытаний на надежность. Объектами могут быть системы и их элементы, в частности, технические изделия, устройства, аппараты, приборы, их составные части, отдельные детали и т.д. В соответствии с ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения» под надежностью понимается свойство объекта, который может сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования [2].

Большое значение имеет определение надежности части газораспределительных систем. Утечки газа из поврежденных элементов газопровода могут привести к насыщению газом близлежащих зданий и сооружений.

Стандарт организации Газпром 2-3.5-051-2006 «Методика оценки технического состояния и целостности газопроводов» устанавливает методику расчета безотказной вероятности работы элементов газопровода, ГРУ, ГРП и др.

Предположим следующее: имеется тупиковое (последовательное) соединение элементов газораспределительной сети на предприятии из четырех участков с надежностью соответственно 0.97; 0.98; 0.94; 0.96 и путевыми расходами 150; 200; 250; 300м³/ч. Общий объем газа, проходящего через газопровод, равен 900 м³/ч. По формуле для определения надежности газопровода при тупиковом соединении элементов:

$$H = 1 - (1 - P_1) + (1 - P_2) \cdot \frac{q - q_1}{q} + (1 - P_3) \cdot \frac{q - q_1 - q_2}{q} + (1 - P_4) \cdot \frac{q - q_1 - q_2 - q_3}{q} \quad (1)$$

где P₁, P₂, P₃, P₄ – надежность 1-го, 2-го, 3-го, 4-го и т. д. по ходу газа участков;

q – общий объем газа, проходящего через газопровод, м³/ч;

q₁, q₂, q₃ – путевые расходы газа в 1-м, 2-м, 3-м и т. д. по ходу газа участках [6].

После подстановки всех параметров и вычислений надежность газопровода равна 0.9, то есть в одном случае из десяти возможна авария с материальными потерями и человеческими жертвами.

Для снижения риска необходимы те или иные мероприятия, выбор которых нужно обосновывать. Главный источник обоснования – экономические оценки риска события после внедрения соответствующего мероприятия.

Сейчас на рынке представлен широкий выбор комплексов телемеханики. Для примера рассмотрим установку ПАКТ инженерно-технической фирмы «Системы и Технологии» СТ Т60 на газораспределительную установку.

Средняя наработка на отказ данного комплекса составляет 20000 ч. при сроке службы не менее 15 лет. Вероятность безотказной работы составляет 85 %. После внедрения данного комплекса как элемент газопровода общая надежность газопровода составит: 76.5 %, вероятность аварии составит 23.5 %. Из этого числа ПАКТ сможет предотвратить 85 % аварий, соответственно в 15 % случаях возможна авария. Эти 15 % от общей надежности газопровода составляют 3.5 %. Таким образом видно, что при внедрении программно-аппаратного комплекса телемеханики СТ Т60 вероятность аварии на газопроводе снижается в 3 раза.

Предположим, что затраты на установку ПАКТ составляют 1000 у.е. Потери от аварии при наличии ПАКТ – 100. Данные занесены в таблицу 1.

Таблица 1

	Произошла авария	Не произошла авария
Установлен ПАКТ	1000+100	1000
Не установлен ПАКТ	100000	0

Вероятность аварии составит $P=0.04$ (1 раз в 25 лет). Тогда риск возникновения аварийной ситуации, который будет после внедрения программно-аппаратного комплекса телемеханики, можно оценить по формуле:

$$R = (A_1 + \text{затраты}) \times (1 - p) + A_2 \times p, \quad (2)$$

здесь A_1 и A_2 – последствия в случае появления или отсутствия несчастного случая. Очевидно, что потери в случае отсутствия несчастного случая равны затратам на проводимое мероприятие. После подстановки всех параметров и вычислений потери при использовании ПАКТ составляют 1096 у.е., без установленного 96000 у.е. [1].

Выводы

1. Проведение мероприятий по установке дополнительного оборудования по обеспечению безопасности на газоиспользующем оборудовании ведет к неуклонному снижению вероятности аварии.
2. Установка программно-аппаратных комплексов телемеханики экономически целесообразна.

Список литературы

1. Барлоу Р., Прошан Ф. / Пер. с англ. И. А.Ушакова. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. – М.: Наука, 1984. – 328 с.
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
3. Девисилов В.А., Дроздова Т.И., Тимофеева С.С. Теория горения и взрыва. – М.: ФОРУМ, 2012. – 352 с.
4. Жила В.А. Автоматика и телемеханика систем газоснабжения. – М.: Инфра-М, 2013. – 240 с.
5. СНиП 42-01-2002. Газораспределительные системы. Дата введения 01.07.2003 г.
6. СТО Газпром 2-2.3-253-2009. Методика оценки технического состояния и целостности газопроводов. Дата введения 15.12.2008 г.

Рецензенты:

Веселов О. В., д.т.н., профессор кафедры мехатроники и электронных систем автомобилей ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир.

Сергеев А.Г., д.т.н., профессор кафедры управления качеством и технического регулирования ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир.