

Решение задач раннего обнаружения нештатных событий на линейной части многониточного магистрального газопровода средствами системы линейной телемеханики

С. В. Евсеев
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
telemeh@niis.nnov.ru

Аннотация

Целью данной работы является дополнение системы телемеханики методами определения места утечки из многониточного магистрального газопровода. В работе предлагаются алгоритмы выявления перепада давления газа на датчике, возникающего в начале утечки, и модернизация математической карты многониточного магистрального газопровода. Проведён анализ действий диспетчеров при ликвидации реальной аварии с неполным разрывом газопровода на границе двух линейно-производственных управлений. В результате анализа предлагается решение для точного определения места утечки в границах ЛПУ на основе организации дополнительного канала связи между крайними контролируруемыми пунктами.

Ключевые слова

Телемеханика, система обнаружения утечек, ликвидация аварии

на контролируемом пункте телемеханики, показан способ формирования единой информационной карты многониточного магистрального газопровода, рассмотрен пример реальной аварии и сделан вывод о необходимости информационного взаимодействия между системами линейной телемеханики соседних участков магистрального газопровода

Материалы и методы

В работе представлен алгоритм определения перепадов давления

Для цитирования:

Евсеев С. В. Решение задач раннего обнаружения нештатных событий на линейной части многониточного магистрального газопровода средствами системы линейной телемеханики // Экспозиция Нефть Газ. 2020. №4. С. 74–77. DOI:10.24411/2076-6785-2020-10089

Поступила в редакцию: 12.03.2020

AUTOMATION

UDC 65.011.56 | Original Paper

Problem solving for emergency early detection at gas-main multi-pipeline linear part by linear telemechanics systems

Sergey V. Yevseyev
FSUE "RFNC-VNIIEF"
telemeh@niis.nnov.ru

Abstract

The present work object is to add the telemechanics system by methods for detecting gas-main multi-pipeline points of leakage. There are proposed algorithms for detecting gas pressure decrease at the sensor arising at the beginning of the leak and updating mathematical map of gas-main multi-pipeline (GMMP). Analysis of dispatcher actions when eliminating real breakdown in case of gas-pipeline partial break at the boundary of two linear production areas (LPA) was carried out. As a result of the analysis there is proposed a solution for accurate defining the point of leakage within LPA at the basis of providing additional communication channel between the end supervised stations.

Keywords

Telemechanics, leak detection system, fault isolation

telemechanics supervised stations, the method for generating an integrated information card of gas-main multi-pipeline, an example of the real breakdown is studied and a conclusion was drawn about the necessity of interaction between the adjacent sections of the gas-main pipeline

Materials and methods

The work presents the algorithm for detecting pressure decrease at

For citation:

Sergey V. Yevseyev Problem solving for emergency early detection at gas-main multi-pipeline linear part by linear telemechanics systems // Ekspozitsiya Net' Gaz = Exposition Oil Gas, 2020. issue 3, pp. 74–77. DOI:10.24411/2076-6785-2020-10089

Received: 12.03.2020

Введение

В предыдущей статье [1], посвященной созданию подсистемы обнаружения утечек на базе системы телемеханики, были рассмотрены основные требования к системе телемеханики и основные пути построения данной подсистемы. Однако в процессе разработки подсистемы возникла необходимость

применения дополнительных алгоритмов, касающихся определения мест утечек посредством поиска и фиксации перепада давления на датчике («волн давления»), возникающих при разрыве магистральных газопроводов (МГ) и доработки математической карты многониточных магистральных газопроводов (ММГ). Изложенный в [1] метод, позволяющий

не только определять наличие утечки, но и выявлять нештатные перестановки запорной арматуры, которые тоже являются нештатными ситуациями на ММГ, путем анализа изменений основного информационного элемента, страдает весьма существенным недостатком, влияющим на точность и время определения утечки газа [2]. Одновременное использование

двух алгоритмов выявления повышает надежность выявления мест утечки газа на ММГ.

1. Алгоритм определения перепадов давления на КП

Поскольку для определения места утечки газа на линейной части МГ важным является определение точного времени возникновения перепада давления на каждом датчике давления контролируемого пункта (КП) телемеханики, сформируем алгоритм определения перепадов давления (рис. 1). Цель данного алгоритма – зафиксировать перепад давления на основном информационном объекте [1] КП с точностью не менее 1с и передать информацию о нем на пункт управления (ПУ). Обычно информация с каждого датчика давления считывается контроллером КП с частотой от 10 до 1000 Гц и усредняется ежесекундно, что позволяет достаточно точно определить время возникновения перепада давления и, как следствие, место возникновения утечки с точностью до ±1км.

Определим условия фиксации перепада давления как:

$$dPp = Pold - Pnew$$

где: Pold - значение давления в предыдущем цикле измерения;

Pnew - значение давления в текущем цикле измерения.

При фиксации резкого уменьшения давления на датчике $dPp > 0,1 \text{ кг/см}^2$ между опорным и текущим давлением необходимо запомнить реальное время возникновения события и перейти в режим подтверждения для исключения ложных обнаружений. В алгоритм должна быть включена проверка тенденций изменения датчиков давления в течение определенного времени Tt, например 5с.

Определим критерии ежесекундных тенденций изменения показания давления газа по каждому датчику Di на КП, на котором зафиксирован возможный перепад как:

$$Ti = A1 + A2 + A3$$

$$A1 = \begin{cases} 0 - Pst = Pold \\ 2 - Pst < Pold \\ -2 - Pst > Pold \end{cases}$$

$$A2 = \begin{cases} 0 - Pold = Pnew \\ 2 - Pold < Pnew \\ -2 - Pold > Pnew \end{cases}$$

$$A3 = \begin{cases} 0 - Pst = Pnew \\ 1 - Pst < Pnew \\ -1 - Pst > Pnew \end{cases}$$

$$St = \frac{\sum_{i=1-5} Ti}{5} < -3$$

где: Pst - значение давления опорное;
Pold - значение давления в предыдущем

цикле измерения;

Pnew – значение давления в текущем цикле измерения;

Tt – количество секунд проверки тенденций (например, 5с);

N – критерий подтверждения (определен эмпирическим путем как -3);

St – средняя величина тенденций изменения за последние K секунд.

Если средняя величина тенденций изменения давления меньше заданного критерия, то это является свидетельством наличия перепада давления вызванного утечкой. Если есть подтверждение по 2-м датчикам основного информационного объекта для открытого крана или по одному для закрытого, то на пункт управления должна передаваться информация в виде экстренного аварийного сообщения с меткой времени, типом события, величиной изменения и номером крана.

2. Модернизация карты ММГ

Как было сказано в [1], для обработки сообщений об утечках от КП на ПУ должна быть разработана карта ММГ в виде матрицы или взвешенного неориентированного графа. В карте ММГ устанавливаются связи основных информационных объектов с расстояниями между ними, что позволяет, посредством алгоритма Дейкстры, производить подсчет времени возможного распространения перепада давления между основными информационными объектами, с учетом состояния открытия перемычек.

При создании карты ММГ необходимо учесть состояние компрессорной станции (КС), которая является центральным элементом карты. В 90% случаев система телемеханики не контролирует охранные площадки КС и, следовательно, не имеет информации о состоянии линейных охранных кранов, перемычек между ними и работе компрессорных цехов.

Для получения информации о состоянии КС существуют два основных способа. Первый способ подразумевает передачу информации о состоянии охранных кранов и цехов в систему телемеханики по протоколу обмена данными. Но поскольку и телемеханика и АСУ ТП КС системы нижнего уровня, то требуется либо создание прямого канала связи, либо канала связи через верхний уровень линейно-производственного управления (ЛПУ) МГ, что весьма сложно осуществимо. Второй способ осуществляется прямым вводом информации диспетчером о состоянии объектов в базу данных подсистемы. Данный способ подразумевает «человеческий» фактор, что является существенным недостатком. Вследствие этого, самым простым способом является создание алгоритма прогнозирования состояния объектов КС.

Рассмотрим какие элементы КС значимы для обнаружения утечек системой телемеханики. Наиболее значимым элементом является состояние крана 20 компрессорного цеха, который определяет возможность прохождения волны давления от утечек через

компрессорную станцию. При открытом кране 20 компрессорный цех находится в состоянии «на проходе», при закрытом волна давления не может пройти через цех вне зависимости от степени работы цеха. Важными элементами также являются перемычки между нитками, которые позволяют волне давления пройти в соседний трубопровод при их открытии. Таким образом, можно в упрощенном виде представить сегмент КС как обычную крановую площадку (рис. 2).

Используя данные о параметрах давления на крановых площадках, контролируемых телемеханикой и ближайших к обеим сторонам КС, можно спрогнозировать состояние кранов 20 и перемычек между нитками, применив простой алгоритм (рис. 3).

В случае необходимости, для подтверждения правильности определения алгоритмом состояния КС достаточно обеспечить воспроизведение схемы на видеомониторе ПУ с возможностью изменения состояния объектов диспетчером.

3. Пример реальной аварии на границе между ЛПУ МГ

Рассмотрим реальную аварию, возникшую на границе между ЛПУ. В этом случае подсистема выявления утечек сообщила бы только информацию о нахождении утечки в районе последнего линейного крана на нитке, поскольку карта ММГ не определена далее границ ЛПУ. Подобная ситуация с разрывом на границе между ЛПУ произошла на одном из участков ММГ.

Участок ЛПУ МГ, приведенный на рисунке 4, обслуживаются системами телемеханики УНК ТМ, разработки филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова». На рисунке 4 стрелкой обозначено место утечки. Нитка МГ, на которой произошла утечка, стояла в резерве (давление по всей нитке одинаково) и была закрыта на охранной площадке КС1. На охранной площадке КС2 была открыта перемычка между нитками. Работал только компрессорный цех (КЦ) на первой нитке.

Хронология событий представлена на рисунке 5.

В 2ч 17м на участке между КП 101 одного ЛПУ и КП 203 другого ЛПУ произошло неполное раскрытие МГ без возгорания в виде трещины на стыке труб.

Информация в виде волны давления размером $0,2 \text{ кг/см}^2$ прошла по всем КП телемеханики на данном участке. Диспетчерские службы обоих ЛПУ не приняли во внимание данное событие. Падение давления составило более $0,5 \text{ кг/см}^2$.

В 2ч 29м произошло повторное неполное раскрытие места утечки с возгоранием и отобразилось на обоих ПУ в виде аварийных сигналов.

В 2ч 38м диспетчерская служба КС2 перевернула КЦ1 на «кольцо».

В 2ч 42м диспетчерская служба КС2 закрыла охранную перемычку между МГ.

В 2ч 45м диспетчерская служба КС2 закрыла линейный кран на КП101.

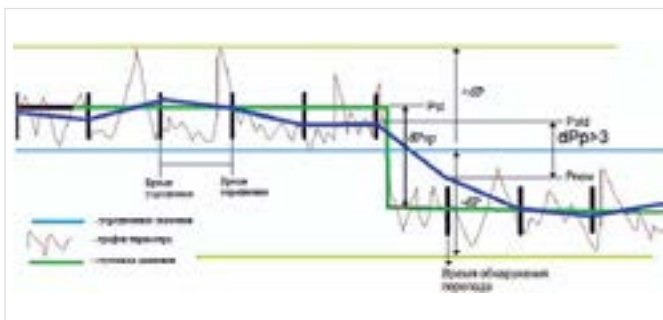


Рис. 1. – Алгоритм определения перепадов давления.

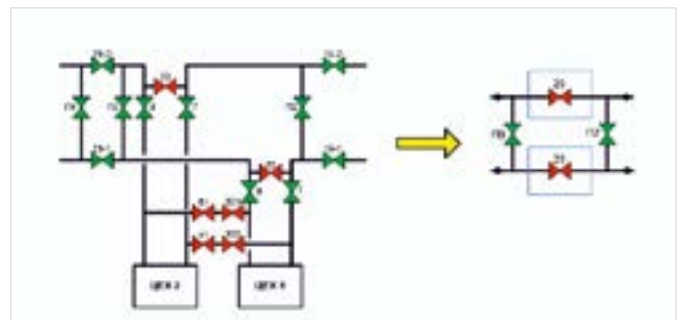


Рис. 2. – Представление схемы КС в виде упрощенного КП.



Высокотехнологичные комплексные решения в области промышленной автоматизации

Филиал ФГУП «РФАЦ-ВНИИЭФ» «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» – современный научно-производственный комплекс радиоэлектронного профиля. Основан 23 февраля 1966 года. Институт имеет развитую эффективную инфраструктуру с полным производственно-технологическим циклом: от проведения научных исследований, проектирования, изготовления и испытаний до комплектной поставки наукоемкой продукции заказчику «под ключ» и обеспечения сервисного сопровождения приборов и систем в течение всего жизненного цикла.

Исследование и разработка

Инжиниринг

Производство

Комплектная поставка

Основные направления деятельности:

Директор НИИИС –
Андрей Юлиевич Седаков, лауреат
премии правительства РФ в
области науки и техники, д.т.н.,
профессор



- Исследования, разработка, изготовление приборов и систем автоматики в интересах Росатома.
- Разработка, изготовление, внедрение программно-аппаратных средств и автоматизированных систем управления технологическими процессами объектов топливно-энергетического комплекса, включая атомные электростанции.
- Проектирование и серийное изготовление изделий твердотельной микроэлектроники.

Решение вопросов безопасности предприятий энергетики

Безопасность транспорта газа



Подсистема обнаружения нештатных событий

Обнаружение в реальном масштабе времени и информирование оперативного диспетчерского персонала ЛПУ о нештатных событиях на многониточных магистральных газопроводах.

Безопасность электроэнергетики



Программно-технический комплекс мониторинга и диагностики трансформаторного оборудования

Мониторинг и автоматизация процессов оценки состояния и диагностики трансформаторного оборудования.

Информационная безопасность



Российская программная платформа СКАДА АТОМ-НН

ПП СКАДА АТОМ-НН внесена в реестр отечественного ПО. Поставляется на объекты дочерних обществ ПАО "НК "Роснефть" в составе "верхнего уровня" АСУ ТП. Успешно прошла сертификационные испытания на соответствие требованиям ПАО «Газпром нефть».

