

**Кузьменко Наталья Викторовна,**  
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: nataly\_06@inbox.ru

**Куликов Владимир Викторович,**  
аспирант, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: w-kulikov@mail.ru

**Юрьев Юрий Юрьевич,**  
обучающийся, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: 89526154353@mail.ru

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ИНФРАКРАСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ**

Kuzmenko N.V., Kulikov V.V., Yuryev Yu.Yu.

## **MAIN STAGES OF DEVELOPMENT OF THE INFRARED DIAGNOSTICS METHOD FOR CONTROLLING THE STATE OF TECHNOLOGICAL PIPELINES**

**Аннотация.** Рассмотрены основные этапы разработки методики инфракрасной диагностики для контроля состояния технологических трубопроводов.

**Ключевые слова:** Обеспечение безопасности промышленных предприятий, анализ состояния технологических трубопроводов, методика тепловизионного контроля, тепловизоры.

**Abstract.** The main stages of the development of the method of infrared diagnostics for monitoring the state of technological pipelines are considered.

**Keywords:** Ensuring the safety of industrial enterprises, analyzing the state of technological pipelines, the method of thermal imaging control, thermal imagers.

Обеспечение безопасности промышленных предприятий осуществляется различными методами на основании различных стандартов и нормативных документов [1, 2]. На опасных производственных объектах контроль состояния технологического оборудования (в том числе трубопроводов) в процессе текущей эксплуатации производится оперативным технологическим персоналом в соответствии с технологическим регламентом и должностной инструкцией.

Одним из видов такого контроля является органолептический контроль, например, контроль состояния технологического оборудования установки ректификации и доочистки метанола технического производства метилового спирта на химическом заводе АО «АНХК» осуществляется с периодичностью в один час. Протяжённость трубопроводов этой установки составляет более 1,7 км, расположение трубопроводов не дает прямого визуального доступа человеку, поэтому проводить текущий эксплуатационный контроль с максимальным качеством не представляется возможным. Необходимость и важность проведения такого контроля определяется жизненным циклом трубопроводов. На рисунке 1 приведены результаты анализа срока продолжительности эксплуатации установки ректификации метанола.

На гистограмме, представленной на рисунке 1, видно, что максимальное

количество трубопроводов введено в эксплуатацию в 1960 году, а в периоды с 1987 по 2003 год и с 2003 по 2018 год ввода новых трубопроводов не производилось, общий объем трубопроводов составляет 7356,5 м.

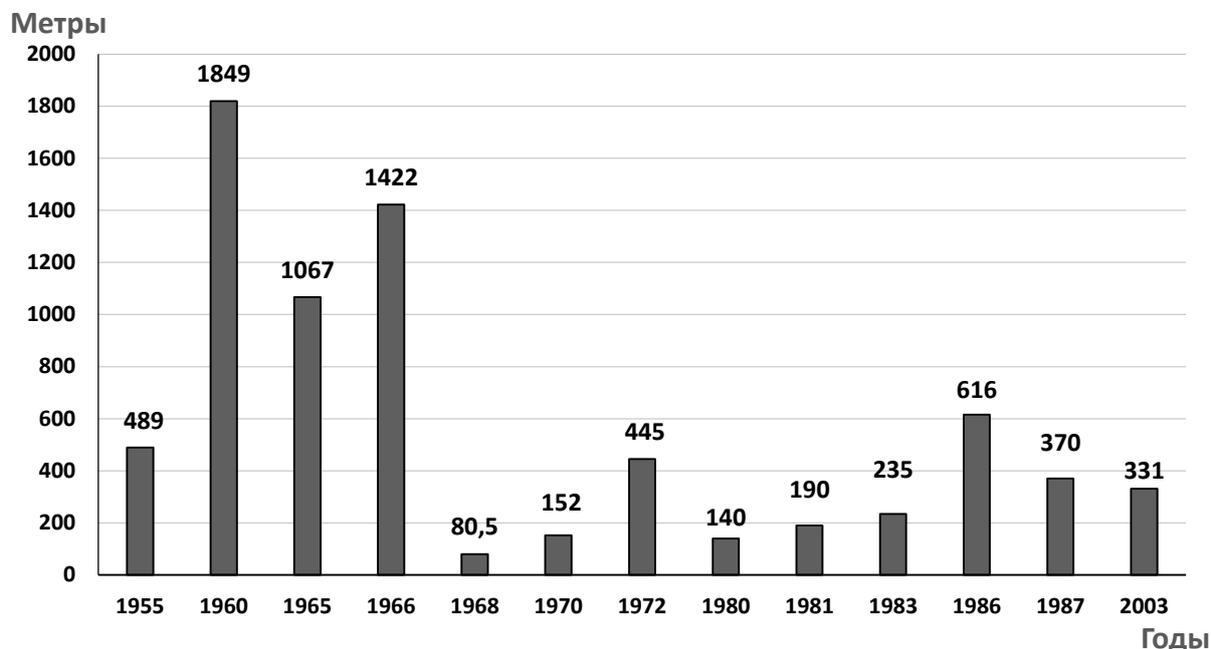


Рисунок 1 - Длина трубопроводов установки производства метилового спирта введенных в эксплуатацию по годам

Количество трубопроводов, которые находятся в эксплуатации более 55 лет составляет свыше 30 %, более 40 лет - свыше 40 % от общего количества, при этом срок службы трубопроводов определяет проектная организация расчетным путем от даты ввода их в эксплуатацию, а при дальнейшей эксплуатации техническая экспертиза имеет право продлить срок службы трубопроводов. Остаточный ресурс определяется для трубопроводов, если они выработали установленный проектом расчетный срок службы или расчетный ресурс, что не для всех трубопроводов этой установки представляется возможным.

В связи с этим возникает необходимость более качественного текущего контроля состояния трубопроводов с применением дополнительных технических средств. Для этого возможно применять дополнительный контроль тепловых полей оборудования. Инфракрасная термография [3] при помощи тепловизионного обследования даст возможность получить информацию о состоянии объекта (в том числе о критическом) в полном объеме до возникновения аварийных ситуаций. Применение тепловизионного обследования технологическим персоналом в настоящее время невозможно, так как отсутствуют методики проведения такого контроля. Возникает необходимость создания методики применения инфракрасной термографии с использованием тепловизоров для контро-

ля технологического оборудования опасных производственных объектов. Область применения тепловизионного обследования в промышленности достаточно широка, существуют разработанные нормативные документы для работы с применением данного инструментального контроля (ГОСТ 26629-85, ГОСТ Р 54852-2011 и др.). Создание стандарта предприятия (СТП) «Методика проведения тепловизионного контроля» и проведение контроля с применением этой методики даст возможность снизить количество возможных аварийных ситуаций.

Таким образом, разработка методики для применения тепловизионного контроля технологических трубопроводов опасных промышленных объектов является актуальной.

К основным этапам создания методики тепловизионного контроля можно отнести следующие.

Первый этап: создание базы данных и базы знаний тепловых полей технологического оборудования при разных условиях (например, в зависимости от времени суток, погодных условий и т.д.) и экспертных данных.

Второй этап: выбор комплекса приборов и средств для проведения тепловизионного контроля.

Третий этап: выбор метода преобразования изображений тепловизора и программного обеспечения для предоставления результирующей информации о состоянии технологических трубопроводов.

Четвёртый этап: выбор реперных точек для проведения тепловизионной диагностики трубопроводов (сварные соединения, фланцевые соединения).

Пятый этап: выбор условий проведения контроля.

Шестой этап: обучение персонала проведению тепловизионного контроля с получением разрешительного документа на проведение такого вида работ (согласно профстандарту 40.108 «Специалист по неразрушающему контролю», утв. приказом Минтруда России № 976н от 03.12.2015 г.).

Седьмой этап: проведение теплового контроля (подготовка к проведению контроля, подготовка средств контроля, порядок проведения контроля).

При разработке методики особое внимание необходимо уделить подготовке персонала (шестой этап), так как все имеющиеся средства контроля необходимо применять в соответствии с профстандартом по выполнению работ по неразрушающему контролю без выдачи заключения, с требованиями техники безопасности, а также в соответствии с инструкцией применяемых средств измерения [4, 5].

Для осуществления подобного вида контроля согласно профстандарту, технологическому персоналу необходимо иметь удостоверение на проведение неразрушающего тепловизионного контроля.

Кроме того, в методике должно регламентироваться проведение измерений с различными температурно-влажностными условиями, и должны устанавли-

ливаются методы определения приведенного сопротивления теплопередаче в натуральных условиях, а также сопротивления теплопередаче участков трубопроводов, неоднородных по теплотехническим параметрам, имеющих разный уровень теплозащитных свойств [6]. Для достижения лучшего результата методику проведения тепловизионного обследования трубопроводов желательно сочетать с контактными методами определения теплотехнических характеристик.

При составлении методики необходимо учитывать, что в современных тепловизорах устанавливаются определенные требования к проведению исследований, такие как: проведение измерений при отсутствии атмосферных осадков, тумана, задымленности воздуха, инея на поверхностях, а также прямого солнечного облучения поверхностей трубопроводов, кроме того обследуемые поверхности не должны находиться в зоне прямого и отраженного солнечного облучения за 12 часов до проведения измерений.

Обзорное тепловизионное обследование всех трубопроводов с анализом термограмм, профессиональный подход к процессу обработки и выбору характерных зон (участков), требующих повышенного внимания, максимально быстрое получение информации о критических состояниях трубопроводов значительно повысит уровень эксплуатационного контроля состояния трубопроводов опасных производств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ПБ 09-310-99. Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств. 2-е издание, исправленное 2001.
2. ГОСТ 32569-2013. Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах. Дата введения 2015-01-01.
3. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. М., Издательский дом «Спектр», 2013 г.
4. ПБ 03-440-02. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля. - М. ЗАО НТЦ ПБ, 2010 г.
5. ГОСТ Р ИСО 18436-7-2012. Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 7. Термография. - М.: Стандартинформ, 2014 г.
6. ГОСТ Р 54852-2011. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций - М.: Стандартинформ, 2012 г.