

УДК 681.5

<https://doi.org/10.36906/AP-2022/25>

**Полкова Е.В.**

**Кузяков О.Н.**

*д-р техн. наук*

*Тюменский индустриальный университет*

*г. Тюмень, Россия*

## **ВИРТУАЛЬНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТРУБОПРОВОДА**

**Аннотация.** В статье выявлена актуальная задача нефтегазовой отрасли – повышение качества и эффективности оценивания состояния технологических процессов на предприятии. Описаны достоинства и недостатки существующих методов. Подробно рассмотрены виртуальные анализаторы как математические модели, посредством которых производится косвенный расчёт показателей качества технологического процесса в качестве способа определения качества и эффективности оценки технологических процессов трубопроводов. Изучена модель и принцип действия виртуального анализатора. Подробно расписаны цели и задачи использования виртуальных анализаторов.

**Ключевые слова:** технологические процессы трубопровода; методы оценки качества и эффективности; виртуальные анализаторы.

**Polkova E.V.**

**Kuzyakov O.N.**

*Ph.D.*

*Industrial University of Tyumen*

*Tyumen, Russia*

## **VIRTUAL ANALYZERS AS A TOOL FOR ASSESSING THE CURRENT STATE OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF A PIPELINE**

**Abstract.** The article reveals the urgent task of the oil and gas industry – improving the quality and efficiency of assessing the state of technological processes at the enterprise. The advantages and disadvantages of using the methods are described. Virtual analyzers are considered in detail as mathematical models that are produced using indirect calculation of the quality indicators of the technological process as a definition of the quality and efficiency of assessing the technological processes of pipelines. The model and the principle of operation of the virtual analyzer have been studied. The goals and objectives of using virtual analyzers are described in detail.

**Keywords:** pipeline technological processes; methods for assessing quality and efficiency; virtual analyzers.

Наиболее дешёвым способом транспортировки нефти и нефтепродуктов в настоящее время является трубопроводный транспорт. Высокая вероятность аварий связанных с неисправностью в линейной части трубопровода, обусловлена естественным износом нефтепроводов, так как большая часть трубопроводов была построена ещё в конце XX века. Разливы нефти из-за изношенных трубопроводов приносят огромный ущерб экологии, ликвидация таких разливов процесс дорогостоящий и трудозатратный. Во избежание разливов, и с целью минимизации ущерба для экологии применяются меры при мониторинге показателей течения и режимов перекачки.

Повышение качества и эффективности оценивания состояния технологических процессов является первостепенной и наиболее актуальной задачей нефтегазовой отрасли на сегодняшний день. Мониторинг текущих технологических процессов является распространённым методом управления производством. Актуальное состояние технологического процесса отслеживается посредством таких параметров, как температуры, давления, расхода и иных, значения о показателях которых поступают от датчиков, которые находятся на отдельной технологической установке.

В большинстве практических случаев оперативное управление технологическими процессами реализуются на основе использования результатов мониторинга производственной ситуации. Результаты производственного мониторинга лежат в основе оперативного управления технологическими процессами. Мониторинг состоит из этапов сбора, первичной обработки данных состоящей из результатов измерительных средств и комплексов, входящих в состав автоматизированных систем управления технологических процессов, и лабораторных анализов промежуточной и товарной продукции.

В современном мире с целью оценки текущего состояния технологических процессов трубопровода активно применяются три способа: лабораторные анализы, данные поточных анализаторов, а также данные виртуальных анализаторов.

Лабораторные анализы облают высокой точностью, относительно недорогие, но не проводятся постоянно, что не даёт возможность оперативно реагировать на изменения в технологическом процессе. Результаты анализов из заводских лабораторий обычно не могут обещать необходимые уровни полноты и оперативности и зачастую при практическом опыте, результаты лабораторных анализов показывают неудовлетворительную достоверность. Основная причина - несоответствие пропускной способности и технологичности лабораторных средств анализа проб необходимым требованиям производства. Поточные анализаторы хоть и определяют физико-химические свойства продуктов непрерывно в режиме реального времени, имеют высокую точность, самодиагностику и визуализацию показаний, но требуют высококвалифицированное обслуживание, имеют высокую стоимость и необходимость периодической калибровки.

Виртуальные анализаторы служат дополнением к вышеописанным методам и являются моделью, предназначенной для косвенного измерения качественных показателей процесса, построенную на основе данных лабораторных анализов и архивных производственных

данных [1]. Виртуальные анализаторы способны повысить своевременность результатов контроля состояния материальных потоков, но имеют большую стоимость и регулярное высококвалифицированное эксплуатационное обслуживание и не способны обеспечить полноту информационного обеспечения с точки зрения создания автоматизированных контуров оптимального управления технологических процессов. Так, можно сформулировать проблему повышения полноты, оперативности и достоверности информационного обеспечения технологического персонала за счёт создания и внедрения системы виртуального мониторинга технологических процессов [2].

Виртуальные анализаторы представляют наиболее оптимальный способ определения качества технологических процессов трубопроводов, не уступая в точности другим способам оценки. Принцип действия виртуальных анализаторов основывается на монотонном измерении качества посредством запрограммированных математических моделей, которые описывают их взаимосвязь с настоящими значениями измеряемых технологических переменных. На рисунке представлена общая модель виртуального анализатора.

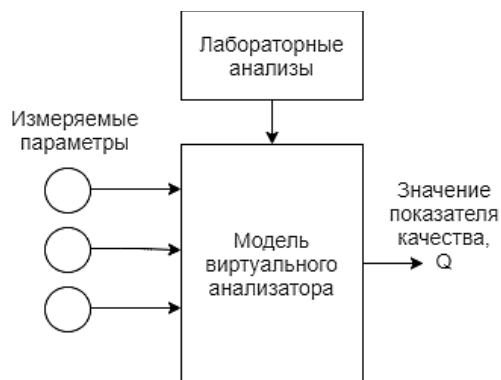


Рис. Общая модель виртуального анализатора

Виртуальные анализаторы представляют возможность оценивать необходимые показатели качества технологических процессов трубопровода по следующим измеряемым параметрам продукта: температура, давление, расход, которые, в свою очередь, непрерывно контролируются современными системами управления [3].

Виртуальные анализаторы представляют из себя математические модели, посредством которых производится косвенный расчёт показателей качества технологического процесса. В качестве данных для расчёта используются архивные результаты производственных и лабораторных анализов. ВА интегрируются посредством специального программного обеспечения, которые, в свою очередь, реализуются в базовой системе управления [4].

Принимая воздействие различных возмущений, технологический процесс периодически отклоняется относительно оптимальных режимных параметров, что, в свою очередь, требует его корректировки. Параллельно с этим, качество работы трубопроводного транспорта определяется не только показателями основных технологических параметров, но и, непосредственно, составом сырья и показателями качества производимых продуктов. Посредством виртуальных анализаторов предоставляется возможность в настоящий момент времени получать и использовать в управлении данных о трудноизмеримых параметрах

технологического процесса. Наряду с этим, ВА выполняют функцию обычных измерительных устройств и могут использоваться в системах управления совместно с ними.

Отметим основные цели использования виртуальных анализаторов:

- мониторинг трудноизмеримых параметров;
- повышение оперативности управления технологических процессов;
- использование в системах оптимизации технологических процессов;
- контроль достоверности параметров.

Задачи, которые способны решать виртуальные анализаторы:

- прогноз качества продукта на любом этапе технологического процесса;
- создание оптимальных технологических решений при заданных критериях качества;
- поиск решений и новых технологических режимов по управлению технологическими процессами для критериев эффективности;
- обеспечение устойчивой и безопасной эксплуатации объекта;
- изучение значимости и функций влияния отдельных технологических параметров;
- выявление и учёт взаимозависимостей технологических параметров;
- изучение экологической и промышленной безопасности эксплуатации объекта, своевременное оповещение и обнаружение опасности;
- основа для построения системы гибкого планирования процессов контроля и ремонта контрольно-измерительных средств;
- обеспечение возможности управления технологическим объектом персоналом с недостаточным уровнем квалификации.

Кроме того, дополнительными задачами можно выделить:

- информационное дублирование отдельных измерительных средств для оперативного контроля их состояния;
- использование в качестве вспомогательной контрольно-диагностической системы технологической установки в интересах раннего обнаружения возможных неисправностей [5].

Виртуальный мониторинг способствует получению новых знаний о эволюции, текущем состоянии и динамике технологических процессов с использованием математической обработки оперативных и ретроспективных данных, полученных контрольно-измерительными средствами. Виртуальные анализаторы входят в систему виртуального мониторинга и реализуют возможность изучения эволюции и текущего состояния технологических процессов.

Так, можно сформулировать общую цель виртуальных анализаторов – повышение уровня информационно-аналитического обеспечения персонала и создание условий (достаточной информационной базы) для формирования оптимального управления как одного технологического процесса, так и всего технологического цикла.

В связи с тем, что показатели качества технологического процесса во многом характеризуют эффективность работы системы автоматизации и технологического объекта в целом, а также могут входить в целевую функцию оптимизации, виртуальные анализаторы

являются основой для построения таких систем оптимизации в реальном времени, как системы усовершенствованного управления технологическими процессами.

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось изучение использования виртуальных анализаторов в качестве инструмента для оценки текущего состояния технологического процесса трубопровода. В результате работы были изучены такие аспекты, как: актуальность повышения качества и эффективности оценивания состояния технологических процессов; виртуальные анализаторы в качестве способа определения качества технологических процессов трубопроводов; модель и принцип действия виртуального анализатора; цели и задачи использования виртуальных анализаторов [6].

В заключение необходимо отметить, что автоматизация занимает ключевое место в развитии технологических процессов, посредством которой значительно повышается качество и эффективность в решении множества задач, одной из которых является оценка текущего состояния технологических процессов. Виртуальные анализаторы являются перспективным средством, повышающим эффективность оценивания текущего состояния технологического процесса. Исходя из этого, их изучение и повышение качества и эффективности измерения должно являться ключевой задачей из области автоматизации технологических процессов.

### Литература

1. Лежнин Д.В. Опыт создания моделей технологических процессов для предприятий нефтехимической промышленности // ИСУП. 2015. № 3(57). С. 87-90.
2. Кремлев И.А., Громаков Е.И. Использование виртуальных анализаторов для управления технологическими процессами // Молодёжь и современные информационные технологии: сб. трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (г. Томск, 03-07 декабря 2018 года). Томск, 2019. С. 287-288.
3. Данилов А.Д., Мугатина В.М. Верификация и тестирование сложных программных продуктов на основе нейросетевых моделей // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2016. Т. 12. № 6. С. 62-67.
4. Клокотов И.Ю. Автоматизация технологических процессов // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2019. № 4-1.
5. Лобанова В.А., Воронина О.А. Электронные и виртуальные средства контроля качества нефтепродуктов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. № 5. С. 109-113.
6. Мусаев А.А., Тураносов А.В. От on-line анализаторов к системе тотального мониторинга качества продукции // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2012. № 12. С. 46-55.

© Полкова Е.В., Кузяков О.Н., 2022