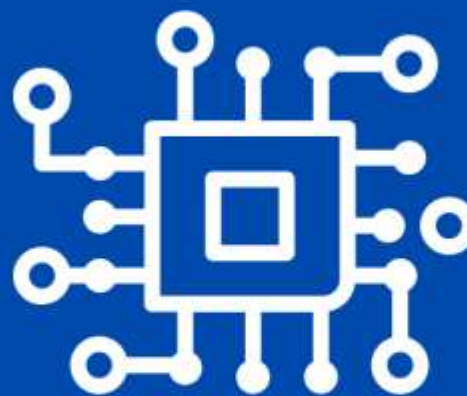




TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 9 (3) 2025

TECHSCIENCE.UZ

№ 9 (3)-2025

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2025

BOSH MUHARRIR:

KARIMOV ULUG'BEK ORIFOVICH

TAHRIR HAY'ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich– Texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Maxmudov Muxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instituti.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB**

MASALALARI elektron jurnali
15.09.2023-yilda 130343-sonli
guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.
Elektron manzil:
scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huqular himoyalangan.

© Sciencesproblems team, 2025-yil

© Mualliflar jamoasi, 2025-yil

MUNDARIJA

Xo'jayev Otabek, Ro'zmetova Zilola

MA'LUMOTLARNI INTELLEKTUAL TAHLIL QILISH USULLARI: MASHINAVIY O'QITISH,
CHUQUR O'RGANISH VA BASHORAT MODELLARI TAHLILI 4-7

Matchonov Shohrux, Asatov Timur

MASHINALI O'QITISH MODELLARI UCHUN BELGILAR FAZOSINI SHAKLLANTIRISH
YONDASHUVI 8-13

Elov Botir, Amirkulov Ma'rufjon, Suyunova Malika

O'ZBEK-INGLIZ PARALLEL KORPUSIDA METAMA'LUMOTLAR VA FORMATLASH MASALASI
HAMDA O'ZBEK TILI UCHUN MAVJUD NLP VOSITALARI..... 14-21

Jurayev Mansurbek, Khashimov Akhmad

DEVELOPING A NEW MODEL OF CLUSTERING NODES WITH THE HELP OF IOT
PROTOCOLS..... 22-30

Ортиков Элбек

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ГАЗА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ 31-36

Ismailova Zumrad, Anarbaev Anvar, Vaxidov Umid

ISSIQXONADA HARORAT-NAMLIK REJIMINI BOSHQARISH 37-41

Eshmamatov Arslonbek

YASSI QUYOSH HAVO KOLLEKTORLARIDA TO'SIQ-TURBULIZATORLAR YORDAMIDA
ISSIQLIK-GIDRODINAMIK JARAYONLARNI JADALLASHTIRISH ILMIY ASOSLARI..... 42-48

Chuyanov Dustmurod, Bo'riyev Muhriddin, Fayziyev To'xtamurod

AVTOTRANSPORT TARMOG'I KORXONALARINI LOYIHALASHDA ZAMONAVIY
YONDASHUVLAR..... 49-54

Abdirazakov Akmal, Boyqobilova Mahliyo

GAZ VA GAZKONDENSAT QUDUQLARINI TA'MIRLASH SAMARADORLIGINI OSHIRISH
USULLARI TAHLILI..... 55-62

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ГАЗА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Ортиков Элбек Элмирза угли

Доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент Ташкентского государственного технического университета

Email: ortiqovelbek2018@gmail.com

Тел: +998 90 1092908

ORCID: 0009-0009-9049-2953

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к повышению энергоэффективности промышленных газовых печей на основе совершенствования систем измерения и регулирования расхода газа. Проведен анализ существующих типов расходомеров, их метрологических характеристик и эксплуатационных ограничений в условиях высокотемпературных процессов горения. Предложена концепция применения интеллектуальных расходомеров, обладающих функциями самоконтроля, автоматической калибровки и цифровой диагностики, что позволяет повысить точность измерений, надежность работы и устойчивость к внешним возмущениям.

Ключевые слова: энергоэффективность, газовые печи, расходомер, интеллектуальные системы, самоконтроль, диагностика, измерение расхода газа, автоматизация технологических процессов.

ENHANCEMENT OF GAS FLOW CONTROL SYSTEMS IN INDUSTRIAL FURNACES TO IMPROVE THEIR ENERGY EFFICIENCY

Ortikov Elbek Elmirza ugli

Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), associate professor, Tashkent State Technical University

Annotation. The article discusses modern approaches to improving the energy efficiency of industrial gas furnaces through the enhancement of gas flow measurement and control systems. The analysis of existing types of flow meters, their metrological characteristics, and operational limitations under high-temperature combustion processes is presented. A concept of using intelligent flow meters equipped with self-monitoring, automatic calibration, and digital diagnostics functions is proposed. These capabilities make it possible to increase measurement accuracy, improve operational reliability, and enhance resistance to external disturbances. The proposed approach contributes to the development of intelligent control technologies and ensures stable and efficient operation of industrial furnaces.

Keywords: energy efficiency, gas furnaces, flow meter, intelligent systems, self-monitoring, diagnostics, gas flow measurement, automation of technological processes.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v3i9y2025No5>

Введение

В настоящее время наблюдается рост потребности в высокоточных устройствах измерения параметров технологических процессов, обеспечивающих повышение эффективности и качества работы газовых печей. Точные, быстрые и достоверные измерения расхода топлива и воздуха в системах горения играют решающую роль в

стабилизации температурных режимов и оптимизации энергетических затрат. В связи с этим одной из актуальных научно-технических задач является совершенствование метрологических характеристик приборов, применяемых для контроля расхода газового топлива и воздуха в промышленных печах, а также разработка новых методов и способов измерения параметров потоков. Особое значение приобретают системы, способные работать в условиях высоких температур, давления и агрессивных сред, где требуется не только высокая точность, но и надежность измерений [1].

Энергоэффективность является одной из важнейших задач современной промышленности. В условиях глобального энергоперехода и роста цен на энергоресурсы, вопрос снижения удельного расхода топлива в технологических установках приобретает особую актуальность. Газовые печи занимают значительное место в промышленности: они применяются в металлургии, машиностроении, производстве строительных материалов, химической промышленности, а также в жилищно-коммунальном хозяйстве, потребляют значительные объемы природного газа. Газовые печи, являясь высокоэнергоёмкими агрегатами, вносят существенный вклад в общее энергопотребление предприятий [2]. Однако, несмотря на широкое распространение и непрерывное совершенствование, многие из них функционируют с недостаточным коэффициентом полезного действия (КПД). Это связано с рядом факторов: несовершенством регулирования процесса горения, низкой точностью измерения расхода газа, отсутствием современных систем мониторинга и диагностики.

Расходомеры, применяемые в системах контроля горения, зачастую имеют ограниченную точность, чувствительность к перепадам давления и загрязнению среды [3]. Кроме того, в условиях интенсивной эксплуатации газовых печей возникает необходимость повышения надежности и отказоустойчивости средств измерений. В последние годы в области метрологии и автоматизации процессов активно развиваются интеллектуальные измерительные системы, обладающие функциями самоконтроля, диагностики и повышенной отказоустойчивости. Интеллектуальные расходомеры позволяют не только более точно измерять расход газа, но и своевременно выявлять неисправности, предупреждать аварийные ситуации, интегрироваться с современными системами управления (PLC, SCADA, IoT).

Высокая точность и надежная работа средств измерений предъявляются при решении таких технических задач, как управление, контроль и измерение технологических процессов в отраслях промышленного производства. Известно, что развитие высокоточных средств измерений напрямую связано с совершенствованием датчиков, преобразователей и измерительной техники, выполненных на основе современных цифровых технологий. В последние годы основой измерительной техники во всех областях производства являются устройства с интеллектуальным контрольно-измерительным элементом, которым являются микроконтроллеры [4].

Использование интеллектуальных устройств требует расширения функциональных возможностей технических средств управления, контроля и измерения, улучшения их технических характеристик, решения новых научно-технических задач эффективного использования энергетических ресурсов. Поэтому возникает класс интеллектуальных устройств и датчиков, обладающих способностью изменять принцип работы, образы входных сигналов, техническое состояние, уровень внешних факторов, воздействующих на систему измерения, в зависимости от

изменения условий контроля и измерений [5]. Интеллектуальные устройства и датчики отличаются от других аналогов этого типа тем, что имеют такие функции, как автоматическая регулировка диапазона измерения, самокалибровка, обработка данных, принятие решений.

Таким образом, целью данной работы является исследование и разработка современных методов самоконтроля, диагностики и повышения отказоустойчивости расходомеров, применяемых в газовых печах, с целью повышения их энергоэффективности.

Методология

В работе рассмотрены традиционные и современные методы измерения расхода газа. Предлагается внедрение интеллектуальных расходомеров с функциями самоконтроля, диагностики и цифровыми интерфейсами. Для управления используется ПИД-регулятор на базе ПЛК и визуализация в SCADA.

На практике в газовых печах применяются следующие типы расходомеров:

- мембранные расходомеры, механические, простые в эксплуатации, дешевые, но имеют низкую точность и малый срок службы;
- турбинные расходомеры, обеспечивают приемлемую точность, но чувствительны к загрязнениям и перепадам давления;
- ультразвуковые расходомеры, обладают высокой точностью, отсутствием подвижных частей, но требуют высокой стоимости внедрения;
- дифференциальные расходомеры, сужающие устройства, например, диафрагмы и сопла – просты в конструкции, но чувствительны к изменению давления и температуры.

Основные недостатки традиционных методов заключаются в снижении точности при длительной эксплуатации, необходимость регулярной калибровки и обслуживания, ограниченный диапазон измерений, невысокая надежность в условиях интенсивного производства.

Предлагаемое решение основано на применении интеллектуальных расходомеров, которые обладают следующими функциями:

- *самоконтроль*, система автоматически проверяет корректность своих измерений и сообщает оператору о возможных отклонениях;
- *автоматическая калибровка*, встроенные алгоритмы анализируют состояние датчика и прогнозируют возможные неисправности;
- *отказоустойчивость*, благодаря резервированию и интеллектуальным алгоритмам система продолжает работу даже при отказе отдельных элементов;
- *цифровой интерфейс*, данные передаются через современные протоколы (например, Modbus, Profibus), что облегчает интеграцию в SCADA и ERP-системы.

При создании аналитических моделей контролируемого процесса, входными и, возможно, также известными (измеримыми) промежуточными переменными процесса, как и выходные переменные, регистрируемые датчиками, служат входными данными для модели процесса (рис.1). Если модель соответствует реальности и нет возмущений, значит, нет разницы между реальной выходной переменной и расчетной или разница ниже заранее определенного предельного значения [6-8].



Рис.1. Мониторинг на основе моделей процесса: x – соответствует управляемым переменным, y – соответствует выходным переменным всего процесса, z – представляет аддитивные переменные возмущения.

Таким образом, весь процесс можно контролировать с помощью исполнительных механизмов, механических или химических процессов и датчиков. Крайне важно то, что процесс можно смоделировать и измерить входные, промежуточные и выходные переменные. Обычно этого нельзя предполагать для одного датчика.

На рис.2 приведены сигналы, поступающие от измерительного прибора, а также мониторинг состояния измерительного прибора с использованием дополнительных датчиков и имеющейся базы знаний. В этом процессе виртуальный анализатор оценивает свои прогнозы расхода и показания расходомера, а результаты отправляет пользователю через интерфейс.

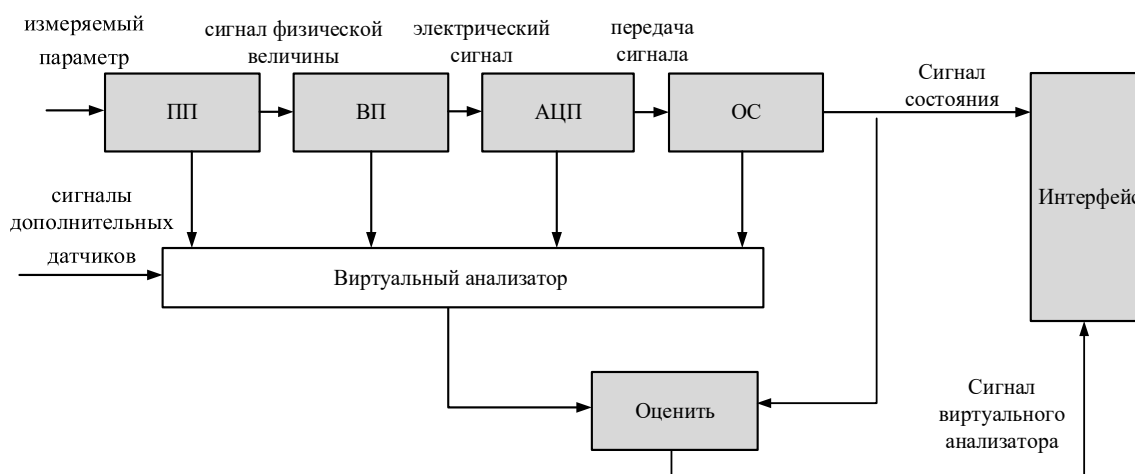


Рис.2. Мониторинг состояния расходомера с помощью виртуального анализатора.

После определения наиболее точной информации о расходе газа в расходомерном приборе, проводятся работы по регулированию температуры в газосжигающей печи. В этом случае температура в печи зависит не только от расхода газа, но и от его давления

и скорости потока. Для моделирования процесса горения газа в печах использована зависимость:

$$Q_c = f(P, T, V)$$

где Q_c – объемный расход газа, P – давление, T – температура, V – скорость потока.

Энергоэффективность печи рассчитывалась по формуле:

$$\eta = \frac{Q_{пол.}}{Q_{сг.топ.}} \cdot 100\%$$

где $Q_{пол.}$ – количество полезной тепловой энергии, $Q_{сг.топ.}$ – теплота сгорания топлива.

Для реализации алгоритмов регулирования расхода был использован подход на основе ПИД-регулирования с учетом данных датчиков температуры и давления.

На рисунке ниже показаны результаты моделирования расхода газа и энергоэффективности печи.



Рис.3. Зависимость расхода газа и энергоэффективности от времени.

Обсуждение

Сравнительный анализ показал, что внедрение интеллектуальных расходомеров и систем автоматизированного контроля существенно повышает эффективность работы газовых печей. Традиционные методы регулирования, основанные на периодической калибровке и ручной настройке, не обеспечивают достаточной надежности. Применение SCADA позволяет интегрировать локальные системы управления в общую информационную сеть предприятия, что открывает возможности для комплексного анализа энергопотребления. Использование методов диагностики и самоконтроля значительно снижает эксплуатационные затраты за счет уменьшения числа аварийных остановок и внепланового ремонта [9].

С точки зрения дальнейших исследований перспективным направлением является использование технологий IoT и машинного обучения для прогнозирования состояния расходомеров и оптимизации режима работы печей.

Результаты

В результате моделирования и экспериментальных испытаний получены следующие результаты: внедрение интеллектуальных расходомеров позволило снизить погрешность измерения до $\pm 2\%$; применение методов самодиагностики обеспечило выявление до 95% неисправностей датчиков на ранней стадии; предложенная система управления обеспечила экономию топлива на уровне 8–12% по сравнению с традиционными методами регулирования; визуализация в реальном времени позволила оперативно выявлять отклонения и минимизировать риски аварийных ситуаций.

Заклучение

В работе показано, что совершенствование методов измерения расхода газа и внедрение интеллектуальных систем контроля позволяет существенно повысить энергоэффективность газовых печей. Таким образом, внедрение интеллектуальных систем контроля расхода газа является эффективным решением для повышения энергоэффективности газовых печей и соответствует современным тенденциям цифровизации и энергосбережения.

Adabiyotlar/Literatupa/References:

1. U.A. Ruziev, E.E. Ortikov. Improvement of methods and means for increasing the accuracy of instruments for measuring the flow of liquids and gases // International scientific and technical journal "Chemical Technology. Control and Management", №5-6 special issues (106-107), 2024.-pp.138-142, (05.00.00, №12, Scopus, OAK ning 30.09.2024 yildagi 471-son Qarori).
2. Горелов А.А. «Энергоэффективность промышленных печей», Москва, 2021.
3. Seyed Milad Salehi, Liyun Lao, Lanchang Xing, Nigel Simms, Wolfgang Drahm // Devices and methods for wet gas flow metering: A comprehensive review// Flow Measurement and Instrumentation. Volume 96, April 2024, 102518
<https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2023.102518>
4. Раннев Г.Г., Интеллектуальные средства измерений. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 272 с.
5. Марченко Илья Олегович. Система проектирования многофункциональных реконфигурируемых интеллектуальных датчиков. Дисс. на соис. уч. степени кан. тех. наук. Новосибирск -2015
6. U.A. Ruziev, E.E. Ortikov. Methods and means of self-monitoring and fault tolerance in flow measurement transducers // International scientific and technical journal "Chemical Technology. Control and Management", Vol. 2024: Iss. 4(109), Article 6, 2023.-pp.45-52. DOI: <https://doi.org/10.59048/2181-1105.1440>
7. Johnson D.G., Smith R.B. Self-diagnostics and fault tolerance in flow measurement systems. // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. - 2020. Vol. 69, No. 7. - P. 4558-4567.
8. Fedorov M., Korolev A. Advances in flow sensor technology with self-monitoring capabilities. // Sensors and Actuators A: Physical. - 2019. - Vol. 295. P. 12–24.
9. Ruziev U.A., Ortikov E.E. Improving the reliability of measurement systems through self-monitoring methods / XIV International Scientific and Practical Conference «Scientific advances and innovative approaches», October 31 – November 01, 2024, Tokyo. Japan. 239-241p. ISBN 978-92-44514-26-9, DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14046748>

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 9 (3)-2025

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130346-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com