

УДК 628.311

## ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА СТОЧНЫХ ВОД НА ТЭК

Екатерина Игоревна Куприянова

*Студент 4 курса,*

*кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»*

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: В.Л. Скрипка,*

*доцент кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»*

Теплоэлектроцентрали (ТЭК) ежедневно сбрасывают тысячи кубометров сточных вод, содержащих токсичные вещества (тяжелые металлы, нефтепродукты, химикаты). Эти вещества, попадая в водоемы, нарушают баланс экосистем и представляют угрозу для здоровья человека. Точность измерения расхода напрямую влияет на контроль соблюдения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, установленных нормативными документами. Однако традиционные методы, такие как электромагнитные, ультразвуковые или кориолисовые расходомеры, сталкиваются с погрешностями из-за нестабильности состава жидкости, турбулентности потока и внешних помех.

Электромагнитные расходомеры, работающие на основе закона Фарадея, обеспечивают точность до 0,5%, но их показания искажаются при низкой электропроводности среды или наличии внешних электромагнитных шумов. Ультразвуковые расходомеры, измеряющие скорость звука в потоке, демонстрируют точность до 0,3%, однако их эффективность снижается при наличии пузырьков газа или твердых частиц в жидкости. Кориолисовые расходомеры, хотя и измеряют массовый расход с точностью до 0,1%, требуют значительных финансовых затрат и чувствительны к вибрациям. Дифференциальные манометры, несмотря на простоту конструкции, имеют погрешность измерения расхода до 2% и зависят от изменений плотности жидкости.

Для повышения достоверности измерения предложен метод использования двухканальной системы с взаимокорреляционной обработкой данных. Установка двух расходомеров близких по точности, работающих на одном физическом принципе, позволяет анализировать временные задержки и фазовые сдвиги в сигналах. Это помогает отделить полезный сигнал от шумов, вызванных турбулентностью, неоднородностью состава жидкости или внешними помехами. Моделирование, проведенное для среднего расхода 86 л/с, показало, что генерация сигналов с усеченным нормальным распределением (погрешность 0,3% и 0,5%) в сочетании с корреляционным анализом позволяет снизить суммарную погрешность в 2 раза — до 0,25 – 1%. Такой результат соответствует требованиям нормативно-технической документации и обеспечивает надежный контроль за сбросом сточных вод.

Практическая значимость метода заключается в его адаптивности к сложным условиям эксплуатации на ТЭК. Нестационарность потока, колебания температуры и химического состава жидкости оказывают меньшее воздействие на достоверность измерений. Корреляционная обработка данных не только повышает достоверность результатов, но и позволяет оптимизировать процессы очистки сточных вод,

своевременно выявлять отклонения от норм и минимизировать экологический ущерб. Внедрение данного подхода на предприятия ТЭК способствует не только соблюдению законодательных требований, но и снижению рисков аварийных ситуаций.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением метода для работы с многофазными средами, такими как жидкости с газовыми включениями, а также интеграцией алгоритмов в системы автоматизированного мониторинга. Это позволит создать универсальные решения, применимые не только в теплоэнергетике, но и в других отраслях, где требуется высокоточный контроль за расходом сложных сред.

### **Литература**

1. В.Л. Скрипка, Н.Ю. Загиева Многоканальное измерение расхода газа – метод повышения точности его учета // Управление качеством в нефтегазовом комплексе» — 2015 г. — №1. — 42 – 45 с.
2. Ф.Р. Спеллман Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация / пер. с англ. яз. 2-го издания под общ. ред. М. И. Алексева. — Санкт-Петербург: ЦОП "Профессия": Изд-во Профессия, 2014 г. — 1022 с.