

# Предиктивный анализ для систем электрообогрева



В статье рассмотрено назначение предиктивного анализа и применение этого инструмента для систем промышленного электрообогрева. Приведены в пример разработанные компанией «Квант» системы промышленного электрообогрева со встроенными функциями предиктивного анализа.

ПО «Квант», г. Омск

Предиктивная (прогнозная) аналитика основана на обработке статистических и экспертных данных. Ее практическое внедрение на производственных объектах стало возможным благодаря развитию автоматизированных систем управления, накоплению массивов эксплуатационных данных и распространению методов интеллектуального анализа. В частности, в задачах технического обслуживания

и ремонта такой инструмент используется для выявления отклонений параметров на ранних стадиях износа или негативных изменений и формирования предупреждений до перехода процессов в аварийное состояние.

Для систем промышленного электрообогрева применение методов предиктивного анализа было нехарактерно, потому что этим системам не придавали должного значения, хотя они

и являются частью технологического процесса. Но новый день диктует новые стандарты. Требования к промышленной безопасности технологических объектов, сопутствующей частью которых являются системы электрообогрева, повышаются с каждым годом. В связи с этим применение предиктивной аналитики для электрообогрева сегодня выглядит оправданным. В данном материале мы рассмотрим одно из



Рис. 1. Система «Квант»: определение остаточного ресурса и прогнозирование отказов

таких решений – систему предиктивного анализа для системы электрообогрева от компании «Квант» (рис. 1).

### Актуальность вопроса

В последние годы произошло несколько значимых изменений в подходе к качеству оборудования и его эксплуатации. Основная цель этих из-

менений – повышение общей надежности и безопасности систем. Это коснулось в том числе и промышленного электрообогрева, из-за чего эксплуатирующие службы оказались в условиях противоречивых требований. Корпоративные стандарты ориентированы на снижение эксплуатационных затрат, что обычно сопровождается

ограничением ремонтного бюджета и заставляет эксплуатировать оборудование до отказа. Одновременно на службы эксплуатации возлагается ответственность за безопасную и безаварийную работу оборудования, в том числе систем электрообогрева, отказ которых может привести к значительным экономическим потерям. В этих

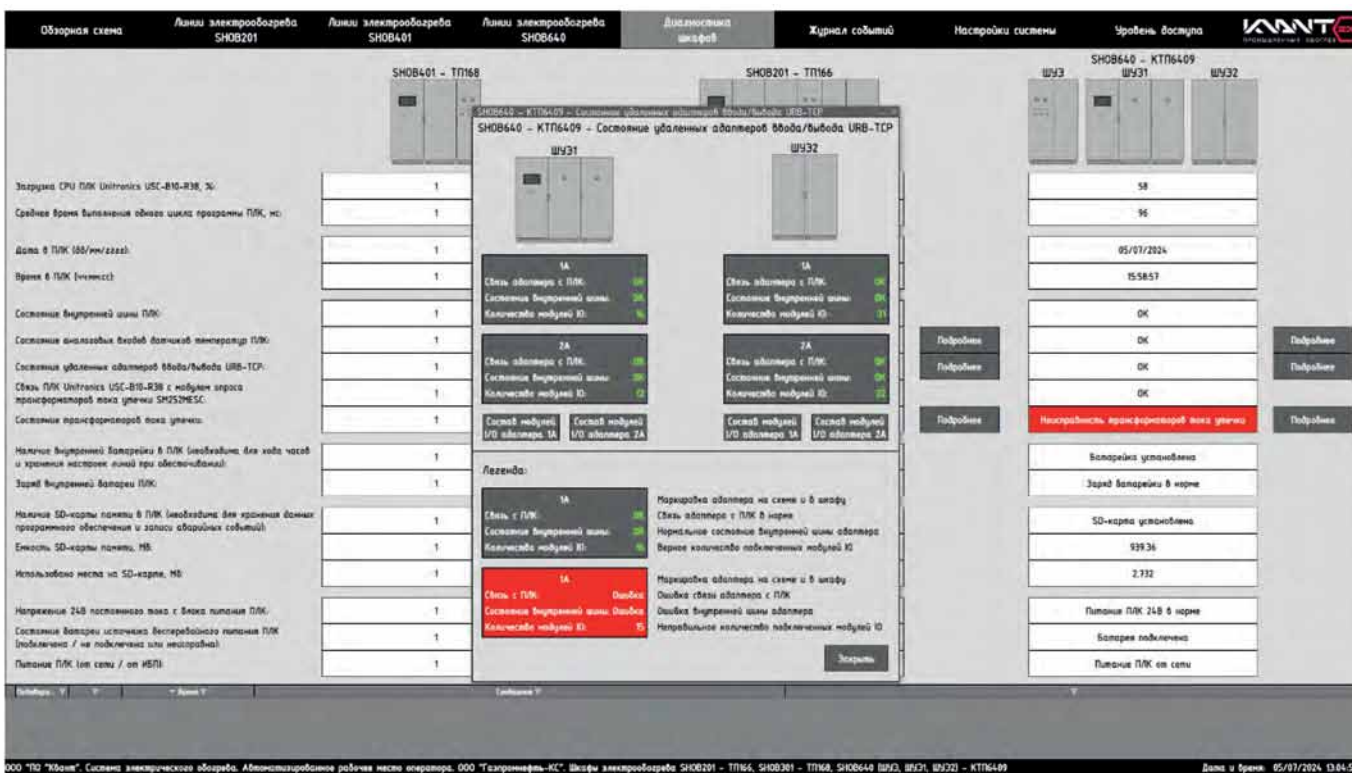


Рис. 2. Предиктивный анализ состояния системы промышленного электрообогрева: примеры отображения информации

условиях применение инструментов предиктивной аналитики становится закономерным решением: такая система помогает выявлять потенциальные неисправности на ранней стадии и локализовать их с высокой точностью, что позволяет заблаговременно планировать замену приходящего в негодность оборудования, избегая аварийных ситуаций, уменьшает время на локализацию неисправностей и повреждений, а также позволяет сократить объем ремонтных работ.

Еще один важный ситуативный фактор, повлиявший на внедрение функций предиктивной аналитики в систему электрообогрева, — законодательный. С 1 сентября 2025 года вступил в силу Приказ Ростехнадзора № 29 о правилах проведения экспертизы промышленной безопасности. Этот документ допускает использование информации автоматизированных систем мониторинга для оценки фактического состояния технических устройств, зданий и сооружений, делает акцент на оперативной диагностике и прогнозировании. Правда, пока это относится только к устройствам, зданиям и сооружениям на опасных производственных объектах, однако данные требования отражают общий подход к риск-ориентированному и прогнозному управлению техническим состоянием не только технологического оборудования, но и инженерных систем. Эти подходы могут быть применены и к системам промышленного электрообогрева.

#### Как это работает

Система электрообогрева с предиктивной диагностикой является комплексной, то есть наряду с обогревом выполняет функцию передачи данных в единый диспетчерский центр для анализа, визуализации и контроля. Причем данные эти могут сниматься со многих трубопроводов сразу. В такой системе три уровня: нижний, средний и верхний. На нижнем (полевом) уровне находятся исполнительные устройства (электрические нагревательные и силовые кабели), распреде-

лительные коробки, датчики и трансформаторы тока утечки. На среднем — промышленные контроллеры и ПЛК, модули ввода/вывода и преобразователи интерфейсов. Верхний уровень — диспетчерский, это АРМ оператора, сервер и база данных. С помощью датчиков температуры, датчиков тока, а также с использованием возможностей оптоволоконных технологий фиксируются такие параметры, как температура вдоль трассы, ток, напряжение, мощность и токи утечки, которые являются индикатором состояния жилы, полимерной матрицы, изоляции нагревательных кабелей и косвенно показывают нарушения теплоизоляционного слоя или дефекты в соединительных элементах. Фиксируются и внешние воздействия, приводящие к механическим повреждениям.

С полевого уровня данные поступают через средний уровень (контроллеры) на сервер и в диспетчерское ПО, где подвергаются анализу (рис. 2). В процессе этого анализа текущие параметры сравниваются с эталонными, выявляются тренды изменения характеристик, осуществляется классификация неисправностей и выдаются рекомендации по обслуживанию. Логика системы работает приблизительно так: падение температуры на 10 °С за 1 минуту (при показателях активной мощности в пределах проектных значений) → критический приоритет → существует вероятность повреждения теплоизоляции или датчика температуры → отправить бригаду для осмотра. При этом система выдает аварийный сигнал и предлагает оптимальные сценарии действий, например, рекомендует запланировать ремонт на участке в ближайшие две недели. При определенных сценариях, например, при повышении токов утечки, может быть автоматически отключен участок.

Приведем пример из практики. На одном из объектов нагревательный кабель был смонтирован сторонним подрядчиком, управление — через шкаф электрообогрева, изготовленный компанией «Квант». По приборам всё выглядело спокойно: темпе-

ратура держалась в пределах нормы, защиты молчали, смена обрабатывала без замечаний.

Но система предиктивной диагностики на основе датчиков тока показала, что в одной из линий ползет вверх ток утечки. Если оглядываться на регламент, ситуация не аварийная, и это именно тот случай, который всегда пропускают, потому что система обогрева «еще работает». Разбор показал конкретное место: кабель в узле ввода под теплоизоляцией, где его однажды «чуть прижали» при монтаже.

Эта ошибка, допущенная во время монтажных работ, могла дорого стоить. Но в данной ситуации участок кабеля заменили в плановое окно, и, таким образом, несложный плановый ремонт предотвратил аварию.

#### Заключение

В инженерной среде давно известно: внезапных отказов не бывает — бывает недооценка технического состояния. Любая система заранее подает сигналы, просто они остаются незамеченными.

*Редакция благодарит специалистов компании «Квант» за экспертные комментарии и рассказ о практическом опыте реализации систем промышленного электрообогрева с применением технологий предиктивной диагностики. В процессе подготовки материала представители компании дали редакции возможность ознакомиться с работой системы «Квант», предназначенной для определения остаточного ресурса оборудования и прогнозирования отказов, а также, опираясь на собственный практический опыт, рассказали о необходимых объемах работ, этапах внедрения и типичных технических сложностях, возникающих при проектировании и эксплуатации таких систем. Представленная информация позволила дополнить материал сведениями от крупнейшего интегратора систем промышленного обогрева о подходах к проектированию, интеграции и последующему сопровождению решений электрообогрева на промышленных объектах.*

ПО «Квант», г. Омск,  
тел.: 8 (800) 1000-437,  
эл. почта: info@kvantex.pro,  
сайт: kvantex.pro