

ЭЛЕКТРО ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИЯ

№ 5 (38), сентябрь–октябрь, 2016



ВЭИ
95 лет

Юбилей Всероссийского электротехнического института имени В. И. Ленина

Компании ПАО «Россети» готовятся к осенне-зимнему периоду

О развитии инновационных проектов победителей Всероссийского конкурса «Энергопрорыв-2015»

Анализ и опыт применения систем мониторинга силовых трансформаторов ПАО «Ленэнерго» с точки зрения производителя онлайн хроматографов

Данная статья инициирована публикацией, вышедшей в Ежеквартальном спецвыпуске № 1 журнала «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение» (июнь, 2016 год) и посвященной анализу выбора и опыта применения систем мониторинга силовых трансформаторов ПАО «Ленэнерго». Целый ряд положений этой публикации, в том числе выводов и заключений, определяет преимущество прибора-газоанализатора индикаторного типа перед онлайн хроматографом. Цель данной статьи — изложить собственную позицию в отношении сравнения, приведенного в указанной публикации.

Леонид ПОСПЕЕВ, начальник технического отдела ООО «МТК Бизнес.Оптим»
Андрей СЕЛИХАНОВИЧ, директор по развитию ООО «МТК Бизнес.Оптим»

ХАРГ — ТРЕБОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ

Хроматография является на сегодняшний день основным методом для получения сведений о состоянии маслонеполненного оборудования, применяемым как в России, так и за рубежом. В нашей стране порядок отбора проб и интерпретации результатов определяются РД 153-34.0-46.302-00 «Методические указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудования по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле» и РД 34.46.303-98 «Методические указания по подготовке и проведению хроматографического анализа газов, растворенных в масле силовых трансформаторов». Наиболее часто употребляемые в международной практике стандарты — МЭК 60599 «Электрооборудование с пропиткой минеральным маслом при эксплуатации. Руководство по интерпретации

результатов анализа растворенных и свободных газов» и МЭК 60567 «Электрооборудование маслонеполненное. Отбор проб газа и масла для анализа свободных и растворенных газов». В разделе 5.1 стандарта IEEE C57.140-2006 «Руководство IEEE по оценке состояния трансформаторов с жидким наполнителем» также подчеркивается важность диагностики состояния трансформатора именно по результатам хроматографического анализа.

Среди положений указанных выше руководящих документов важными являются такие как обеспечение высокой точности измерений и корректности проводимой на их основе диагностики. Точность измерений напрямую влияет на результаты диагностики, поэтому особенно важно, чтобы метрологические характеристики средства измерения (хроматографа, газоанализатора) имели подтверждение, исходящее не из документации

производителя, являющегося, очевидно, заинтересованной стороной, а от независимого официального эксперта. Поэтому необходимо отметить отдельно, что при выборе системы газоанализа необходимо также уделять повышенное внимание вопросу присутствия рассматриваемой системы в государственном реестре средств измерений.

Важным диагностическим критерием является также уровень относительной скорости нарастания газосодержаний, по которому делается вывод о степени опасности развития дефекта. В пункте 6.6 РД 153-34.0-46.302-00 определяется факт наличия быстроразвивающегося дефекта при относительной скорости нарастания газа/газов более 10% в месяц. Наличие отдельной сигнализации по скорости нарастания газосодержаний в связи с этим может также рассматриваться как дополнительное преимущество.

Именно исходя из требований этих руководящих документов, а также многолетнего опыта эксплуатации, производители хроматографических онлайн-устройств выстраивают свои производственные процессы, крайне скрупулезно подходу к элементам хроматографического анализа в устройствах, которые могут вносить искажения в результирующие данные.

Так, например, хроматографы Серверон серии ТМ (в статье ПАО «Ленэнерго» упомянут «Serveron ТМ8») производятся компанией Qualitrol (локализованная в РФ версия Серверон БОР) с учетом требований международных стандартов. Основные требования стандартов МЭК: использование газа-носителя чистоты 99,999% или лучше (раздел 7.5.3.7 МЭК 60567), использование температуры 70 °С для температурной стабилизации пробы растворенных газов (раздел 7.5.3.7, таблица 1), газовая хроматография как основной метод газоанализа (раздел 8), наличие периодической поверки и калибровки (раздел 9).

Наличие периодической калибровки хроматографа особенно важно, поскольку хроматограф, как и любая измерительная система, характеризуется величиной инструментального дрейфа, который определяется в п. 7.33 РМГ 29-2013 как «непрерывное или ступенчатое изменение показаний во времени, вызванное изменениями метрологических характеристик средств измерений», а ГОСТ 26703-93 в п. 2.2 в явном виде указывает предельные значения изменения выходного сигнала хроматографа за 48 ч. Использование периодической калибровки с автоматической подстройкой параметров хроматографа позволяет нивелировать неблагоприятный эффект от дрейфа сигнала и поддерживать заявляемую производителем точность.

Помимо всего этого, стоит упомянуть, что столь распространенные инструменты диагностики оборудования на основе газоанализа (метод по соотношениям газов в соответствии с РД 153-34.0-46.302-00 и треугольник Дюваля по МЭК 60599) относятся к инструментам, работающим именно с результатами газовой хроматографии, как сле-

дует из названия РД 153-34.0-46.302-00 «Методические указания по диагностике... по результатам хроматографического анализа...», а приложение А стандарта МЭК 60599 прямо рекомендует персоналу энергообъектов использовать для оценки состояния трансформатора данные, полученные методом газовой хроматографии по МЭК 60567. Это можно трактовать и так, что данные с высокой погрешностью измерений теоретически могут быть использованы для диагностирования состояния трансформатора, но качество диагностики будет крайне неудовлетворительным. Мишель Дюваль, разработавший инструмент диагностики «треугольники Дюваля», неоднократно демонстрировал на своих лекциях, что низкая точность измерений будет приводить к тому, что вместо одних, реально развивающихся дефектов, будут диагностироваться другие, что ставит под сомнение общую пользу от установки систем диагностики, вместо которых вполне можно будет устанавливать индикаторы растворенных газов, лишь приблизительно показывающие концентрации и обеспечивающие такую же недостоверную картину о развивающихся дефектах.

Все вышесказанное совершенно определенно разделяет устройства онлайн анализа на онлайн хроматографы — то есть приборы, соответствующие действующим РД, и иные анализаторы с иными показателями точности. Мы считаем, что пользователю принципиально важно понимать разницу между показателями, выданными устройством мониторинга, обладающим погрешностью в 5%, в 25–30% или устройством, погрешность которого в принципе не подтверждена российскими институтами и декларируется лишь в рекламных брошюрах.

Такой же подход должен быть применен и к иным характеристикам данного типа устройств: величине среднеквадратичного отклонения выходных сигналов, уровню флуктуационных шумов, пределу детектирования, диапазону показаний и т.п.

ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОНОМИКИ

Хроматограф Серверон ТМ8 производства Qualitrol требует периодической замены баллона с газом-носителем и калибровочным газом 1 раз в 4 года, а также замены выработавших свой ресурс газовых колонок, что происходит 1 раз в 6 лет при стандартной частоте взятия проб. Также периодической проверке должны подвергаться манометры и масляные фитинги. Данные о необходимом объеме технического обслуживания этих устройств являются полностью открытыми.

Данные производителей, утверждающих, что их продукты не требуют расходных материалов во время работы, являются, главным образом, маркетинговым ходом. Например, точность показаний приборов газоанализа, использующих метод не-дисперсного инфракрасного анализа, может критически ухудшиться при попадании внутрь прибо-

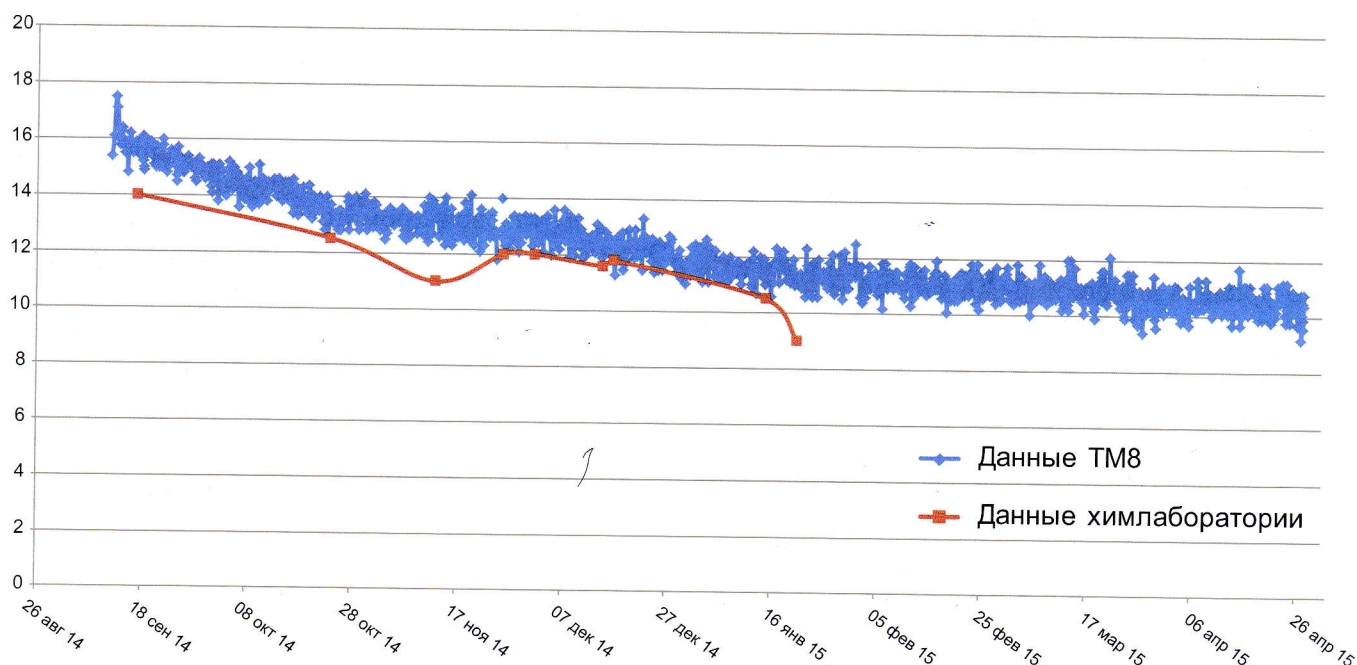


Рис. 1. Сравнение тренда измеренного газосодержания ацетилена и данных химической лаборатории

ра пыли или грязи. В руководстве по эксплуатации системы SmartDGA-9 описывается необходимость мероприятий «по защите и регулярной очистке пространства за пределами прибора от пыли и грязи», в том числе там указывается: «...не используйте жидкости и следите за тем, чтобы ничего не попадало в верхние отверстия». Кроме того, такая «система ... имеет только четыре обслуживаемые пользователем компонента: батареи, газовую мембрану, водородный (H₂) и кислородный (O₂) датчики...».

Сравнивая указанные данные, можно утверждать, что обслуживание онлайн хроматографов и газоанализаторов сходно и по стоимости, и по сложности реализации.

Совершенно очевидно, что и собственно показатели стоимости приборов рассматриваемых типов относятся к одному порядку, и если и различаются, то не более чем на четверть. И обоснование этому — собственно выдаваемый ими результат.

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ

В энергокомпаниях РФ функционирует целый ряд устройств Серверон ТМ. В нескольких предприятиях с целью оценки корреляции результатов онлайн и классического ХАРГ проводились и проводятся соответствующие поднадзорные мероприятия (опытно-промышленная эксплуатация). В том числе, такая работа была осуществлена, на-

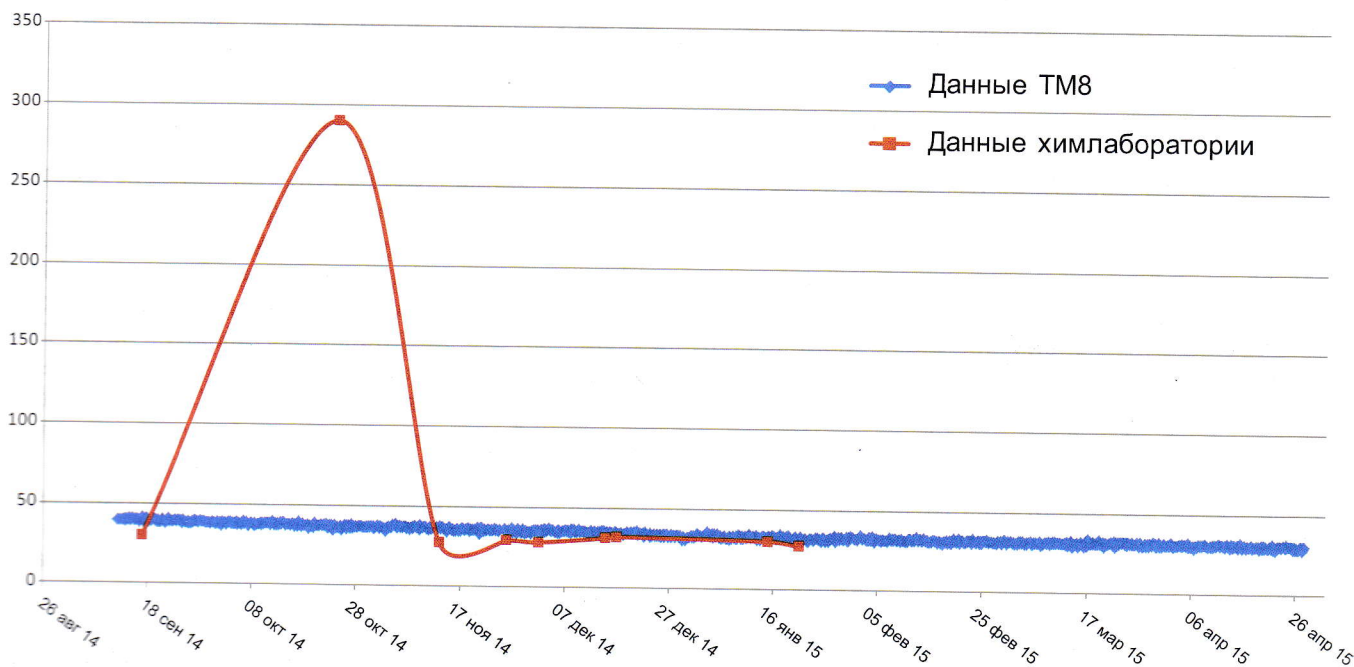


Рис. 2. Сравнение тренда измеренного газосодержания этана и данных химической лаборатории

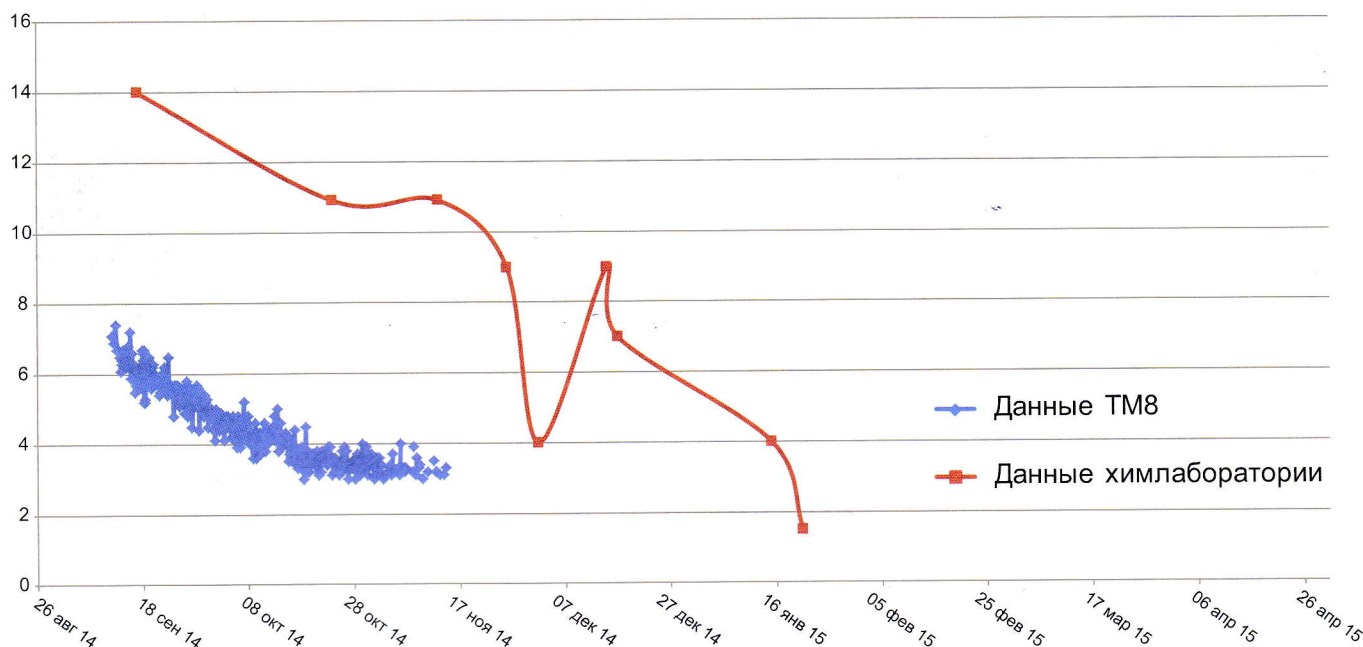


Рис. 3. Сравнение тренда измеренного газосодержания водорода и данных химлаборатории. Все значения трендов находятся в области малых концентраций

пример в МЭС Сибири в рамках аттестации в ПАО «Россети», в ПАО «Ленэнерго».

В ходе опытно-промышленной эксплуатации (ОПЭ) постоянно наблюдались и сравнивались результаты АРГ, определяемые химической лабораторией предприятия и данные хроматографа ТМ8.

На рисунках 1 и 2 показаны примеры сравнения трендов газосодержаний, измеренных ТМ8, и данных химической лаборатории. Из практических результатов сравнения — высокая сходимость, высокая корреляция с лабораторным ХАРГ, стабильность результатов. В результате сравнительного анализа можно выявить скорее вероятные проблемы, возникшие при ручном отборе проб, что хорошо видно на рисунке 2.

Справедливости ради необходимо отметить, что в рамках ОПЭ присутствовали расхождения с лабораторным ХАРГ. Но они определялись на малых концентрациях растворенных газов (в основном — водорода), что несущественно для анализа. При этом сохранялась корреляция данных, тренды и сходимость.

В целом результаты опытно-промышленной эксплуатации были признаны успешными как профильными специалистами ПАО «Ленэнерго», так и специалистами ООО «МТК Бизнес.Оптим» — официального представителя завода-производителя Qualitrol в РФ. Результаты ОПЭ были представлены открыто с указанием величин расхождений на отраслевом специализированном семинаре «Онлайн диагностика силовых трансформаторов», прошедшем в июле 2015 года на базе Учебного комплекса ПАО «Ленэнерго». При этом представитель химической лаборатории указал во время доклада, что, в отличие от других производителей, также проводивших ОПЭ систем газоанализа, хроматограф Серверон ТМ8 подтвердил свою точность.

Важным дополнением является то, что во время ОПЭ также была успешно опробована возможность обеспечить трансляцию данных с устройств «Serveron ТМ8» напрямую в химическую лабораторию и в Диагностический центр в дополнение к классическому ХАРГ, что (с нашей точки зрения) является оптимальной и самой целесообразной схемой применения данных, получаемых от устройств автоматического диагностирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При внедрении приборов автоматического диагностирования маслonaполненного оборудования мы видим своей целью обеспечение предприятий энергосистем не только данными достаточного уровня точности, но и применимыми с точки зрения действующих РД. Подход к оценке устройств подобного класса, используемых ПАО «Россети», очевидно определен нормативными положениями, применяемыми, например, при аттестации оборудования.

Мы лишь хотим предложить не поддаваться на маркетинговые ходы, что значительно образом искажает картину практического применения.

А какое устройство применять для автоматического газоанализа: хроматограф с точностью 5% и иными параметрами, определенными в заключенных аттестационных комиссиях и иных официальных документах, или газоанализаторы с точностью 25–30%, аттестованные или не аттестованные в ПАО «Россети», — выбор исключительно за эксплуатирующей организацией.

Мы как представитель производителя со своей стороны должны обеспечить пользователя максимальным объемом достоверной информации для обоснованного и справедливого выбора.