

*Чикин Андрей Дмитриевич*  
*Студент 3 курса*  
*факультет*  
*“электрооборудование электрических станций и*  
*подстанций” ФГБОУ ВО «КГЭУ»,*  
*г. Казань, Республика Татарстан*

**АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СРЕДСТВ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ  
ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА МЕТОДОМ ХРОМАТОГРАФИИ**

*Аннотация:* Статья посвящена анализу работы устройств автоматизированного контроля состояния трансформаторного масла. Был рассмотрен методы анализа трансформаторного масла, проанализированы его достоинства и недостатки. По итогам анализа был определён оптимальный вариант установки по надёжности и техническим возможностям.

*Ключевые слова:* трансформаторное масло, автоматизированный контроль состояния, хроматография, газ-носитель, диагностика, анализ растворенных газов.

*Chikin Andrey Dmitrievich.*  
*3rd year student,*  
*Faculty of “Electrical equipment of power stations and substations”*  
*FGBOU VO "KGEU", Kazan, Republic of Tatarstan*

**ANALYSIS OF EQUIPMENT FOR DIAGNOSTICS OF AUTOMATED  
MONITORING OF TRANSFORMER OIL CONDITION BY  
CHROMATOGRAPHY**

***Abstract:** The article is devoted to the analysis of the operation of devices for automated monitoring of the state of transformer oil. The methods of analysis of transformer oil were considered, its advantages and disadvantages were analyzed. Based on the results of the analysis, the optimal installation option was determined in terms of reliability and technical capabilities.*

***Keywords:** transformer oil, automated condition monitoring, chromatography, carrier gas, diagnostics, analysis of dissolved gases.*

Одна из важных задач в современной электроэнергетике – это быстрый поиск и устранение возникающих на оборудовании дефектов. В ряде случаев удастся выявить появившиеся повреждения еще до того, как произойдет авария, т.е. предотвратить аварийные процессы в энергосистеме. В других случаях необходимо быстро обнаружить появившееся повреждение и устранить его, чтобы уменьшить длительность аварийного простоя оборудования.

В настоящее время метод оценки состояния трансформаторного масла с помощью систем автоматического мониторинга с предоставлением результатов в реальном времени широко применяется в зарубежных странах.

В России данный метод мониторинга состояния трансформаторного масла не нашел широкого применения по ряду как организационно-экономических причин, так и причин, связанных с недостаточной квалификацией обслуживающего персонала.

Кроме того, в настоящий момент недостаточно положительных отзывов о работе оборудования в виду, в первую очередь, низкой его популяризации среди предприятий, а также, в виду наличия большого перечня способов анализа трансформаторного масла. На основании вышеуказанных двух факторов тяжело найти необходимый объем информации (который бы подтвердил высокую эффективность используемого метода и качество

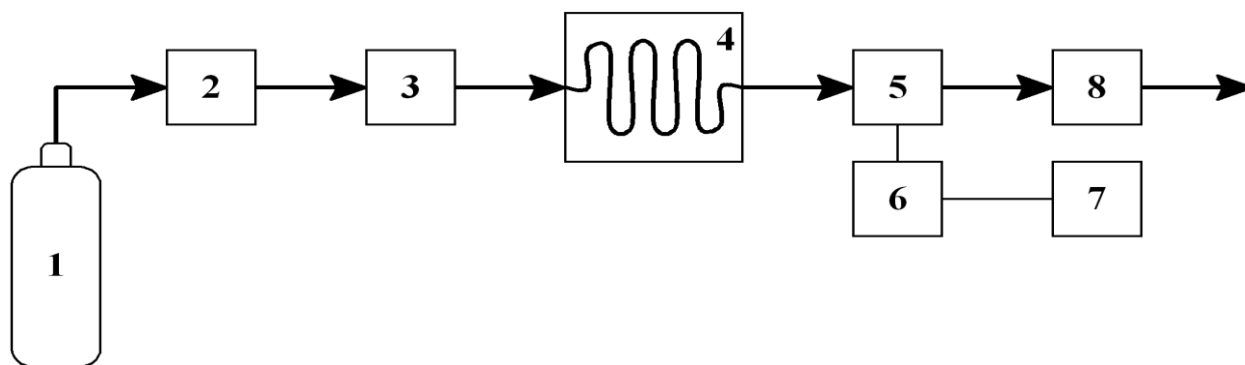
установки), позволяющий принять решение о закупки дорогостоящего оборудования.

Таким образом, исследование инструментов автоматизированного контроля состояния трансформаторного масла, с целью развития систем непрерывной диагностики энергетического оборудования, является актуальной задачей [1].

### **Метод хроматографического анализа анализа растворенных в трансформаторном масле газов**

Существует большое разнообразие методов автоматического контроля состояния растворенных газов, каждый из них имеет свои достоинства в настоящей работе мы рассмотрим хроматографический метод.

Хроматографический метод представляет собой метод разделения и анализа смесей веществ, а также изучения физико-химических свойств веществ. Основан на распределении веществ между двумя фазами — неподвижной (в нашем случае это жидкость) и подвижной (в нашем случае это газ) [1].



*Рисунок 1. Схема газового хроматографа*

- 1 — источник газа-носителя (подвижной фазы)
- 2 — регулятор расхода газа носителя
- 3 — устройство ввода пробы
- 4 — хроматографическая колонка в термостате
- 5 — детектор
- 6 — электронный усилитель
- 7 — регистрирующий прибор (самописец, компьютер)
- 8 — расходомер

Стационарные газоанализаторы, позволяющие оценить состояния масла в реальном времени, предназначены для проведения оценки масла без привлечения специализированной лаборатории. Обычно, проведения анализа масла занимает продолжительное время и требует привлечение дополнительного персонала для проведения отбора проб, доставки образцов в лабораторию, составления соответствующего акта с описанием результатов лабораторных исследований. В случае необходимости (например, обнаружено превышение абсолютных значений газов или скоростей нарастания) делается еще один тест, для чего процесс повторяется вновь. К сожалению, серьезные дефекты могут развиваться за недели, дни и даже часы. В виду чего, с целью максимального снижения вероятности возникновения аварийной ситуации на критически важном оборудовании, необходимо прибегать к автоматическому анализу растворенных газов в онлайн режиме [2].

Из наиболее явных недостатков автоматизированной системы анализа масла являются дополнительные расходы на приобретение, монтаж и обслуживание. Однако, беря в расчет статистику аварий на силовых трансформаторах, становится ясно, что расходы, связанные с автоматизированной системой анализа масла гораздо ниже, чем расходы на приобретение нового трансформатора. [4]

#### Газоанализатор «7X»



*Рисунок 2. Установки Castilio9*

**Хроматограф "7X"** представляет собой герметичный, термостатированный шкаф из нержавеющей стали для наружной установки на монтажную стойку. Расстояние установки от контролируемого оборудования до 10 метров.

*Таблица 1.*

**Диапазон измеряемых газов хроматограф 7X**

<b>Измеряемый параметр</b>	<b>Диапазон измерений / ед. измерений</b>
Водород	25 - 4 500 мд
Окись углерода	10 - 2 000 мд
Углекислый газ	100 - 2 000 мд
Метан	10 - 2 000 мд
Ацетилен	10 - 2 000 мд
Этан	1 - 50 000 мд
Этилен	10 - 2 000 мд
Азот	-
Кислород	-
Вода	3 – 100 %

В пробоотборном блоке размещен диэлькометрический датчик влаги и диффузионный газоотборник, в котором растворенные газы проходят через разделительную мембрану специальной конструкции, отделяющую газовую фазу от жидкостной, и попадают в дозирующий объем хроматографической схемы. Из дозирующего объема выделенные газы потоком газа-носителя (азот) переносятся через систему разделительных колонок и поочередно попадают в твердоэлектродный детектор, сигнал которого пропорционален концентрации каждого из газов, растворенных в трансформаторном масле. Сигнал детектора интегрируется встроенным контроллером и сохраняется в формате инженерных единиц (ppm) в памяти прибора по каждому измеренному газу [3].

В результате проведенной работы, были рассмотрены преимущества и недостатки газовой хроматографии; произведен анализ установки Хроматограф «7х» автоматизированного контроля состояния трансформаторного масла и сделан вывод о том, что установка Хроматограф «7х» является установкой, в которой реализован максимальный набор тестируемых газов, что делает его максимально конкурентно-способным предложением на рынке приборов автоматизированного контроля состояния трансформаторного масла.

### **Список литературы:**

1. Науменко А.П., Введение в техническую диагностику и неразрушающий контроль 2017.
2. Саушев А.В., Шерстиев И.В., Широков Н.В., Анализ методов диагностики аппаратов высокого напряжения, 2016.
3. Денисова А.Р., Спасов Д.П., Галяутдинова А.Р. Иванова В.Р., Исследование работоспособности и качества функционирования трансформаторного оборудования электротехнических систем 2012.