

– Для орбиты МКС больше всего частиц со скоростями от 7 до 27 км/с, при этом чаще остальных встречаются частицы со скоростью порядка 13 км/с.

Ниже приведены графики, отображающие зависимость пространственного распределения плотности частиц от их диаметра и скорости для орбиты, с высотой принятой 400 Км от уровня Земли и наклонением  $50^0$ .

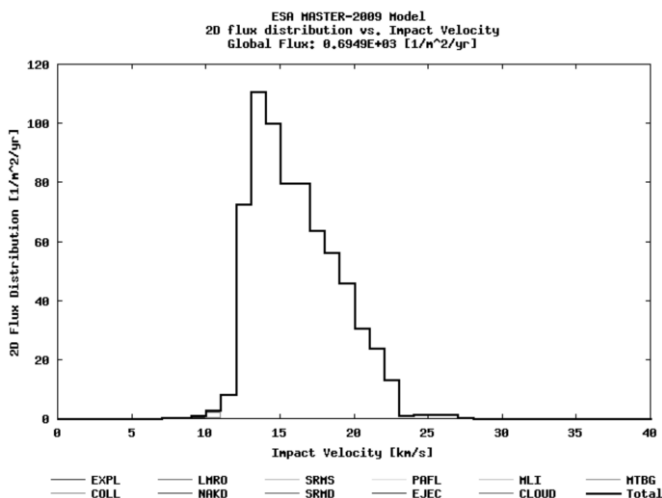


Рисунок 2 – Зависимость пространственного распределения плотности частиц от скорости для орбиты МКС

Список использованных источников

1. Семкин Н.Д. Космическое пространство и его влияние на элементы конструкций космических аппаратов [Текст]: электронное методическое пособие к практическим работам / Семкин Н.Д., Телегин А.М., Калаев М.П. – Самара: СГАУ, 2013 – 46с.
2. Вениаминов С.С. Космический мусор — угроза человечеству [Текст] / Вениаминов С.С., Червонов А.М. – Москва, 2012 – 192с.
3. Куклина Е.А. Исследование последствий воздействия микрометеорита на герметичный космический аппарат [Текст] / Куклина Е.А. – научно-издательский центр "Апробация", 220с – Махачкала, 2016.

УДК 621.315.615.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ

А.А. Пирогова, А.В. Паршина  
Самарский университет, г. Самара

Неотъемлемой составляющей процесса передачи электроэнергии от электростанций различного типа конечному потребителю является преобразование электрического тока. Для его осуществления используется

статический электромагнитный аппарат - трансформатор, конструкционно представляющий собой магнитопровод с двумя или более индуктивно связанными обмотками и позволяющий получить ток той же частоты, что и первичный, но другого напряжения.

Из-за наличия активного сопротивления элементов трансформатора в процессе работы часть подводимой энергии выделяется в виде теплоты. Нагрев трансформатора приводит к интенсивному старению его изоляции и последующему ее разрушению, поэтому необходимо эффективное отведение тепла, которое обеспечивается посредством воздушного или масляного охлаждения. Для силовых трансформаторов, используемых в линиях передачи и распределения электроэнергии, вследствие того, что трансформаторное масло обладает более высокой теплопроводностью, чем воздух, наиболее эффективным способом отведения тепла является масляное охлаждение.

Так как трансформаторное масло эксплуатируется в довольно жестких условиях таких, как высокая температура, высокая напряженность электрического поля, загрязнение механическими примесями и частицами волокнистой изоляции, увлажнение и окисление, свойства масла ухудшаются. Появление в масле растворенной воды и газов, механических примесей приводит к резкому снижению электрической прочности масла, что может стать причиной пробоя и повреждения трансформатора. Таким образом, организация контроля параметров качества трансформаторных масел является важной и актуальной проблемой.

Чтобы удостовериться в том, что трансформаторное масло соответствует необходимым требованиям, производится анализ его состояния, который предполагает измерение значений показателей качества масла: пробивного напряжения, кислотного числа, температуры вспышки в закрытом тигле, влагосодержания, содержания механических примесей, тангенса угла диэлектрических потерь, содержания водорастворимых кислот и щелочей, содержания антиокислительной присадки АГИДОЛ-1, содержания растворимого шлама, газосодержания, содержания фурановых производных. Основным параметром, позволяющим судить о состоянии трансформаторного масла, является пробивное напряжение.

Пробивное напряжение диэлектрика - это минимальное, приложенное к диэлектрику электрическое напряжение, приводящее к его пробую [1]. Измерение пробивного напряжения трансформаторного масла при частоте 50 Гц производится в соответствии с ГОСТ 6581-75. Данный метод измерения заключается в испытании масла высоким напряжением с его плавным повышением до образования пробоя. Сначала подготавливают пробу масла, равномерно распределяя случайные загрязнения по всему объему жидкости и избегая попадания в масло воздуха, и заливают порцию масла в измерительную ячейку. На электроды с помощью испытательного трансформатора подают напряжение и плавно увеличивают его с постоянной скоростью 2 кВ/с до наступления пробоя.

Для одной порции пробы трансформаторного масла осуществляют шесть последовательных пробоев с интервалом 5 мин. Пробивным напряжением испытуемого масла считается среднее арифметическое значение полученных величин напряжения пробоя.

Описанный метод имеет ряд недостатков, связанных с необходимостью проведения пробоотбора:

- перерыв в работе трансформатора и необходимость его замены на время проведения испытаний масла;

- невозможность выявления неисправностей элементов трансформатора по характеристикам масла во время эксплуатации;

- необходимость обустройства лабораторий для испытаний трансформаторных масел;

- невозможность отслеживания изменений параметров трансформаторного масла во время эксплуатации и, как следствие, нахождение порядка 30% трансформаторных масел, залитых в силовые трансформаторы, в «области риска» [2].

Существенные недостатки применяемого метода подтверждают актуальность разработки метода и устройства, позволяющего определять пробивное напряжение трансформаторного масла в процессе эксплуатации трансформатора. Для реализации непрерывного контроля пробивного напряжения трансформаторного масла в процессе его эксплуатации предлагается использовать устройство, структурная схема которого представлена на рисунке 1.

По сигналу устройства управления посредством генератора и формирователя импульсов на первичную обмотку трансформатора Т1 поступают электрические импульсы с заданными параметрами. К вторичной обмотке трансформатора Т1 подключаются два электрода, установленные в полости бака с контролируемым маслом. Параметры масла, находящегося между электродами, определяют сопротивление нагрузки, подключенной к вторичной обмотке Т1. Данная обмотка также входит в состав трансформатора Т2, из чего следует, что изменение параметров сигналов на первичной обмотке Т1 приведет к изменению сигнала на обмотке Т2. Выходные параметры будут зафиксированы детектором и переданы в устройство обработки информации. Устройство управления будет за счет формирователя импульсов постепенно увеличивать параметры сигналов, поступающих на первичную обмотку трансформатора Т1 до того момента, пока не наступит короткое замыкание (сопротивление нагрузки на вторичной обмотке станет равным нулю) – пробьет искра между электродами. После наступления пробоя в устройстве обработки информации будет рассчитана величина пробивного напряжения используемого масла  $U_{пр}$ , а также произведено сравнение полученного значения с критическим, результаты будут выведены на систему индикации. В случае если полученное значение  $U_{пр}$  будет находиться в зоне критических величин, устройство выдаст сообщение пользователю о необходимости вывести трансформатор из работы и произвести замену используемого масла.

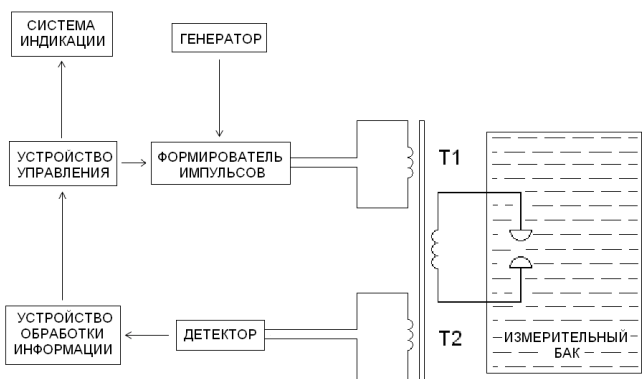


Рисунок 1 - Структурная схема устройства непрерывного контроля пробивного напряжения трансформаторного масла

Данное устройство позволяет непрерывно контролировать значение пробивного напряжения трансформаторного масла, что значительно снижает затраты, связанные с временным прекращением работы трансформатора, а также повышает безопасность его эксплуатации за счет возможности своевременного выявления ухудшения качества масла и дефектов трансформатора.

Список использованных источников

- ГОСТ 21515-76. Материалы диэлектрические. Термины и определения (с Изменениями N 1, 2) [Текст]. - Взамен ГОСТ 17033-71 в части терминологии диэлектрических материалов; введ. 1977-01-01. - М.: Стандартинформ, 2005. - 14 с.
- Энергетика. Оборудование. Документация. [Сайт]. URL: <http://forca.ru/stati/podstancii/metody-kontrolya-kachestva-transformatornyh-masel.html> (дата обращения 10.12.2016).

УДК 621.396.67

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ АНТЕНН

А.И. Махов, Д.А. Ворох  
Самарский университет, г. Самара

Поверхность излучения любой антенны можно представить с одной стороны в виде совокупности элементарных источников излучения – элементов Гюйгенса [1]. Следовательно, поле в любой точке пространства можно определить путём суммирования полей этих источников, вычисляя интеграл по поверхности излучения [2,3]. С другой стороны при решении внутренней задачи (определение поля на поверхности излучения) получаем это поле в виде двух циркуляций  $E_{\ell_E}, H_{\ell_H}$  при равномерном распределении поля по поверхности. И поле в пространстве можно определить, суммируя