



## Измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь

Измерение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь — это распространенный и проверенный метод определения потерь в системе изоляции вращающейся машины.

Идеальную изоляцию с незначительными потерями можно смоделировать как конденсатор, ток в котором опережает приложенное напряжение на  $90^\circ$ . Однако в реальной системе изоляции неизбежно будут возникать диэлектрические потери из-за поляризации, проводимости, поверхностных токов и т. д. Следовательно, изоляция вращающейся электрической машины может быть представлена емкостью без потерь с параллельным омическим сопротивлением, представляющим потери в системе изоляции (рис. 1).

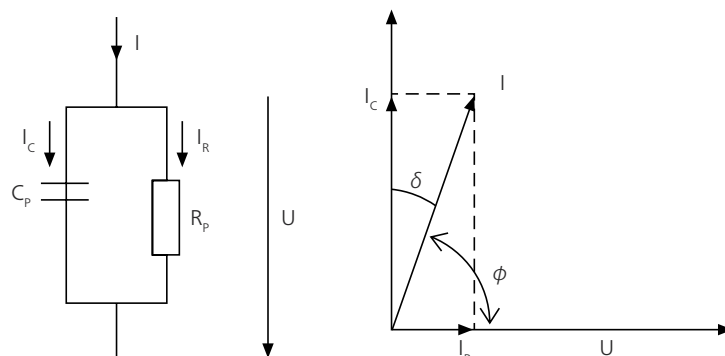


Рис. 1: Базовое моделирование изоляционной системы вращающейся машины вместе с эквивалентной электрической схемой и векторной диаграммой.

Проще говоря, чем выше сила резистивного тока, тем значительнее будут диэлектрические потери, что еще больше увеличит отклонение фазового угла между результирующим током и приложенным напряжением от исходных  $90^\circ$ . Таким образом, значение параметра  $\tan(\delta)$  (отношение между резистивным и емкостным током) может указывать на общее состояние системы изоляции вращающейся электрической машины:

$\tan(\delta) = \frac{I_R}{I_C}$	Коэффициент потерь (тангенс угла диэлектрических потерь или же тангенс дельта / $\tan \delta$ )
$\cos(\phi) = \frac{I_R}{I_{\text{test}}}$	Коэффициент мощности (PF)

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь / коэффициента мощности — это испытание высоковольтным переменным током. Значение измеряется путем сравнения объекта испытаний с известным стандартным эталонным конденсатором (С). Испытательное напряжение и частота, а также емкость основной изоляции определяют требуемый испытательный ток.

$$I_{Test} = 2 \times \pi \times f \times U_{Test} \times C_{Test}$$

Основная изоляция фаза-земля генераторов и двигателей представляет собой конденсаторы значительной емкости. Это означает, что тестовый объект (обозначен как  $C_{Test}$ ) может при подаче высокого напряжения создавать огромную кажущуюся мощность. Для создания компактной испытательной установки с минимальной потребляемой мощностью OMICRON применил подход с параллельной резонансной системой, которая компенсирует емкость объекта испытания параллельными индукторами.

Уровень компенсации зависит от емкости объекта испытаний. Следовательно, значение емкости должно быть известным. Это значение может быть определено во время предыдущих испытаний, например, заводских приемочных испытаний или измерений в ходе предыдущих периодов технического обслуживания. Если значение емкости неизвестно, его можно измерить на месте с помощью любого устройства TD до начала измерений без потери времени на дополнительные подключения.

Принцип компенсации объясняется на рис. 2. Без использования каких-либо параллельных резонаторов весь кажущийся заряд должен доставляться источником, который показан слева. Большая испытательная емкость требует высокой кажущейся мощности и, следовательно, источника, который может ее обеспечивать, что может сделать техническое решение довольно громоздким. В правой части рисунка компенсация реализована за счет параллельно подключенной индуктивности. Если эта компенсация выполнена правильно, кажущаяся мощность снижается до минимума, а источник становится более портативным.

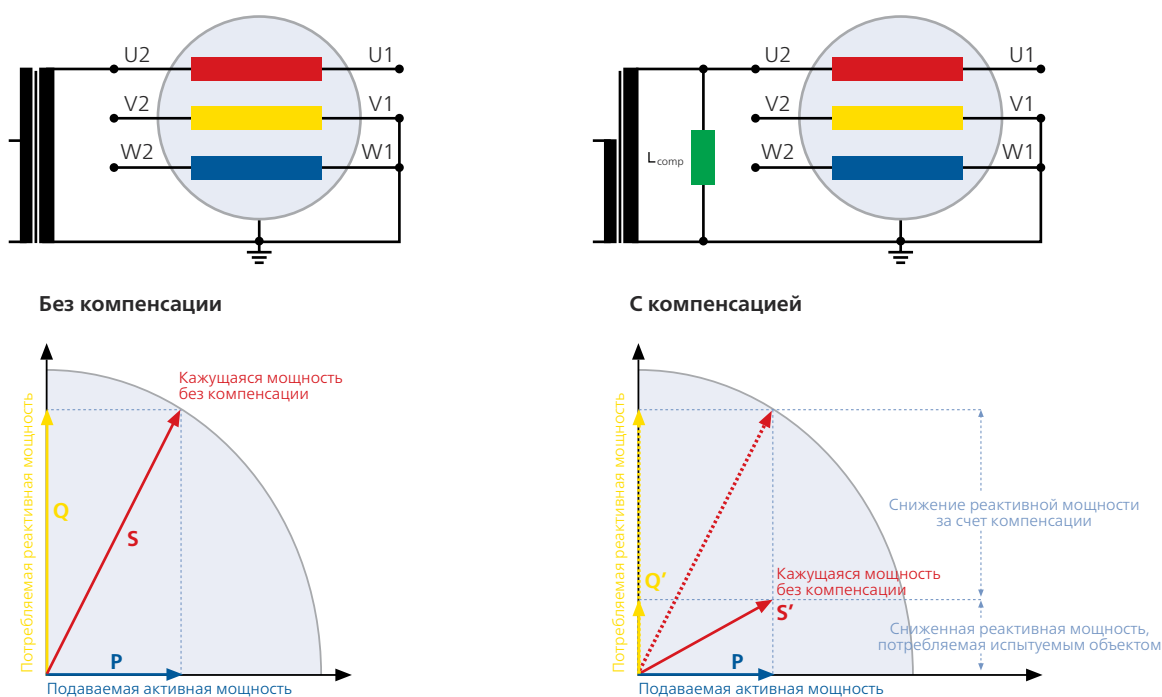


Рис. 2: Упрощенная схема компенсации с реактором

По известному значению емкости можно рассчитать требования к компенсации. Это выполняется автоматически либо с передней панели CPC 100, либо с помощью ПО Primary Test Manager™ (PTM). Подключение блоков CP CR600 состоит в их быстрой сборке в цепь –, а их количество зависит от емкости объекта. На приведенной ниже схеме показано подключение для двух блоков CP CR600.

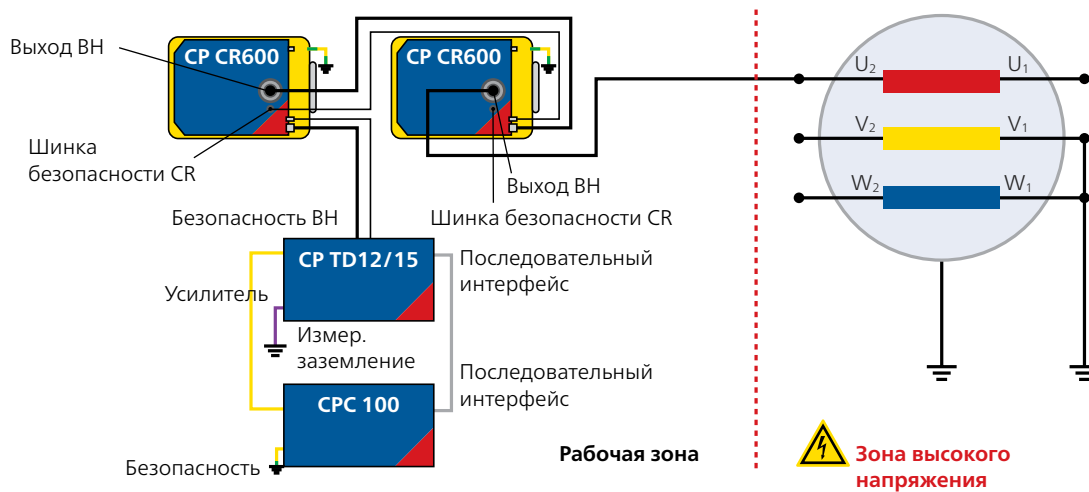


Рис. 3: Установка для измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь с компенсацией в виде двух блоков CP CR600