

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД КАБЕЛЬ-ДВИГАТЕЛЬ В ОТКЛЮЧЕНОМ СОСТОЯНИИ

Бугаёв Александр Николаевич

Донецкий национальный технический университет

Специальность «Электрические станции»

alexcorp@ukr.net

Abstract

Bugayev A. The method is considered allow to carry out electric connections equipment insulation quality. The method is based that quality of a insulation condition is connected to size phase-to-phase voltage which arises during the self-discharge of phase capacities in relation to the ground. Constant voltage turns on preliminary to one of the switched off cable-motor connection phases.

Актуальность темы. В настоящее время нынешнее состояние энергетики "переживает" довольно трудные времена. Продолжается эксплуатация основного силового оборудования, значительная часть которого выработала свой ресурс, поэтому основной задачей диагностики является не только предотвращение аварий, но и оценка качества состояния изоляции. Благодаря этому можно существенно продлить срок службы оборудования.

Необходимость выполнения контроля состояния изоляции присоединений электрических двигателей (ЭД) при их отключенном состоянии вызвана тем, что в этом случае возникающие дефекты не могут быть выявлены релейной защитой и автоматикой. Однако, отсутствие достоверной информации о состоянии присоединения может привести к нарушению порядка пуска блока тепловой электрической станции (ТЭС) или другим тяжелым последствиям. Для исключения этого в эксплуатации для некоторых присоединений перед включением выполняется контроль изоляции мегомметром. Такой способ не всегда позволяет выявить дефекты и является трудоемким.

Причиной повреждений в системе собственных нужд электрических станций наиболее часто является ухудшение состояния изоляции присоединений 6 кВ (кабель-двигатель или кабель-трансформатор 6/0,4 кВ). Поэтому выявление зарождающихся

повреждений в двигателях и питающих их кабелях, является актуальной проблемой. Зачастую качество изоляции оценивается только по величине ее сопротивления, что не позволяет выявлять повреждения, не сопровождающиеся снижением ее сопротивления.

Однако известны методы, позволяющие более полно оценивать качество изоляции различных элементов электрических систем, в том числе и изоляции электрических двигателей. Качественная оценка состояния изоляции осуществляется благодаря дополнительному контролю ее емкости при подаче постоянного напряжения [1] или напряжения различной частоты [2]. Оценивание технического состояния обмотки электрической машины может выполняться по переходному процессу, возникающему при подаче тестового сигнала на один из зажимов обмотки и корпус [3]. В системе собственных нужд (с.н.) электрических станций целесообразно указанные методы применить не отдельно для кабеля и двигателя, а одновременно для всего электрического присоединения, включающего кабель и питаемый объект (двигатель, трансформатор). В этом случае при диагностировании отпадает необходимость выполнять измерения отдельно для кабеля и двигателя и отключать кабель в коробке выводов обмоток двигателя. На кафедре "Электрические станции" ДонНТУ предложен метод контроля состояния изоляции в целом присоединения кабель-двигатель.

Предложенный метод основан на том, что к одной из фаз отключенного присоединения кратковременно подаётся постоянное напряжение по отношению к земле. В результате этого емкости всех фаз присоединения заряжаются до величины источника напряжения. После отключения источника начинается процесс саморазряда емкостей присоединения. Параметры переходного процесса в основном определяются параметрами изоляции и ее состоянием. Если комплексные проводимости изоляции фаз присоединения практически равны между собой, то саморазряд по всем фазам будет идти примерно одинаково. При этом основным критерием качества изоляции является величина постоянной времени саморазряда.

В зарубежной практике используются методы испытаний, которые позволяют не только определить наличие или отсутствие пробоя электрической изоляции, но и прогнозировать их работоспособность. Оценка качества изоляции всего присоединения в этом методе не предусмотрена [4].

Если в одной из фаз присоединения возник дефект изоляции, сопровождающийся изменениями комплексной проводимости (старение, увлажнение, загрязнение и т.д.), то саморазряд емкостей по разным фазам будет идти с разной постоянной времени. При этом возникает междуфазное напряжение, которое

дополнительно используется для оценки качества изоляции. Существенным является то, что это междуфазное напряжение имеет переменную составляющую, частота которой определяется параметрами элементов присоединения (кабель, двигатель, трансформатор и т.д.) размерами и местом дефекта.

Для проведения исследований по оценке зависимости параметров режима саморазряда от величины и места дефекта, разработана математическая модель присоединения кабель-двигатель. Кабель и обмотки статора электродвигателя представляются в виде цепочечных схем. В одной ячейке учитываются ёмкости фазы относительно земли, междуфазные ёмкости, а также активные проводимости фазной и междуфазной изоляции.

Математическая модель присоединения кабель-двигатель

Теперь немного подробнее о предложенном методе. Автоматическая диагностика состояния изоляции (см.рис. 1) применяется непосредственно перед включением присоединения кабель (W)-двигатель (M). Он основан на измерении междуфазного напряжения в процессе саморазряда емкостей фаз (Ca, Cb, Cc) предварительно заряженных от специального источника постоянного напряжения G через резистор RO. Междуфазные напряжения определяются как разность показаний вольтметров V1, V2, V3.

Для исследования эффективности этого метода и определения критических значений диагностических параметров разработана математическая модель присоединения кабель-двигатель. При разработке математической модели были приняты следующие допущения:

- обмотки ЭД симметричны в пространстве (геометрически) и в электрическом отношении (активные и индуктивные сопротивления фаз равны);
- взаимная индукция фаз учтена в индуктивностях обмоток фаз;
- индуктивное сопротивление и индуктивность обмоток ЭД линейно зависят от числа витков.

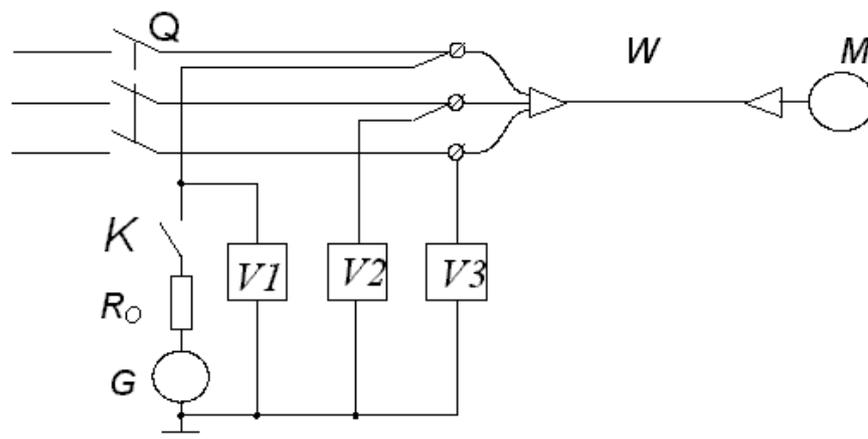


Рисунок 1 - Схема экспериментальных исследований метода контроля изоляции.

На рисунке 2 приведена схема замещения присоединения кабель-двигатель, в которой активные проводимости изоляции фаз по отношению к земле обозначены $R_{иа}$, $R_{иб}$, $R_{ис}$ и приняты одинаковыми, а дефект изоляции моделируется сопротивлением $R_з$. Двигатель представлен фазными активными сопротивлениями R_a , R_b , R_c и фазными индуктивностями L_a , L_b , L_c . Для обеспечения возможности изменения моделирования места дефекта параметры обмотки фазы А двигателя разделены таким образом, что $R_1+R_2=R_a$ и $L_1+L_2=L_a$.

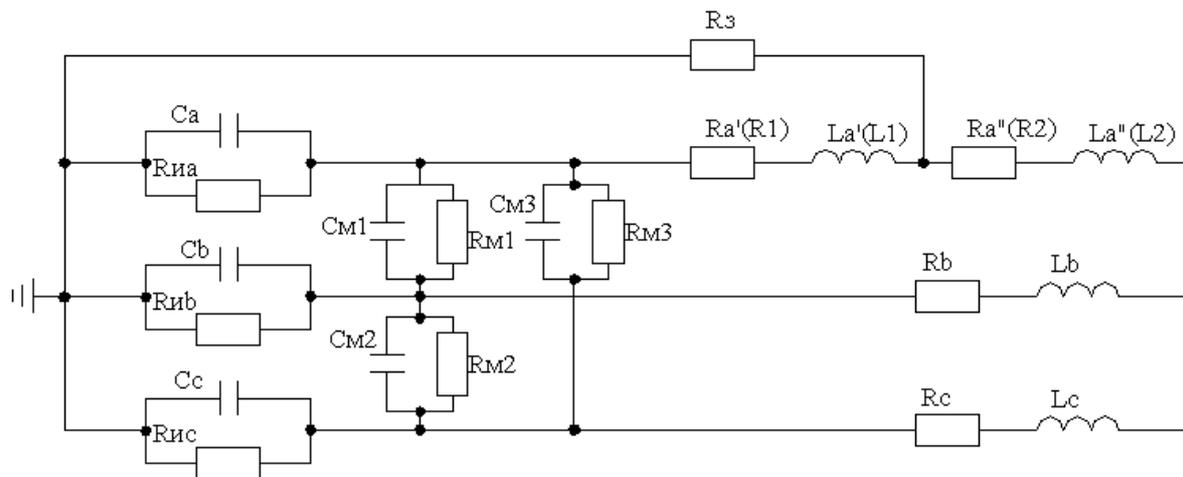


Рисунок 2 - Схема замещения присоединения кабель-двигатель.

В качестве примера на рис.3 приведены результаты расчета переходного процесса саморазряда емкостей фаз при наличии дефекта в изоляции обмотки статора электродвигателя.

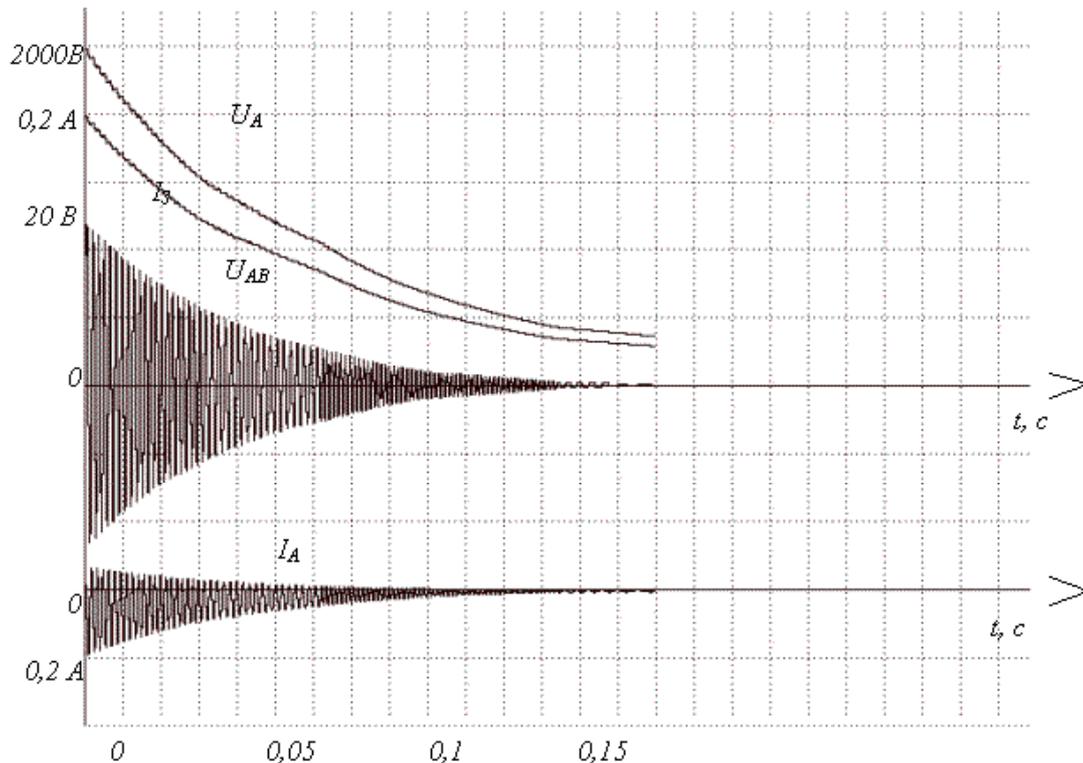


Рисунок 3 - Переходный процесс разряда емкостей фаз при наличии дефекта изоляции обмотки статора двигателя.

Результаты математического моделирования и экспериментальных исследований показали, что междуфазное напряжение, которое появляется при саморазряде емкостей фаз, может использоваться в качестве диагностического параметра для оценки качества изоляции.

В дальнейших исследованиях намечено выполнить учет в модели междуфазных емкостей C_{m1} , C_{m2} , C_{m3} и активных междуфазных проводимостей изоляции R_{m1} , R_{m2} , R_{m3} , а также оценить необходимость их учета в модели при математическом моделировании.

В настоящее время проводится дальнейшее совершенствование математической модели для оценки качества изоляции собственных нужд кабель-двигатель в отключенном состоянии.

Литература

1. Серебряков А.С., Смигиринов С.А., Бех Л.П. Как объективно оценить качество изоляции тяговых электродвигателей.-Изв.вузов СССР. Электромеханика,1986, №7, с.40-44.
2. Белоусова Н.В. Оценка технического состояния обмоток электрических машин по переходному процессу.-Изв.вузов СССР. Электромеханика, 1986, № 7, с.44-48.
3. Лебедев Г.М., Бахтин Н.А., Брагинский В.И. Математическое моделирование локальных дефектов изоляции силовых кабелей 6-10 кВ. Электричество, 1998, №12, с.23-27.
4. M. Muhr, R. Strobl, R. Woschitz. Entladestrommethode – Ein Prüfverfahren für kunststoffisolierte Mittelspannungskabel.