

УДК 621.316

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ САМОЗАПУСКЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Баран А.Г.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.

Известно, что процессу самозапуска группы электродвигателей (ЭД) собственных нужд (СН) предшествует либо исчезновение, либо глубокое понижение напряжения на зажимах ЭД в течение времени перерыва питания. При этом уменьшается частота вращения ЭД.

Самозапуск агрегата (ЭД плюс механизм) СН до достижения нормальной частоты вращения при данной нагрузке агрегата происходит при повторной подаче достаточного напряжения на зажимы ЭД.

Характер процесса самозапуска в значительной мере зависит от того, участвует в нем один или группа ЭД, от состава ЭД, механизмов и их характеристик, от значения сопротивления внешней сети между ЭД и источником питания, от значения напряжения источника питания, от времени перерыва питания.

Самозапуск одиночного ЭД зависит от загрузки механизма в установившемся режиме, предшествующем выбегу, от характера момента вращения ЭД и момента сопротивления механизма, от времени перерыва питания, от значения напряжения на шинах СН.

После отключения от сети одиночного ЭД накопленная в нем кинетическая и электромагнитная энергия расходуется постепенно, благодаря чему после отключения ЭД напряжение резко падает до значения $E_{|0|}$ и далее уменьшается пропорционально снижению магнитного потока по закону экспоненты и частоте вращения вала, а частота напряжения изменяется пропорционально частоте вращения ротора.

При отключении группы ЭД изменение частоты вращения каждого ЭД будет отличаться от изменения частоты вращения одиночного ЭД. Будучи электрически связанными между собой, ЭД воздействуют друг на друга таким образом, что те из них, которые имеют больший запас кинетической энергии, переходят в генераторный режим, поддерживая частоту вращения ЭД с меньшим запасом кинетической энергии. В результате частота вращения ЭД, перешедших в генераторный режим, снижается несколько быстрее, а частота вращения ЭД, оставшихся в режиме потребления активной мощности, напротив, снижается несколько медленнее частоты вращения тех же ЭД, выбегающих индивидуально при одиночном отключении.

Таким образом, в течение некоторого времени вследствие наличия на шинах секций СН остаточного напряжения все ЭД имеют тенденцию выбегать «синхронно» с частотой вращения, близкой к эквивалентной. Группа электрически связанных ЭД может быть при этом рассмотрена как один эквивалентный ЭД с эквивалентной механической постоянной времени.

В зависимости от соотношения моментов сопротивления механизмов и моментов вращения ЭД окончание «синхронного» выбега будет осуществляться при различных значениях остаточного напряжения. В первом приближении можно принять, что окончание «синхронного» выбега происходит при снижении остаточного напряжения, на шинах СН примерно до 0,25 номинального [1, 2].

Постоянная времени затухания остаточного напряжения на шинах СН при групповом выбеге электрически связанных ЭД составляет от 0,6 до 1,5 с, а изменение угла между вектором остаточного напряжения на отключенной секции СН и вектором напряжения сети до 180° происходит за 0,3 – 0,5 с. Абсолютное значение остаточного напряжения на отключенной секции при данной длительности перерыва питания составляет 0,5 – 0,7 номинального, а геометрическая разность ΔU вектора остаточного напряжения секции СН и напряжения сети может достигать 1,7 – 2,0 номинального. Следует отметить, что при включении группы ЭД на резервный источник питания в момент противофазы (при угле

180°) возникают большие переходные токи, которые протекают по обмоткам двигателей, это необходимо учесть при настройке токовых защит, которые не должны приводить к ложному отключению ЭД и трансформаторов питания.

При возникновении причин, вызвавших посадку напряжения на шинах СН, работают устройства РЗА, которые отключают поврежденный участок, и если повреждение находится в источнике рабочего питания, работает устройство АВР, и на шины СН повторно подается напряжение от резервного источника питания. Длительность перерыва питания определяется: временем действия основных или резервных электрических защит, которые устраняют повреждение, приведшее к перерыву питания; временем отключения выключателя рабочего ввода (отключение от рабочего источника питания); временем включения выключателя резервного ввода (резервного источника питания), т. е. временем действия АВР.

В настоящее время стремятся максимально уменьшить длительность перерыва питания для того, чтобы при понижении или полном исчезновении напряжения на шинах СН уменьшение частоты вращения ЭД было как можно меньше.

Согласно ПТЭ [3] время перерыва питания, определяемое выдержками времени технологических и резервных электрических защит, не должно превышать 2,5 с.

В порядке исключения допускается большее время перерыва питания, если обеспечивается самозапуск электродвигателей, который должен быть подтвержден расчетно-экспериментальным путем.

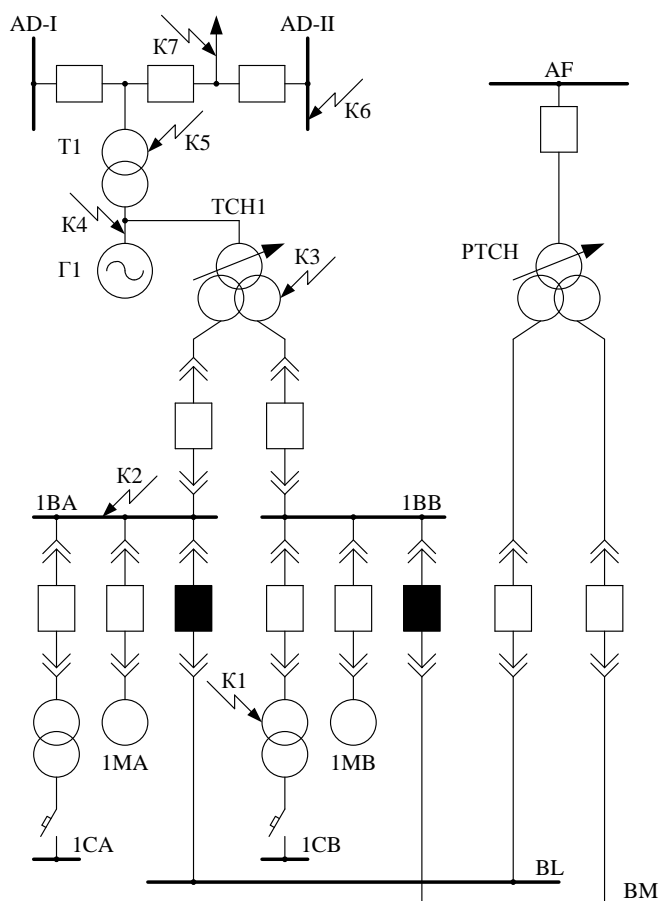


Рисунок 1. Расчетная схема энергоблока: BL, BM – шины резервного питания 6 кВ; 1BA, 1BB – шины рабочего питания 6 кВ; 1CA, 1CB – шины рабочего питания 0,4 кВ; 1MA, 1MB – электродвигатели 6 кВ; AD-I, AD-II, AF – шины распределительно устройства высокого напряжения; К1–К7 – точки КЗ

В зависимости от места возникновения КЗ в электрической схеме ТЭС группа ЭД СН будет реагировать по-разному. Так, при КЗ (рис. 1) на выводах обмотки высокого напряжения трансформатора 6/0,4 кВ (точка К1), на шинах секций СН (точка К2) напряжение на выводах ЭД уменьшается до нуля. При КЗ в цепи рабочего питания (точки К3, К4) напряжение на шинах СН, генерируемое группой ЭД, незначительно отличается от нуля в первый момент КЗ и с течением времени уменьшается до нуля. При выше рассмотренных случаях КЗ уменьшается до нуля и момент вращения ЭД. Происходит торможение (уменьшение частоты вращения вала) ротора ЭД только под действием противодействующего момента сопротивления его механизма.

При КЗ за блочным трансформатором (точка К5), на шинах ОРУ высокого напряжения (точка К6), на воздушных линиях электропередачи (точка К7) напряжение на шинах секции СН уменьшается до значений 0,3 номинального и выше. В этом случае торможение ротора ЭД происходит под действием избыточного момента вращения, равного разности момента вращения ЭД, уменьшенного пропорционально квадрату напряжения, и момента сопротивления механизма.

При восстановлении электропитания на шинах СН в начальный момент напряжение понижается до какого-то значения, которое в дальнейшем будет называться начальным напряжением $U_{нач}$. Разворот ЭД до установившейся частоты вращения происходит под действием избыточного момента, который представляет собой разность между моментом вращения ЭД при данном напряжении и моментом сопротивления механизма. Разворот будет успешным, если момент вращения ЭД в течение всего процесса самозапуска будет больше момента сопротивления механизма.

По мере ускорения группы ЭД в процессе самозапуска напряжение изменяет свое значение, и это напряжение $U_{сз}$ – напряжением самозапуска.

В связи с тем, что самозапуск ЭД секции СН происходит при пониженном напряжении, он может быть успешным или неуспешным. Успешным является лишь такой самозапуск, при котором ЭД достигают нормальной частоты вращения за время, допустимое по условиям сохранения устойчивости технологического режима электростанции блочного типа, а для электростанции с поперечными связями по воде и пару с ГРУ дополнительно по условию допустимого нагрева ЭД.

В процессе расчета самозапуска выполняются расчеты следующих режимов:

- исходный режим рабочей секции СН и рабочего источника питания;
- режим трехфазного КЗ на шинах рабочей секции СН;
- режим группового выбега двигателей СН;
- режим индивидуального выбега двигателей СН.

Исходный режим рабочей секции СН – это установившийся режим, характеризующийся неизменными скольжениями, моментами, действующими значениями токов фаз электродвигателей, синусоидальной формой кривых напряжений, токов статорных контуров двигателей, стационарной нагрузки, источника питания. В расчетах исходного режима по заданным значениям напряжения секции и коэффициентов загрузки электродвигателей определяются их скольжения, мгновенные значения всех токов, начальные значения потокосцеплений контуров двигателей и источника питания.

Режим КЗ характеризуется быстрым торможением электродвигателей, вызванным снижением до нулевого значения напряжения на шинах (рассматривается трехфазное КЗ). В процессе расчета определяются мгновенные значения всех токов, скольжения двигателей.

В режимах выбега продолжается интенсивное торможение электродвигателей. В процессе расчета определяются скольжения электродвигателей, а в режиме группового выбега при небольшой длительности бестоковой паузы – начальные значения некоторых интегрируемых переменных для последующего расчета самозапуска.

Литература

1 Руководящие указания по расчету самозапуска двигателей собственных нужд тепловых электростанций. – М.: ВНИИЭ, 1967.

2 Методические указания по испытаниям электродвигателей собственных нужд электростанций и расчетам режимов их работы при перерывах питания. МУ 34-70-026-82. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.

3 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. – 14-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989.