

О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЁТА АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ РАСЧЁТЕ НАГРЕВА КАБЕЛЕЙ ВО ВРЕМЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

При проектировании сетей электроснабжения напряжением до 1000 В часто возникает вопрос, обязательно ли учитывать асинхронные электродвигатели (АЭД) при расчете нагрева кабелей во время коротких замыканий (КЗ)? Особенно актуальным этот вопрос становится при рассмотрении сетей собственных нужд атомных и тепловых электростанций, где имеется большое количество механизмов, приводимых во вращение асинхронными электродвигателями 0,4 кВ. При этом число АЭД для привода задвижек, колонок дистанционного управления и прочих механизмов малой мощности может достигать нескольких сотен на энергоблок.

Если в процессе расчета учитывать все существующие АЭД, то придется задать характеристики, которыми они обладают. Ток КЗ от каждого двигателя затухает по своей индивидуальной экспоненте. Из математики известно, что сумма экспонент не есть экспонента. То есть задавать несколько двигателей одним эквивалентом не вполне корректно. Для полного задания каждого АЭД потребуется 10 – 20 параметров. Таким образом, даже на этапе сбора и ввода информации, не говоря уже о непосредственных расчетах, возникают проблемы учета АЭД.

При этом постановка задачи становится более широкой – требуется выявить области обязательного учета (или допустимого пренебрежения) АЭД 0,4 кВ.

При расчете КЗ пренебрегать влиянием двигателей нельзя, т.к. в начальный момент времени подпитка от двигателей сравнима с подпиткой от источника. В расчетах нагрева пренебречь влиянием двигателей можно, т.к. у них малое время затухания, и через десятые доли секунды двигательной подпитки практически не будет.

С помощью программы SINFO, разработанной на кафедре ЭСиАЭС СПбГПУ, были проверены указанные теоретические соображения.

Рассмотрено несколько вариантов расчетных схем, для которых варьировались:

- мощность источника питания (трансформатора б/0,4 кВ) $S_{ист}$;
- доля двигательной нагрузки:

$\alpha = \frac{P_{\Sigma \partial \theta}}{P_{ист}},$	(1)
--	-----

где $P_{\Sigma \partial \theta}$ – суммарная мощность всех двигателей, $P_{ист}$ – мощность источника;
- удельная единичная мощность двигателей:

$P^* = \frac{P_{1 \partial \theta}}{P_{\Sigma \partial \theta}},$	(2)
---	-----

где $P_{1 \partial \theta}$ – мощность одного двигателя, $P_{\Sigma \partial \theta}$ – суммарная мощность всех двигателей.

Для примера приведем результаты расчетов для трех схем:

- схема 1: $S_{ист} = 1000$ кВА. $P^* = 0,1$;
- схема 2: $S_{ист} = 1000$ кВА. $P^* = 0,33$;
- схема 3: $S_{ист} = 160$ кВА. $P^* = 0,1$.

Доля двигательной нагрузки α для трёх схем варьировалась от 0 до 1.

Вычислены значения теплового импульса B и температуры нагрева кабелей θ для трех вариантов схем, рассмотренных выше, и для этих же схем без двигательной подпитки при временах отключения 0,1 с и 0,25 с, характеризующих условия термической стойкости (ТС) и невозгораемости (НВ) кабелей. По полученным значениям был найден относительный вклад двигательной нагрузки в температуру нагрева кабелей и тепловой импульс для каждого варианта по формулам:

$$\delta_{\theta} = \frac{\theta_{\text{дв}} - \theta}{\theta_{\text{дв}}} \cdot 100\%; \quad \delta_B = \frac{B_{\text{дв}} - B}{B_{\text{дв}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $\theta_{\text{дв}}$ и $B_{\text{дв}}$ – температура нагрева кабелей и тепловой импульс для вариантов схем с двигательной нагрузкой;

θ и B – температура нагрева кабелей и тепловой импульс для вариантов схем без двигательной нагрузки.

Далее представлены результаты в графическом виде для первого (рис. 1), второго (рис. 2), третьего (рис. 3) вариантов расчётных схем.

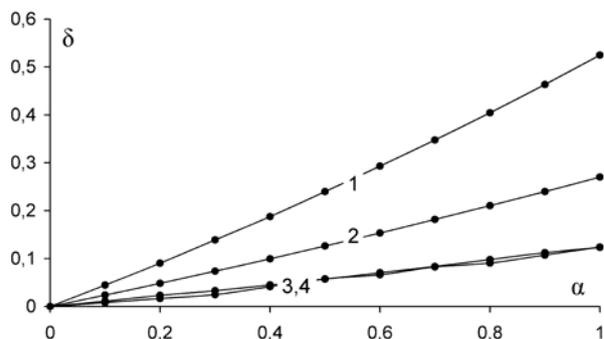


Рис. 1

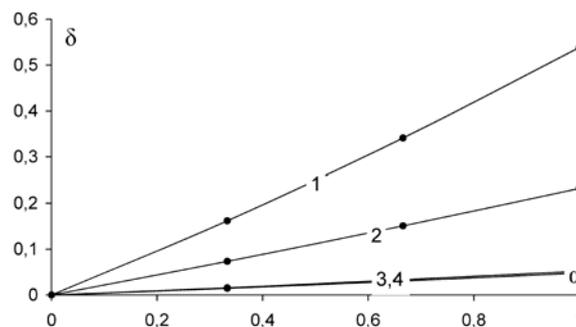


Рис. 2

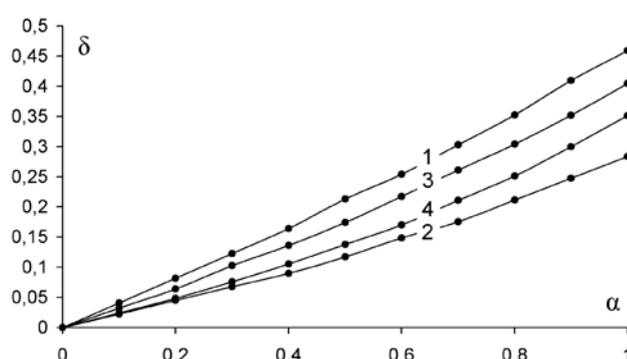


Рис. 3. Зависимости относительного вклада АЭД в тепловой импульс и температуру нагрева жил кабеля при КЗ от доли двигательной нагрузки. На рис. 1-3: 1 – δ_B при проверке на ТС; 2 – δ_B при проверке на НВ; 3 – δ_{θ} при проверке на ТС; 4 – δ_{θ} при проверке на НВ.

По приведенным графикам можно сделать несколько общих выводов:

- при наличии большого количества маломощных двигателей вклад двигательной нагрузки в температуру нагрева кабелей при КЗ получается больше, чем для варианта с небольшим количеством мощных двигателей;

- при малой мощности источника питания вклад двигательной нагрузки в температуру нагрева кабелей значителен – пренебрегать им нельзя;

- вклад двигательной нагрузки в температуру нагрева кабелей меньше при большем времени отключения;

- чем больше доля двигательной нагрузки, тем больше ее вклад в нагрев кабелей;

- при необходимости учета АЭД для типовых схем можно вводить поправочные повышающие коэффициенты в температуру нагрева жил кабелей.