

УДК 621.3

Оценка возможности применения автоматического ввода резервного питания для повышения надежности электроснабжения узлов с двигательной нагрузкой

Синенький А.В.

Научный руководитель: Филипчик Ю.Д.

Для повышения надежности работы ответственных потребителей содержащих двигательную нагрузку, при кратковременном понижении или отключении напряжения в питающей сети используется самозапуск электродвигателей. Самозапуск – это процесс восстановления нормального режима работы двигателей после кратковременного отключения источника питания или снижения напряжения [1]. Основная задача самозапуска заключается в том, чтобы не допустить останова ответственных рабочих механизмов и тем самым предотвратить нарушение технологического процесса.

По условиям самозапуска приводные механизмы двигателей делятся на две основные группы:

1. Механизмы, имеющие постоянный момент сопротивления, которые при исчезновении питания быстро теряют скорость, а при восстановлении напряжения медленно восстанавливаются.

2. Механизмы, имеющие вентиляторные характеристики момента. Для них процесс самозапуска протекает легче, так как момент сопротивления на валу двигателей значительно зависит от скорости вращения.

Питающие и распределительные сети систем электроснабжения ответственных потребителей проектируются таким образом, чтобы обеспечить возможность питания от двух и более источников. При этом отключение одного из них не приводит к нарушению технологического процесса. Однако применение такой системы приводит к значительному увеличению токов короткого замыкания, усложнению релейных защит и увеличению потерь электрической энергии в следствии возникающих перетоков. В связи с этим большее распространение получили схемы с односторонним питанием и наличием автоматического ввода резервного питания (АВР).

На рисунке 1 показана схема электроснабжения насосной. Как видно из приведенной схемы электроснабжения, каждая группа двигательной нагрузки имеет один основной и два резервных источника питания. Применение АВР позволяет достичь высокой степени надежности схемы электроснабжения. При действии типовых устройств время действия АВР складывается из времени срабатывания автоматики, регистрирующей исчезновение напряжения на резервируемой секции шин, отключения выключателя со стороны исчезнувшего питания и включения секционного выключателя ввода резерва и составляет порядка 0,4 – 2 с.

Применительно к рассматриваемой схеме, задачей расчета самозапуска асинхронных двигателей является определение:

- 1) максимального значения скольжения за время перерыва электроснабжения;
- 2) величины напряжения и избыточного момента двигателей;
- 3) время самозапуска;

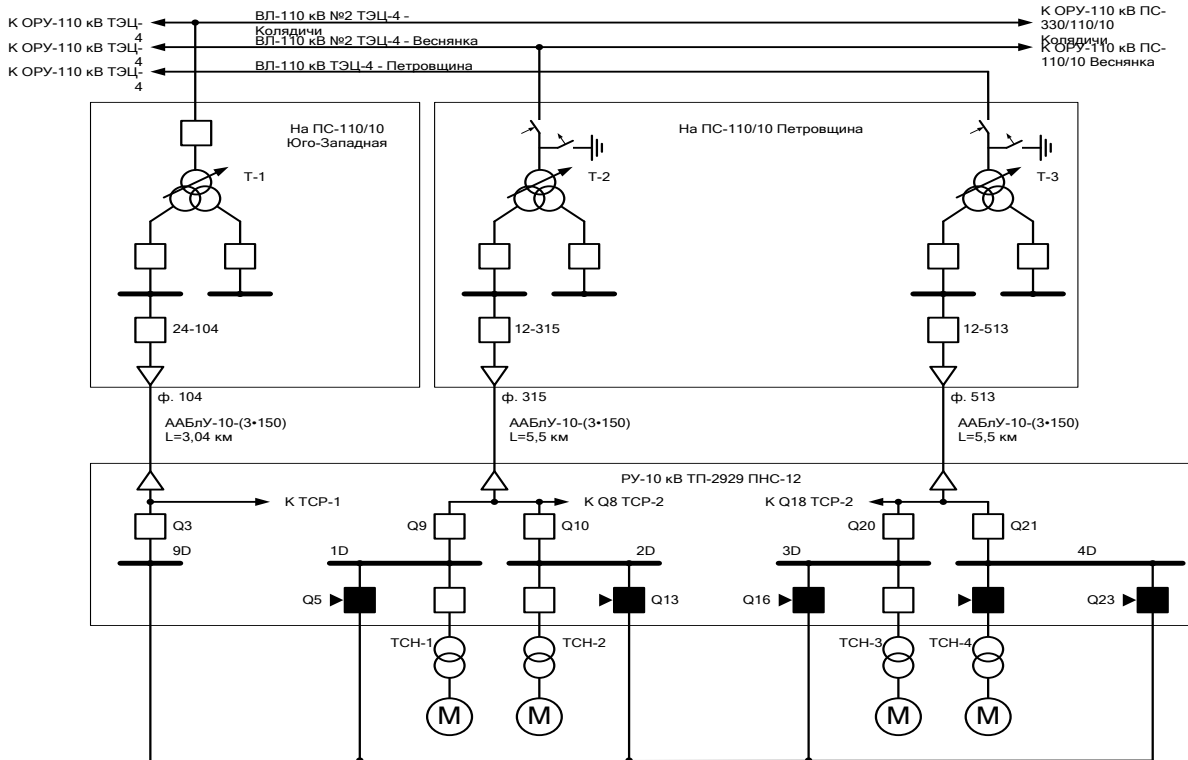


Рисунок 1 – Схема электроснабжения узла с двигательной нагрузкой

Все расчеты по моделированию самозапуска асинхронных двигателей выполнялись с применением программного комплекса «Мустанг». Нагрузка представлялась путем задания своих динамических характеристик [2], которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пример задания динамических характеристик нагрузки в программном комплексе мустанг для выбранного типа электродвигателей.

Тип	T_j	D_{ac}	$\cos \varphi$	$k_{заг}$	$m_{ст}$	$m_{трог}$	k_{μ}	$U_{дв}/U_n$	m_{max}	$m_{пуск}$	$i_{пуск}$	$S_{двном}$	$r_{ст}$
АИР355М4	0,695	1	0,93	0,937	0,3	0	4	1	2	1,4	7	2	70
А-112-4М	0,788	1	0,91	0,922	0,3	0	4	1	2,1	1,1	5	1,333	70

В первом случае рассматривается близкое короткое замыкание на отходящей линии №515 (вблизи шин РУ-10 кВ ПС «Петровщина»), которая питает первую и вторую секции РУ-10 насосной и отключение этой отходящей линии действием токовой отсечкой (ТО) через время:

$$t_1 = t_{p.z.} + t_{c.o.} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ (с)}, \tag{1}$$

где $t_{p.z.}$ – время действия релейной защиты; $t_{c.o.}$ – собственное время отключения выключателя.

Время бестоковой паузы в этом случае будет равна:

$$t_{БП} = t_{p.мин.} + t_{CB} = 0,8 + 0,1 = 0,9 \text{ (с)}, \tag{2}$$

где $t_{p.мин.}$ – выдержке времени реле минимального напряжения АВР; t_{CB} – собственное время включения секционного выключателя.

Во втором случае рассматривается удаленное короткое замыкание на отходящей линии № и отключение этой линии действием максимальной токовой защиты (МТЗ) через время:

$$t_2 = t_{уст} + t_{п.з.} + t_{с.о.} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ (с)}, \quad (3)$$

где $t_{уст}$ – уставка по времени МТЗ.

В этом случае бестоковая пауза будет равна:

$$t_{БП2} = t_2 + t_{СВ} = 1,5 + 0,1 = 1,6 \text{ (с)}, \quad (4)$$

В течение переходного процесса контролировались напряжения на шинах 10 кВ насосной, токи в питающих линиях 10 кВ, а также скольжение, электрическая мощность и электрический момент двигателей сетевых насосов. Результаты расчетов представлены на рисунке 2 – 5.

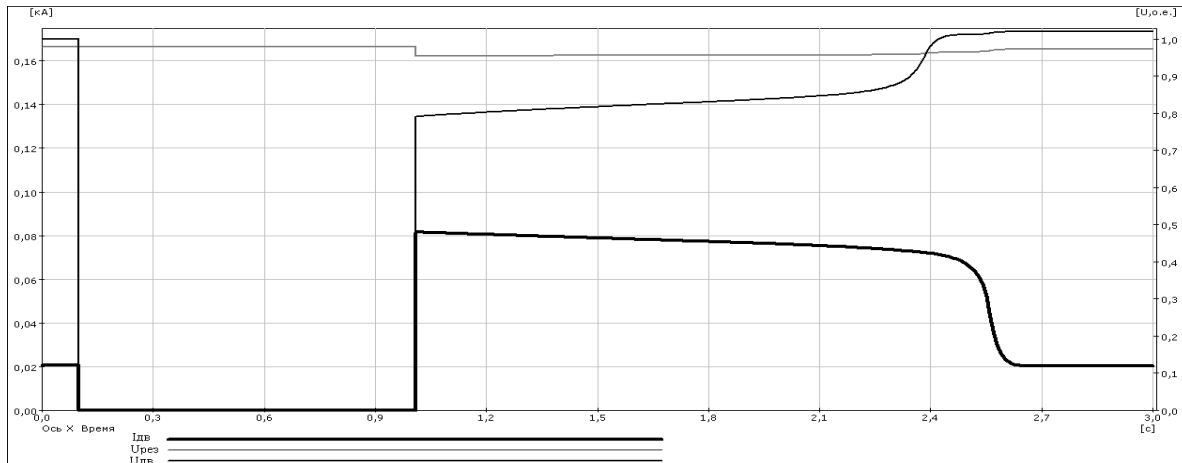


Рисунок 2 – Графические зависимости изменения напряжения на шинах резервного питания, напряжения и тока двигательной нагрузки при КЗ устранимом токовой отсечкой

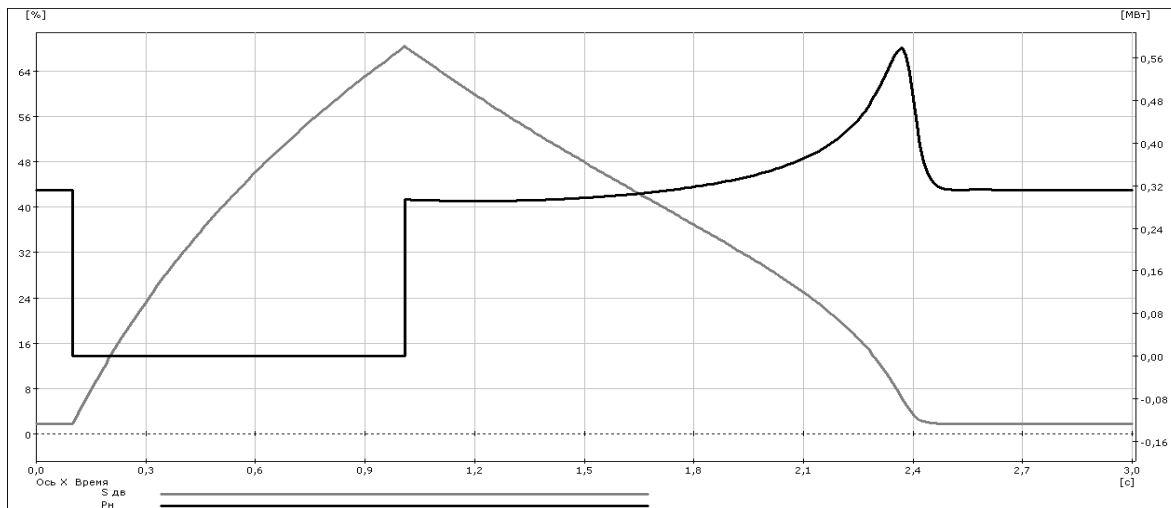


Рисунок 3 – Графические зависимости изменения электрической мощности и скольжения двигательной нагрузки при КЗ устранимом токовой отсечкой

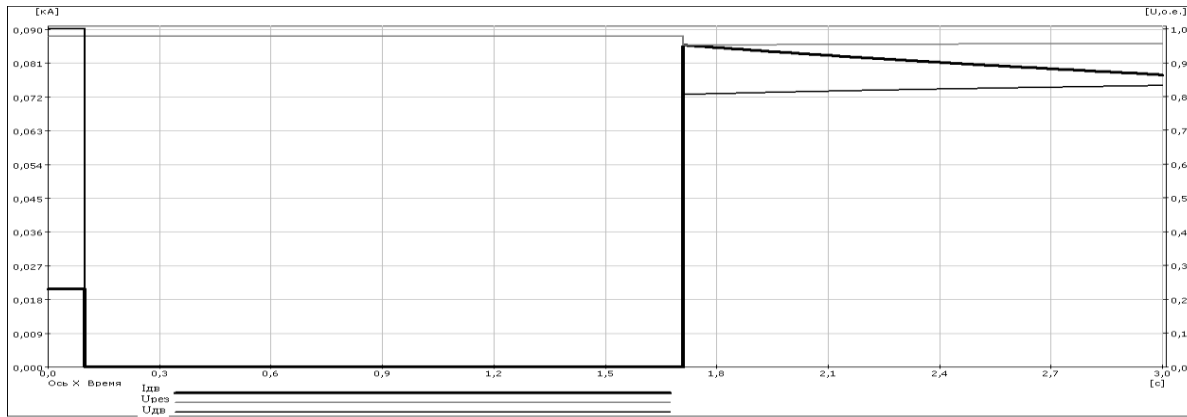


Рисунок 4 – Графические зависимости изменения напряжения на шинах резервного питания, напряжения и тока двигательной нагрузки при КЗ устранимом МТЗ

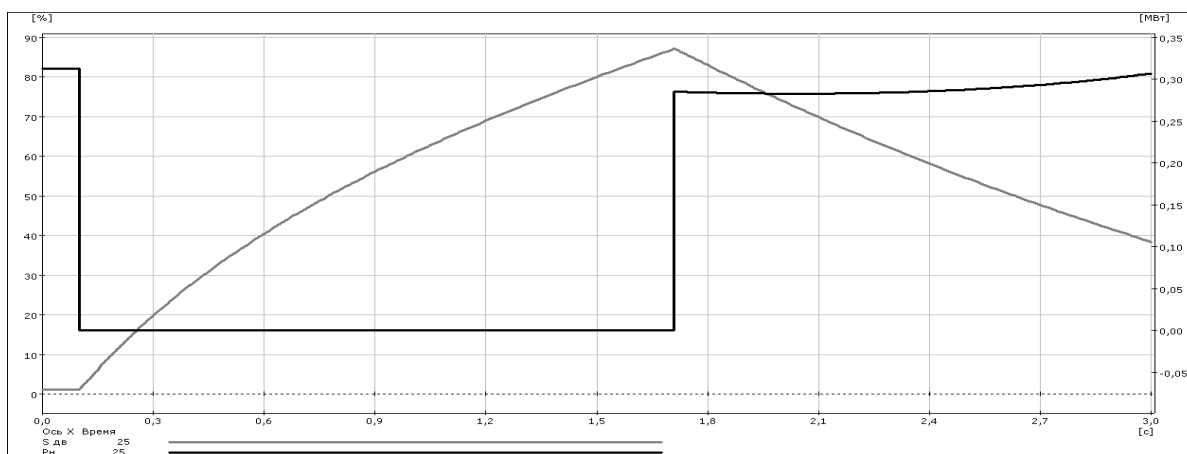


Рисунок 5 – Графические зависимости изменения напряжения на шинах резервного питания, напряжения и тока двигательной нагрузки при КЗ устранимом МТЗ

Выводы

На основании выполненных расчетов можно сделать вывод, что при удаленных от шин центра питания КЗ с последующим его устранением действием МТЗ с выдержкой времени 1,5 с двигательная нагрузка значительно затормаживается. Последующий перевод секции шин на питание от резервного источника приводит к тяжелому и длительному самозапуску с возможным отключением двигательной нагрузки своими токовыми защитами. Для улучшения условий самозапуска необходимо применять быстродействующее АВР, уменьшать выдержку времени МТЗ, либо применять, если это допустимо, поочередный пуск отдельных групп двигателей.

Литература

1. Калентионюк Е.В. Устойчивость электроэнергетических систем. – Мн.: Техноперспектива, 2008. – 375 с.
2. Гуревич Ю.Е, Либова Л.Е. Применение математических моделей электрической нагрузки в расчетах устойчивости энергетических систем и надежности электроснабжения промышленных предприятий. – М.: ЭЛЕКС-КМ, 2008. – 246 с.