

Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию Независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.2 - С.404-406

## **ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

*Сарсикеев Е.Ж., зав.кафедрой ЭЭО, доктор PhD  
Балтымов С.М., ст. преподаватель кафедры ЭЭО, магистр  
г. Нур-Султан, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина*

Основным способом повышения устойчивости является увеличение предела передаваемой мощности [1]. Этого можно достичь повышением э.д.с. генераторов, напряжения на шинах нагрузки или уменьшением индуктивного сопротивления линии. Основными средствами повышения устойчивости являются следующие [2, 3]:

- применение быстродействующих автоматических регуляторов напряжения, увеличивающих э. д. с. генераторов при возрастании нагрузки. Для повышения динамической устойчивости при к. з. особенно большое значение имеет форсировка возбуждения, при которой контакты специального реле шунтируют реостаты возбуждения; в результате в обмотку возбуждителя подается наибольший возможный ток («потолочное» возбуждение). В современных генераторах «потолочный» ток возбуждения составляет 1,8 – 2.0 его номинального значения;

- повышение напряжений действующих линий, например со 110 на 150 или на 220 кВ;

- уменьшение индуктивного сопротивления линий, достигаемое расщеплением проводов мощных линий на два или три, или применением продольной емкостной компенсации с последовательным включением в линию батареи конденсаторов;

- применение быстродействующих выключателей, защит и автоматического повторного включения линий.

Исследование динамической устойчивости при возникновении КЗ можно проводить без учета моментов, связанных с токами обратной и нулевой последовательности. Это весьма важное положение позволяет от несимметричного режима работы системы перейти к симметричному и тем самым значительно упростить анализ динамической устойчивости. Однако такое допущение не означает, что параметры схем обратной и нулевой последовательности никак не влияют на устойчивость системы при КЗ. Это влияние связано с тем, что токи и напряжения прямой последовательности зависят от сопротивлений и конфигурации схем не только прямой, но также обратной и нулевой последовательностей. Поэтому при исследовании переходных процессов схемы прямой, обратной и

нулевой последовательностей связываются между собой и образуют комплексные схемы замещения.

Для оценки динамической устойчивости системы используем метод площадей, а также определяем предельный угол отключения короткого замыкания и предельное время отключения короткого замыкания.

По данным расчетов заштрихуем площадь ускорения и торможения (рисунок 1).

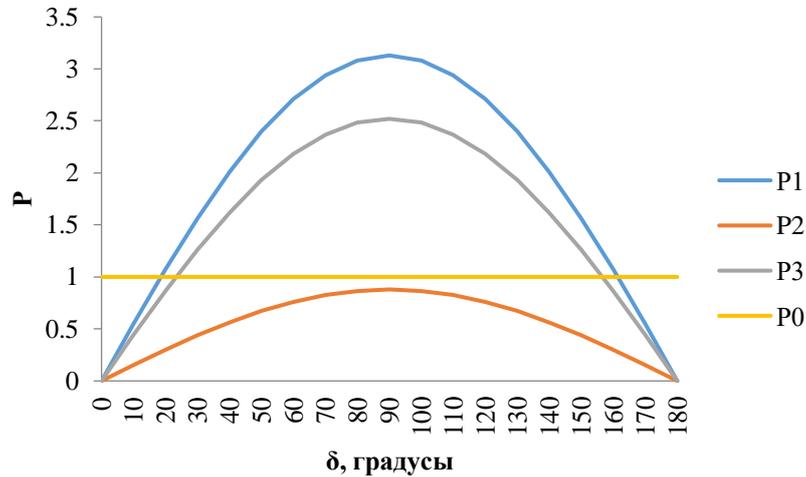


Рисунок 1

По результатам расчетов на рисунке 2 построена кривая  $\delta = f(t)$ . По ней, исходя из значения  $\delta_{отк}^{np} = 117^\circ$  находим  $t_{отк}^{np} = 0,41$  с. Так как действительное время отключения короткого замыкания меньше 0,41 с, то динамическая устойчивость обеспечивается при таком виде повреждения.

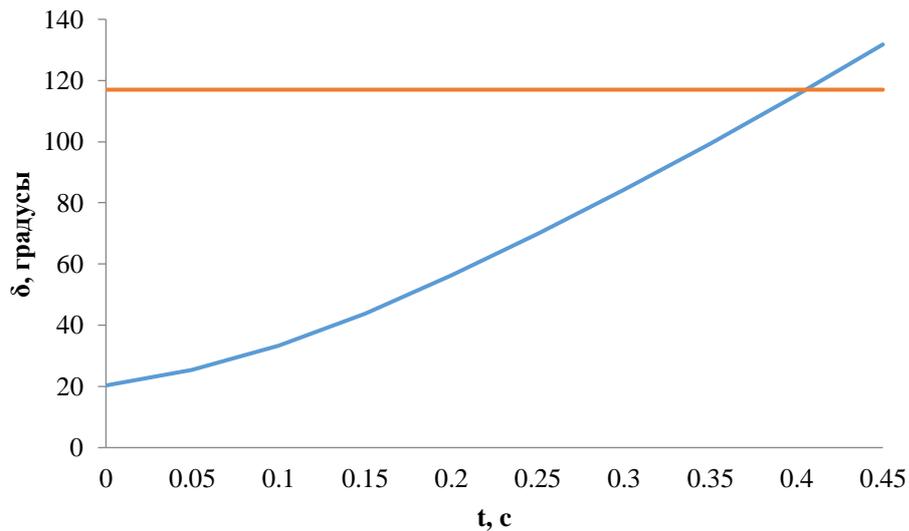


Рисунок 2

Таблица 1. Результаты расчетов динамической устойчивости

Точки КЗ	К-1	К-2	К-3
$\delta_{отк}^{np}$	116 <sup>0</sup>	121 <sup>0</sup>	112 <sup>0</sup>
$t_{отк}^{np}$ (с)	0,53	0,57	0,5

Из сравнения площадок видно, что при трехфазном КЗ в начале и в конце линии устойчивость генератора нарушается ( $f_y > f_T$ ), а при КЗ в середине линии – сохраняется. Таким образом, наиболее неблагоприятными являются КЗ, происходящие в начале и в конце линии, сопровождающиеся полным сбросом.

Переходные процессы характеризуются совокупностью электромагнитных и механических изменений в системе, которые взаимосвязаны и по существу составляют единое целое. Однако благодаря большой механической инерции вращающихся машин исходная стадия переходного процесса характеризуется преимущественно электромагнитными изменениями.

Анализируя данные расчетов токов короткого замыкания, были рассчитаны токи КЗ для трех точек в расчетной схеме. Были просчитаны трехфазные токи для прямой последовательности, обратной и нулевой.

Из сравнения площадок видно, что при трехфазном КЗ в начале и в конце линии устойчивость генератора нарушается ( $f_y > f_T$ ), а при КЗ в середине линии – сохраняется. Таким образом, наиболее неблагоприятными являются КЗ, происходящие в начале и в конце линии, сопровождающиеся полным сбросом.

#### Список использованной литературы

1. Akhmetbayev, D.S., Aubakir, D.A., Sarsikeyev, Y.Z., (...), Suleimenov, A.T., Tokasheva, M.S. Development of topological method for calculating current distribution coefficients in complex power networks // Results in Physics 7, p. 1644-1649.

2. Б.В. Лукутин, М.А. Сурков, Е.Ж. Сарсикеев, Р.М. Мустафина, Г.М. Мустафина. Формирование режимов работы автономной системы электроснабжения с рассредоточенной ветродизельной генерацией // Вестник Павлодарского государственного университета им. С.Торайгырова. Серия энергетическая. - 2014. - №1. С. 189-196.

Lukutin, B.V., Sarsikeyev, Y.Zh., Surkov, M.A., Lyapunov, D.Yu. Tuning the regulators of wind-diesel power plant operating on the DC-bus // 2014 14th International Conference on Environment and Electrical Engineering, IEEEIC 2014 - Conference Proceedings 6835913, p. 459-463.