

Если принять во внимание дальнейшее снижение температуры уходящих газов примерно до 30-40°C (ограничены движущей силой теплопередачи в теплообменном оборудовании), то можно отметить наличие гораздо большего количества неиспользуемой теплоты, содержащееся в водяном паре. Массовая доля воды в водоугольном топливе в среднем составляет 35-50% от массы топлива (смотри таблицу).

При температуре дымовых газов больше 150°C потери теплоты с уходящими дымовыми газами, пропорционально увеличению энтальпии, возрастают.

Низшая теплота сгорания ВУТ (таблица) составляет $Q_{i} = 11.5$ МДж/кг. Таким образом, при утилизации теплоты имеющихся водяных паров можно получить примерно до 13.5% от низшей теплоты сгорания в данных условиях. При повышении начальной влажности исходного топлива эти значения существенно возрастают и могут достигать 20% при влажности топлива в рабочем состоянии 55%. Представленные результаты показывают, что термодинамическая эффективность использования водоугольного и органоугольного топлива может быть существенно улучшена.

Исследования выполнены за счет средств гранта Российского Научного Фонда (проект № 15-19-10003).

Литература

1. Glushkov D.O., Lyrshchikov S.Yu., Shevyrev S.A., Strizhak P.A. Burning Properties of Slurry Based on Coal and Oil Processing Waste // Energy & Fuels. – 2016. – Vol. 30, № 4. – P. 3441–3450.
2. Wang C., He B., Yan L., Pei X., Chen S. Thermodynamic analysis of a low-pressure economizer based waste heat recovery system for a coal-fired power plant // Energy. – 2014. – Vol. 65. – P. 80–90.
3. Wang Y., Shao Y., Matovic M.D., Whalen J.K. Recycling combustion ash for sustainable cement production: A critical review with data-mining and time-series predictive models // Construction and Building Materials. – 2016. – Vol. 123. – P. 673–689.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ НАЗАРОВСКОЙ ГРЭС

В.В. Ярмонов, Н.М. Космынина

Научный руководитель доцент Н. М. Космынина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Основными источниками электроэнергии нефтегазодобывающих предприятий являются распределительные сети электроэнергетических компаний, а так же автономные электростанции собственных нужд (ЭСН).

Нефтяная промышленность входит в стратегическое перспективное направление нефтегазового комплекса развития добывающей промышленности Красноярского края. Электроснабжение месторождений осуществляется от Единой энергосистемы России. В Красноярской области существенную роль для поддержания баланса энергосистемы осуществляет Назаровская ГРЭС [1].

Назаровская ГРЭС находится на пересечении магистральных электрических сетей. Через территорию станции проходит линия электропередачи 500 кВ, передающая электроэнергию в Красноярск и города края – Ачинск, Ужур, Лесосибирск, а также в соседние регионы – Кузбасс, Республику Хакасия и Республику Тыва. Кроме того, станция обеспечивает теплом промышленные и сельскохозяйственные предприятия, предприятия социальной сферы и жилые дома города Назарово. Станция работает главным образом в конденсационном режиме, вырабатывая преимущественно электроэнергию. На рис. 1. представлена структурная схема Назаровской ГРЭС.

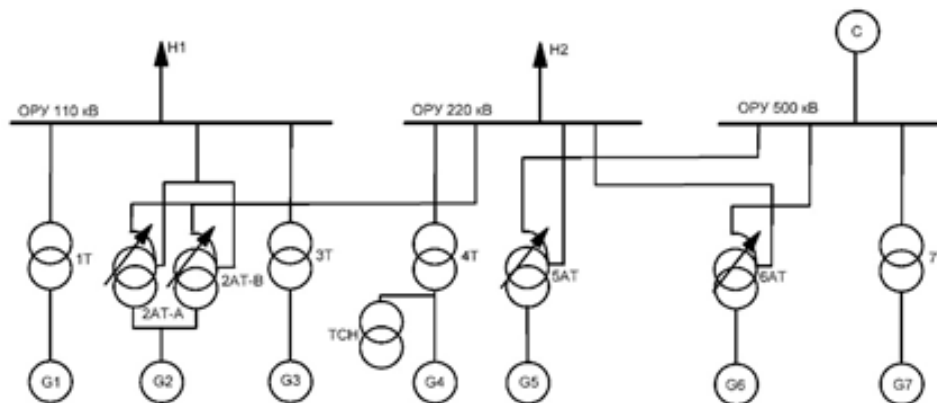


Рис.1. Структурная схема Назаровской ГРЭС

На Назаровской ГРЭС сооружены три распределительных устройства. Распределительные устройства имеют следующие классы напряжения: ОРУ-110 кВ, ОРУ 220 кВ и ОРУ 500 кВ.

На станции установлены семь турбогенераторов: шесть турбогенераторов (G1, G2, G3, G4, G5, G6) .. типа ТВФ-165-2У3, и один турбогенератор G7 типа ТГВ-500-2. Все турбогенераторы работают по схеме блоков генератор - трансформатор или автотрансформатор. Типы блочных трансформаторов: ТДЦН-200000/110, ТДЦ-200000/220, ОРДЦ -210000/500; типы блочных автотрансформаторов: АТДЦТН-250000/220/110, АТДЦТН-500000/500/220. Эти же автотрансформаторы осуществляют также связи между распределительными устройствами электростанции.

Для обеспечения надёжной работы Назаровской ГРЭС, выбора оборудования и расчета его защиты проводится расчет токов короткого замыкания. Короткое замыкание (КЗ) - это процесс замыкания одной или нескольких фаз между собой или же на землю. Одной из характеристик режима является ударный ток - максимальное значение полного тока КЗ. Время (T_a), при котором ударный ток уменьшается в 2,72 раза, называется временем затухания аperiodической слагаемой тока короткого замыкания.

Значения T_a зависят от результирующих активного и индуктивного сопротивлений схемы замещения энергосистемы. Последние, в свою очередь, определяются параметрами конкретной схемой соединения оборудования.

В большом количестве литературных источников, рекомендуется для расчета T_a (следовательно и K_u) пользоваться некоторыми усредненными значениями, представленными в таблице 1 [2]

Таблица 1

Значение времени затухания аperiodической составляющей тока трехфазного короткого замыкания

Элемент	Время затухания аperiodической составляющей тока короткого замыкания (T_a),с
Турбогенератор мощность, МВт 100-1000	0,4-0,54
Блоки состоящие из турбогенератора и повышающего трансформатора, при мощности генератора: МВт, 300 500	0,32 0,35
Система связанная со сборными шинами, где рассматривается КЗ, через трансформаторы мощностью 80МВт и выше	0,06-0,15
Распределительные сети напряжением 6-10 кВ	0,01

Для проверки соответствия рекомендованных значений T_a реальным параметрам была проведена серия расчетов режимов трехфазного короткого замыкания для Назаровской ГРЭС. Параметры оборудования (турбогенераторов, силовых трансформаторов) были приняты в соответствии с [3] . Упрощенная схема Назаровской ГРЭС представлена на рисунке 2.

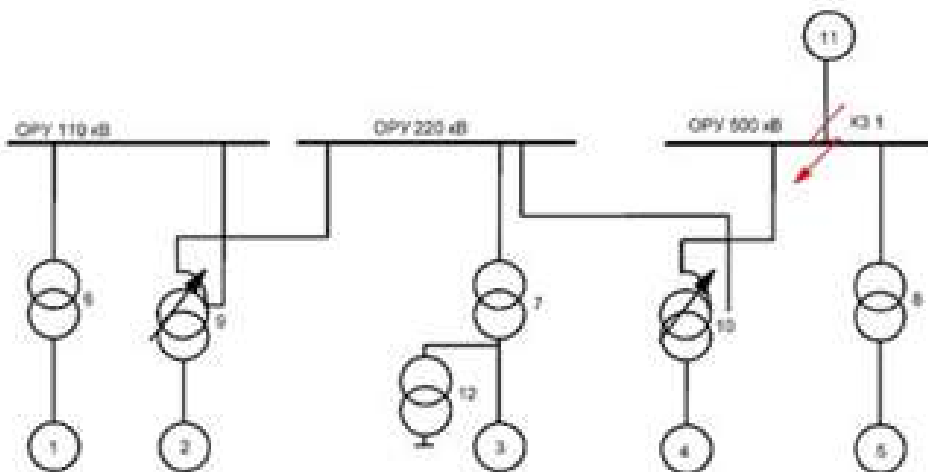


Рис. 2 . Упрощенная схема для проведения расчетов режимов трехфазных коротких замыканий Назаровской ГРЭС

В таблице 2 приведены результаты расчета и сравнительный анализ для одной точки короткого замыкания на распределительном устройстве 500 кВ.

Таблица 2

**Анализ постоянной времени затухания аperiodической составляющей тока
трехфазного короткого замыкания**

Место замыкания	Элемент (табличное значение)	Рассматриваемая ветвь	Т _а , с (табличное значение)	Т _а , с (расчетное значение)
КЗ-1 ОРУ- 500 кВ	Турбогенератор мощность, МВт 100-1000	1	0,4 – 0,54	0,591
		2		1,47
		3		0,249
		4		1,45
		5		0,468
	Блоки состоящие из турбогенератора и повышающего трансформатора, при различной мощности турбогенераторов	6	0,32	0,591
		7		0,249
		8		0,468
		9		0,746
		10		0,592
	Система связанная со сборными шинами, где рассматривается КЗ, через трансформаторы мощностью 80МВт и выше	11	0,06-0,15	0,108
	Распределительные сети напряжением 6-10 кВ	12	0,01	0,108

Сравнивая полученные результаты рекомендованными значениями, можно сделать вывод о том, что время затухания аperiodической составляющей тока короткого замыкания Т_а не совпадает с табличными данными для всего оборудования электростанции, за исключением генератора под номером 5. Следовательно, рекомендуемые табличные данные Т_а можно использовать только в случае рассмотрения повреждения на выводах генератора; причем в некотором частном случае: ток от генератора больше суммарного тока от остальных источников. При использовании расчетных значений повышается точность определения тока КЗ, что необходимо для правильного выбора оборудования.

Литература

1. Назаровская ГРЭС [Электронный ресурс] // Системный оператор Единой энергетической системы. Филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://so-ups.ru/index.php?id=1396/>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 26.12.2016).
2. Рожкова, Лениза Дмитриевна. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов. / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. — 4-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 648 с.: ил.
3. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков: учебное пособие / — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. — 607 с.: илл.