

СХЕМА ВЫДАЧИ МОЩНОСТИ БРЕСТ-300

А.В. Шадрин

*Томский политехнический университет,
ИШЭ, ОЭЭ, гр. 5АМ21*

Научный руководитель: А.А. Суворов, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

Согласно информации указанной в «Схема и программа развития электроэнергетики Томской области на период 2022–2026 годов» можно заметить, что баланс мощности электроэнергетической системы Томской области в период 2016–2020 годы складывался с учетом потребления мощности из соседних энергосистем, здесь же стоит подчеркнуть, что среднее значение за приведенный период времени недостающего количества электроэнергии в Томской области составляет порядка 300 МВт от собственной возможной генерации. Складывающийся дефицит мощности компенсируется за счет перетоков из энергосистемы [1]. Также стоит заметить обще Российскую тенденцию на увеличение энергопотребления, согласно материалам системного оператора единой энергетической системы (СО ЕЭС) среднегодовой темп потребления электроэнергии составляет 2,1 %.

Таким образом актуальной тематикой для ввода выработки дефицитного объема электроэнергии в Томской области является строительство на территории закрытого административно-территориального образования города Северск уникального опытно-демонстрационного энергоблока с реактором на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем Брест-300 проектной мощностью 300 МВт. В связи с этим стоит вопрос о рассмотрении схемы выдачи мощности (СВМ) Брест-300, поскольку надежность СВМ является одним из важнейших условий для обеспечения надежности электроэнергетической системы в целом. Так же стоит подчеркнуть тот фактором, что Брест-300 является атомной электростанцией и его СВМ к узловым распределительным подстанциям основной сети в нормальных режимах работы энергосистемы, а также в нормальной схеме сети обязана гарантировать возможность выдачи всей имеющийся мощности, помимо этого данное условие должно выполняться и при отключении трансформатора связи либо шин любой из отходящих линий влияющих на его разгрузку [2]. Для того чтобы определить основные технические решения рассматриваемой СВМ необходимо провести анализ электроэнергетических режимов сети 220 кВ, прилегающих к району строящегося энергоблока, для его нормальной и основных ремонтных схем. Здесь же согласно требованиям из приказа Министерства Энергетики требуется рассмотреть влияние нормативных возмущений в указанных ранее схемах в соответствии с «Методических указаний по устойчивости энергосистем».

На рис. 1 представлена неполная схема электроэнергетической системы (ЭЭС) Сибирского химического комбината (СХК), а также нормальная схема выдачи мощности Брест-300 представляющая из себя блок генератор-трансформатор и три отходящие воздушные линии электропередач назовем их 101, 102, 103 220 кВ. Линия 101 отходит на подстанцию ГПП-220, линия 102 отходит на подстанцию Восточная, линия 103 отходит на подстанцию ЭС-2, откуда уже с ЭС-2 электроэнергия распределяется на нагрузки СХК. Подстанции ГПП-220, Восточная и Томская-220 в данной работе представляют из себя общий узел. Моделирование ЭЭС СХК, а также расчеты КЗ будем проводить в программного-вычислительном комплексе «Eurostage». Рассмотрим для нормальной и ремонтной схемы такие нормативные возмущения как:

- отключение сетевого элемента основной защитой при однофазном коротком замыкании (КЗ) с неуспешным автоматическим повторным включением (АПВ) (тяжесть I);

- отключение сетевого элемента основной защитой при трехфазном КЗ с неуспешным АПВ (тяжесть II)[3].

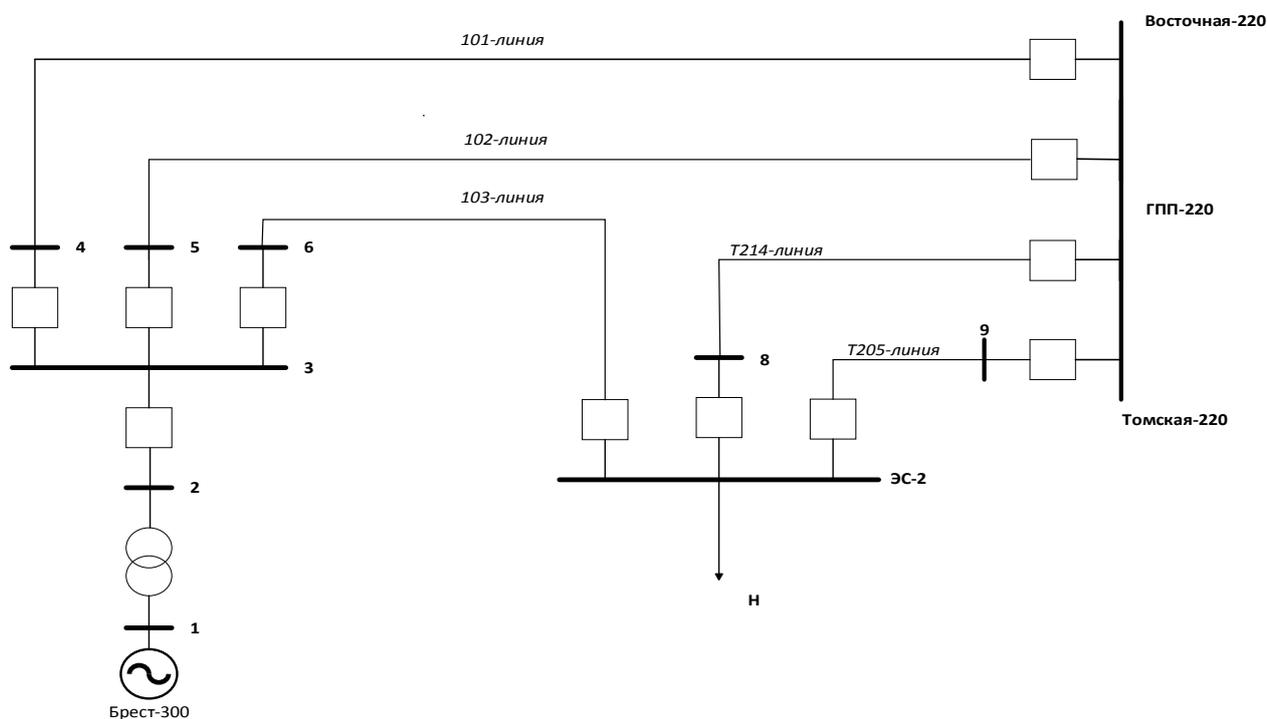


Рис. 1. Рассматриваемая схема выдачи мощности Брест-300

Таблица 1. Угла ротора генератора Брест-300 при нормативных возмущениях в рассматриваемых схемах

№	Вид возмущения	Место повреждения	Схема	До аварийный угол ротора $\delta_{л/ав}$, град	Амплитуда угла ротора, град	После аварийный угол ротора $\delta_{п/ав}$, град
1	отключение сетевого элемента основной защитой при однофазном КЗ с неуспешным АПВ	101	Нормальная	54,82	1,85	56,27
2		102	Нормальная	54,81	1,78	56,26
3		103	Нормальная	54,82	0,36	54,64
4		101	Ремонтная (102)	56,30	10,24	62,34
5		101	Ремонтная (103)	54,68	3,06	56,65
6		102	Ремонтная (101)	56,30	10,26	62,34
7		102	Ремонтная (103)	54,69	3	56,65
8		103	Ремонтная (101)	56,30	1,28	56,67
9		103	Ремонтная (102)	56,30	1,51	56,67
10	отключение сетевого элемента основной защитой при трехфазном КЗ с неуспешным АПВ	101	Нормальная	54,82	4,93	56,25
11		102	Нормальная	54,82	4,87	56,26
12		103	Нормальная	54,82	1,44	54,66
13		101	Ремонтная (102)	56,30	16,49	62,34
14		101	Ремонтная (103)	54,68	7,48	56,66
15		102	Ремонтная (101)	56,30	16,51	62,34
16		102	Ремонтная (103)	54,68	7,46	56,65
17		103	Ремонтная (101)	56,30	3,48	56,66
18		103	Ремонтная (102)	56,30	3,44	56,67

Для нормативных возмущений моделирование переходных процессов при возникновении однофазного или трехфазного КЗ происходит по следующему сценарию. На середине рассматриваемой линии происходит интересующее нас КЗ, после 0,15 с действием основного комплекта релейной защиты (РЗ) происходит отключение повреждённого участка с двух

сторон, после отключения под действием АПВ через 3 с происходит включение с двух сторон ранее отключенного участка. За время без токовой паузы КЗ на линии не устранилось, следовательно, АПВ оказалось неуспешным, и рассматриваемая воздушная линия вновь попадет под действие КЗ и с помощью РЗ вновь отключается через 0,15 с. Производить анализ динамической устойчивости будем по критерию изменения угла ротора генератора электростанции в промежуток времени от КЗ до прекращения колебаний рассматриваемого угла. Ремонтная схема Брест-300 подразумевает под собой вывод в ремонт одной из трех отходящих линий 101, 102 или 103.

В результате моделирования в программном комплексе «Eurostage» были получены угловые характеристики ротора генератора Брест-300 для нормальной и ремонтной схем при различных нормативных возмущениях I и II тяжести. Из полученных результатов (табл. 1) видно, что динамическая устойчивость схемы выдачи мощности Брест-300 не нарушается. Из этого следует, что по условию динамической устойчивости СВМ Брест-300 выбрана верно, также для данной схемы необходимо провести анализ по статической устойчивости для полной уверенности в правильности выбора СВМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Схема и программа развития электроэнергетики Томской области на период 2022–2026 годов (утверждена распоряжением Губернатора Томской области от 30.04.2021 № 95-р)
2. Методические рекомендации по проектированию и развития энергосистем (утверждены Приказом Минэнерго России от 30.06.03 № 281)
3. Методические указания по устойчивости энергосистемы (утверждены Приказом Минэнерго России от 29.08.18 № 630)

ПРОБЛЕМЫ ОТСТРОЙКИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В ПРОТЯЖЕННЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 6(10) КВ

Н.Ю. Князев

АО «ТомскНИПИнефть»

Научный руководитель: Р.А. Уфа, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

Проблемы, связанные с усложнением сети и увеличением протяженности линии электропередач предъявляют более высокие требования к эффективности функционирования релейной защиты.

При разветвлённой сети с протяженными линиями электропередач, при добавлении дополнительных источников энергии происходит как перераспределение токов коротких замыканий, так и смена самих величин токов КЗ. Всё это приводит к тому, что необходимо пересматривать существующие уставки. А как следствие, требуется рассмотреть удовлетворяют ли существующие защиты типа МТЗ.

В связи с этим, традиционные токовые защиты мало применимы в таких сетях, потому что они не обладают необходимыми требованиями к обеспечению чувствительности и надёжности. Поэтому в данный момент актуален тренд на изменение таких защит в пользу более сложных, например, дистанционных или дифференциальных защит.

В частности, рассматриваемым объектом является нефтепровод с принципиальной схемой электроснабжения представленной на рис. 1.