

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].

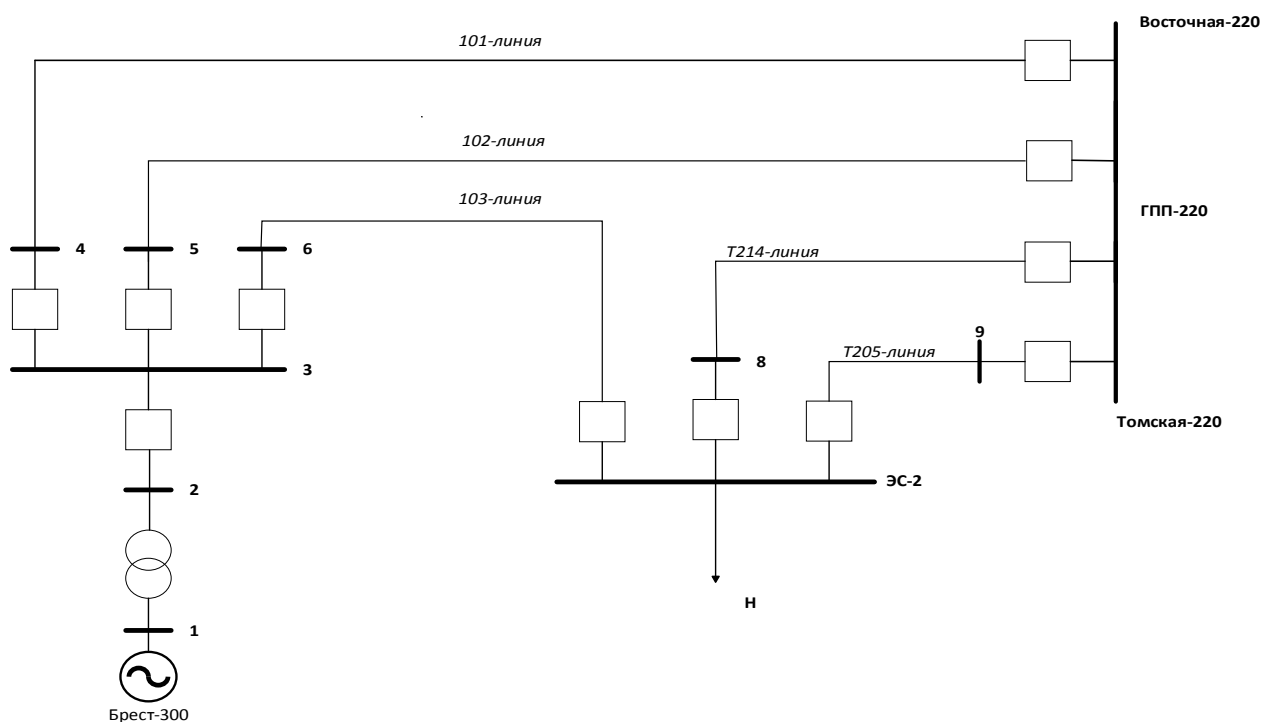


Рис. 1. Рассматриваемая схема выдачи мощности Брест-300

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.