

УДК 621.311

## Оптимизация выбора мест разделения электрической системы для ликвидации асинхронного режима

Филипчик Ю.Д. аспирант

Асинхронный режим в электрической системе является одним из самых тяжелых аварийных режимов. Он связан с нарушением устойчивости параллельной работы электростанций и отдельных генераторов, что создает опасность повреждения элементов электрической системы, нарушения электроснабжения потребителей, каскадного развития аварии. Ликвидировать асинхронный режим можно одним из двух способов [1]:

- ресинхронизацией после уменьшения разности частот в несинхронно работающих частях энергосистемы (благодаря увеличению генерируемой мощности и отключению нагрузки потребителей в части энергосистемы работающей с пониженной частотой, и уменьшению генерируемой мощности в части энергосистемы, работающей с повышенной частотой);

- разделением с помощью автоматики несинхронно работающих частей энергосистемы на отдельные, синхронно работающие, части.

Рассмотрим простейшую двухмашинную схему, представленную на рисунке 1, где две энергосистемы представлены эквивалентными генераторами. Энергосистема 1 через линию связи соединена на параллельную работу с энергосистемой 2. Линия связи имеет 4 промежуточные отбора мощности.

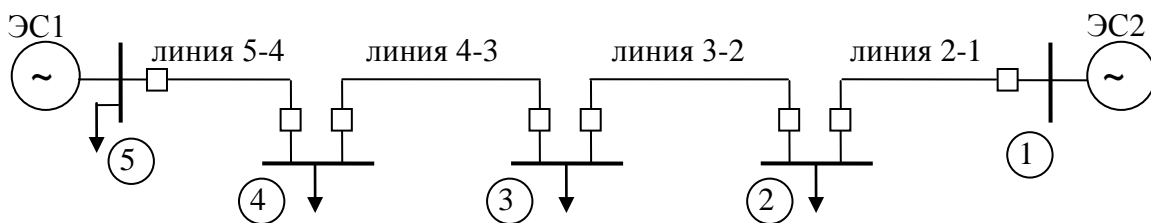


Рисунок 1 – Расчетная схемы исследования асинхронных режимов в системе электропередачи

При возникновении асинхронного хода между энергосистемами по линии связи, его ликвидацию можно осуществить в различных точках (1-5). Нагрузка промежуточных подстанций определенным образом распределяется между энергосистемами. Выбор точки деления может производиться различными методами. Однако деление энергосистемы не должно приводить к такому небалансу мощности в разделившихся частях, который опасен в отношении аварийного повышения или понижения частоты, либо в отношении перегрузки линии электропередачи. Для выполнения этого требования предложен способ деления по нулевому сечению, т.е. сечению, в котором в предаварийном режиме имел место нулевой переток активной мощности [2]. В большинстве случаев нулевого сечения может и не быть, а деление выполняют по сечению, имеющему минимальный переток мощности. Для этого в каждом возможном сечении устанавливаются датчики величины и направления активной мощности.

Очевидно, что деление энергосистемы по точке потока раздела активной мощности в доаварийном режиме по условию минимума небаланса активной мощности в разделившихся частях энергосистемы, допустимо производить только при асинхронных режимах, которые не сопровождаются отключением части нагрузки или

генерации. Это объясняется тем, что изменение потоков активной мощности по линии связи вызвано только изменением сопротивления сети.

В случаях отключения части генерирующей мощности в дефицитной энергосистеме, а также при отключении части нагрузки промежуточных подстанций, точка потоко раздела изменяется и при делении системы по параметрам доаварийного режима появляется значительный небаланс активной мощности. В таких случаях может произойти значительное отклонение точки потоко раздела от положения в доаварийном режиме, и возникновение значительного небаланса активной мощности в дефицитной энергосистеме (положительному или отрицательному). Более правильным является деление системы по параметрам переходного режима. При этом условие минимума небаланса активной мощности в разделившихся частях энергосистемы должно также выполняться.

При исследовании асинхронных режимов в качестве информативных параметров выберем ЭДС  $E$  эквивалентных генераторов, угол  $\delta$  между ЭДС эквивалентных генераторов, взаимное скольжение роторов эквивалентных генераторов

$$S = \frac{d\delta}{dt}.$$

При синхронных качаниях взаимное скольжение периодически меняет свой знак, а в режиме асинхронного хода, вследствие постоянного увеличения угла между ЭДС эквивалентных генераторов, знак взаимного скольжения остается постоянным. Изменение знака производной взаимного скольжения при асинхронном ходе происходит при прохождении ее через ноль в моменты равенства угла передачи углу рабочего режима  $\delta = \delta_0$  или критическому углу  $\delta = \delta_{кр}$  [3]. В том случае, когда необходимо скорейшее устранение асинхронного режима, отключение линии производят в момент достижения ускорением роторов нулевого значения [4].

На рисунке 2 приведены зависимости изменения параметров режима при асинхронном ходе ( $P_{Г}$  – активная мощность одного из синхронных генераторов,  $A_{рот}$  – ускорение ротора генератора). Из приведенных зависимостей видно, что при делении системы в момент достижения ускорением ротора генератора значения равного 0 (изменение положительного значения на отрицательное) наступает мгновенный установившийся режим, а выдаваемая мощность генератора равна доаварийной. В этом случае также исключается возможность включения генераторов в режиме противофаз ЭДС.

Аналогичные расчеты для случая с отключением генерирующей мощности в узле 5 и нагрузки промежуточной подстанции 4 приведены на рисунке 3 и 4.

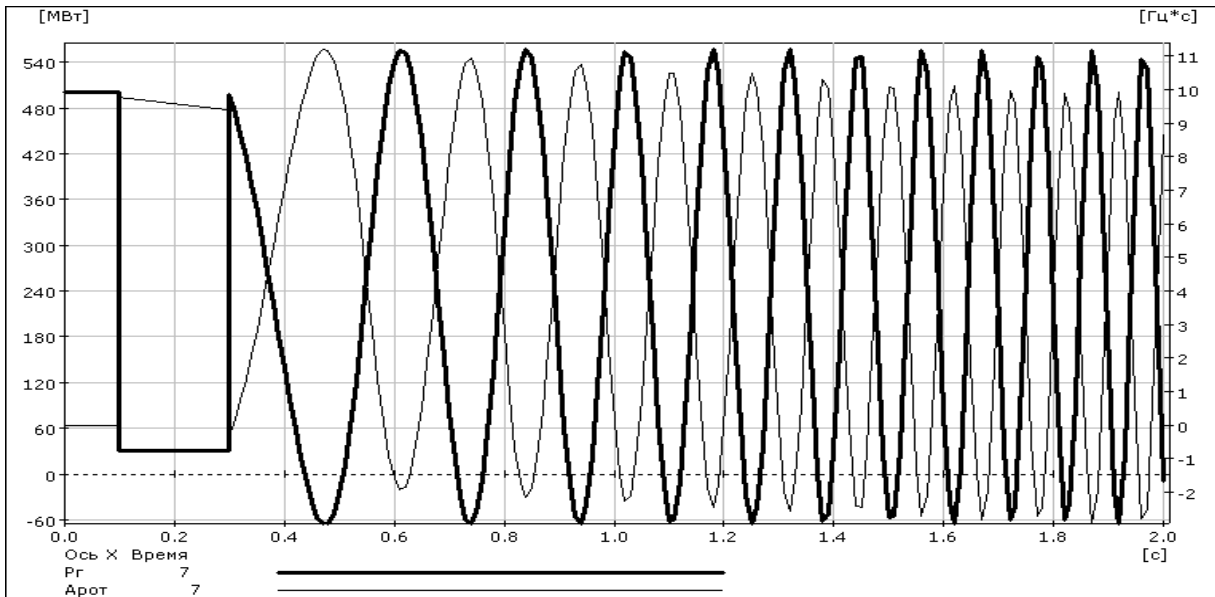


Рисунок 2 – Изменение мощности и ускорения ротора генератора 5 при АР с отключением одной из параллельных линий

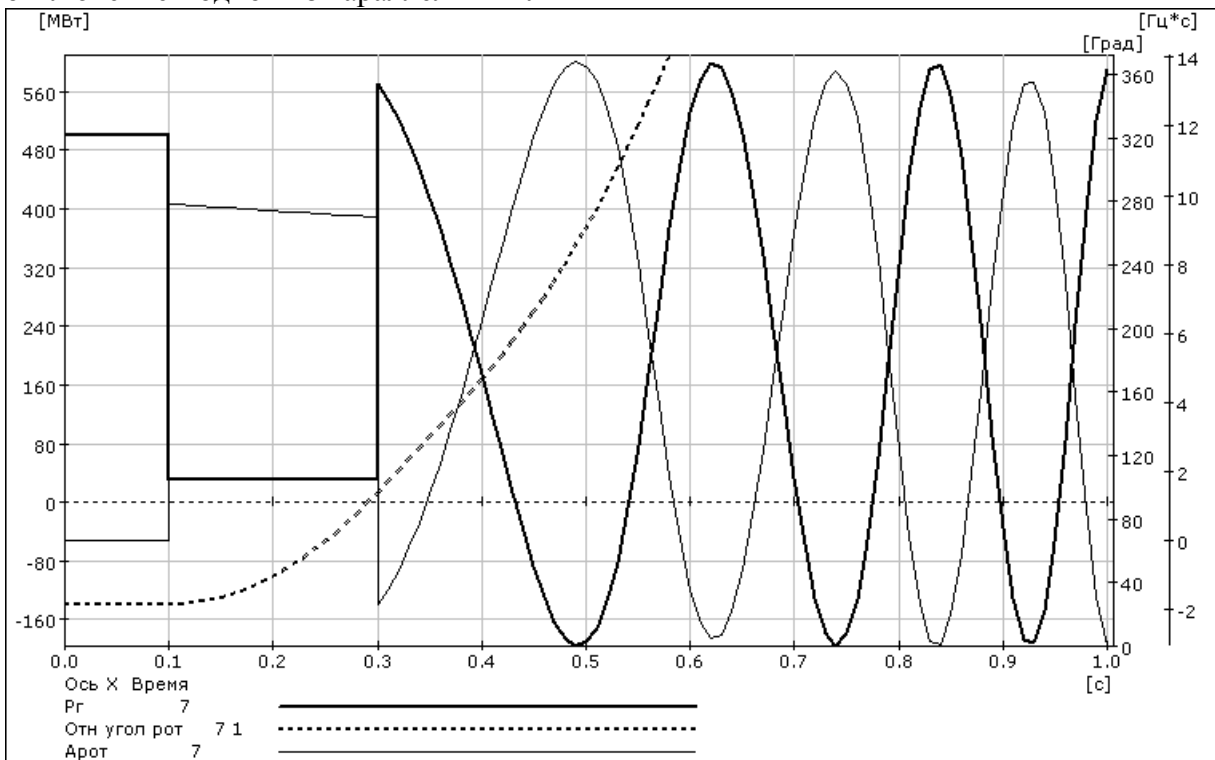


Рисунок 3 – Зависимость изменения мощности, ускорения и относительного угла генератора 5 при асинхронном режиме с отключением нагрузки в узле 4

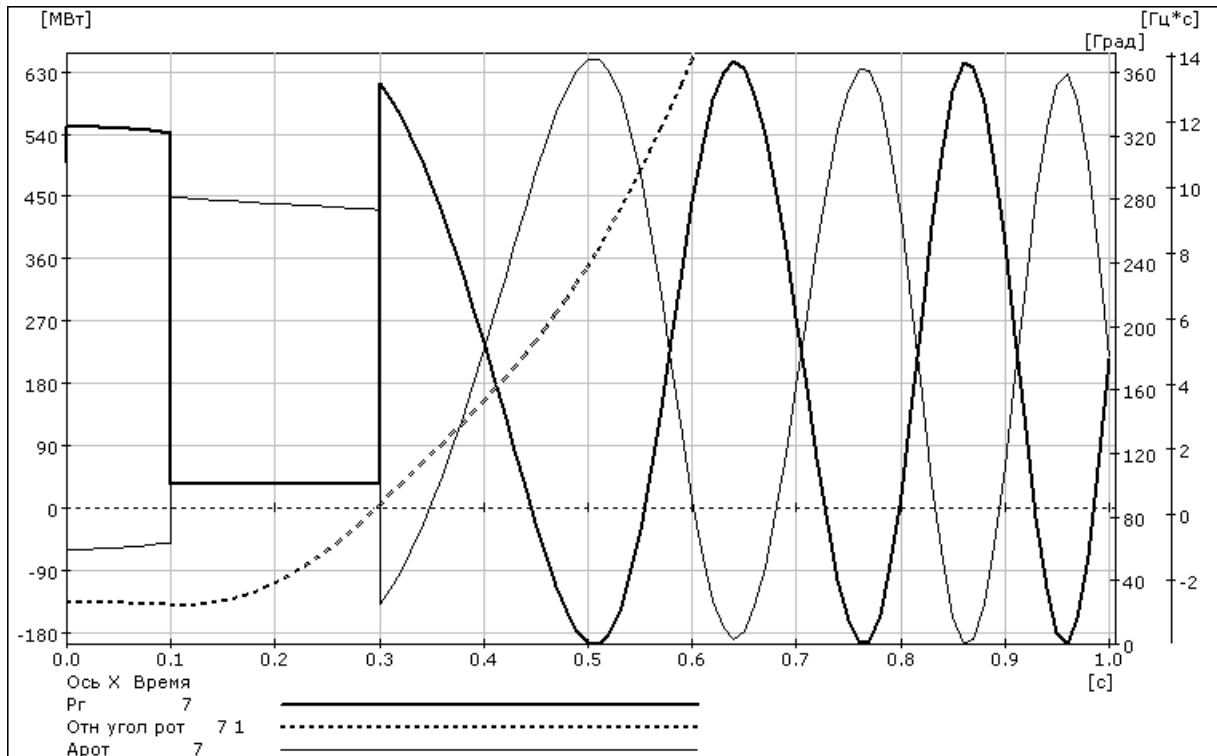


Рисунок 4 – Зависимость изменения мощности, ускорения и относительного угла генератора при асинхронном режиме с отключением генерирующей мощности

Из приведенных зависимостей видно, что при всех возможных аварийных возмущениях, приводящих к началу асинхронного хода между двумя частями энергосистемы, минимальный небаланс активной мощности в разделившихся частях будет наблюдаться при делении системы по сечению с минимальным значением активной мощности в момент, когда ускорение ротора генератора, после фиксации начала асинхронного режима, равно нулю.

#### Литература

1. Гоник Я.Е., Иглицкий Е.С. Автоматика ликвидации асинхронного режима. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 112 с.
2. Гоник Я.Е. Иофьев Б.И. Основное устройство автоматического прекращения асинхронного хода и некоторые особенности расчета его параметров срабатывания // Вопросы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем. – М.: Энергоиздат, 1982, С. 68 – 73.
3. Баркан Я.Д., Орехов Л.И. Автоматизация энергосистем. – М.: Высшая школа, 1981. – 271 с.
4. Авторское свидетельство СССР № 1511802. Система автоматики ликвидации асинхронного режима энергосистемы / Т.В. Колонский, Н.В. Филатова Н 02 У 3/24 // Б.И. 1987, № 36.