

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДУЛЬНЫХ СТАНЦИЙ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**ГУСЕЙНОВ А.М., АХУНДОВ Б.С.***Азербайджанский Научно-Исследовательский и Проектно-Изыскательский Институт Энергетики*

Рассматривается влияние на динамическую устойчивость энергосистемы включение на параллельную работу с ней модульных станций. Оценивается степень соответствия уставок некоторых видов действующей системы противоаварийной автоматики.

Одним из направлений в развитии энергосистем (ЭС) является внедрение электростанций малой мощности, т.е. развитие малой энергетики. Обуславливается это наличием в дефицитных по мощности ЭС удаленных от центральной передающей электрической сети регионов потребления и интенсивным ростом их спроса на электроэнергию.

В настоящее время получил развитие широкий спектр генерирующих установок, использующих как органические виды топлива, так и возобновляемые источники энергии.

В соответствии с Распоряжением Президента Азербайджанской Республики И.Алиева «О дополнительных мерах по улучшению снабжения электрической энергией в Азербайджанской Республике» идет поэтапное строительство и ввод пяти электростанций с газопоршневыми агрегатами. Мощность одной такой электростанции ≈ 90 МВт с агрегатами 8,73 МВт типа 20V345SQ фирмы «Wartsila» (Финляндия). Это так называемые модульные станции (МС) с модульными агрегатами (МА).

Располагаясь в дефицитных регионах потребления и удовлетворяя местных потребителей в непрерывном снабжении электроэнергией требуемого качества, МС через высоковольтную линию связи могут быть включены на параллельную работу с ЭС. В связи с этим возникает вопрос о влиянии МС на режимные показатели и устойчивость ЭС.

Объектом исследования является включение в ЭС 4-х МС (Астара, Шеки, Хачмас и Баку-2), общая мощность которых 360 МВт, т.е. примерно $(8 \div 10)$ % мощности ЭС (пятая МС включается в Нахичеванскую электросеть и не рассматривается в связи с временным отсутствием электрической связи с основной ЭС).

Нами в предыдущих публикациях [1,2] уже рассматривалось влияние МС на режим напряжений, статическую устойчивость, потери в передающей электрической сети. Выявлено, что включение в ЭС 4-х МС улучшает режим напряжений не только в узлах региональной нагрузки, но и в узлах включения МС в ЭС, разгружается основное сечение «Шарг» (Мингечаур-Апшерон), увеличивается запас статической устойчивости, снижаются потери мощности в передающей сети.

Резкое отличие постоянных инерции МА ($T_J = 0,37$ с) от постоянных инерции действующих генераторов ЭС ($T_J \approx 6 \div 13$ с) требует проверки состояния динамической устойчивости ЭС при возмущениях и способности действующей ПАА её обеспечения.

В связи с этим с помощью программного комплекса «Мустанг» проведены расчеты динамической устойчивости при 2-х фазных к.з. на землю на СШ-330 и 500 кВ

генераторов АзГРЭС и 110 кВ блока ПГУ-400 МВт Шимал ГРЭС, а также на п/ст включения МС в ЭС и других близлежащих п/ст.

Расчеты проводились для схем: без МС, с включением одиночных МС и вводом всех МС одновременно. Переходный процесс оценивался по кривым изменения относительных углов генераторов ЭС, в т.ч. и генераторов МС. В табл.1 приведены результаты предельного времени отключения выключателей $t_{пр}$ (в секундах) по условию обеспечения динамической устойчивости. Резкое изменение (снижение) значения $t_{пр}$ имеет место только при к.з. на п/ст включения МС в ЭС, а также на некоторых ближайших п/ст. При соблюдении указанных значений $t_{пр}$ динамическая устойчивость ЭС сохраняется. Об этом свидетельствуют кривые переходного процесса при $t_{отк.} > t_{пр} = 0,12$ с (рис.1а) и $t_{отк.} \leq t_{отк} = 0,12$ с. (рис.1б).

Таблица 1

	без МС	с МС Астара	с МС Шеки	с МС Хачмас	с МС Баку	с МС Астара, Шеки, Хачмас, Бакинск.
АзГРЭС-500кВ	0,39	0,41	0,4	0,41	0,41	0,4
АзГРЭС-330кВ	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25
Шимал ГРЭС ПГУ-400МВт	0,4	0,39	0,4	0,39	0,4	0,39
МинГЭС-110кВ	0,48	0,47	0,11	0,48	0,47	0,11
МинГЭС-220кВ	0,6	0,58	0,49	0,58	0,58	0,46
А-Б ГРЭС 220кВ	0,75	0,12	0,74	0,73	0,72	0,12
А-Б ГРЭС 330кВ	>3	>3	>3	>3	>3	>3
Массалы – 220кВ	>3	0,09	>3	>3	>3	0,09
Хурдалан – 220кВ	>3	>3	>3	>3	>3	>3
Хурдалан – 110кВ	>3	>3	>3	>3	>3	>3
Хачмас – 330кВ	0,28	0,27	0,28	0,08	0,27	0,08
Хачмас – 110/3кВ	0,51	0,5	0,51	0,06	0,5	0,07
Баку	0,64	0,62	0,62	0,62	0,06	0,07

При возмущениях со стороны ЭС, в частности, отключениях несущей ВЛ-500 кВ (2-ой Апшеронской) сечения «Шарг» система сохраняет устойчивость (рис.2 и 3).

В сложной структуре действующей в ЭС противоаварийной автоматики (ПАА) рассмотрено влияние включения МС в ЭС на ударные и вынужденные токи к.з. и максимально необходимые разгрузки при отключении ответственных линий сечения.

Ударные и вынужденные токи к.з. на отходящих от ближних п/ст линиях несколько увеличиваются, что может потребовать коррекции временных уставок РЗ (табл.2)

Таблица 2

Место к.з. Токи в отходящих линиях	Без МС			С 4-мя МС		
	I _{вд.} , кА	I _{вып.} , кА	I _{о.} , кА	I _{вд.} , кА	I _{вып.} , кА	I _{о.} , кА
Хурдалан 220 кВ						
ВЛ Хурдалан-Низами	2,062	1,630	0,123	2,322	1,73	0,045
Хурдалан-Мушвиг	2,432	2,242	0,171	2,51	2,36	0,2
ВЛ Сангачал-Хурдалан	1,733	1,566	0,075	1,827	1,7	0,006
Али-Байрамлы-220 кВ						
ВЛ Али-Байрамлы-Мушвиг	1,502	1,46	0,243	1,667	1,578	0,215
ВЛ Али-Байрамлы-Сангачал	1,619	1,57	0,311	1,798	1,698	0,218
Мин ГЭС-220 кВ						
ВЛ МинГЭС-Ахсу	0,87	0,73	0,377	0,889	0,842	0,359
ВЛ Мин ГЭС-Гябяля	0,661	0,555	0,224	0,675	0,639	0,212
Мин ГЭС-220 -Мин ГЭС -110	1,212	1,053	0,394	1,462	1,243	0,063

Максимально необходимая разгрузка при отключении линии сечения в нормальной схеме определяется по выражению [3].

$$\Delta P_p^{\max} = 1,03 \left(\frac{P_{np} - \Delta P}{1,2} - \frac{P_{np} - \Delta P}{1,08} \right)$$

где P_{np} - предел передаваемой мощности по сечению;

ΔP - амплитуда нерегулярных колебаний нагрузки (принято $\Delta P=0$)

Рассматривалось отключение ВЛ-500кВ (2-ой Апшеронской) сечения «Шарг», которая в нормальном режиме и схеме несет около 40% нагрузки сечения.

Таблица 3

Схема	МВт							ΔP^{\max} разгрузки
	Нормальная схема			отключение 2-ой Апшеронской				
	$P_{исх}$	$P_{пр}$	$P_g = \frac{P_{np}}{1,2}$	$P_{исх}$	$P_{пр}$	$P_g = \frac{P_{np}}{1,08}$		
1 без МС	1690	2143	1786	1287	1430	1324	476	
2 с МС	1480	2237	1864	1539	1560	1425	339	

В таблице 3 приведены расчетные данные для условий отсутствия в ЭС МС и включения всех 4-х МС. Как видно, во втором случае значение разгрузки снижается почти на 29 %.

Очевидными также являются разгрузка сечения и увеличение предела передаваемой мощности вследствие улучшения режима напряжения в схеме с 4-мя МС.

Заклучение.

Включение МС на параллельную работу в ЭС в объеме (8 ÷ 10) % мощности ЭС с целью обеспечения динамической устойчивости требует коррекции уставок РЗ и выключателей только на ближайших п/ст и отходящих линиях.

Действие МС снижает максимально необходимую разгрузку при отключении главной линии сечения «Шарг», что обусловлено улучшением режима напряжения и увеличением передаваемой мощности по сечению.

-
1. *Гусейнов А.М., Ахундов Б.С., Гарадаги А.Э.* Оценка технической эффективности распределенной генерации в Азербайджанской энергосистеме. Проблемы энергетики, ЭЛМ, Баку 2005, №4, с. 18-22
 2. *Guseynov A.M., Akhundov B.S.* Defining Impact of Distributed Generation of Power System Stability TPE-6 Gazi University Ankara, Turkey 3-rd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering / 29-31 May 2006, p 40-43
 3. *Гуревич Ю.Е., Лубова Л.Е., Окин А.А.* Расчеты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах Изд-во Энергоатомиздат -М 1990, 392 с.

MODUL STANSİYALARININ ENERJİSİTSEMİN DİNAMİKİ DAYANIQLIĞINA TƏSİRİNİN TƏHQİQATI

HÜSEYNOV A.M., AXUNDOV B.S.

Enerjisistemin dinamik dayanıqlığına enerjisistemə parallel qoşulmuş modul stansiyalarının təsiri araşdırılır. Bəzi fəaliyyətdə olan əks-qəza avtomatika sisteminin həddlərinin uyğunluq dərəcəsi qiymətləndirilir.

DEFINING IMPACT OF DISTRIBUTED GENERATION ON POWER SYSTEM'S DYNAMIC STABILITY

GUSEYNOV A.M., AKHUNDOV B.S.

The parallel operation of distributed generation units and power grid is assessed with due regard to impact on dynamic stability of the latter. The settings of some protection systems are also reviewed in terms of effectiveness when running in the parallel mode.