

Нурсланова С.Н., Жолдошбеков З.Ж., Суеркулов М.А.

**ЭЛЕКТР МЕНЕН ЖАБДУУ ТУТУМУНУН ДИНАМИКАЛЫК
ТУРУКТУУЛУГУНУН ЫКМАЛАРЫН ЖОГОРУЛАТУУ**

Нурсланова С.Н., Жолдошбеков З.Ж., Суеркулов М.А.

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

S.N. Nurslanova, Z.Zh. Zholdoshbekov, M.A. Suerkulov

**WAYS TO INCREASE THE DYNAMIC STABILITY OF THE
ELECTRICAL SYSTEM**

УДК: 621.311.016

Электр менен жабдууда динамикалык туруктуулукту (ДТ) камсыз кылуу ишенимдүү иштөөнүн өбөлгөсүн түзөт. Электр менен жабдуу системасына (ЭЖС) таасир берүүчү кубулуштар түзүлөт, алар кубаттуу генераторлордун, электр жүктөрүн, трансформаторду, электр моторлорун көчүрүү менен байланышканы жана кубаттуу линиялардын түзүлүшү да таасир берет. Бул учурларда өтмө кубулуштар өтөт. Бул кубулуштар чоң болуп жана өзгөрүү ылдамдыгы ар кандай болот. Чоң өзгөрүүлөр төмөнкүлөрдөн турат: берилген өзгөрүүлөрдү ДТ текшерүү; өтмө кубулуштар ичинде иштөө тартибинин чыккандардын текшерүү менен анын чектилүүгүн билүү; туруктуулукту жогорулоо үчүн ар кандай ыкмалардын жыйынтыгына баа берүү. Ротордун бурчтук ылдамдыгы чоң болуп өзгөргөндө, чоң таасир бергич болгондо, генераторлордо асинхрондук жүрүш пайда болот, аны текшерип ресинхронизация жолу менен туруктуулугун камсыз кылуу. Бул жумушта чоң таасир жана кичи ылдамдыкта өзгөрүү болгондо динамикалык туруктуулук каралат. Өтмө кубулушту эсептөөдө электр менен жабдуу системасынын элементтери кандай берилди ошого көз каранды биринчи орунда генераторго жана электр жүгүн жөнгө салууга жараша болот. Мисалы, алмаштыруу чиймесинде, чектелген мүмкүнчүлүгүнө, тандоо даражасына. Динамикалык туруктуулукту талдоонун жөнөкөй ыкмасы “аянт” ыкмасы. Бул эң тез жана сапаттуу динамикалык туруктуулукту аныктоого жол берет.

Негизги сөздөр: динамикалык туруктуулук, тез иштөө, ылдамдоо аянты, токтоотуу аянты, көчүрүү бурчу, тез дүүлүктүрүү, өтмө кубулуш, козгогуч.

Обеспечение динамической устойчивости системы электроснабжения (СЭС) позволяет существенно повысить надежность. В системах электроснабжения (ЭС) часто возникают возмущения, это связано с отключением мощных нагрузок, генераторов и трансформаторов моторов, линии электропередач (ЛЭП). При появлении возмущения возникают переходные процессы. Эти переходные процессы могут быть при больших возмущениях и малых изменениях скорости. При больших возмущениях они состоят в следующем: проверка динамической устойчивости систе-

мы при заданных возмущениях; расчет параметров режима в течении переходных процессов с целью оценки допустимости; оценка эффективности различных разделов улучшения устойчивости. Процессы при больших возмущениях и больших изменениях угловой скорости ротора, генераторов часто называют асинхронными режимами, которые включают в себе асинхронный ход, и ресинхронизацию, результирующую устойчивость. В данной работе рассматривается динамическая устойчивость при больших возмущениях и малых изменениях скорости. Правильность расчетов переходного процесса во многом зависит от той точки с которой описаны основные элементы системы электроснабжения (СЭС) - в первую очередь генераторы и их системы регулирования нагрузки. При составлении расчетной схемы, выбор степени, ее подробности осуществляется исходя из предельных возможностей. Простейшим способом исследование динамической устойчивости системы электроснабжения (СЭС) является способ площадей, она разделяет просто наглядно дать качественную и приближенную количественную оценку условий динамической устойчивости.

Ключевые слова: динамическая устойчивость, быстроедействие, площадь ускорения, торможения, угол отключения, быстрое возбуждения, переходные процессы возмущения.

In power supply systems, disturbances often occur, which is due to the shutdown of powerful loads, generator and motor. LEP. When a perturbation arises, transients arise. These transient processes can occur with large perturbations and small changes in velocity. For large perturbations, they consist in the following [10]. Verification of the dynamic stability of the system for given perturbations: calculation of the parameters of the regime during the transient processes in order to assess the admissibility: evaluation of the effectiveness of various sections of improving sustainability. Processes with large perturbations and large changes in the angular velocity of the rotor, generators are often called asynchronous regimes, which include on asynchronous move, and resynchronization, the resulting stability! In this paper, we consider the dynamic stability for large perturbations and small changes in velocity. Correctly with the calculations of the transient process largely depends on the point with which the main elements of the power supply systems

are described – first of all the generators and their load regulation systems. When compiling the design scheme, the choice of the degree, its details is carried out based on the limiting possibilities. The simplest way to study the dynamic stability of the power supply system is the way horses, it shares simply visualize the qualitative and approximate quantification of the conditions of dynamic stability.

Key words: dynamic stability, speed, acceleration, deceleration, cut-off angle, rapid excitation, transient perturbation processes.

В данной работе анализируются два способа обеспечения динамической устойчивости.

Динамическая устойчивость отражает сохранение параллельной работы генераторов, в двух или нескольких энергосистем при значительных внезапных возмущениях.

Основным уравнением для анализа динамической устойчивости (ДУ) является:

$$\Sigma P = \frac{E_r V_c}{X_{\Sigma}} \sin \delta$$

E_r – ЭДС генератора; V_c – напряжения на шинах подстанции

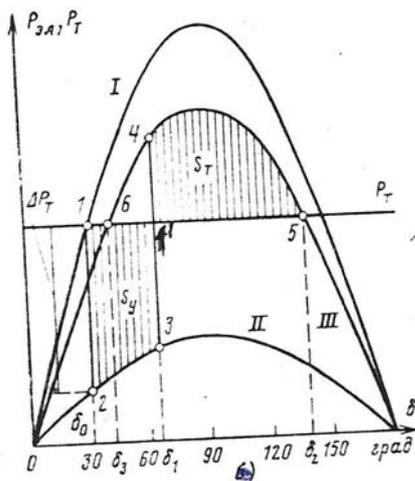


Рис. 1. Характеристики и $P_{эл} = f(\delta)$ для нормального, аварийного и послеаварийного режимов(δ).

X – суммарное сопротивление

δ – угол векторами E_r и U_c

Если две системы работают параллельно, то

$$P = \frac{\vartheta_1 \vartheta_2}{X_2} \sin \delta_{1,2}$$

Максимальные значения активной мощности

$$P_m = \frac{E_r \vartheta_c}{Z X_{\Sigma}}$$

$$P_m = \frac{\vartheta_1 \vartheta_2}{X_{\Sigma}}$$

Для обеспечения сущности ДУ на рисунке 1 проведена характеризующая уравнительная $P = 1(\delta)$

Нормальный режим соответствует углу отключения, углы δ_1, δ_2 соответствует углам аварийного и послеаварийного режима. Если происходит ϑ_3 , то углу δ увеличивается до δ_1 и ротор накопит кинетическую энергию, это называется и площадь ускорения S_y . Если в момент δ_1 ϑ_3 отключается $P_{эл} > P_T$ и в точке 4 начинается процесс торможения. Площадь соответствующая S_T называется площадью торможения. Если $S_T > S_y$, то условия ДУ сохраняющийся. Соотношение $S_T > S_y$ называется коэффициентом динамической устойчивости.

$$K_{ду} = S_T / S_y$$

$K_{ду} > 1$ устойчивость сохраняема, $K_{ду} < 1$ устойчивость нарушается.

Для сохранения ДУ применяются следующие способы:

- форсировка возбуждения;
- импульсная разгрузка турбин;
- электрическое торможение;
- отключение части генераторов;
- быстродействующее дискретное изменение индуктивного сопротивления;
- форсировка продольной компенсации;
- дискретное изменение мощности;
- использование быстродействующих выключателей нагрузки.

Для системы электроснабжения наиболее применимы следующее мероприятия:

- использование быстродействующих выключателей;
- электрическое торможение;
- форсировка продольной компенсации.

Угол отключения определяется

$$\delta_{от} = W_s t_{от} \quad (5)$$

W_s – скажение в момент срабатывания выполнения $t_{от}$ – полное время отключения выключателя, С.

При использовании быстродействующих выключателей характеристика изменяется как показано на рисунке 2.

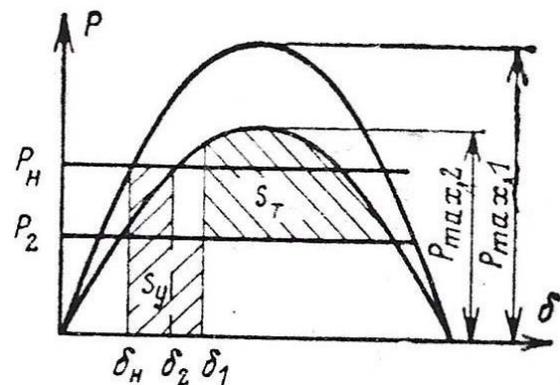


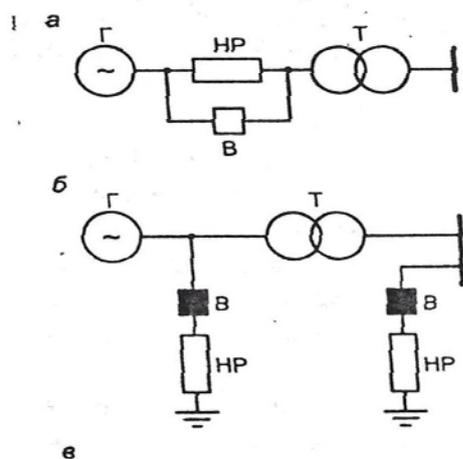
Рис. 2. Изменение площади ускорения и торможения.

где $\delta_1 \rightarrow t_{от 1}$, $\delta_2 \rightarrow t_{от 2}$; где $t_{от 2} \leftarrow t_{от 1}$.

Например, выключатель ВБЭ-10 имеет полное время отключение 0,06 с, а у выключателя ВМ-10 полное время отключения 0,085 с, т.е. 1,41 раза больше. Если используем выключатель ВБЭ-10 угол изменяется от δ_1 до δ_2 (от 65% до 45%), при этом площадь уменьшается на 30%. Коэффициент запаса динамической устойчивости равен 1,25, т.е. позволяет сохранить динамическую устойчивость.

Наиболее приемлемым для СЭС является электрическое торможение.

Сущность этого метода заключается в следующем. Принцип работы показан на рисунке 3.



Это достигается путем искусственного увеличения электрической мощности, мощных торможений за счет подключения специальных нагрузочных резисторов (НР). НР могут выполняться последовательно параллельно. Выключение НР осуществляется выключателем.

Эффекты применения НР достигается за счет увеличения энергии торможения, т.е. мощность турбин остается постоянным, а электрическая мощность увеличивается, т.е. площадь торможения увеличивается по предварительным расчетам, в зависимости от мощности НР коэффициент запаса.

ДУ достигает до 1.2 : 1.4

При последовательном выключении последовательно в линии.

Результирующее сопротивление

$X_{\Sigma} = X_L - X_C$, т.е. индуктивное сопротивление уменьшается, электрическая мощность увеличивается и площадь торможения тоже увеличивается. При этом способы ДУ достигаются до 1,2.

Выводы:

1. Надежность СЭС обеспечивается сохранением динамической устойчивости.

2. Наиболее приемлемым для обеспечения ДУ является:

- применение быстродействующих выключателей в сетях 35 КВ;
- электрическое торможение;
- продольная компенсация.

Литература:

1. Андерсон П. Фауд Управление энергосистемами и устойчивости. - М.: Энергия, 1980.
2. Беркович М.А. и др. Основы автоматики электросистем. - М.: Энергоиздат, 1981. - С. 432.
3. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. 4-е изд. - М.: Высшая школа, 1981.
4. Гуревич Ю.Е. и др. Расчет устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - С. 390.
5. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. - М.: Энергия, 1971.
6. Идельчик В.И. Расчеты и оптимизации режимов электрических сетей и систем. М.: Энергоатомиздат, 1988.
7. Портной М.Г., Рабинович П.С. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости. - М.: Энергия 1975.
8. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. - М.: Энергия, 1980.
9. Руководящий указания по устойчивости энергосистем. - М., 1983.
10. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики под редакцией Веникова В.А. - М.: Высшая школа, 1981.

Рецензент: к.т.н. доцент Жусубалиева Б.К.