

РОЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

У.А.ДЖалилов
ассистент, ЖизПИ

Аннотация: *Наименьшая мощность СТЭ требуется при наиболее равномерном распределении поездов (по их числу и типу) во времени, содержащих в своем составе станций с ограниченным запасом первичных энергоресурсов.*

Abstract: The lowest power of the STE is required with the most uniform distribution of trains (by their number and type) over time, containing stations with a limited supply of primary energy resources.

Ключевые слова: *Распределению нагрузки, номинальной мощности нагрузки, баланса мощности, распределению нагрузки, форсированная мощность .*

Keywords: *Load distribution, rated load capacity, power balance, load distribution, forced power.*

Компенсация реактивной мощности направлена в основном на экономию (уменьшение потерь) при эксплуатации тяговых сетей и одновременно на улучшение качества напряжения. Для нахождения наилучшего решения необходимо сопоставлять стоимость установки компенсирующих устройств и дополнительной аппаратуры к ним (с учетом расходов на эксплуатацию) с экономией на стоимости потерь в тяговых сетях, а также с выигрышем, полученным за счет улучшения качества напряжения ЭПС и не тяговых потребителей. Эффективный вариант компенсации реактивной мощности тяговой нагрузки - распределенная система КУ в тяговой сети, когда КУ включены на постах секционирования и на тяговых подстанциях.

Минимизация потерь электроэнергии в тяговой сети является целевой задачей участия системы тягового электроснабжения (СТЭ) в формировании энергетической эффективности электрической тяги в

целом [1]. Наименьшая мощность СТЭ требуется при наиболее равномерном распределении поездов (по их числу и типу) во времени. Повышение энергетической эффективности режимов работы СТЭ переменного тока с нерациональными потоками реактивной мощности и наличием транзита мощности из-за межсистемных перетоков требует применения автоматического регулирования напряжения на тяговых подстанциях и ввода в работу рациональных мощностей компенсирующих устройств, [2]

Эффективность применения конденсаторных установок в электроэнергетике известна давно [3]. Они позволяют повысить провозную способность железных дорог при больших нагрузках за счет повышения напряжения в тяговой сети до нормируемых значений. С их помощью также нормализуется баланс по реактивной мощности в рассматриваемом узле электроснабжения для обеспечения приемлемого режима напряжения для потребителя, решаются вопросы снижения потерь мощности и в целом повышается качество электроэнергии.

Для выбора номинальной мощности КУ следует выполнить расчет наименьшего действующего напряжения на токоприемнике ЭПС для заданных размеров движения по нормальной (проектной) схеме СТЭ с учетом сгущения поездов в интенсивный час. Расчеты во всех случаях следует выполнять с использованием программных комплексов с имитацией взаимосвязанных мгновенных схем движущихся нагрузок ЭПС [5].

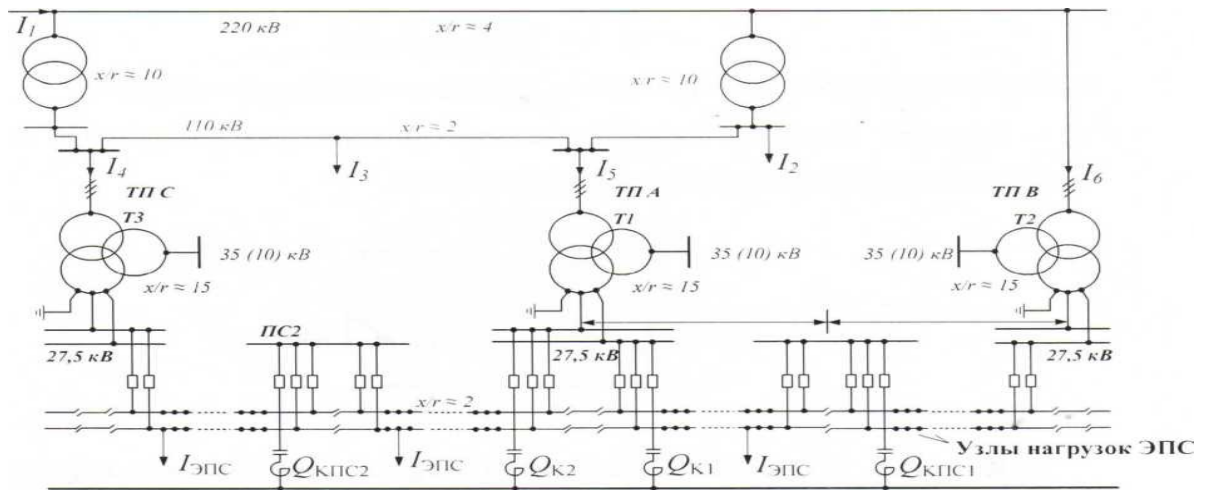


Рис. 1.1. Фрагмент внешнего электроснабжения тяговой сети с распределенной поперечно емкостной компенсацией.

Так для каждой из меж подстанционных зон рассматриваемого участка (рис. 1.1) при заданных размерах движения и нормальной схеме питания определяется фактическое наименьшее напряжение на токоприёмнике ЭПС

$$U_{\text{мин.ф.}} \quad \dot{U}_{\text{Мин.ф.}} = i \sum_{i=1}^n \dot{U} - \Delta \dot{U}_{\text{max}i} / n,$$

где $\dot{U}_{\text{ш}i}$ - мгновенное значение напряжения на шинах тяговой подстанции; $\Delta \dot{U}_{\text{max}i}$ - мгновенное максимальное падение напряжения в векторе $\Delta \dot{U}_a$ падение напряжений от узлов нагрузок ЭПС до базисного узла; n - количество решенных мгновенных схем за время моделирования T .

$$\Delta \dot{U} = \dot{Y}^{-1} J \quad 1.4$$

где $\dot{Y} = M Z_e^{-1} M_t$ - матрица узловых проводимостей.

Вначале принимаем вариант с размещением КУ на постах секционирования (на рис. 3.1.1. $Q_{\text{кпс}1}$ и $Q_{\text{кпс}2}$). Расчетная мощность КУ,

необходимая для повышения напряжения до нормированного значения Q_K , определяется разностью наименьших значений нормированного и фактического действующего напряжения на токоприемнике ЭПС ($U_{\text{мин.}}$

норм $-U_{мин.ф}$) и входным индуктивным сопротивлением до КУ ($X_{вх}$) по формуле, $M_{вар}$:

$$Q_{к} = U_{ном}^2 (U_{мин.норм} - U_{мин.ф}) / \{U_{мин.норм} * X_{вх}\} \quad 1.5$$

где $U_{ном}$ - номинальное напряжение КУ ($U_{ном} = 27,5$ кВ); $X_{вх}$ - входное индуктивное сопротивление до КУ.

Входное индуктивное сопротивление до КУ поста, секционирования при двухстороннем питании контактной сети от смежных подстанций ТП А и ТП В (рис. 3) определяется по формуле, Ом:

$$X_{вх} = \frac{A * B}{A + B} \quad 1.6$$

где $A = X_{ТСа} + 2X_{ТР.а} + 2X_{Са}$, $B = X_{ТСв} + 2X_{ТР.в} + 2X_{Св}$, $X_{ТСа}$ и $X_{ТСв}$ - индуктивные сопротивления тяговой сети соответственно от подстанций ТП А и ТП В до КУ, Ом; $X_{ТСа}$ и $X_{ТСв}$ - индуктивные сопротивления включённых в работу трансформаторов на подстанциях ТП А и ТП В, Ом;

$X_{Са}$ и $X_{Св}$ - индуктивные сопротивления системы внешнего электроснабжения соответственно до подстанций ТП А и ТП В, Ом.

Индуктивное сопротивление включённых в работу трансформаторов на подстанции ТП А (ТП В) определяется по формуле, Ом:

$$X_{ТР} = U_{кз} * U_{ном}^2 / 100 * n * S_{ТР}, \quad 1.7$$

где $U_{кз}$ - напряжение короткого замыкания трансформатора, %; $U_{ном}$ - номинальное напряжение трансформатора ($U_{ном} = 27,5$ кВ), $S_{ТР}$ - номинальная мощность трансформатора, МВ*А, n - количество включённых в работу трансформаторов.

Литература

1. Khasanov M. et al. Optimal radial distribution network reconfiguration to minimize power loss by using mayfly algorithm //AIP Conference Proceedings. – AIP

- Publishing, 2023. – Т. 2612. – №. 1.
2. Hasanov M., Urinboy J. Reconfiguration of Radial Distribution System to Minimize Active Power Loss //International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS). – 2021. – Т. 5. – №. 2. – С. 154-156.
 3. Hasanov M. et al. Optimal Integration of Wind Turbine Based Dg Units in Distribution System Considering Uncertainties //Khasanov, Mansur, et al." Rider Optimization Algorithm for Optimal DG Allocation in Radial Distribution Network." 2020 2nd International Conference on Smart Power & Internet Energy Systems (SPIES). IEEE. – 2020. – С. 157-159.
 4. Hasanov M. et al. Optimal Integration of Photovoltaic Based DG Units in Distribution Network Considering Uncertainties //International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR), ISSN. – 2021. – С. 2643-9603.
 5. Жалилов Ў. А. Ў. и др. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИ ВА УЛАРНИ ОШИРИШ ЧОРА-ТАДБИРЛАРИ //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 4. – С. 113-118.
 6. Жуманов А. Н. и др. МУҚОБИЛ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИДАН ЖИЗЗАХ ВИЛОЯТИНИНГ ТОҒЛИ ХУДУДЛАРИДА ФОЙДАЛАНИШ //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 247-254.
 7. Razzaqovich Q. A. et al. SANOAT KORXONALARI ELEKTR TA'MINOTIDA ELEKTR YUKLAMALARI KARTOGRAMMASINI QURISH VA BPP NING O 'RNATILISH JOYINI ANIQLASH //E Conference Zone. – 2022. – С. 358-361.
 8. Qurbanov A., Baratov L., Jalilov O. SANOAT KORXONALARINING SAMARADORLIK KO'RSATKICHINI OSHIRISH MAQSADIDA ELEKTR YUKLAMALARI KARTOGRAMMASINI QURISH VA BPP NING O 'RNATILISH JOYINI ANIQLASH //Interpretation and researches. – 2023. – Т. 1. – №. 6.
 9. Khasanov M. et al. Optimal allocation of distributed generation in radial distribution network for voltage stability improvement and power loss minimization //AIP conference proceedings. – AIP Publishing, 2023. – Т. 2612. – №. 1.
 10. Khasanov M. et al. Optimal Sizing and Sitting of Distributed Generation in Distribution Network considering Power Generation Uncertainty //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 434. – С. 01016.
 11. Khasanov M. et al. Distribution network planning with DG units considering the network reconfiguration and reliability //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 461. – С. 01053.