

**СЕКЦІЯ Е – ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА
ЕНЕРГЕТИКА // SESSION E – ENERGY EFFICIENCY AND
ALTERNATIVE ENERGY**

УДК 621.316:519.853

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ І ПАРАМЕТРІВ КОМПЕНСУВАЛЬНИХ
ПРИСТРОЇВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ
НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ**

Соломчак О. В., Романюк Ю. Ф.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, тел. 0342-727172, e-mail : epco@nung.edu.ua*

Метою роботи є подальший розвиток і вдосконалення методу оптимальної компенсації реактивної потужності в системах електропостачання (СЕП) з використанням алгоритмізації оптимізаційних задач і застосування сучасної обчислювальної техніки, спрямованих на зниження втрат електроенергії, покращення якості та надійності електропостачання технологічних комплексів НГП, зменшення собівартості видобутку паливно-енергетичних ресурсів, а також розроблення практичних алгоритмів нелінійного програмування, адаптованих до конкретних завдань оптимізації СЕП НГП.

Вибір засобів компенсації реактивної потужності проводиться на підставі порівняння ефективності різних джерел реактивної потужності. Проте невирішеним залишається питання комплексного використання таких джерел. Дана робота присвячена розробленню комплексної математичної моделі оптимальної компенсації реактивного навантаження споживачів з використанням методів нелінійної алгоритмізації.

Розглянемо методику вибору джерел реактивної потужності за умовою економічності. Такими джерелами можуть бути конденсаторні батареї (КБ), синхронні генератори (СГ), синхронні двигуни (СД) та інші джерела.

Вихідними даними для розрахунків є принципова схема і параметри розподільчої мережі, графіки активних і реактивних навантажень або їх характеристики.

Критерієм вибору оптимальної потужності КП є мінімум сумарних дисконтованих витрат B_{dc} , на величину яких впливає зміна технічних та економічних показників, зокрема вартість втрат електроенергії на генерацію реактивної потужності різними джерелами та її передачу мережею до місця споживання.

У загальному випадку в пункт A мережі реактивна потужність може бути передана від декількох джерел (рисунк 1). Задача вибору найекономічніших джерел та їх оптимальної потужності для компенсації реактивного навантаження споживачів зводиться до мінімізації функції сумарних дисконтованих витрат, зумовлених генерацією і передачею реактивної потужності від усіх n джерел до вузла A мережі:

$$B_{dc} = \sum_{k=0}^n (B_{0k} + B_{1k} Q_k + B_{2k} Q_k^2), \quad (1)$$

де Q_k – реактивні потужності джерел, $k = 1, 2, \dots, n$; B_{0k} – стала складова дисконтованих витрат; B_{1k} , B_{2k} – питомі витрати, величина яких залежить від типу КП і параметрів розподільчої мережі.

На величину генерованої джерелами реактивної потужності Q_k накладається ряд обмежень. Для синхронних машин верхня межа визначається умовою допустимих теплових режимів для статора і ротора. Для КБ верхня межа потужності не обмежується (теоретично батарея може бути вибрана будь-якої потужності), а нижня межа дорівнює нулю, так як КБ не може споживати реактивну потужність з мережі. Крім того, повинна задовольнятися умова балансу реактивної потужності у

вузлі A , а навантаження елементів розподільчої мережі не повинні перевищувати допустимих значень.

Врахуємо такі обмеження:

$$\begin{aligned} Q_1 &\leq Q_T^{max}; \\ Q_2 &\leq N_2 Q_2^{max}; \\ Q_3 &\leq N_{cd} Q_{cd}^{max}; \\ Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 &= Q_A, \end{aligned} \quad (2)$$

де Q_T^{max} – максимальна реактивна потужність, яка може бути передана через трансформатор у режимі найбільших навантажень без збільшення встановленої потужності трансформатора; Q_2^{max}, Q_{cd}^{max} – максимальні значення реактивних потужностей, які можуть генерувати СГ і СД при їх номінальному навантаженні; Q_A – реактивна потужність, що споживається у вузлі A мережі.

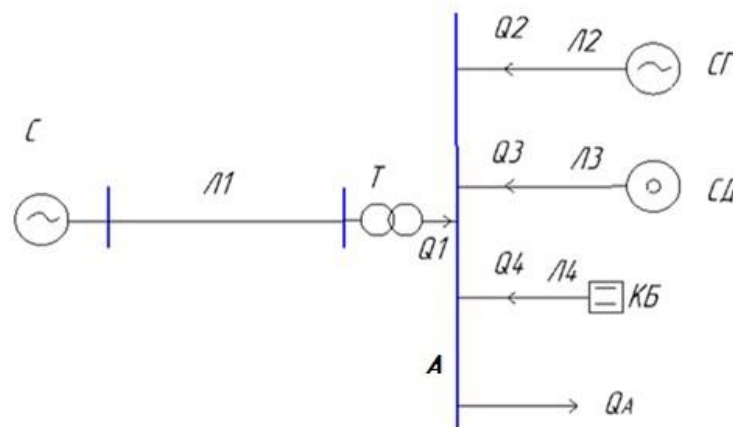


Рисунок 1 - Схема передачі реактивної потужності від джерел до вузла A

Поставлена задача є задачею нелінійного програмування і може бути розв'язана методом Лагранжа. Проте цей метод застосовується тільки для задач з обмеженнями у формі рівностей. За наявності нерівностей задача розв'язується у декілька етапів.

Для розв'язання задачі без обмежень-нерівностей запишемо функцію Лагранжа

$$L = B_{01} + B_{11}Q_1 + B_{21}Q_1^2 + B_{12}Q_2 + B_{22}Q_2^2 + B_{13}Q_3 + B_{23}Q_3^2 + B_{14}Q_4 + B_{24}Q_4^2 + \lambda (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - Q_A). \quad (3)$$

Пошук абсолютного екстремуму функції Лагранжа, який відповідає оптимальному розподілу потужності джерел, здійснимо шляхом її диференціювання та прирівняння до нуля часткових похідних. Розв'язавши цю систему рівнянь, визначимо значення потужностей Q_k , які відповідають екстремуму функції (1) з врахуванням обмеження-рівняння системи (2).

Якщо одержаний розв'язок не задовольнятиме рівняння обмеження у формі нерівностей, то необхідно по чергово замінювати їх рівностями і повторно розв'язувати задачу.

Висновки

1. Тип і оптимальна потужність найекономічніших джерел компенсації реактивного навантаження споживачів можуть бути визначені з використанням методу невизначених множників Лагранжа та врахуванням технічних обмежень, заданих у вигляді нерівностей за умови забезпечення балансу реактивних потужностей.
2. Критерієм вибору оптимальної потужності джерел є мінімум дисконтованих витрат на генерацію та передачу реактивної потужності з врахуванням капітальних вкладень на встановлення компенсуювальних пристроїв, витрат на їх експлуатацію та вартості втрат електроенергії.

3. Загальна задача оптимізації потужності джерел зводиться до покрокового розрахунку з фіксацією граничної потужності тих джерел, для яких оптимальні значення виходять за межі граничних.
4. Від'ємне значення оптимальної потужності джерела свідчить про недоцільність використання цього джерела для компенсації реактивної потужності споживача. Ця потужність повинна бути скомпенсована за рахунок інших джерел.
5. Оптимальний варіант компенсації реактивного навантаження передбачає комплексне використання всіх наявних джерел. Порівняння варіантів компенсації окремо від кожного джерела є неправильним.
6. Розрахунки показали, що немає універсального вирішення проблеми вибору джерел для компенсації реактивної потужності навантаження споживачів. Все залежить від вибраної схеми електропостачання, технічних характеристик джерел, обмежень щодо генерування реактивної потужності синхронними двигунами, вартості електроенергії та вартості конденсаторних установок. У кожному конкретному випадку оптимальна схема компенсації буде різною.

Література

1. Соломчак О. В. Методика вибору та порівняння варіантів компенсації реактивної потужності. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. - 2005. - 29 с.
2. Романюк Ю. Ф. Електричні системи та мережі: навч. посібник [Текст] / Ю. Ф. Романюк. – К.: Знання, 2007. – 292 с.

УДК 621.311.1: 621.315

ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДПРИЄМСТВ НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОЇ ГАЛУЗІ

Романюк Ю. Ф., Соломчак О. В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, тел. 0342-727172, e-mail : epco@nung.edu.ua*

Одним з важливих питань на стадії проектування нафтопромислових об'єктів є вибір оптимальної схеми зовнішнього електропостачання споживачів [1]. Авторами розроблена методика вибору оптимальної конфігурації траси магістральної електричної мережі нафтопромислу за критерієм мінімальних дисконтованих витрат, які враховують капітальні вкладення на її спорудження й витрати на експлуатацію та вартість втрат електроенергії в магістральній мережі.

Для заданого розміщення трансформаторних підстанцій (ТП) і центра живлення (ЦЖ) та заданої потужності споживачів ТП потрібно визначити координатами вузлів магістральної мережі, яка відповідає мінімуму дисконтованих витрат та проаналізувати вплив складових цих витрат на її конфігурацію. На рисунку 1 зображена оптимізована схема магістральної мережі нафтопромислу напругою 10 кВ з трьома ТП, потужність навантаження яких становить 320, 420 і 340 кВ·А відповідно.