

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКИДУ В АТМОСФЕРУ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ СИСТЕМИ

Сулейманов В. М., к.т.н., проф., **Баженов В. А.**, доц., **Панєнко О. М.**, асист., **Поткалюк В. Р.**, магістрант

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем.

Вступ. При оптимізації режимів роботи електричних систем необхідно враховувати, виходячи з екологічних міркувань, вплив режиму роботи системи на навколишнє середовище.

При проектуванні і експлуатації теплових електричних станцій (ТЕС) виникають екологічні проблеми, вирішення яких полягає в необхідності дотримання нормативів чистоти атмосферного повітря при розрахункових метеорологічних умовах в даному регіоні, які характеризуються, в основному, усередненими значеннями швидкостей вітру і коефіцієнтів стратифікації атмосфери.

Мета роботи. Аналіз критеріїв обліку викидів забруднюючих речовин в атмосферу і спеціальних заходів, що забезпечують можливість додаткового істотного скорочення шкідливих викидів в атмосферу.

Матеріали і результати досліджень. Коефіцієнт стратифікації атмосфери відображає в конкретному регіоні розподіл температури повітря по висоті, що характеризується вертикальним градієнтом. Такий коефіцієнт характеризує стійкість атмосфери в досліджуваному районі по відношенню до вертикального переміщення повітря. Перераховані параметри приймаються в інженерних розрахунках з деяким запасом, що враховує порівняно тривалі періоди погіршення метеорологічної ситуації [1].

Цілком очевидно, що показники чистоти атмосферного басейну завжди обумовлюються сумарними значеннями викидів, які пов'язані з прямим спалюванням палива на станціях системи, а також з режимами роботи підприємств, міського транспорту та ін.

Встановлено, що в великих містах і промислових центрах мають місце відносно короткі і закономірно повторювані періоди особливо несприятливого погіршення метеорологічних умов, що викликають різке збільшення концентрацій забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря.

Саме тому при проектуванні, спорудженні та експлуатації ТЕС в таких районах для захисту повітряного басейну повинні передбачатися не тільки засоби, розраховані на регулярну експлуатацію, але і спеціальні заходи, що забезпечують можливість додаткового істотного скорочення шкідливих викидів в атмосферу в короткочасні періоди особливо несприятливих метеорологічних умов. До таких заходів найчастіше можна віднести використання запасів малосернистого палива, перерозподіл навантажень між енергетичними об'єктами, часткові режимні зміни в технології виробництва енергії і т.п.

У цих випадках цілком можливе виникнення ситуацій, при яких виявиться неприпустимим економічно вигідне покриття графіків навантаження

агрегатами теплових станцій, які знаходяться в містах. Така ситуація можлива у випадку, коли агрегати працюють на паливі, що містить шкідливі домішки, а напрямок повітряних течій такий, що викиди від електричних станцій будуть спрямовані безпосередньо до міст, розташованих поруч. У таких ситуаціях оптимальним в цілому може виявитися рішення не оптимального завантаження даної групи високоекономічних станцій, а завантаження лише деяких інших, менш економічних станцій, зміщених вдалину від розглянутого центру електричних навантажень.

Слід враховувати необхідний порівняно високий рівень передачі потужності від станцій, що знаходяться далеко від енергоємних навантажень, який зумовить виникнення значних обсягів втрат активної та реактивної потужностей, а, отже, і збільшення втрат напруги в мережі живлення. Ця негативна обставина, безсумнівно, буде активно впливати на критерії оцінки режиму по втратах активної потужності, а також мінімуму витрати палива в системі за конкретний період часу і т.д.

В даний час в заходах щодо захисту навколишнього середовища необхідно враховувати економічну складову, яка дозволить більш правильно планувати і фінансувати такі заходи а, головне, встановлювати матеріальну відповідальність адміністрації підприємств за забруднення повітряного басейну.

Таким чином, вибір оптимального режиму роботи системи повинен ґрунтуватися на поєднанні рішень комплексних техніко-економічної та екологічної задач [2, 3].

У загальному вигляді математичну модель збитків від забруднення приземного шару навколишнього середовища можна представити у вигляді критерію

$$K2 = \sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R \sum_{\sigma=1}^{\sigma} A_{jr\sigma} Q_{jr\sigma} \alpha_{jr\sigma} \Delta t_j \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $A_{jr\sigma}$ – шкідливі викиди в атмосферу r -ї речовини в j -й розріз часу, рівень викидів залежить від витрати σ -го виду палива, використовуваного на електростанціях системи; $Q_{jr\sigma}$ – середнє значення питомого збитку від r -го викиду в j -й момент часу при використанні σ -го виду палива; $\alpha_{jr\sigma}$ - коефіцієнт, що обумовлюється місцевими умовами, тобто загальним фоном забруднення повітряного басейну, щільністю населення і промисловості, висотою димових труб електричних станцій і т.д.

В даний час плануванню і контролю підлягають викиди в атмосферу золи, оксидів сірки, азоту та ванадію. Газоподібні викиди визначаються розрахунковим шляхом за характеристиками палива, топкових і уловлюючих пристроїв [3]. Викиди оксидів вуглецю (тобто чадного газу) і вуглеводнів враховуються в тих випадках, коли на електростанції є заміри рівнів викидів перерахованих речовин.

Викид золи в атмосферу, як правило, визначається за даними випробування золоуловлювача. При цьому кількість летючих твердих речовин, що потрапляють в атмосферу, визначається за виразом [4]

$$A_{1j\sigma} = \sum_{i=1}^I B_{j\sigma_i} (A_{0j\sigma_i} \pm q_{j\sigma_i}) (1 - \eta_{1j\sigma_i}) \alpha_{1j\sigma_i} \cdot 10^{-2}, \quad (2)$$

де $B_{j\sigma_i}$ – витрата σ -го виду палива на i -х станціях в j -й момент часу; $A_{0j\sigma_i}$ – зольність σ -го виду палива, використовуваного на i -й станції в j -й момент часу; $q_{j\sigma_i}$ – втрати тепла від механічної неповноти згоряння σ -го виду палива, використовуваного на i -й станції в j -му часовому розрізі; $\eta_{1j\sigma_i}$ – середньоексплуатаційний коефіцієнт корисної дії золоуловлювача i -х станцій при спалюванні σ -го виду палива в j -му часовому розрізі; $\alpha_{1j\sigma_i}$ – частка золи при використанні σ -го виду палива на i -й станції системи в j -му часовому розрізі, що залежить від конструкції топки.

Рівень викидів окислів сірки визначають за кількістю палива, що спалюється і вмісту в ньому сірки. При цьому рівень викидів оксидів сірки в атмосферу визначається за виразом [1]

$$A_{2j\sigma} = \frac{m_{SO_2}}{m_{SO}} \sum_{i=1}^I B_{j\sigma_i} \cdot S_{\sigma_j}^P (1 - \xi_{j\sigma_i}), \quad (3)$$

де m_{SO} , m_{SO_2} – відносні молекулярні маси сірки і двоокису сірки відповідно; $S_{\sigma_j}^P$ – сірчистість палива при використанні σ -го виду палива в j -му часовому розрізі; $\xi_{j\sigma_i}$ – частка сірки, що йде з золою і шлаком в процесі спалювання σ -го виду палива на i -й станції в j -му часовому розрізі.

Рівень викидів окислів азоту визначають за обсягом викинутих димових газів, наведених до нормальних умов, і допустимих концентрацій окислів азоту в димових газах при коефіцієнті надлишку повітря у вихідних газах, що дорівнює одиниці ($\alpha_{yx} = 1$).

З огляду на це, вираз для визначення рівня оксидів азоту приймає вигляд

$$A_{3j\sigma} = \sum_{i=1}^J C_{NO_2j\sigma_i} B_{j\sigma_i} V_{rj\sigma_i}, \quad (4)$$

де $C_{NO_2j\sigma_i}$ – концентрація окислів азоту σ -го виду палива в j -й момент часу; $V_{rj\sigma_i}$ – обсяг газів при нормальних умовах на 1 кг спаленого σ -го виду палива на i -й станції в j -й момент часу.

Рівень оксидів ванадію, викинутих в атмосферу, для станцій, що працюють на рідкому паливі, оцінюється виразом вигляду:

$$A_{4j\sigma} = \sum_{i=1}^J B_{j\sigma_i} \cdot m_{i\sigma} \cdot \beta_{j\sigma_i}, \quad (5)$$

де $m_{i\sigma}$ – питомий вміст оксидів ванадію в рідкому σ -му виді палива при перерахунку на п'ятиокись ванадію (V_2O_5) в j -м розрізі часу; $\beta_{j\sigma_i}$ – коефіцієнт, що враховує частку твердих частинок в продуктах згоряння, що утворюються при спалюванні σ -го виду палива і вловлюються спеціальним фільтром, встановленим на i -й станції в j -й момент часу.

Розрахунок рівня викидів в атмосферу повинен здійснюватися при дотриманні обмежень виду

$$C_{mji}^p + C_{\phi j}^p \leq C_{don}^p, \quad (6)$$

де C_{mji}^p – концентрація забруднюючої речовини, обумовлена роботою i -й станції в контрольованому p -му районі в j -й момент часу; $C_{\phi j}^p$ – концентрація забруднюючої речовини, обумовлена роботою діючих підприємств і транспорту, що мають викиди, які розглядаються; C_{don}^p – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в p -м районі в j -м розрізі часу, що встановлюється Головним санітарно-епідеміологічним управлінням Міністерства охорони здоров'я України [1].

Концентрацію забруднюючих речовин, обумовлену роботою станції в контрольованих районах, можна розрахувати за допомогою методики, розробленої та затвердженої Головної геофізичної обсерваторії ім. А. І. Воейкова.

Основне розрахункове співвідношення для визначення концентрації забруднюючих речовин, згідно із зазначеними методиками [1,5] має такий вигляд

$$C_{mji}^p = \frac{A_j^p \cdot m_{ji} \cdot n_{ji} \sum_{r=1}^R A_{jr\sigma_i} \cdot F_{j\sigma_i}}{H_i^2} \sqrt[3]{\frac{N_i}{V_{j\sigma_i} \cdot \Delta T_{ji}}}, \quad (7)$$

де A_j^p – коефіцієнт температурної стратифікації атмосфери, що залежить від метеорологічних умов p -го району; $\sum_{r=1}^R A_{jr\sigma_i}$ – сумарний викид забруднюючої речовини на i -й станції в j -й момент часу; $F_{j\sigma_i}$ – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осадження твердих частинок золи в атмосфері (для газових домішок дорівнює одиниці) для σ -го виду палива в j -й момент часу; m_{ji} і n_{ji} – безрозмірні коефіцієнти, що залежать від швидкості виходу газів з гирла труб i -ї станції в j -й момент часу; $V_{j\sigma_i}$ – обсяг димових газів, що викидаються з труби

i -ї станції в j -й момент часу при спалюванні σ -го виду палива; ΔT_{ji} - різниця між температурою газів, що виходять з труб i -ї станції, і навколишнього повітря в j -й момент часу; N_i - число димових труб i -ї станції; H_i - висота димових труб i -ї станції.

Висновки. Критерій викиду в атмосферу, насамперед, повинен визначатися тільки для тих електростанцій, які вже розташовані або намічені до спорудження в зоні великих міст, промислових центрів та ін. В цих випадках гранична допустима концентрація шкідливих речовин може перевищити встановлені санітарні норми, і це, як правило, завжди відомо проектувальнику до початку оптимізаційних розрахунків.

Електричні станції, що працюють в піковому й напівпіковому режимах, мають різні обсяги викидів в атмосферу, зумовлені різними значеннями потужностей станцій і, отже, обсягами палива, що витрачається. Крім цього, ряд коефіцієнтів у виразі (2) змінюється в часі і, отже, критерій, що характеризує ступінь забруднення атмосфери завжди носитиме тимчасовий характер.

Перелік посилань

1. Энергетика и охрана окружающей среды / Под ред. Н. Г. Залогина, Л. И. Краппа, Ю. М. Кострикина. – М.: Энергия, 1979. – 352 с.
2. Автоматизация управления энергообъединениями/ Под ред. С. А. Савалова. – М.: Энергия, 1979. – 432 с.
3. Кузнецов Ю. Л. Надежность и экономичность оборудования тепловых электростанций. – Киев: Техніка, 1977. – 184с.
4. Веников В. А., Журавлев В. Г., Филиппова Т. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем. – М.: Энергоиздат, 1981.- 464 с.
5. Указания по расчету рассеивания в атмосферу вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – М.: Стройиздат, 1975. – 41 с.