

УДК 620.09

С.В. ДУБОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, **В.А. РЕЙСИГ**, докт. техн. наук, **І.С. СОКОЛОВСЬКА**,
М.Є. БАБІН, **В.С. КОБЕРНИК** (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)

СТРУКТУРНІ МОДЕЛІ ЕНЕРГОБЛОКІВ І ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ У ТЕХНІЧНОМУ, ЕКОНОМІЧНОМУ ТА ЕКОЛОГІЧНОМУ АСПЕКТАХ

На основі міжнародного системного підходу до розглядання технічних енергетичних систем розроблено універсальні структури, які відображають технічні, економічні та екологічні аспекти функціонування енергоблоків і теплових електростанцій, що працюють на вугіллі, мазуті чи газі. Ці структури можуть бути використані як базові елементи для моделювання роботи теплової енергетики України.

Створення адекватних моделей функціонування теплових електростанцій є одним із ключових моментів прогнозування розвитку електроенергетики – галузі, яка належить до провідних в паливно-енергетичного комплексі країни [1]. Теплова електрична станція як елемент електроенергетичного комплексу становить доволі складну технічну систему, робота якої підпорядкована багатьом функціональним і природоохоронним критеріям [2]. Окрім основного призначення – ефективного виробництва необхідної кількості електричної та теплової енергії, робота ТЕС має задовольняти багатьом критеріям маневреності і режимної керованості, що визначаються особливостями навантажень енергетичної системи та складом паралельно працюючих електростанцій, забезпечуючи водночас вимоги щодо якісного забезпечення своїх теплових споживачів.

Значним і багатоплановим є вплив ТЕС на стан довкілля. Відомо, що теплові електричні станції є одними з основних забруднювачів атмосферного повітря шкідливими сполуками сірки, азоту, пилом із вмістом важких металів тощо. На ТЕС припадає також значна частка викидів оксиду вуглецю – газу, що створює парниковий ефект. Теплова енергетика є одним з основних споживачів водних ресурсів на потреби охолодження та підживлення робочого циклу, і водночас – забруднювачем води хімічними речовинами, що використовуються для підготовки циклової води, паливно-мастильними матеріалами тощо. ТЕС спричиняють також значні порушення ландшафту через необхідність відведення чималих земельних ділянок під золошлакові сховища.

З огляду на це теплові електричні станції слід розглядати не лише як елемент електроенергетичної системи, а й як дуже важливий елемент природної системи регіону розташування і країни в цілому.

Сучасні методи оптимального планування розвитку теплової енергетики характеризуються

зосередженістю на суто технологічних факторах із явною недооцінкою теплової енергетики з огляду на екологію та раціональне природокористування в регіональних і глобальних аспектах. Існуючий підхід до оцінки ТЕС як об'єкта антропогенних впливів на довкілля лише на підставі норм ПДВ і ПДК є недостатнім, оскільки не враховує наслідки тривалого функціонування електростанцій, комплексні регіональні та міжрегіональні забруднення, глобальні кліматичні впливи на довкілля. З подальшим розвитком ТЕС це спричинятиме до значних проблем, які необхідно враховувати вже зараз.

Сучасні моделі розвитку теплової енергетики, які все більше застосовуються у світі, зокрема у країнах Європейського Союзу, базуються на розгляді технічних об'єктів як органічних елементів природного середовища, що поділяється на дві великі підсистеми – техносферу і біосферу. Технічні об'єкти, що належать до техносфери і характеризуються терміном "технічна енергетична система", розглядаються як органічний елемент природного середовища, що має вдовольняти умовам гармонійної взаємодії з іншими його об'єктами в рамках ноосфери за загально визнаним у світі вченням академіка В.І. Вернадського [3].

Для докладного аналізу ТЕС як виробничої системи з метою визначення подальших заходів для підвищення ефективності її роботи доцільно застосувати міжнародний системний підхід до розглядання технічних енергетичних систем згідно зі стандартами ISO серії 13600. За термінологією ISO 13600 [4] технічна енергетична система (СЕТ) – це комбінація обладнання та об'єкта, які взаємодіють один із одним для вироблення, споживання, перетворення, зберігання, транспортування або оброблення енергопродукту. Своєї черги, кожна СЕТ може складатися з інших СЕТ відповідно до їх функціонального призначення. Енергопродукт – це ринковий товар, який використовується для виконання механічної роботи, виробництва тепла

або у хімічних чи фізичних процесах. Енергопродуктами є тверде, рідке, газоподібне паливо, водень, ядерне паливо, електроенергія і тепло. Цей підхід дає змогу під час аналізу СЕТ комплексно розглядати технічні, економічні та екологічні аспекти її функціонування та порівнювати з іншими СЕТ.

В якості СЕТ можна представити галузь паливно-енергетичного комплексу, окрему електростанцію, енергоблок чи установку [5, 6]. Відповідно до існуючих реалій галузі електроенергетики як технічні енергетичні системи розглядалися узагальнені енергоблок і теплова електростанція, що працюють на вугіллі, мазуті чи газі. Для розроблення їх універсальних структур було проаналізовано функціонування паливного тракту, системи пилоприготування, газоповітряного тракту, шлакозоловидалення, пароводяного тракту, електричної частини, системи приготування додаткової води, системи водопостачання та враховані допоміжні служби, оперативний та адміністративний персонал, затрати на купівлю чи оренду землі, поточні витрати на паливо, воду, допоміжні матеріали тощо. Також розглянуто вплив теплових енергооб'єктів на довкілля внаслідок викидів шкідливих речовин у повітря, забруднення стічних вод і ґрунту, виділення тепла, відчуження землі [5].

Для опису будь-якої СЕТ використовується елементарна формалізована модель "вхід-вихід" [4] (рис. 1).

Входи

Основні вхідні матеріали та послуги
Допоміжний вхід
Інші входи, такі як засоби виробництва, праця, земля



Виходи

Продукти та послуги
Побічні продукти
Викиди

Рис. 1. Елементарна формалізована модель "вхід-вихід"

Ця модель дає можливість визначити всі енергопродукти, допоміжні матеріали та послуги, необхідні засоби виробництва, трудові ресурси тощо для забезпечення нормальної роботи СЕТ, а також одержувані як результат інші енергопродукти або послуги, побічні продукти та вплив на довкілля.

Для детального описування СЕТ використано елементарну модель "вхід-вихід" (I – O) згідно з ISO 13602 [7] (рис. 2), яка дає можливість уже визначені входи і виходи проаналізувати за двома осями: А і В.

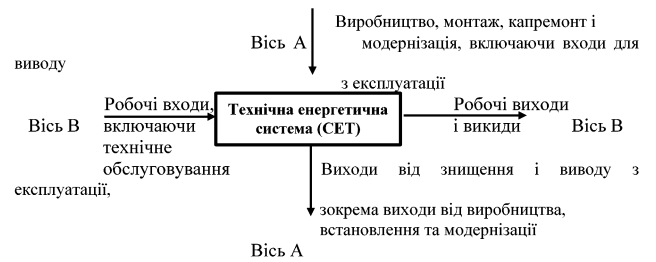


Рис. 2. Елементарна модель "вхід-вихід" (I – O)

За віссю А входами в СЕТ є засоби виробництва та відповідного сервісу, будівельні матеріали та праця, програмне і технічне забезпечення. Внизу за віссю А виходами є залишки, придатні для повторного використання, відходи та можливі наслідки, включаючи викиди і впливи на довкілля з боку знищеної та виведеної з експлуатації системи.

Входами за віссю В є робочі входи, такі як енергоресурси та(або) енергопродукти, робоча сила, робоча інформація та допоміжні матеріали, та входи, що стосуються технічного обслуговування СЕТ. Виходами по осі В є енергопродукти, енергопослуги, викиди та побічні продукти, включаючи емісію або відходи.

Детальний аналіз структури наявних енергоблоків ТЕС, встановленого технологічного і допоміжного обладнання та його функціонування на основі описаного вище системного підходу дозволив розробити відповідні структури для узагальнених енергоблоку і ТЕС, у цілому які показують потоки енергопродуктів (рис. 3 і 6), взаємозв'язок з природою (рис. 4 і 7) та техніко-економічний аспект їх функціонування (рис. 5 і 8).

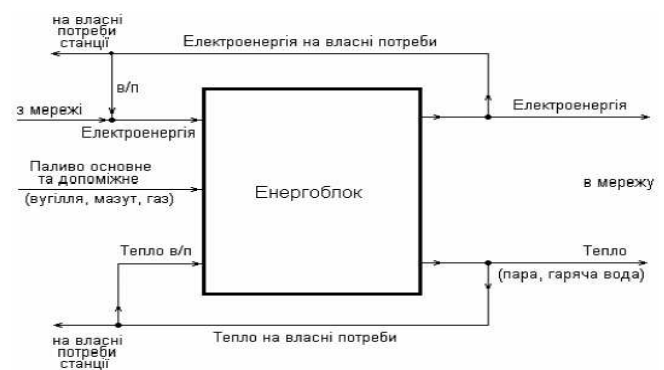


Рис. 3. Потоки енергопродуктів в енергоблоці

Висновок

На основі системного підходу до розглядання технічних енергетичних систем розроблено узагальнені структурні моделі енергоблоків і теплових електростанцій, що працюють на вугіллі, ма-

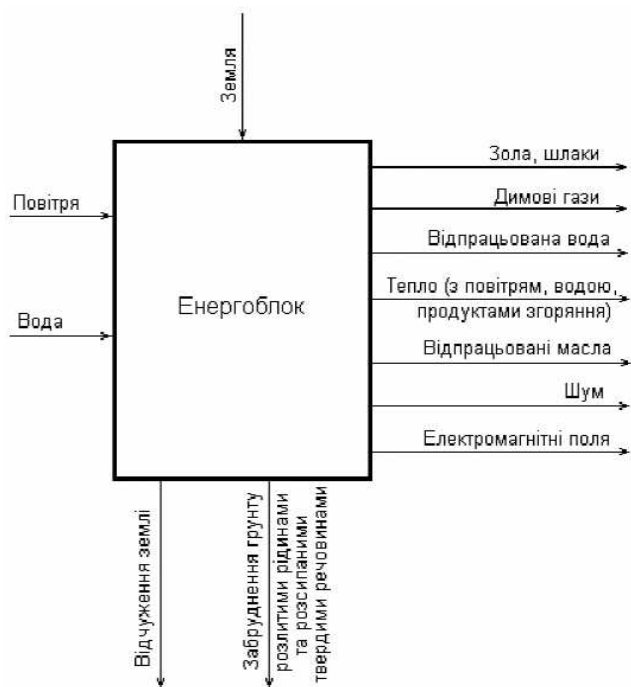


Рис. 4. Вплив енергоблоку на довкілля (екологічний аспект)

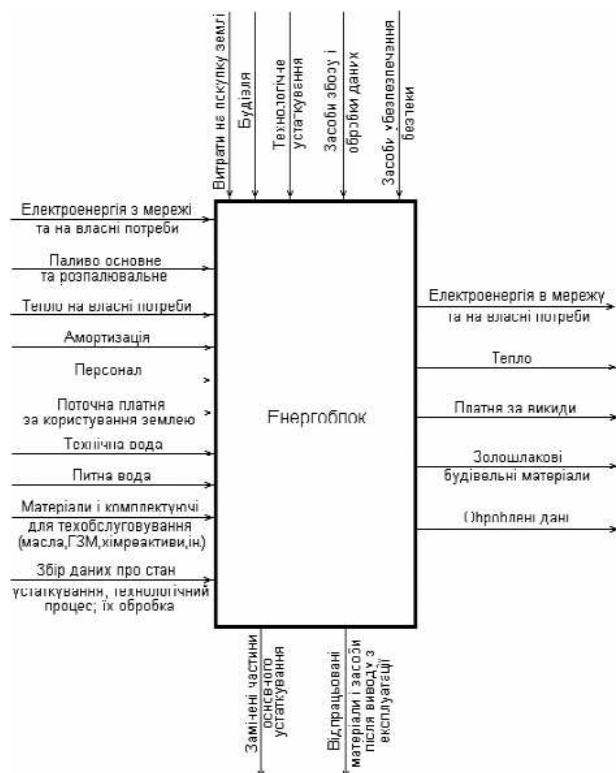


Рис. 5. Техніко-економічний аспект функціонування енергоблоку

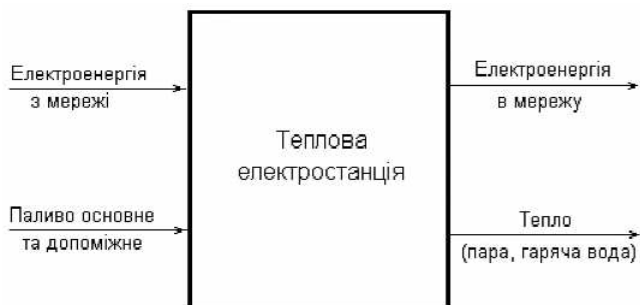


Рис. 6. Потіки енергопродуктів у тепловій електростанції

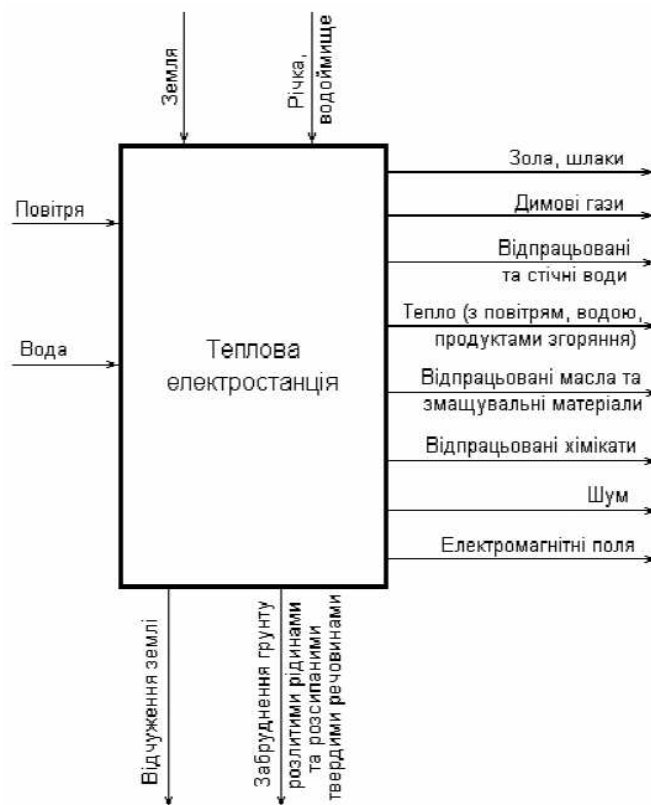


Рис. 7. Вплив теплової електростанції на довкілля (екологічний аспект)



Рис. 8. Техніко-економічний аспект функціонування теплової електростанції

зугі чи газі, які відображають потоки використуваних палив, вироблених електроенергії та теплової енергії, впливи ТЕС на довкілля. Також встановлено основне технологічне та допоміжне обладнання, необхідні матеріали та комплектуючі, економічні та фінансові питання, пов'язані з їх роботою. Ці моделі призначені для подальшого опису кожного реального енергоблоку чи реальної теплової електростанції. Для енергоблоків ТЕС ЕС України існує перелік фактичних показників, які надають конкретного змісту кожній з позицій, показаних на рисунках 3-8 стрілка-

ми. Дані щодо цих показників доцільно наводити у табличній формі для подальшого їх використання під час технічного, економічного та екологічного аналізу і розрахунків. Виконані розрахунки дадуть можливість взаємного порівняння ефективності різних енергоблоків та електростанцій.

Наведений методичний підхід дозволяє описувати також уявні перспективні енергоблоки ТЕС довільних типів, що дає змогу моделювати роботу та визначати сценарії розвитку всієї електроенергетики України чи її окремих складових.

1. Мелентьев Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1976. – 334 с.
2. Попырин Л.С. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок. – М.: Энергия, 1978. – 416 с.
3. Владимир Вернадский: Жизнеописание. Избранные труды. Воспоминания современников. Суждения потомков. – М., 1993 – С. 533-538.
4. ISO 13600:1997(E), Technical energy systems – Basic concepts.
5. ISO 13601:1998(E) Technical energy systems – Structure for analysis – Energyware supply and demand sectors.
6. Дубовський С.В., Стоянова І.І., Соколовська І.С. Нормативно-технічне забезпечення паливно-енергетичного комплексу на міждержавному рівні // Проблеми загальної енергетики. – 2002. – № 6. – С. 17-23.
7. ISO 13602-1:2002, Technical energy systems – Part 1: Methods for analysis.