

УДК 620.09:006.42

С.В. ДУБОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, ст. наук. співр., І.І. СТОЯНОВА, канд. техн. наук, ст. наук. співр., І.С. СОКОЛОВСЬКА (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)

НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ НА МІЖДЕРЖАВНОМУ РІВНІ

Проаналізовано стан нормативно-технічного забезпечення в паливно-енергетичному комплексі (ПЕК) на міждержавному рівні з огляду на міжнародний системний підхід до розглядання технічних енергетичних систем. Показано доцільність використання цього підходу для створення комплексної стандартизації в різних галузях ПЕК.

Стандартизація, зокрема стандартизація у паливно-енергетичному комплексі (ПЕК), є дієвим механізмом підвищення загального рівня техніки та технологій, а також ефективності їх використання. Комплексна стандартизація в будь-якій галузі дає можливість з'ясувати доцільність застосування окремих стандартів, а також пріоритет надання їм чинності згідно з відповідними галузевими критеріями економічної ефективності [1].

Комплексне вирішення проблем з основних напрямів ПЕК з урахуванням економічних та екологічних питань дозволяє здійснити міжнародний системний підхід, запроваджений стандартами ISO серії 13600 щодо технічних енергетичних систем (СЕТ) [2, 3]. Його загальний опис наведено у [4]. Цей підхід визначає поділення техносфери на сектори постачання та споживання енергопродукту. Введено поняття енергопродукту як товару, "який використовують переважно для виконання механічної роботи або нагрівання, чи для керування хімічними або фізичними процесами", та технічної енергетичної системи як "сукупності обладнання й підприємств, що взаємодіють між собою для вироблення, споживання, а в багатьох випадках – і для перетворення, зберігання, транспортування чи розподілу енергопродукту" [2].

Для опису будь-якої СЕТ використовується елементарна формалізована модель "входу-виходу" (рис. 1).

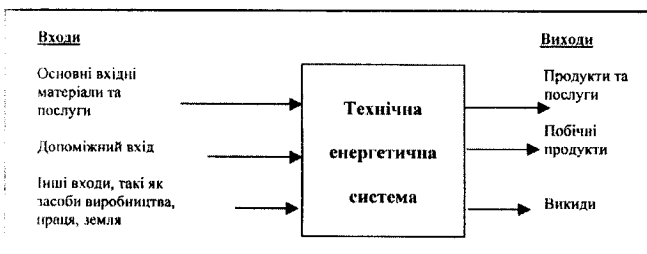


Рис. 1

СЕТ може складатися з кількох елементарних блоків, пов'язаних між собою потоками енергопродуктів. Усього існує шість типів елементарних блоків: системи вироблення, відновлювання, пе-

ретворення, транспортування, зберігання та споживання енергопродуктів.

Уніфікований підхід до опису різних технічних енергетичних систем дає змогу визначити коло питань, які треба врахувати під час розроблення нормативно-технічного забезпечення. На базі елементарної моделі "входу-виходу" для кожного блоку технічної енергетичної системи можна визначити основні питання стандартизації конкретних вимог до: основних, допоміжних та інших вхідних матеріалів і послуг (у тому числі енергопродуктів); систем вироблення енергопродуктів; систем відновлення енергопродуктів; систем перетворення енергопродуктів; систем транспортування енергопродуктів; систем зберігання енергопродуктів; систем споживання енергопродуктів; основних вихідних продуктів і послуг (у тому числі енергопродуктів); побічних продуктів та їх відновлення або утилізації; викидів з урахуванням зменшення навантаження на довкілля.

Розглянемо наявні підсектори сектора енергопостачання (ПЕК України) з огляду на наявність чинних міждержавних стандартів. Класифікацію міждержавних стандартів, чинних в СНД (у тому числі в Україні), приведено у відповідність з міжнародною класифікацією.

Підсектор промисловості вугілля та торфу

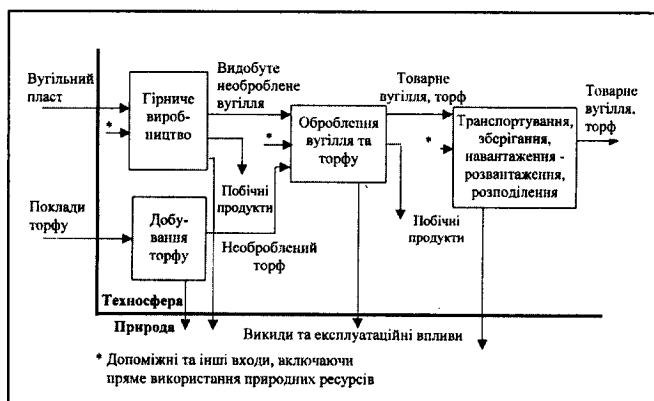


Рис. 2. Структура моделі підсектора промисловості вугілля та торфу

Модель підсектора промисловості вугілля та торфу складається з чотирьох СЕТ: гірниче виробництво (вуглевидобування) – СЕТ 1; видобування торфу – СЕТ 2; оброблення вугілля та торфу – СЕТ 3 (у т.ч. вуглезбагачення, сушіння торфу та виготовлення брикетів); транспортування, зберігання, навантаження-розвантаження, розподілення – СЕТ 4.

У СЕТ 1 основним входом є вугільний пласт для гірничого виробництва; основним виходом є видобуте необроблене вугілля; допоміжними входами є вода, повітря, електроенергія тощо; побічним продуктом є пальний газ (метан); типовими викидами є CH_4 та інші гази, пил, забруднення води; експлуатаційними впливами – просідання земної поверхні, зміна рівня води, ландшафту (терикони тощо).

У СЕТ 2 основним входом є торфове болото для видобування торфу; основним виходом – видобутий сирий торф; допоміжними входами є повітря, пальне тощо; викидами – пил, CH_4 ; експлуатаційними впливами – дренаж, зміни ландшафту.

У СЕТ 3 основним входом є виходи з СЕТ 1 (необроблене вугілля) і СЕТ 2 (сирий торф); основним виходом є товарне вугілля і торф; побічними продуктами є сортове вугілля, буровугільні, кам'яновугільні та торфобрикетти, будівельні матеріали, продукти переробки торфу для сільсько-

го господарства тощо; допоміжними входами є вода, повітря, електроенергія; викидами є хімічне забруднення води, яку використовують для промивання видобутого необробленого вугілля, купи шламу, мул, CH_4 , SO_2 , NO_x , пил тощо.

У СЕТ 4 основним входом є товарне вугілля і торф, які надходять з СЕТ 2; основним (сукупним) виходом є так само товарне вугілля і торф; допоміжними входами є паливо, електроенергія, робоча сила тощо; викидами є пил, CO_2 та шкідливі викиди.

Стандарти, що стосуються підсектора промисловості вугілля і торфу за сучасною класифікацією міждержавних стандартів, наведено в табл. 1. Інформацію про стандарти стосовно викидів, експлуатаційних впливів та “інших входів” у всіх підсекторах наведено далі.

Зважаючи на структуру моделі підсектора та співставляючи її з табл. 1 можна зробити висновок, що чинні міждержавні стандарти стосовно промисловості вугілля та торфу регламентують окремі питання, здебільшого вимоги (переважно застарілі) до устаткування та якості вугілля, і не враховують питання технологій вуглезбагачення, видобування та обробки торфу, вимог до використання природних ресурсів, використання й утилізації побічних продуктів, відходів, особливо викидів та експлуатаційних впливів на людей і довкілля.

Таблиця 1

Назва СЕТ	За класифікацією НД		Кількість міждержавних стандартів
	Назва розділу (підрозділу)	Код	
Гірниче виробництво (вуглевидобування)	Гірниче виробництво та відкриті гірничі роботи	73.020	30
	Вугілля	73.040	82
	Гірниче устаткування	73.100	1
	Устаткування для проходки та установки тубінгового кріплення	73.100.10	11
	Устаткування для вентиляції, кондиціонування повітря та освітлення	73.100.20	5
	Устаткування для буріння та виймання ґрунту	73.100.30	25
	Устаткування для відкатки та підйому	73.100.40	10
	Гірниче устаткування інше	73.100.99	10
	Тверде паливо	75.160.10	44
Видобування торфу	Тверде паливо	75.160.10	29
Вуглезбагачення	Устаткування для збагачення корисних копалин	73.120	16
	Тверде паливо	75.160.10	122
Транспортування, зберігання, навантаження-розвантаження, розподіл	Дорожньо-транспортна техніка	43	127
	Залізнична техніка	45	113
	Суднобудування та морські споруди	47	93
	Підйомально-транспортне обладнання	53	98

Підсектор нафтової промисловості

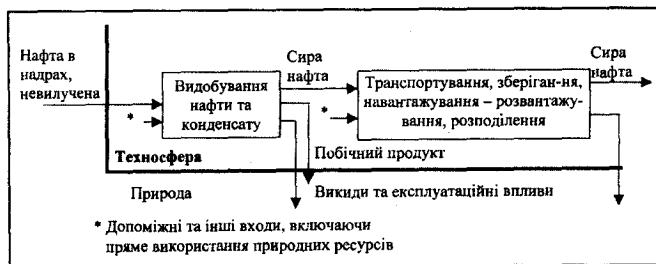


Рис. 3. Структура моделі підсектора нафтової промисловості.

Модель підсектора нафтової промисловості складається з двох СЕТ: видобування нафти і конденсату (включаючи відділення газів і води) – СЕТ 1; транспортування, зберігання, навантажування-розвантажування – СЕТ 2.

У СЕТ 1 основним входом є нафта в надрах землі (недобута); основним виходом є сира нафта; побічним продуктом є газоподібні вуглеводні; допоміжними та іншими входами є повітря, електроенергія тощо; типовими викидами є СН₄ та інші гази, розлита нафта; експлуатаційними впливами є зміни ландшафту внаслідок вичерпання запасів, засолення та забруднення ґрунтів.

У СЕТ 2 основним входом, як і основним (сукупним) виходом, є сира нафта; допоміжними та іншими входами є паливо, електроенергія, робоча сила тощо; типовими викидами є СО₂ та інші гази, нафтові плями. До СЕТ 2 можна віднести нафтопроводи, перевезення нафти залізницею, морськими та річними судами, нафтотермінали, нафтосховища.

Міжнародні стандарти, що стосуються підсектора нафтової промисловості, наведено в табл. 2.

Співставлення структури моделі підсектора та даних табл. 2 показує, що міждержавні стандарти у підсекторі нафтової промисловості не містять спеціальних стандартів стосовно транспортування та зберігання сирої нафти, зокрема нафтопроводів, побічних продуктів тощо.

Підсектор нафтопереробної промисловості

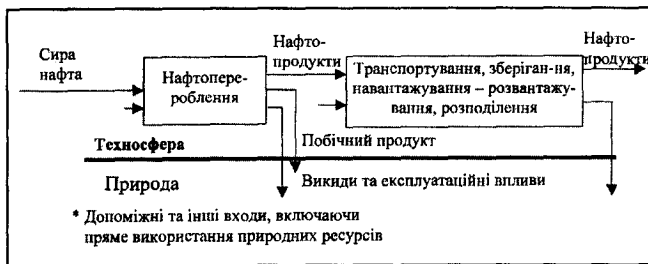


Рис. 4. Структура моделі підсектора нафтопереробної промисловості.

Підсектор нафтопереробної промисловості складається з двох СЕТ: нафтоперероблення (перероблення (очищення) сирої нафти, включаючи зберігання сирої нафти та нафтопродуктів) – СЕТ 1; транспортування, зберігання, навантаження-розвантаження, розподілення – СЕТ 2.

У СЕТ 1 основним входом є сира нафта (з підсектора нафтової промисловості); основним виходом є нафтопродукти; допоміжними та іншими входами є електроенергія, тепло, паливо тощо; побічними продуктами є нафтовий кокс, гази нафтоперероблення, тепло для опалення тощо; типовими викидами та експлуатаційними впливами є СН₄, VOC, PAH, нафтові плями.

У СЕТ 2 основним входом є нафтопродукти, допоміжними та іншими входами є електроенергія, паливо тощо; типовими викидами є СО₂, продукти випаровування нафтопродуктів та інші гази, мазутні й інші плями.

До основного (сукупного) виходу цього підсектора в Україні належать: автобензин, керосин, дизельне паливо, мазут топковий, мастила, парафіни, кокс нафтовий, бітум нафтовий, етилен, пропилен, бензол, толуол.

Міждержавні стандарти, що стосуються підсектора газової промисловості, наведено в табл. 3.

Таблиця 2

Назва СЕТ	За класифікацією НД		Кількість міждержавних стандартів
	Назва розділу (підрозділу)	Код	
Видобування нафти і конденсату	Видобування та переробка нафти і природного газу	75.020	2
	Сира нафта	75.040	6
	Нафтові продукти взагалі	75.080	9
	Устаткування для нафтової та газової промисловості	75.180	34
Транспортування, зберігання, навантаження-розвантаження, розподіл	Нафтові продукти взагалі	75.080	1
	Дорожньо-транспортна техніка	43	127
	Залізнична техніка	45	113
	Суднобудування та морські споруди	47	93
	Підйимально-транспортне обладнання	53	98

Чинні міждержавні стандарти у цьому підсекторі не охоплюють весь комплекс питань нафтоперероблення, зокрема, технологій нафтоперероблення, використання побічних продуктів тощо.

Підсектор газової промисловості

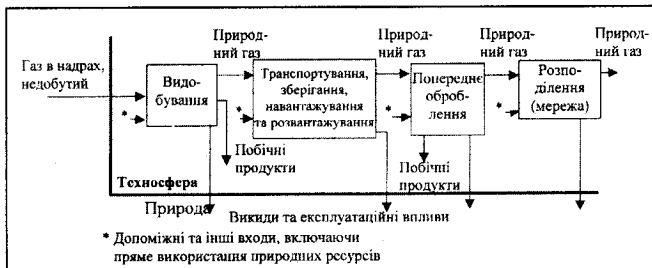


Рис. 5. Структура моделі підсектора газової промисловості

Модель підсектора газової промисловості складається з чотирьох СЕТ: видобування природного газу – СЕТ 1; транспортування, зберігання та навантажування-розвантажування – СЕТ 2; попереднє оброблення – СЕТ 3; розподілення – СЕТ 4.

У СЕТ 1 основним входом є природний газ в надрах землі (недобутий); основним виходом є природний газ, скраплений або стиснений; побічними продуктами є, в основному, гелій та скраплені нафтові гази (низьку температуру скрапленого природного газу можна використовувати для вироблення кисню, азоту, електроенергії); допоміжними та іншими входами є повітря, електроенергія тощо; типовими викидами є CH_4 та інші гази; експлуатаційними впливами є зміни ландшафту внаслідок видобування газу.

Таблиця 3

Назва СЕТ	За класифікацією НД		Кількість міждержавних стандартів
	Назва розділу (підрозділу)	Код	
Нафтоперероблення	Видобування та переробка нафти і природного газу	75.020	2
	Нафтові продукти взагалі	75.080	69
	Мастила, технічні оливи та споріднена з ними продукція	75.100	171
	Гідравлічні рідини	75.120	7
	Парафіни, бітумні матеріали та інші нафтопродукти	75.140	38
	Паливо	75.160	1
	Тверде паливо	75.160.10	123
	Рідке паливо	75.160.20	59
	Газоподібне паливо	75.160.30	13
	Устаткування для нафтової та газової промисловості	75.180	1
	Устаткування для перероблення нафтових продуктів і природного газу	75.200	7
Транспортування, зберігання, навантаження-розвантаження, розподілення	Нафтові продукти взагалі	75.080	1
	Дорожньо-транспортна техніка	43	127
	Залізнична техніка	45	113
	Суднобудування та морські споруди	47	93
	Підіймально-транспортне обладнання	53	98
	Пакування та розміщення вантажів	55	228

Таблиця 4

Назва СЕТ	За класифікацією НД		Кількість міждержавних стандартів
	Назва розділу (підрозділу)	Код	
Видобування природного газу	Видобування та переробка нафти і природного газу	75.020	2
	Природний газ	75.060	15
	Устаткування для нафтової та газової промисловості	75.180	34
Транспортування, зберігання, навантаження-розвантаження	Дорожньо-транспортна техніка	43	127
	Залізнична техніка	45	113
	Суднобудування та морські споруди	47	93
	Підіймально-транспортне обладнання	53	98
Попереднє оброблення	Газоподібне паливо	75.160.30	13
	Устаткування для нафтової та газової промисловості	75.180	34
	Устаткування для перероблення нафтових продуктів і природного газу	75.200	7
Розподілення	-	-	-

У СЕТ 2 основним входом як і основним виходом є скраплений або стиснений природний газ; допоміжними та іншими входами є паливо, електроенергія, робоча сила тощо; типовими викидами є CO_2 та інші гази.

У СЕТ 3 основним входом є скраплений або стиснений природний газ; основним виходом – стиснений (одорований) природний газ; допоміжними та іншими входами є паливо, електроенергія, робоча сила тощо; типовими викидами є CH_4 та інші гази.

У СЕТ 4 основним входом як і основним (сукупним) виходом є стиснений (іноді одорований) природний газ; допоміжними та іншими входами є паливо, електроенергія, робоча сила тощо; основний викид – це метан, який просочується в атмосферу, його кількість залежить від щільності системи трубопроводів та арматури.

Міждержавні стандарти, що стосуються підсектора газової промисловості, наведено в табл. 4.

Як видно з табл. 4, відсутні спеціальні стандарти щодо транспортування, зберігання та розподілення природного газу (в тому числі газопроводів), використання побічних продуктів тощо.

Підсектор електроенергетики

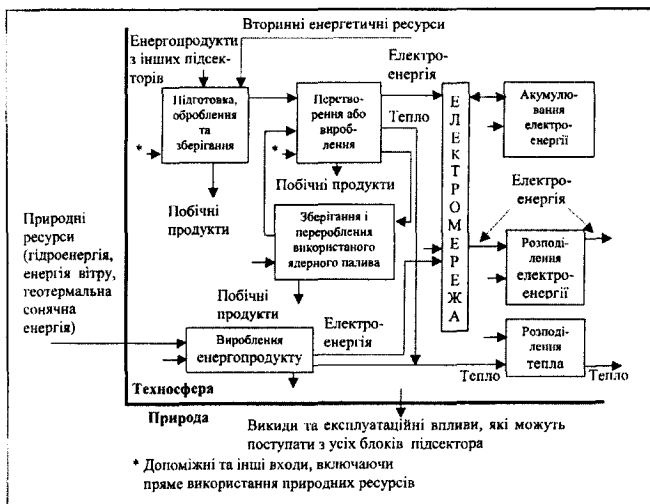


Рис. 6. Структура моделі підсектора електроенергетики

Модель підсектора електроенергетики складається з восьми СЕТ: підготовка, оброблення і зберігання енергопродуктів для вироблення електроенергії та тепла – СЕТ 1; перетворення або вироблення електроенергії та тепла на теплових і атомних електростанціях – СЕТ 2; зберігання та оброблення використаного ядерного палива – СЕТ 3; вироблення електроенергії та тепла безпосередньо з природних невичерпних ресурсів на гідроелектростанціях, вітрових і сонячних електростанціях – СЕТ 4; електричні мережі магістральні – СЕТ 5; розподілення електроенергії –

СЕТ 6; акумуляування електроенергії (ГАЕС) – СЕТ 7; розподілення тепла – СЕТ 8.

У СЕТ 1 основним входом є енергопродукти з інших підсекторів (різні види палива) або відновлювані ресурси; основним виходом є енергопродукт, підготовлений до використання на теплових або атомних електростанціях; допоміжними входами є вода, повітря, робоча сила тощо; побічними продуктами можуть бути електроенергія, холод та інше (під час підготовки природного газу в разі використання детандерів); типовими викидами є зола, CO_2 , радіоактивні речовини, забруднена вода тощо.

У СЕТ 2 основним входом є підготовлений енергопродукт, що надходить з СЕТ 1 та СЕТ 3; основним виходом є електроенергія та тепло; побічні продукти – будівельні золошлаки, V_2O_5 тощо; допоміжними входами є вода, повітря, робоча сила, мастильні матеріали тощо.

У СЕТ 3 основним входом є використане ядерне паливо, яке надходить від атомних електростанцій у СЕТ 2; основним виходом є перероблена частина використаного ядерного палива, яка знову надходить у СЕТ 2 для повторного використання, а також ядерні відходи, підготовлені для захоронення; допоміжними входами є вода, повітря, робоча сила тощо; побічні продукти – плутоній, коротко- та довгоживучі ізотопи тощо.

У СЕТ 1, 2, 3 типовими викидами є золошлаки, CO_2 , SO_x , NO_x , пил, радіоактивні речовини, забруднена вода, різні органічні та неорганічні речовини, тепло; експлуатаційними впливами є охолоджувальна вода тощо.

У СЕТ 4 основним входом є природні ресурси; основним виходом є електроенергія та тепло; експлуатаційними впливами є зміни рівня води для гідроелектростанцій, акустичний шум для вітрових електростанцій, відчуження земель тощо.

У СЕТ 5 основним входом є електроенергія, що надходить з електростанцій (СЕТ 2, СЕТ 4); основним виходом є також електроенергія, яка подається для акумуляування та розподілення електроенергії; експлуатаційними впливами є електромагнітні поля вздовж ЛЕП.

У СЕТ 6 основним входом є електроенергія, що надходить з СЕТ 5; основним виходом (як і сукупним виходом підсектора) є електроенергія, що надається споживачам у секторі споживання енергопродуктів, а також як допоміжний вхід до СЕТ у різних підсекторах.

У СЕТ 7 основним входом є електроенергія, що надходить з СЕТ 5; основним виходом є аку-

мульована електроенергія, яка подається у СЕТ 5.

У СЕТ 8 основним входом є тепло, що надходить з СЕТ 2 і СЕТ 5; основним виходом (як і сукупним виходом підсектора) є тепло, що надається

споживачам у секторі споживання енергопродуктів, а також як допоміжний вхід до СЕТ у різних підсекторах; типовим викидом є тепло, що надходить у довкілля.

Таблиця 5

Назва СЕТ	За класифікацією НД		Кількість міждержавних стандартів
	Назва розділу (підрозділу)	Код	
Підготовка, оброблення та зберігання енергопродуктів для вироблення електроенергії та тепла	Паливо	75.160	1
	Тверде паливо	75.160.10	123
	Рідке паливо	75.160.20	59
	Газоподібне паливо	75.160.30	13
Перетворення або вироблення енергопродуктів (на теплових і атомних електростанціях)	Енергетика і теплотехніка взагалі	27.010	-
	Газові та парові турбіни. Парові двигуни	27.040	20
	Пальники. Котли	27.060	3
	Пальники та котли взагалі	27.060.01	3
	Пальники на рідкому і твердому паливі	27.060.10	4
	Газові пальники	27.060.20	6
	Котли і теплообмінники	27.060.30	26
	Електростанції взагалі	27.100	13
	Атомна енергетика	27.120	6
	Регенерація тепла	27.220	1
	Електротехніка взагалі	29.020	45
	Машини електричні обертові (включаючи генератори, генераторні установки тощо)	29.160	8
	Обертові електричні машини взагалі	29.160.01	37
	Генератори	29.160.20	10
Двигуни	29.160.30	24	
Трансформатори. Реактори	29.180	39	
Зберігання та оброблення використаного ядерного палива	Атомна енергетика	27.120	6
Вироблення енергопродуктів на гідроелектростанціях та з НПДЕ	Теплові насоси	27.080	-
	Електростанції взагалі	27.100	13
	Гідроенергетика	27.140	13
	Геліоенергетика	27.160	2
	Системи вітрових турбін та інші альтернативні джерела енергії	27.180	1
	Електротехніка взагалі	29.020	45
	Машини електричні обертові (включаючи генератори, генераторні установки та ін.)	29.160	8
	Обертові електричні машини взагалі	29.160.01	37
	Генератори	29.160.20	10
	Двигуни	29.160.30	24
Трансформатори. Реактори	29.180	39	
Електричні мережі	Трансформатори. Реактори	29.180	39
	Перетворювачі. Стабілізовані джерела живлення	29.200	30
	Мережі ліній електропередач та електророзподільні мережі	29.240	-
	Мережі ліній електропередач та електророзподільні мережі взагалі	29.240.01	-
	Підстанції. Захисні розрядники	29.240.10	5
	Лінії електропередач та розподільчі лінії	29.240.20	5
	Апаратура керування для електричних силових систем	29.240.30	3
	Обладнання, пов'язане з мережами електропередачі та розподільними мережами	29.240.99	5
	Електромагнітна сумісність	33.100	50

Таблиця 5. Продовження.

Розподіл електроенергії	–	–	–
Акумулювання електроенергії	немає	немає	немає
Розподіл тепла	немає	немає	немає

Таблиця 6

Назва СЕТ	За класифікацією НД		Кількість міждержавних стандартів
	Назва розділу (підрозділу)	Код	
Викиди та експлуатаційні впливи	Захист довкілля	13.020	14
	Відходи	13.030	20
	Якість повітря	13.040	28
	Якість води	13.060	45
	Якість ґрунту та ґрунтознавство	13.080	99
	Вплив шуму на людину	13.140	23
	Вплив вібрації та удару на людину	13.160	10
	Ергономіка	13.180	32

Міждержавні стандарти, що стосуються підсектора електроенергетики, наведено в табл. 5.

Як видно з неї, чинні стандарти на міждержавному рівні у підсекторі електроенергетики, не охоплюють питання акумулювання електроенергії та розподілення тепла, використання побічних продуктів тощо.

Викиди та експлуатаційні впливи як виходи технічних енергетичних систем

У кожному розглянутому підсекторі крім основного виходу енергопродукту є такі виходи, як викиди та експлуатаційні впливи. До них, як зазначено вище, належать різні гази, забруднення води, розлита нафта, зміни ландшафту тощо. Існує велика кількість нормативних документів (НД), у тому числі міждержавних, які регламентують зменшення шкідливого впливу на довкілля та людей. У табл. 6 наведено розділи, до яких, за сучасною класифікацією НД, належать чинні стандарти щодо типових викидів та експлуатаційних впливів.

Системний підхід, запроваджений стандартами ISO серії 13600 щодо технічних енергетичних систем вимагає не лише використання вже наявних, а й розроблення нових нормативних документів, які повинні встановлювати загальні вимоги до викидів та експлуатаційних впливів для кожного блоку (кожної СЕТ) всіх підсекторів взагалі, в тому числі підсекторів ПЕК, з ураху-

ванням особливостей конкретних видів виробництва, технологій тощо.

У більшості блоків в різних підсекторах є "інші входи", до яких належать і природні ресурси, а саме вода, повітря, земля. Чинні стандарти, які їх стосуються, належать до розділу "13 Захист довкілля та здоров'я людини. Безпека", а саме – до підрозділів "13.040 Якість повітря", "13.060 Якість води" і "13.080 Якість ґрунту та ґрунтознавство". Крім того, під час розроблення комплексів стандартів для кожного підсектора може виникнути потреба розроблення відповідних окремих нормативних документів, залежно від технологій, застосовуваних на виробництві.

Висновки

На сьогодні в ПЕК чинними є близько 2700 стандартів. Незважаючи на наявність досить великої кількості стандартів з питань енергетики, треба зазначити, що вони не пов'язані між собою єдиною метою, стосуються лише окремих питань і не вирішують всіх проблем нормативно-технічного забезпечення ПЕК.

Використання міжнародного системного підходу за серією стандартів ISO 13600 щодо технічних енергетичних систем дає можливість створення комплексної системи стандартів у різних галузях ПЕК. Сучасна класифікація нормативних документів у цілому відповідає цьому підходу, що полегшує його застосування для стандартизації.

1. Горбунов А.В., Колесников А.С., Яковенко Е.Г. *Экономико-математические методы в комплексной стандартизации.* – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 216 с.
2. ISO 13600:1997(E) *Technical energy systems. – Basic concepts.*
3. ISO 13601:1998(E) *Technical energy systems. – Structure for analysis. – Energyware supply and demand sectors.*
4. Стоянова І.І., Соколовська І.С. *Загальні принципи та структура нормативно-технічного забезпечення в сфері систем енергетики // Проблеми загальної енергетики.* – 2001. – № 4. – С. 20-23.