

4.2 Перспективи розвитку електрогенеруючих потужностей України

Загальна встановлена потужність електричних станцій ОЕС України станом на 31.12.2021 р. (без урахування енергогенеруючих об'єктів Кримської електроенергетичної системи та тимчасово неконтрольованої території Донецької та Луганської областей) складає 56,247 ГВт, з яких 49,7 % припадає на теплові електростанції (зокрема, ТЕС, ТЕЦ, блок-станції), 24,6 % — на атомні електростанції, 11,2 % — на гідроелектростанції та гідроакумуючі електростанції, 14,5 % — на електростанції, що працюють на відновлюваних джерелах енергії — ВЕС, СЕС, БіоЕС.

Основні генеруючі потужності ОЕС України (станом на 31.12.2021 р.) зосереджені на: чотирьох атомних електростанціях (15 енергоблоків, з яких: 13 - потужністю по 1 000 МВт; і 2 - потужністю 415 та 420 МВт відповідно); 10 гідроелектростанціях на річках Дніпро, Дністер, Південний Буг, а також на річках Тересля і Ріка (Тересля-Річка гідроелектростанція) загальною встановленою потужністю близько 4729,5 МВт із загальним числом гідроагрегатів 101 одиниця. А також на 3-х гідроакумуючих станціях потужністю 1487,8 МВт із загальним числом гідроагрегатів 11 одиниць (одиночною потужністю від 33 до 324 МВт); 12 ТЕС із блоками одиночною потужністю 150, 200, 300 і 800 МВт (75 енергоблоків, у тому числі потужністю: 150 МВт — 6, 200 МВт — 31, 300 МВт — 32, 800 МВт — 6 одиниць) та 3 турбогенератора, а також 3-х великих ТЕЦ з енергоблоками 100 (120) МВт — 4 блоки, та 250 (300) МВт — 5 блоків; станціях на ВДЕ (включаючи станції на біопаливі) загальною потужністю 8 148 МВт, серед яких найбільші за встановленою потужністю «Сиваська ВЕС» (245,7 МВт, з низки причин фактична потужність станції є значно меншою), «Покровська СЕС» (240 МВт), «Солар Фарм-1» (200 МВт), «Ботієвська ВЕС» 1-65 черги (199,875 МВт), «Мирненська ВЕС» 1–6 черги (163 МВт), а також низка менш потужних.

На більшості енергоблоків АЕС встановлені реактори серії ВВЕР-1000 (моделі В-320), які за технічними характеристиками подібні до закордонних

реакторів типу PWR. Станом на кінець 2021 року 12 енергоблоків відпрацювали свій нормативний 30-річний ресурс, термін експлуатації 11 з них вже подовжено на 10–20 років, очікується прийняття рішення з подовження терміну експлуатації ще одного енергоблоку. У середньостроковій перспективі закінчиться нормативний термін експлуатації ще 3-х атомних енергоблоків (ЗАЕС–6 — у 2026 році, РАЕС– 4 та ХАЕС-2 — у 2035 році). Одним із пріоритетних завдань діяльності експлуатуючої організації-оператора АЕС ДП «НАЕК «Енергоатом» є продовження термінів експлуатації діючих енергоблоків. Встановлена діючими ліцензіями регулюючого органу тривалість додаткового строку експлуатації енергоблоків АЕС становить від 10 до 20 років і визначається в кожному конкретному випадку за результатами виконання переоцінки безпеки.

Гідроенергетика відіграє винятково важливу роль у функціонуванні української енергосистеми, оскільки ГЕС і ГАЕС є фактично єдиним джерелом її пікових потужностей, крім того, гідроакумуючі електростанції роблять неабиякий внесок у згладжування нічних «провалів» споживання електричної енергії.

Найбільшою генеруючою компанією з гідроресурсів в Україні є ПрАТ «Укргідроенерго». До складу компанії входять дев'ять станцій на річках Дніпро — Київська ГЕС (440 МВт), Канівська ГЕС (500 МВт), Кременчуцька ГЕС (687,4 МВт), Середньодніпровська ГЕС (388 МВт), Дніпровська ГЕС (1 563,1 МВт), Каховська ГЕС (343,2 МВт), Київська гідроакумуюча електростанція (ГАЕС) (213,8 МВт) і Дністер — Дністровська ГЕС (702 МВт) та Дністровська ГАЕС (1 296 МВт), перша (972 МВт) і друга (324 МВт) черги якої введені в експлуатацію, третя (972 МВт) — планується. Також в складі ОЕС України працює Ташлицька ГАЕС (302 МВт, оператор — ДП «НАЕК «Енергоатом»), спорудження якої триває (у 2022 році очікується завершення будівництва 2-ої черги у складі 3-го гідроагрегату потужністю 151 МВт, а загальна проєктна потужність станції передбачається на рівні 906 МВт), і яка є однією зі складових Південноукраїнського енергокомплексу. Інші ГЕС, що працюють в складі ОЕС України, мають загальну встановлену потужність 193 МВт.

Технологічну основу генеруючих потужностей у тепловій енергетиці складають пиловугільні енергоблоки критичних параметрів пари потужністю 150–200 МВт, а також пиловугільні та газомазутні енергоблоки з надкритичними параметрами пару потужністю 300 та 800 МВт на конденсаційних електростанціях. Більшість електростанцій з енергоблоками 150 МВт збудовано та введено в експлуатацію в 1959–1964 роках, 200 МВт — у 1960–1975 роках, 300 МВт — у 1963–1988 роках і 800 МВт — у 1967–1977 роках. Станом на 31.12.2021 р. ТЕС ГК налічується 75 енергоблоків загальною встановленою потужністю 21 562 МВт: 68 вугільних блоків потужністю 16 962 МВт, у тому числі: 6 блоків в консервації та 1 блок в реконструкції (нижче наведена розбивка з урахуванням переведення блоків на спалювання вугілля марки ГД): 23 блоки, що спалюють вугілля марки АШ і П потужністю 6 439 МВт (5 бл. потужністю 1 280 МВт перебувають в стані консервації); 45 блоків, які працюють на вугіллі марки ГД потужністю 10 523 МВт (4 блок потужністю 935 МВт в стані консервації); 7 газомазутних блоків потужністю 4 600 МВт (1 блок 800 МВт в консервації). За останні 4 роки газомазутні енергоблоки до роботи в ОЕС України не залучалися (крім одного блоку потужністю 300 МВт на Трипільській ТЕС). Станом на кінець 2021 року проведено реконструкцію близько 20 % енергоблоків теплових станцій, однак питання приведення їх екологічних показників роботи до сучасних вимог лишилися не вирішеними, а дещо покращені маневрені характеристики і досі лишаються недостатніми для сучасних потреб ОЕС України. Відсутність визначених механізмів фінансування заходів екологічної модернізації, передбачених НПСВ, у короткостроковій перспективі призведе до суттєвого скорочення потужності ТЕС. Решта блоків підтримується в працездатному стані за рахунок проведення капітальних та поточних ремонтів, але їх зношеність постійно зростає і сягає загрозливої межі з точки зору можливості їх подальшої експлуатації без здійснення реконструкції.

Блочні ТЕЦ України представлені трьома електростанціями (Київська ТЕЦ-5, Київська ТЕЦ-6 та Харківська ТЕЦ-5), на яких встановлені енергоблоки з теплофікаційними турбінами Т-100/120- 130, Т-110/120-130 і Т-250/300-240

сумарною потужністю 1 670 МВт в теплофікаційному режимі роботи та 1 980 МВт — в конденсаційному. Значною в Україні є встановлена потужність ТЕЦ і когенераційних установок — 6 070 МВт, основна частина потужності яких припадає на ТЕЦ, що працюють на природному газі. Основна частка ТЕЦ має фізично зношене та морально застаріле обладнання. Через втрату теплових навантажень у багатьох випадках відпуск електричної енергії на ТЕЦ є не оптимальним з точки зору фактичної потреби споживачів у тепловій енергії, що призводить до високих витрат палива на виробництво електричної і теплової енергії в теплофікаційному режимі.

Впродовж останніх років посилюються тенденції розвитку відновлюваної енергетики (під інвестицій у будівництво об'єктів відновлюваної енергетики припав на 2019 рік). За наявною інформацією потужність об'єктів електроенергетики, які використовують відновлювані джерела енергії для виробництва електричної енергії, у 2019 році склала 4,722 ГВт. Протягом 2020 року було додатково введено в експлуатацію об'єктів відновлюваної енергетики потужністю 1,95 ГВт, а у 2021 році — ще близько 1,45 ГВт. Тим не менш, через наявність карантинних обмежень внаслідок поширення COVID-19, а також з низки економічних причин, не всі об'єкти, заплановані до введення впродовж року були введені в експлуатацію.

Розвиток відновлюваної енергетики демонструє стабільну тенденцію зростання. Останніми роками спостерігається постійне підвищення кількості введених в експлуатацію об'єктів відновлюваної енергетики. Зазначена динаміка розвитку відновлюваної енергетики призводить до зростання прогнозного відпуску електричної енергії в ОЕС України об'єктами відновлюваної енергетики (у 2019 році виробіток електричної енергії з ВДЕ в загальній структурі виробництва електричної енергії досягнув 3,6 % або 5,5 млрд кВт·год, при цьому увесь експорт електричної енергії до країн Східної Європи з ОЕС України у 2019 році склав близько 5,8 млрд кВт·год; у 2020 році — виробіток сягнув 10,1 млрд кВт·год або ж 6,8 %; у 2021 році — 12,5 млрд кВт·год або ж 8 %; у 2022 році — очікується виробіток понад 14 млн кВт·год, що становитиме не

менше 9 % від сумарного виробітку електричної енергії всіма об'єктами електроенергетики в ОЕС України).

Постійне підвищення кількості об'єктів відновлюваної енергетики призводить до зростання цінового навантаження на споживачів електричної енергії України, а також загострює проблеми, що пов'язані із забезпеченням операційної безпеки ОЕС України. Станом на 31.12.2021 р. встановлена потужність об'єктів ВДЕ в ОЕС України, які безпосередньо підключені до мереж і відпускають електричну енергію, становить: ВЕС — 1 529 МВт; СЕС — 6 365,3 МВт (у тому числі, СЕС домогосподарств 1 205,3 МВт); БіоЕС — 254,2 МВт; мікро-, міні- та малі ГЕС — 192,9 МВт.

Структура виробництва електричної енергії протягом 2016–2021 років зазнала суттєвих змін.

Структура й обсяги виробництва електричної енергії в ОЕС України* за 2016–2021 роки, млрд кВт·год

Роки	Усього	АЕС	%	ТЕС	%	ТЕЦ і блок- станції	%	ГЕС і ГАЕС	%	ВЕС, СЕС та БіоЕС	%
2016	154,8	80,9	52,3	49,9	32,2	13,3	8,6	9,1	5,9	1,5	1
2017	155,4	85,6	55,1	45	29	12,4	8	10,6	6,8	1,9	1,2
2018	159,3	84,4	53	47,8	30	12,5	7,8	12	7,5	2,6	1,6
2019	153,96	83	53,9	44,9	29,2	12,6	8,2	7,9	5,1	5,5	3,6
2020	148,85	76,2	51,2	39,6	26,6	14,6	9,8	7,6	5,1	10,9	7,3
2021	156,6	86,2	55,0	37,2	23,8	8,6	5,5	10,45	6,7	12,5	8,0

Така структура виробництва обумовлена специфікою генеруючих потужностей української електроенергетики, яка переобтяжена базовими потужностями (АЕС та переважна частина енергоблоків теплової генерації) і характеризується гострим дефіцитом маневрених потужностей. Внаслідок цього в якості маневрених використовуються енергоблоки ТЕС, спроектовані для роботи в базових режимах, значна частина яких працює в непроектних пікових і напівпікових режимах. За таких умов основними потужностями регулювання графіка навантаження є вугільні блоки 150–200–300 МВт ТЕС. У зв'язку з несприятливою структурою потужності (низька питома вага маневрової потужності, обмежений діапазон регулювання ТЕС), в енергосистемі

практикуються щоденні зупинки 7–10 блоків на період нічного зниження навантаження з наступними їх запусками у період ранкового максимуму, зупинками в денній зоні (з метою компенсації збільшення виробітку на СЕС) і запусками у період вечірнього максимуму навантаження. Такі режими призводять до додаткового спрацювання ресурсу устаткування, підвищеної аварійності та перевитрат палива, що безпосередньо мають вплив на достатність генеруючих потужностей, а також на збільшення умовно-постійних та змінних витрат і, відповідно, збільшення цінової пропозиції. У весняно-літній період, з урахуванням вищезазначених чинників, а також базового режиму ГЕС у період повені, до щодобових зупинок-пусків залучається ще більша кількість енергоблоків ТЕС. Загальна кількість пусків/зупинив енергоблоків (корпусів блоків) ТЕС ГК 150–300 МВт продовжує залишатися на досить високому рівні, і за 12 місяців в 2017 році становила 1 943, у 2018 році — 2 255, у 2019 році — 2 478, у 2020 році — 2 622, у 2021 році — 2 900.

Окремо слід відзначити, що після подій 2014 року, коли практично всі шахти України, на яких видобувається антрацитове та пісне вугілля (А та П), опинилися на ТНКТ, виникла нова для електроенергетики країни проблема — перманентний дефіцит вугілля цих груп. Для зменшення залежності від імпортного вугілля генеруючими компаніями проведено роботи з переоснащення енергоблоків ТЕС, які працюють на антрацитовому вугіллі, на спалювання вугілля газової групи (так за період 2016-2019 рр. переведено 10 блоків загальною потужністю 2060 МВт).

З цієї причини за останні роки обсяги споживання антрацитового вугілля в Україні суттєво скоротилися: з 9,2 млн т у 2016 р. до 1,62 млн т у 2021 р. (довідково: у в 2017 р. 4,9 млн т, у 2018 р. 4,1 млн т, у 2019 р. 3,4 млн т, у 2020 р. 3,0 млн т) і було заміщено використанням вітчизняного вугілля газової групи. За таких умов вдалося зберегти досить високі обсяги доступної робочої потужності енергоблоків, працюючих на вугіллі марок Г та Д для покриття ГЕН в ОЕС України.

Водночас, зростають витрати ТЕС ГК на підтримання у працездатному

стані енергоблоків в умовах подальшого погіршення режимів їх експлуатації. За таких обставин, на енергоблоках ТЕС ГК особливу роль відіграє проведення ремонтів, що мають на меті відновлення (покращення) техніко-економічних показників роботи енергоблоків порівняно з фактичними показниками. Протягом 2021 року, як і в деякі попередні роки на режими роботи АЕС накладались балансові обмеження, що призводило до необхідності зниження потужності АЕС в добовому графіку покриття навантаження. Такі обмеження пов'язані, зокрема, з наслідками поширення пандемії, що позначилося на зниженні електроспоживання і, як наслідок, призвело до витіснення частини атомної енергетики з добового графіка іншими технологіями виробництва електричної енергії. Це вказує на необхідність залучення енергоблоків АЕС до тижневого та добового регулювання навантаження, що, в свою чергу, приведе до збільшення гнучкості всієї енергетичної системи, однак потребує ґрунтовних досліджень, випробувань та модернізації у разі отримання позитивних висновків стосовно такої можливості.

Аналіз режимів роботи вітчизняних ТЕЦ показує, що через втрату теплових навантажень основна їхня частина має дуже низькі КВВП, який в середньому по Україні в останні роки не перевищує 24 % (і має тенденцію до подальшого зниження), а максимальна потужність у період максимумів виробництва електричної енергії не перевищує 50% від встановленої потужності.

Водночас, електрична енергія вироблена навіть на найбільш ефективних газових ТЕЦ, що працюють за параметрів пару 13 МПа та 24 МПА, при високій вартості природного газу є неконкурентоспроможною відносно електричної енергії виробленої на ТЕС ГК, як і електрична енергія вироблена з вугілля на ТЕЦ з параметрами пари 9 МПа та нижче. Таким чином, вітчизняні ТЕЦ насамперед необхідно розглядати як джерело теплової енергії, робота яких обумовлена безальтернативністю їх участі у покритті теплових навантажень, особливо в періоди дуже низьких температур, коли потужність їх участі у покритті ГЕН може сягати до 3 ГВт.

Найбільш мобільними піковими виробниками електричної енергії є ГЕС та

ГАЕС. Проте їх встановлена потужність не забезпечена гідроресурсами для регулювання добових графіків навантаження у повному обсязі, особливо впродовж маловодних років. Зокрема, виробництво електричної енергії на ГЕС у 2020 році було найнижчим за аналізований період, тим не менш виробництво на ГЕС у 2021 році повернулося до нормального, середнього рівня останніх років.

При цьому погодні умови осінньо-зимового періоду характеризуються аномально високими температурами й малою кількістю опадів, що впливає на забезпеченість гідроресурсами та режими роботи ГЕС (що спостерігалось наприкінці 2019 – на початку 2020 року). Крім того, обмеження наявної мережевої інфраструктури впливають на нормальну роботу Дністровської ГАЕС (тобто на роботу гідроагрегатів станції у насосному режимі).

Без наявності обмежуючих чинників не обходиться і робота Ташлицької ГАЕС, котра може працювати при рівнях нижнього б'єфу 15,50-16,50 м і верхнього 92-101,50 м в турбінному режимі одним гідроагрегатом лише 3 год. 33 хв або ж двома гідроагрегатами — 1 год. 47 хв. А у насосному режимі одним гідроагрегатом – до 3 год. 51 хв. або ж двома — до 1 год. 56 хв.

При знижені відмітки нижнього б'єфа з рівня 15,5 м до 14,5 м (найсуттєвішим чинним є засушливий мікроклімат в околі басейну р. Південний Буг) тривалість роботи Ташлицької ГЕАС як в насосному, так і турбінному режимах режимі зменшується на 20 %. На режими роботи Ташлицької ГЕАС накладають й умови роботи верхнього б'єфу, коли на позначках 93 – 94,5 м частково забороняється пуски гідроагрегатів в турбінному режимі (не більше 1 разу на тиждень), а при позначках 94,5 — 101,5 м забороняються пуски гідроагрегатів і в насосному режимі.

Введення третього гідроагрегата Ташлицької ГАЕС за наведених вище умов роботи, позначок і накладених обмежень з боку нижнього та верхнього б'єфів (наразі жодних проєктів по їх збільшенню не представлено) де-факто не впливає на режими роботи енергосистеми. За таких умов третій гідроагрегат буде використовуватись в якості резервного, коли будуть проводиться ремонти

на першому і другому гідроагрегатах.

З початком функціонування ринку електричної енергії за оновленої моделі практично постійно існують значні розбіжності між торговими графіками та графіками фізичного відпуску/відбору електричної енергії (чого практично не було за попередньої моделі ринку), що найбільше вплинуло на режими роботи ГЕС та ГАЕС. Крім того робота більшості ГАЕС зосереджена, в основному на такому сегменті ринку як балансуєчий ринок.

Відповідно, збільшилась кількість диспетчерських команд для ГЕС та ГАЕС на зміну потужності з метою підтримання балансу в енергетичній системі. Водночас ГЕС продовжують брати участь в автоматичному та ручному регулюванні частоти і потужності, а також в регулюванні напруги та реактивної потужності, забезпечуючи балансування в ОЕС України, у тому числі і для компенсації небалансів, створених виробниками з ЕНП — електростанції з негарантованою потужністю.

По командам чергового диспетчера НЕК «Укренерго» (в основному у періоди з високим рівнем забезпеченості первинними енергетичними ресурсами генеруючих потужностей на ВДЕ), після вичерпання всіх балансуєчих можливостей, у 2021 році близько 90 разів обмежувалася робота генеруючих потужностей на ВДЕ (потужністю від 365 до 2 385 МВт), у 2020 році та у 2019 році показники становили 20 разів (потужністю від 212 до 1 656 МВт) та 2 рази відповідно (потужністю 250-300 МВт). У наступні роки, до вирішення проблем з дефіцитом маневреної потужності та/або заходів з керованого управління попитом, ця тенденція буде зберігатися.

Аналіз режимів роботи генеруючих потужностей вказує на невисокий рівень забезпеченості енергетичної системи достатністю генеруючих потужностей з метою покриття власних максимумів електричних навантажень, оскільки значна частка генеруючих потужностей не може бути використана для відповідних цілей.