

УДК 556.5.06+620.92+620.987

Ободовський О.Г., Рахматулліна Е.Р., Тимуляк Л.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

КОРОТКА ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНИЙ СТАН МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ НА РІВНИННИХ РІЧКАХ УКРАЇНИ

Ключові слова: гідроенергетика, мала ГЕС, історичний огляд.

Вступ. Сучасні тенденції та принципи сталого розвитку суспільства у сфері енергетики стимулюють використання альтернативних джерел енергії, розвиток енергозберігаючих і «зелених» технологій тощо. Тому питання розвитку малої гідроенергетики на сьогодні зберігає свою актуальність [4].

Мала гідроенергетика, є найбільш освоєною з нетрадиційних відновлювальних джерел електроенергії, дозволяє використовувати великий гідроенергетичний потенціал малих річок та приток, систем водозабезпечення для забезпечення потреб в електроенергії окремих районів або населених пунктів.

Переважна більшість наукових публікацій вітчизняних авторів, у яких висвітлені ті чи інші проблеми, перспективи або реальні здобутки малої гідроенергетики, розпочинаються з короткого історичного огляду, в якому відображаються етапи її становлення на теренах. Значно рідше в літературних джерелах з'являється інформація про кількість та характеристики малих гідроелектростанцій по окремих регіонах, особливо по басейнах річок.

Метою роботи є ретроспективний аналіз досліджень малої гідроенергетики рівнинної території України, а також аналіз сучасних проблем та перспектив розвитку гідроенергетичного будівництва на території правобережжя Дніпра.

Виклад основного матеріалу. Історичний аспект розвитку малої гідроенергетики. Енергетичний потенціал малих річок на теренах України використовували здавна. Надзвичайно велике поширення мали в XVII ст. водяні млини на території України. У 1666 р. за розпорядженням керівництва гетьман Брюховецький провів перепис у містах, містечках, слободах та в селах. Окрім інших об'єктів переписані були водяні млини. Збережені переписні книги 1666 р. охоплюють тільки невелику частину України (від р. Сули до р. Ворскли). На 14 малих річках, які знаходяться в переписних книжках, було враховано близько 50 гребель та 300 водяних колес. Тільки на р. Удай врахували 9 гребель та при них 72 водяні колеса. На р. Псел тільки при 7 поселеннях, тобто тільки по невеликій частині середньої течії, було включено в переписну книгу 8 гребель та при них 64 водяні колеса, не враховуючи тих що відновлюються при греблі в м. Голтва.

Окрім вказаних млинів можна назвати ще існуючі у тому районі в XVII ст. на р. Удай млини в селищах Круче, Кебайловке, Каплинцях, Гурбинцях та ін. Також можна вказати додаткові дані по греблям XVII ст. і на інших українських річках. У кількості млинів нестачі не було. Але далеко не всі млини були побудовані задовільно. Безладно створені греблі досить часто заважали одна одній і викликали заболочення великих частин заплави річок [6].

Поряд із стаціонарними отримали значне розповсюдження плавучі млини. Так, у Києві у 1684 р. на березі річки Дніпро було зафіксовано плавучий млин «на

двох байдарках». Вже у 1745 р. у Києві було близько 30 плавучих млинів, які облаштувалися на двох дубах (баржах або байдарках), між яких знаходилось водяне колесо [6].

У 1890 р. на території сучасної України передовий європейський досвід із перетворення енергії потоку води в електричну енергію вперше впровадив у межах власної броварні в селі Фрідешово (зараз Кольчино Мукачівського району Закарпатської області) граф Ф. Шенборн. Для цього від річки Визниці тунелем було прокладено дериваційний канал до гідроелектростанції, потужність якої становила 200 кВт. Незабаром ще одну малопотужну гідроелектростанцію було споруджено на водяному млині в Ужгороді (він розташовувався поблизу нинішнього приміщення Головоштамту міста).

На території центральної України перша мала гідроелектростанція була побудована в 1912 р. на річці Південний Буг у містечку Тиврів (сьогодні – селище Тиврів, один з адміністративних центрів Вінниччини). Її потужність становила 50 кВт [11]. Через рік, у 1913 р. на р. Південний Буг у с. Сокілець Немирівського району Вінницької області запрацювала друга гідроелектростанція. Ініціатором її створення був тодішній власник цих земель – граф К. Потоцький. При розташуванні малої ГЕС у с. Сокілець оптимально використовувались природні особливості місцевості: оскільки річка утворює тут кількаметровий водоспад, то паралельно до русла було побудовано дериваційний канал і встановлено шлюзи.

Подальший розвиток малої гідроенергетики нерозривно пов'язаний з певним становленням економіки країни. Так вже у 1920 році був створений перший в світі науково-обґрунтований план розвитку економіки країни на базі розвитку електрифікації (план ГОЕЛРО). Згідно цього плану малі річки розглядались як основну базу електрифікації сільського господарства.[1].

Для розвитку малої гідроенергетики характерним є два якісно різних етапи: освоєння енергії малих водотоків гідроелектростанціями потужністю в декілька десятків кіловат (1919-1945рр.), та будівництво сільських міжколгоспних та державних ГЕС укрупненої потужності (від 1 до 10 тис.кВт), які працюють в місцевих енергосистемах (1945-1969 рр.).

У 1924 році експлуатувалося 84 МГЕС загальною потужністю 4000 кВт, а в 1929-му їх кількість зросла до 150 (загальною потужністю 8400 кВт). Серед них: Бугська (на р. Гірський Тікич), яка введена в експлуатацію в 1929 році (570 кВт), Вознесенська (1929-й, 840 кВт) та Сутиська на р. Південний Буг (1927-й, реконструйована в 1935-м до потужності 1000 кВт). У 1934 році була споруджена Корсунь-Шевченківська станція (1650 кВт) на річці Рось, що працює донині. В 1935-1937-му введені Шумська ГЕС (120 кВт), Потушська (32 кВт), Писаревська (160 кВт), Білоусівська (88 кВт) в басейні р.Південний буг на річці Сільниця, Березовська (108 кВт), Клебанська (64 кВт) та інші. У західних регіонах України на деяких річках стояли десятки водяних млинів, оснащени малими генераторами потужністю 5-25 кВт. Це були найпростіші мікро-ГЕС, і вони забезпечували переважно локальні потреби в електричній енергії.

Побудовані у цей проміжок часу малі ГЕС мали багато недоліків. Через відсутність кваліфікованих кадрів, якісних матеріалів та оснащення рівень їх експлуатації був невисокий. Більшості малих ГЕС були притаманне недостатнє використання стоку річок, повне припинення ГЕС в період паводків. Через вирівнювання рівня води у верхньому та нижньому б'єфах, нестійкі режими робіт з різкими змінами напруги та частоти струму при коливанні навантажень.

У післявоєнні роки роль малих ГЕС зросла. Відбулося відновлення зруйнованих ГЕС та проводилось активне будівництво нових. До 1950 року на Україні експлуатувалося 956 малих гідроелектростанцій і продовжувалось

спорудження нових. До того ж, генеральною схемою розвитку електрифікації в Україні була розрахована можливість будівництва ще 2600 малих ГЕС сумарною потужністю 1261 МВт. У цей період завдання електрофікації сільського господарства вирішувалось раціональним поєднанням централізованого та місцевого енергопостачання. Основним напрямком сільської електрофікації стало будівництво місцевих енергосистем, до складу яких входили малі ГЕС збільшеної потужності та дизельні електростанції. Так у 1953 році на основі Корсунь-Шевченківської (1650 кВт), Стеблівської (2800 кВт) і Дибненської ГЕС (560 кВт) на річці Рось була створена і функціонувала перша на Україні місцева сільська енергосистема, до складу якої входила також Юрковська ТЕС (2000 кВт). Побудовано Ладижинську і Глибочинську малі ГЕС (потужністю 7500 кВт кожна) та інші станції (рис.1).



Рис.1. Гідроенергетичне (*) та судноходне використання річок Української РСР в 50-60-х роках ХХ століття [10]

Дослідженнями в області малої гідроенергетики займались у 50-ті роки багато авторів. Питанням енергетичного та комплексного використання малих річок присвячені роботи Л.С. Хілобоченка, М.І. Ласинскаса, А.І. Тюльпанова, Л.А. Чилінгаряна, М.Г. Красника та ін.; обґрунтування та вибору основних параметрів малих ГЕС – роботи С.А. Стрелковського, Е.Л. Щаца, В.В. Семенова та ін.; покращення техніко-економічних показників малих ГЕС – роботи Д.Ф. Жукова, В.В. Скугарева, Ф.Т. Марковського та ін.; роботі малих ГЕС у складі місцевих енергосистем – А.Г. Захарина, І.А. Караулова, В.Л. Кашакшвілі, В.І. Вейца, П.Я. Пирхавки та ін.; експлуатації малих ГЕС – Я.І. Флексера, В.М. Потапова та ін.; умов

роботи малих гідротурбін – Н.М. Щапова, А.В. Квятковського, Д.Я. Соколова та ін. [1].

Зі створенням потужних об'єктів теплової і атомної енергетики різко знизилася роль малої гідроенергетики. Централізація енергопостачання, низькі ціни на паливо і електроенергію для відомств і підприємств, на балансі яких перебували малі ГЕС стали основними причинами, які призвели до їх економічної недоцільності. Як наслідок практично всі малі гідровузли були виведені з експлуатації і демонтовані. Крім того були припинені роботи по зведенню малих ГЕС на іригаційних системах. Передбачалося збудувати малі ГЕС на 100 водосховищах іригаційного призначення, однак вони не були споруджені. З усього фонду об'єктів малої гідроенергетики України залишилося 150 малих станцій, з яких функціонують тільки 49.

Технічний стан діючих характеризується значною або повною виснаженістю основного гідросилового, гідротехнічного і електротехнічного обладнання, наявністю несправностей у спорудженнях напірного фронту, які можуть стати причиною виникнення аварійних ситуацій; замулення водосховищ; ростом забору води на неенергетичні потреби; розмивами кріплень водозливних і берегових ділянок нижніх б'єсів. Негативними наслідками припинення розвитку малої гідроенергетики на Україні також слід вважати втрату досвіду проектування, виробництва сучасного обладнання та спорудження об'єктів малої гідроенергетики.

Відродження малої гідроенергетики в Україні почалось з середини 1990 р. завдяки зусиллям підприємців-ентузіастів. В цей час підвищення і безперервне зростання цін на енергоносії, нові форми власності і господарювання, розвиток приватного підприємництва зумовили економічну доцільність МГЕС [22].

Період 2000-2006 рр. характеризується підйомом малої енергетики, відновленням МГЕС, причому майже без використання бюджетних засобів. Реконструйовано та введено в експлуатацію Корсунь-Шевченківська (1650 кВт) на р. Рось, Снятинська (800 кВт) на р. Прут, Сандрацька (640 кВт) на р. Південний Буг, Юрпольська (550 кВт) та Гордашівська (400 кВт) на річці Гірський Тікич, Коржівська (400 кВт) на р. Случ, Кунцівська (400 кВт) на р. Ворскла, Остап'євська (375 кВт) та Сухобарівська (330 кВт) на р. Псел, Гальжбіївська (250 кВт) та Петрашівська (250 кВт) на р. Мурафа, Седнівська (230 кВт) на р. Снов, Лисянська (200 кВт) на р. Гнілий Тікич, малі ГЕС. Почалося спорудження нових, в основному мікро ГЕС.

У ретроспективі, за працями дослідників зроблений аналіз кількості малих ГЕС та їх встановленої потужності за окремі часові проміжки, однак дані по окремих роках дещо відрізняються (табл.1) [4].

Як слід з табл.1, на 2015 рік в Україні діяло 105 малих ГЕС загальною потужністю 82000 кВт.

Сьогодні в Україні діють близько 30 приватних компаній, що інвестують у відновлювальну енергетику. Найбільші з них: ЗЕА «Новосвіт», ТОВ «Енергоінвест» та інші. Інвестиції спрямовані були переважно у Вінницьку, Черкаську, Хмельницьку, Тернопільську та Житомирську області. На сьогодні тут розташовано 64% загальної кількості станцій, тоді як технічний гідропотенціал малих річок в цих областях становить всього 14%. Пропонуються реконструкція старих гідротехнічних споруд на основі яких збудувати гідроелектростанції. Зокрема, у зоні Полісся, Рівеньської, Житомирської й інших областей є готові греблі на річках Горинь, Бобер, Ірша, Уборть, Жерев, Случ, Словечна, Обрезки.

Таблиця 1. Загальна кількість малих ГЕС в Україні протягом ХХ – початку ХХІ століття [4]

Рік	Кількість МГЕС	Загальна потужність, кВт
1924	84	4000
1929	150	8400
1941	100	9000
1946	2600	30000
1948	600 - 800	-
1950	956	29985
1960	близько 1000	-
1989	49	-
2006	67	107000
2007	73	-
2008	79 +7 мікро ГЕС	110700
2009	46	49200
2010	60	62600
2011	72	70800
	72 + 7 мікро ГЕС	110740
2012	80	73500
	81	85000
2013	90	75300
	84	75000
2015	105	82000

Проблеми і перспективи гідроенергетичного будівництва на річках правобережжя Дніпра. В Україні протягом останніх років виробництво електроенергії з відновлюваних джерел (в т. ч. і за допомогою малих ГЕС) стимулюється на державному рівні прийняттям ряду нормативно-правових актів [8, 15, 16,19,22]. Механізмами такого стимулювання є «зелений» тариф, пільги в оподаткуванні, а також пільговий режим приєднання до електричної мережі.

Енергетична стратегія України на період до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України у 2006 р. і оновлена у 2013 р., передбачає збільшення обсягів енергії, видобутих із нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії у загальному балансі встановлених потужностей до рівня 12,6 % [7].

Триває робота по уточненню економічно доцільного гідроенергетичного потенціалу України, в тому числі на раніше споруджених водосховищах і на об'єктах утилізації енергетичних скидів технічних систем водозабезпечення та водовідведення. Згідно «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» в області малої гідроенергетики передбачається здійснити:

- реконструкцію та відновлення МГЕС загальною потужністю 135 МВт;
- будівництво нових МГЕС на річці Тиса та її притоках загальною потужністю 400 МВт;
- будівництво нових МГЕС на річці Дністер і її притоках загальною потужністю 560 МВт;
- будівництво нових децентралізованих МГЕС на малих водотоках (загальна потужність - 45 МВт).

До 2030 року передбачається довести генеруючу потужність всіх МГЕС України до 1140 МВт з річним обсягом виробництва електрики 3.75 млрд кВт.рік. Розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, що зніме ряд проблем в енергопостачанні віддалених і важкодоступних сільських регіонів. Вирішується цілий комплекс економічних, екологічних та соціальних

проблем сільської місцевості. Малі гідроелектростанції можуть стати суттєвою складовою енергозабезпечення регіонів України.

Гідроенергетика при цьому повинна відіграти важливу роль у ліквідації дефіциту маневрених потужностей (оскільки на сьогодні частка ГЕС, які виконують цю функцію, у загальному балансі потужностей не перевищує 9 % при оптимальних – 15 %). Згідно Енергетичної стратегії, до 2030 р. в Україні планується будівництво ГЕС і ГАЕС загальною потужністю 5 ГВт, а за умови нестачі маневрених потужностей у 2020-2025 рр. можливе спорудження малих ГЕС загальною потужністю до 600 МВт. Крім того, у Енергетичній стратегії передбачається розроблення та затвердження Схеми комплексного використання водних і гідроенергетичних ресурсів річок України та уточнення невикористаного економічно ефективного гідроенергетичного потенціалу, а також вказано на необхідність оновлення регіональних програм розвитку малої гідроенергетики з урахуванням питань будівництва нових малих ГЕС у комплексі інфраструктури для захисту від повеней.

Збільшуються перспективи використання відновлюваних джерел енергії (у тому числі енергії малих річок) в Україні і у зв'язку з ратифікацією у 2010 р. Протоколу про приєднання до Договору про створення Енергетичного Співтовариства, оскільки у рамках цього документу Україна взяла на себе зобов'язання відповідати нормам Директиви 2001/80/ЄС зі зниження викидів забруднюючих речовин (пилу, оксидів сірки й азоту) великими паливоспалювальними установками до 01.01.2018 р. [17]. За умови оптимального розвитку мала гідроенергетика України мала б можливість виробництва близько 6,4-6,8 млрд кВт·год електроенергії, що еквівалентно заміщенню органічного палива в обсязі 2,2-2,4 млн тонн [14].

З метою організаційного забезпечення подальшого розвитку малої гідроенергетики, на думку спеціалістів-гідроенергетиків, доцільно розробити і ввести в дію низку документів, які б упорядкували виділення земельних ділянок і надання дозволів на будівництво об'єктів малої гідроенергетики, дозволів на спеціальне водокористування; а також питання юридичного оформлення права власності й користування на земельні ділянки із земель державної та комунальної власності.

Необхідно також розробити й затвердити нормативно-технічну базу проектування МГЕС та їх експлуатації; забезпечити дотримання природоохоронних вимог у процесі відведення земель для розміщення об'єктів енергетики, розробити нормативно-правові акти щодо підключення малих ГЕС до електричної мережі енергокомпаній, настанови з паралельної роботи МГЕС з електричними мережами низької та середньої напруги [20].

Однак, незважаючи на певні зрушення у плані стимулювання розвитку об'єктів відновлюваної енергетики, на сьогодні їх частка (за винятком великих ГЕС) у загальному обсязі встановленої потужності електростанцій в Україні залишається мізерною – лише близько 0,6 % [7], з яких 0,2 % належить малій гідроенергетиці [7, 18].

Стримуючими чинниками розвитку малої гідроенергетики, окрім проблем нормативно-правового і організаційного характеру, є ряд технічних труднощів, а також відсутність державних стандартів, які б регулювали будівництво малих ГЕС, несприйняття будівництва малих ГЕС місцевими жителями, активний спротив екологічних організацій тощо.

Державні стандарти з малої гідроенергетики відіграли б позитивну роль у підвищенні ефективності проектування, будівництва, відновлення та експлуатації малих ГЕС. Якщо загалом у галузі відновлюваної енергетики розроблено та

знаходяться на стадії впровадження більше 50 нормативних документів, то лише один з них, що перебуває на стадії розроблення, стосується малої гідроенергетики (ДСТУ «Енергозбереження. Гідроенергетика мала. Методика визначення ресурсів»). За іншими даними [3], ще один проект стандарту («Гідроенергетика. Гідроелектростанції малі. Терміни та визначення понять») знаходиться на затвердженні у Мінекономрозвитку України.

Необхідною є також розробка державної програми щодо серійного виготовлення вітчизняного обладнання для малих ГЕС [18]. У період масового спорудження малих гідроелектростанцій існувало серійне виробництво близько 300 типорозмірів турбін потужністю 30-250 кВт, а також серійне виробництво синхронних генераторів, що значно знижувало б вартість такого обладнання. На сьогодні економічно вигідним було б виробництво українськими підприємствами багатосерійного обладнання з обмеженою номенклатурою. Конкурентоздатність його залежатиме від того, наскільки у розроблених технічних вимогах урахуватиметься досвід провідних світових фірм у сфері виробництва гідротехнічного обладнання для малих ГЕС. Слід зазначити, що вітчизняні підприємства мають достатній потенціал для реалізації цього завдання. Зокрема, певний досвід розробки, виробництва і модернізації обладнання для малих гідроелектростанцій мають харківські (ДП «Харківський електромеханічний завод», ВАТ «Турбоатом», «Електроважмаш», ТОВ «Мінрігідро» та ін.) та деякі запорізькі підприємства (ВАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Запоріжтрансформатор») [2, 13, 24]. Науково-дослідні та проектні організації, підприємства країни мають у своєму розпорядженні необхідний виробничий потенціал для випуску обладнання малої гідроенергетики. Комплектні поставки гідромеханічного устаткування можуть виконувати по кооперації «Турбоатом», АТ «Київенергомаш» (гідротурбіни, гідроелектроагрегати), Полтавський турбомеханічний завод (підйомно-механічне обладнання гідросоруд), Ніжинський ремонтно-механічний завод (шлюзовий обладнання), Сумське НВО ім. Фрунзе (гідротурбіни, гідроелектроагрегати), «Електроважмаш» (потужні гідрогенератори), «Южелектромаш» (генератори), «Електронмаш» та «Хартрон» (системи управління). Зазначені підприємства можуть не тільки забезпечити серійне виробництво нового сучасного гідроенергетичного обладнання для малих ГЕС України, а й постачати його на експорт країнам СНД.

На сьогодні, окрім вище перелічених проблем малої гідроенергетики, залишаються невирішеними певні теоретичні та методичні питання, зокрема недостатня вивченість гідрологічного режиму стоку малих водотоків, зменшення кількості гідрологічних постів, відсутність великомасштабних карт гідроенергетичного потенціалу річок, недосконалі методики оцінки і прогнозування впливу малих ГЕС на природне середовище тощо [5, 9, 13, 22, 28].

Міжнародний досвід для України розвитку малої гідроенергетики. Швидкий розвиток та успіхи електроенергетики наприкінці XIX сторіччя виявились основою для принципово нового етапу використання гідроенергетичних ресурсів шляхом перетворення енергії води в електроенергію на ГЕС.

У Німеччині у 1898 р. була побудована відносно велика ГЕС потужністю 16,8 тис. кВт з напором 3,2 м, а в 1911 р. ГЕС Аугст Вилен потужністю 44 тис. л.с.; в США у 1900 р. – Ніагарська ГЕС Адамс потужністю 500 тис. л.с. з напором 41,2 м, у 1912 р. – ГЕСКсоук потужністю 180 тис. л.с. та ін.; у Франції в 1901 р. – ГЕС Жонаж потужністю 11,2 тис. л.с.; в Швейцарії в 1909 р. Була побудована перша ГАЕС.

В цілому в світі на самому початку XX ст. загальна потужність всіх ГЕС складає порядку 1000 МВт. На цих перших ГЕС якість гідрологічного обладнання була

невисокою, к.к.д. гідротурбін не перевищувало 0,80-0,84. Умови роботи гідротехнічних споруд, їх конструкції були вельми недосконалими.

Особливо велике гідроенергетичне будівництво з початку і до середини ХХ ст. велось у США та Франції, де будувались великі гідровузли з ГЕС та високими греблями різних типів.

Будівництво та експлуатація перших ГЕС заклали основу майбутнього розвитку гідроенергетики, яка пройшла великий та складний шлях від перших далеких від досконалості ГЕС потужністю в сотні кіловат до досконалих ГЕС, потужність яких складає мільйони кіловат. [27].

Глобальне споживання електроенергії до теперішнього часу, по відношенню до 1971 р., збільшилось на 70% і продовжує збільшуватися із середньосвітовим темпом зростання близько 2% в рік. В світовому виробництві електроенергії суттєва її частка належить поновлювальним джерелам енергії (16%). Серед них гідроенергетика є найбільш технологічно досконалою, на неї припадає 87% виробленої світової електричної енергії із поновлювальних джерел [33].

Етап відродження саме малої гідроенергетики в світі розпочався на два десятиліття раніше, ніж в Україні – у середині 70-х рр. ХХ ст. Причиною стала світова енергетична криза, яка стимулювала розвинуті країни максимально зменшити залежність від імпортованих джерел енергії (перш за все нафти) за рахунок розвитку відновлюваної енергетики. З того часу багатьом країнам вдалося досягнути суттєвих результатів у цьому напрямі, значно збільшивши частку відновлюваної енергетики у загальному енергетичному балансі. До 2020 року Європейський Союз планує досягнути 20 % відновлюваних джерел енергії у загальному кінцевому споживанні. Однак у планах деяких європейських країн зазначаються значно вищі показники: Норвегія планує збільшити частку відновлюваних джерел енергії в загальному енергоспоживанні до 67,5 %, Швеція – 49 %, Фінляндія – 38 %, Австрія – 34 %, Данія – 30 %, Румунія – 24 %, Франція – 23 % і т. д. У Німеччині за останні 10 років частка виробленої електроенергії з відновлюваних джерел зросла з 6 % до 25 %. Тенденції розвитку відновлюваної енергетики у Німеччині свідчать про те, що до 2020 р. відновлювані джерела забезпечуватимуть понад 40 % від усієї енергетичної потреби країни. Загалом до 2050 р. цей показник повинен становити 80 % [12].

У структурі відновлюваних джерел енергії мала гідроенергетика займає одне з провідних місць. Так, протягом 2001-2006 рр. середньорічні темпи росту її потужностей у світі склали 7 %, а загальна встановлена потужність малих ГЕС у 2006 р. становила 73 ГВт із виробництвом електроенергії понад 250 ТВт·год. За даними Європейської асоціації малої гідроенергетики (The European Small Hydropower Association (ESHA)), станом на 2009 р. загальна потужність малих гідроелектростанцій у світі становила 85 ГВт, а у 2010 р. – 87 ГВт [21]. У світовому масштабі за сукупністю генеруючих потужностей малих ГЕС провідні позиції займають Китай (51 ГВт), Японія, США (понад 3 ГВт), Італія, Франція, Індія (понад 2 ГВт), Канада (2 ГВт), Бразилія (1,9 ГВт). До країн із сумарною потужністю малих ГЕС понад 1 ГВт в кожній належать також Німеччина, Іспанія, Австрія, Норвегія, Туреччина та ін. [25,26].

На теперішній час найактивніше розвивається мала гідроенергетика у країнах Азії, на які припадає близько 68 % всієї встановленої потужності малих ГЕС у світі. Серед азіатських країн найбільші потужності малих ГЕС мають Китай, Японія, Індія. Безперечним лідером у сфері малої гідроенергетики є Китай, де встановлена потужність малих ГЕС складає 46 % від загальної потужності гідроелектростанцій держави. Гідроенергетика є пріоритетним напрямом у рамках «Програми розвитку відновлюваних джерел енергії», що реалізується в Китаї. Масове будівництво малих

ГЕС стимулювало виробництво вітчизняного обладнання для них, і зараз Китай забезпечує значну частку їх світового випуску. На 80 підприємствах, що випускають обладнання для малої гідроенергетики, працюють близько 1,5 млн китайців [21].

В Японії станом на 2007 р. налічувалось близько 1350 малих ГЕС загальною встановленою потужністю 3,5 ГВт [26]. На стадії проектування і спорудження знаходяться ще 1930 малих ГЕС потужністю близько 4,2 ГВт.

Швидкі темпи розвитку малої гідроенергетики демонструє Індія. Тут експлуатується 706 малих ГЕС загальною встановленою потужністю 2,3 ГВт. Ще понад 340 малих ГЕС потужністю близько 1,5 ГВт знаходяться у стані будівництва та 4668 потужністю 11,65 ГВт вважаються перспективними. На 2010 р. частка малої гідроенергетики у загальному енергетичному балансі становила 2 %.

На країни Північної Америки припадає 6,1 % встановленої потужності малих ГЕС світу. Особливими масштабами розвитку малої гідроенергетики відзначаються США і Канада. Із виведених з експлуатації у 60-х рр. 2000 малих ГЕС США понад 1500 було модернізовано і знову запущено в роботу. Загалом у США працюють близько 2000 малих і 1000 міні ГЕС, сумарна потужність яких, за різними даними, становить 3,4-4,5 ГВт. У планах країни – довести потужності малих ГЕС до 50 ГВт, що дасть змогу щороку економити 65 млн т умовного палива.

Канада – країна, де ГЕС виробляють понад 60 % енергії від всього енергоспоживання. Близько 3 % встановленої потужності ГЕС припадає на малі ГЕС. Експлуатуються близько 250 малих ГЕС загальною встановленою потужністю близько 2 ГВт [30]. Щорічно вводиться в експлуатацію 70-80 нових гідроелектростанцій. Розглядається можливість спорудження до 6000 малих ГЕС. Використання ресурсів малих річок жорстко контролюється керівними органами провінцій і громадськості на всіх стадіях спорудження об'єктів: під час проектування, будівництва, експлуатації.

Серед країн Південної Америки, частка яких у встановленій потужності малих ГЕС світу складає 2,7 %, найбільшими масштабами спорудження і експлуатації малих ГЕС відзначається Бразилія. 75 % всієї генерації Бразилії належить гідроелектростанціям, з яких 3,5 % – малим ГЕС. У країні працюють 423 малі ГЕС, які щорічно виробляють 4,1 млн кВт·год енергії. Споруджуються 52 малі ГЕС, ще на 130 станцій видано дозволи на будівництво [31].

Мала гідроенергетика відіграє ключову роль у розвитку відновлювальних джерел енергії Європи. Особливий інтерес проявляється до малої гідроенергетики в умовах зростаючої потреби в електроенергії, прийняття міжнародних угод по скороченню викидів парникових газів (Київський протокол), зростання збитків оточуючому середовищу від використання викопного палива, а також враховуючи той факт, що в багатьох європейських країнах майже не залишається місць для будівництва великих ГЕС.

Ці тенденції були посилені прийняттям Білої Книги Європейської та Директиви ЄК по відновлювальній енергії. Завдяки директиві по ВДЕ (Відновлювальні джерела енергії) держави Європи звернуть увагу на розвиток малої гідроенергетики. Ряд країн прийняли додаткові фінансові механізми для стимулювання малої гідроенергетики окрім стимулів, які встановлені в Директиві ЄК.

Близько 22,3 % встановленої потужності малих ГЕС світу належить країнам Європи. Зокрема, станом на 2010 р. на території ЄС налічувалось близько 16800 малих гідроелектростанцій сумарною потужністю 14 ГВт із річним виробництвом 55 ТВт·год електроенергії. Найвищими показниками встановленої потужності малих ГЕС у Європі відзначаються такі країни як Італія (21 %), Франція (17 %), Іспанія (16 %), а також Німеччина, Австрія, Швеція, Польща.

В басейні ріки Дунай розвиток гідроенергетики набув також значного прогресу (рис. 2). Особливо це стосується Німеччини, Австрії, і, певним чином. Словенії, на території яких збудована велика кількість малих і середніх гідроелектростанцій. Частина дунайського водозбору, яка належить території України (Карпатський регіон) не представлена на цій карті у зв'язку з відсутністю даних. Але за даними WWF Дунайсько-Карпатської програми в Україні кількість ГЕС на річках Карпатського регіону на території України становить 11. Ця цифра є набагато меншою за відповідні показники навіть таких країн як Угорщина, Сербія, Болгарія, Румунія та ін. Разом з тим гідроенергетичний потенціал річок Українських Карпат є досить значним.

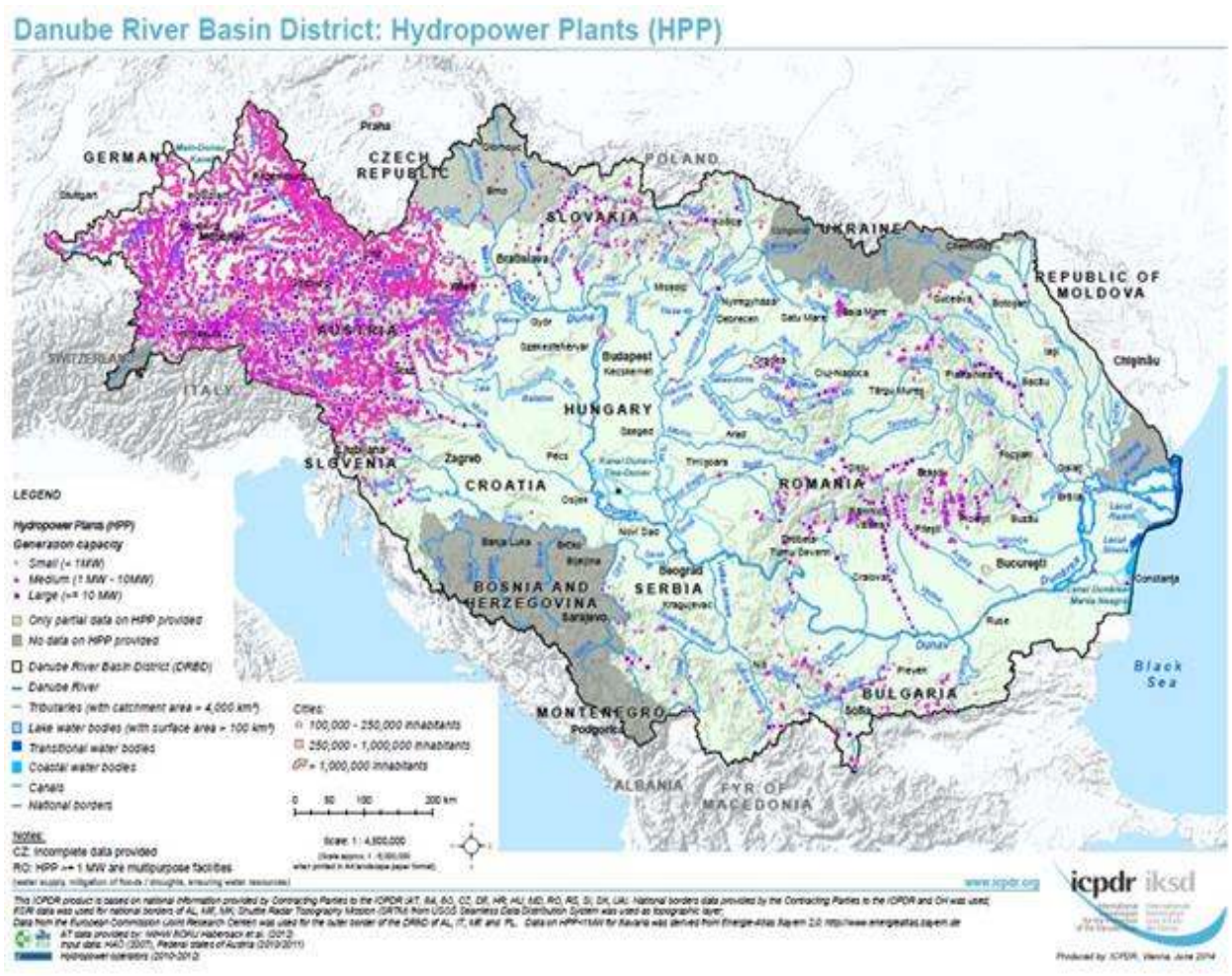


Рис.2. Гідроелектростанції на річках басейну Дунаю [29]

Корисним для України може стати досвід деяких пострадянських країн, зокрема Латвії, де процес відновлення і будівництва малих ГЕС розпочався із набуттям Латвією незалежності. У 1996 р. на території Латвії діяло всього 15 малих ГЕС, у 1998 – 34, у 1999 – 52, у 2005 – 148 загальною потужністю 28 МВт і щорічним виробництвом електроенергії 56,7 млн кВт·год, що становить 1,2 % від загального виробництва [32].

Етап відродження малої гідроенергетики також пройшла Чехія, де зараз налічується 1400 малих ГЕС, що забезпечують виробництво половини електроенергії, яка виробляється на ГЕС. Активно використовують енергію малих річок Польща (експлуатується, за різними даними, від 570 [23] до 700 малих ГЕС

загальною встановленою потужністю 200 МВт), Словаччина (208 малих ГЕС потужністю 120 МВт) та інші країни колишнього соціалістичного табору.

Висновки. В Україні у 1960 роках минулого сторіччя нараховувалось 956 малих ГЕС встановленою потужністю близько 30 тис. кВт. Станом на початок 2015 року в Україні працює 105 малих гідроелектростанцій загальною потужністю біля 82 МВт із середньорічним обсягом виробництва електроенергії біля 250 млн кВт*год/рік. При цьому гідрологія річок, стан їх використання, дослідження протягом останніх 50 років суттєво змінились.

Із введенням «зелених» тарифів в Україні підвищився інтерес до будівництва нових малих ГЕС та відновлення вже існуючих ГЕС в останні роки. Виникає необхідність виконати науково-дослідні роботи з визначення гідроенергетичного потенціалу малих річок рівнинної території України з урахуванням екологічних, культурних, соціально-економічних і нормативно-правових обмежень.

Список літератури

1. *Бабій П.О.* Річка Рось та її використання: Наукове видання/ П.О. Бабій, В.І. Вишневський, С.А. Шевчук – К.: Інтерпрес ЛТД, 2016. – 128 с.: іл. – Бібліогр.: с. 116-118. 2. *Бумарсков С.А.* Турбинное оборудование для малых ГЭС. Опыт разработки и производства за 15 лет / С.А. Бумарсков // Гідроенергетика України. – 2011. – № 3-4. – С. 15-17. 3. *Васько П.Ф.* Проект Державного стандарту «Гідроенергетика. Гідроелектростанції малі. Терміни та визначення понять» / П.Ф. Васько, А.О. Бриль, А.В. Мороз // Відновлювана енергетика. – 2013. – № 2 (33). – С. 65-67. 4. *Васько П.Ф.* Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України. / П.Ф. Васько, В.П. Васько, М.Р. Ібрагімова // Відновлюв. Енергетика. – 2015. - №3. - С. 53-61. 5. *Віхорєв Ю.О.* Вирішення проблем розвитку малої гідроенергетики України потребує загальнодержавної координації / Ю.О. Віхорєв, П.Б. Соловійов // Відновлювана енергетика. – 2013. – № 1(32). – С. 69-75. 6. *Данилевський В.В.* История гидросиловых установок в России до XIX века/ В.В. Данилевський // М.-Л., 1940; 7. *Енергетична стратегія України на період до 2030 року* : Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України № 1071 від 24.07.2013 р. : [Електронний ресурс] / Офіційний веб-сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. – Режим доступу : <http://mre.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> – Назва з екрану. 8. *Закон України* «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Закон від 20.11.2012 № 5485-VI. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5485-17>. 9. *Карамушка О.М.* Мала гідроенергетика України. Стратегія та поточні проблеми розвитку. Погляд асоціації «Укргідроенерго» / О.М. Карамушка // Гідроенергетика України. – 2012. – № 4. – С. 52-55. 10. *Левковський С.С.* Водные ресурсы Украины. Использование и охрана / С.С. Левковський // – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 200 с. 11. *Мороз А.В.* Етапи становлення та сучасний стан малої гідроенергетики України / А.В. Мороз // Відновлювана енергетика. – 2013. – №4(35). – С. 59-63. 12. *Моррис К.* Немецкий энергетический поворот :аргументы за возобновляемое энергетическое будущее :[Электронный ресурс] / К. Моррис, М. Пент. – 2012. – 83 с. – Режим доступа : http://energytransition.de/wp-content/themes/boell/pdf/ru/German-Energy-Transition_ru.pdf – Назва з екрану. 13. *Нікіторович О.В.* Мала гідроенергетика та її розвиток в Україні / О.В. Нікіторович, В.Г. Житник // Гідроенергетика України. – 2013. – № 2. – С. 18-21. 14. *Пояснювальна записка до проекту Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання розвитку малої гідроенергетики України»* : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc34?id=&pf3511=27675&pf35401=92020> – Назва з екрану. 15. *Про затвердження Порядку встановлення, перегляду та припинення дії «зеленого» тарифу для суб'єктів господарської діяльності* : Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики : [Електронний ресурс] / НКРЕ. – Постанова від 02.11.2012 № 1421. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z1957-12> – Назва з екрану. 16. *Про особливості приєднання до електричних мереж об'єктів електроенергетики, що*

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.4(43)

виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел : Постанова Кабінету Міністрів України : [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Постанова від 19.02.2009 № 126. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/126-2009-%D0%BF> – Назва з екрану. **17. Протокол** про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства: міжнародний документ: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/994_a27 – Назва з екрану. **18. Рябенко О. А.** Сучасні тенденції в будівництві малих ГЕС в Україні / О.А. Рябенко, В.В. Лутаєв // Гідроенергетика України. – 2012. – № 2. – С. 45-49. **19. Стимулювання відновлюваної енергетики** в Україні за допомогою «зеленого» тарифу : посібник для інвесторів / Консультативна програма IFC в Європі та Центральній Азії ; Міжнародна фінансова корпорація (IFC). – К., 2012. – 79 с. **20. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку гідроенергетики України:** аналіт.доп./ О.М. Суходоля, А.А. Сидоренко, С.В. Бегун, А.А. Білуха. – К.:НІСД, 2014. -112 с. – (Сер. «Національна безпека», вип.8); **21. Тенденції і перспективи** розвитку малої гідроенергетики в мире : [Електронний ресурс] / Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (РФ). – 2012. – Режим доступа : <http://gisee.ru/articles/small-hydro/24575/> – Назва з екрану. **22. Тимуляк Л.** Зародження і розвиток малої гідроенергетики на річках карпатської частини басейну Дністра / Л. Тимуляк, Є. Цвілих // Науковий вісник Чернівецького університету:и: збірник наук.праць. Чернівці: Чернівецький нац.ун-т, 2016. – Вип. 775-776: Географія. – С.119-125. **23. Титко Р.** Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України) / Р. Титко, В. Калініченко. – Варшава-Краків-Полтава : OWG, 2010. – 533 с. **24. Хоменко В.О.** Аналіз стану та перспективи розвитку малої гідроенергетики в Україні. Експлуатація малих ГЕС та каскадів малих ГЕС в сучасних умовах / В.О. Хоменко, П.Д. Лежнюк // Вісник Вінницького політех. ін-ту. – 2012. – № 6. – С. 118-123. **25. Шульга И.** Мировые тенденции развития гидроэнергетики : [Електронний ресурс] / И. Шульга // Энергорынок. – 2004. – № 9. – Режим доступа : <http://www.e-m.ru/er/2004-09/22584/> – Назва з екрану. **26. Энергетика:** история, настоящее и будущее. Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире / [Т.А. Бурячок, З.Ю. Буцьо, Г.Б. Варламов. и др.]. – К., 2011. – 391 с. **27. Энергетика:** история, настоящее и будущее [Текст] : Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики / [Е.Т. Базеев и др. ; науч. ред.: В.Н. Клименко, Ю.А. Ландау., И.Я. Сигал]. - К. : [б. и.], 2011. - 400 с. : рис., табл., фот. - Библиогр.: с. 393-398. - 1000 экз. - ISBN 978-617-635-004-0. **28. Яцик А.В.** Управління розвитком та ефективністю використання малої гідроенергетики в Україні / А.В. Яцик., В. А. Яцик, Т.О. Басюк // Гідроенергетика України. – 2011. – № 3-4. – С. 7-10.; **29. Assessment Report on Hydropower Generation in the Danube Basin** [Електронний ресурс] // Die Industriellenvereinigung. – Режим доступу: <https://www.icpdr.org/main/activities-projects/hydropower>. – Назва з екрану. **30. Canada:** [Електронний ресурс] / Small Hydro international gateway. – Режим доступу: <http://www.small-hydro.com/Past-Contributors-Pages/Canada.aspx>– Назва з екрану. **31. Frayssinet F.** Small Dams – from Heroes to Villains in Brazil : [Електронний ресурс] / F. Frayssinet // Inter press service. – Режим доступу: <http://www.ipsnews.net/2012/09/small-dams-from-heroes-to-villains-in-brazil/>– Назва з екрану. **32. Latvia Int. J. Hydropower and Dams 2008** // World Atlas and Ind. Guide. – 2008. – P. 184. **33. World Energy (2007) Survey of Energy Resources.** Hydropower. World Energy Council: London. pp.]

Коротка історія розвитку та сучасний стан малої гідроенергетики на рівнинних річках України

Ободовський О.Г., Рахматулліна Е.Р., Тимуляк Л.М.

Проведений ретроспективний аналіз розвитку малої гідроенергетики на рівнинній території України та визначені основні проблеми і перспективи гідроенергетичного будівництва. Проанлізовано досвід зарубіжних країн у сфері гідроенергетики, який може бути корисним для інтенсивного розвитку гідроенергетики нашої країни.

Ключові слова: гідроенергетика, мала ГЕС, історичний огляд.

Краткая история развития и современное состояние малой гидроэнергетики на равнинных реках Украины

Ободовский А.Г., Рахматуллина Э.Р., Тимуляк Л.Н.

Проведен ретроспективный анализ развития малой гидроэнергетики на равнинных реках Украины и определены основные проблемы и перспективы гидроэнергетического строительства. Проанализировали опыт зарубежных стран в сфере гидроэнергетического строительства, который может быть полезным для интенсивного развития гидроэнергетики нашей страны.

Ключевые слова: гидроэнергетика, малая ГЭС, исторический обзор.

The brief history of development and current state of small hydroenergetics on the lowland river of Ukraine

Obodovsky O.G., Rakhmatullina E.R., Tymulyak L.M.

In the article are presented the results of a retrospective analysis of small hydroenergetics on the flat territory of Ukraine and are defined the basic problems and prospects of hydroenergetic construction. Also there is analyzed the experience of foreign countries in the field of hydropower, what can be useful for intensive hydropower development in our country.

Keywords: hydropower, small hydropower plants, historical review.

Надійшла до редколегії 10.11.2016