

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Дослідження особливостей застосування міні-гідроелектростанцій в умовах Сумської області»

Виконав

(підпис)

Ількун А.А.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2301-2м

(Науковий) керівник:

(підпис)

Чепіжний А.В.
(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

«_____» _____ 202__ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ількун Артем Анатолійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. **Тема роботи:** Дослідження особливостей застосування міні-гідроелектростанцій в умовах Сумської області

керівник роботи: Чепіжний Андрій Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом по закладу вищої освіти від «26» 02 2024 р. № 572/ос

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи «11» 11 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи показники з роботи гідроелектростанцій, технічні характеристики обладнання, нормативні документи для проведення досліджень, стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
ВСТУП.

1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ.

2 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТИПІВ МІНІ-ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОБОТИ.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МІНІ-ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ УМОВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 15.08.2024 р.	
2	Складання плану роботи	до 23.08.2024 р.	
3	Написання вступу	до 26.08.2024 р.	
4	Підготовка розділу «Розділ 1»	до 28.08.2024 р.	
5	Підготовка розділу «Розділ 2»	до 16.09.2024 р.	
6	Підготовка розділу «Розділ 3»	до 14.10.2024 р.	
7	Підготовка розділу «Розділ 4»	до 21.10.2024 р.	
8	Написання висновків та пропозицій	до 28.10.2024 р.	
9	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 01.11.2024 р.	
10	Подання роботи на рецензування	до 05.11.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 12.11.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Ількун А.А.)

(прізвище, ініціали)

**(Науковий) керівник
дипломної роботи**

(підпис)

(Чепіжний А.В.)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Дослідження особливостей застосування міні-гідроелектростанцій в умовах Сумської області. Магістерська робота / Ількун Артем Анатолійович – Суми: СНАУ, 2024 р. – 40 с.

В роботі проведено аналіз особливостей організації малої гідроенергетики з наведенням перспектив її використання. Також проведено аналіз розвитку міні гідроелектростанцій в Україні.

Виконано аналіз основних типів міні-гідроелектростанцій з врахуванням особливостей їх будови та організації роботи. При цьому виконано аналіз загального потенціалу водних ресурсів Сумської області.

Визначено основні мінімальні параметри побудови гідроелектростанцій з розрахунком ефективності їх роботи в умовах Сумської області та вибором необхідного місця розташування.

В роботі також проведено аналіз заходів з організації охорони праці при виконанні робіт в енергетиці та виконано економічне обґрунтування будівництва міні-гідроелектростанції. По роботі наведені висновки та пропозиції.

Ключові слова: міні-гідроелектростанція, турбіна, потенціал, річка, русло, водосховище, верхній б'єф, нижній б'єф.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ.....	7
1.1 Аналіз основних перспектив використання малої гідроенергетики в Україні.....	7
1.2 Особливості розвитку міні-гідроелектростанції.....	10
Висновки до розділу.....	13
2 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТИПІВ МІНІ-ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОБОТИ.....	14
2.1 Особливості використання природного потенціалу ресурсів Сумської області.....	14
2.2 Особливості класифікації гідроелектростанцій та аналіз основного обладнання.....	19
Висновки до розділу.....	24
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МІНІ-ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ УМОВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	25
3.1 Особливості побудови міні-гідроелектростанцій.....	25
3.2 Данні по потенціалу річок Сумської області.....	27
3.3 Пропозиції по вибору місця для побудови міні-гідроелектростанції.....	29
Висновки до розділу.....	33
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	34
Висновки до розділу.....	35
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	36
Висновки до розділу.....	37
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	40

ВСТУП

Актуальність теми. Використання ВДЕ на сьогодні в умовах війни є швидкою можливістю енергозабезпечення різноманітних населених пунктів. При цьому одним з видів ВДЕ є фактично гідроенергетика. В цілому великі гідроелектростанції мають значні вимоги до розміщення та прив'язку до великої кількості водних ресурсів. Виходячи з цього основним місцем розміщення великих гідроелектростанцій є великі річки з утворенням доволі значних водосховищ.

Така тенденція з використанням великих гідроелектростанцій не може забезпечити електроенергією різноманітні віддалені регіони областей, в тому числі і Сумської області. Вирішення питання забезпечення віддалених регіонів може бути з використанням міні-гідроелектростанцій, що розташовуються на малих річках. Виходячи з цього використання різноманітних міні-гідроелектростанцій потребує визначення основних параметрів по їх ефективності використання та питань по вибору ділянок для їх побудови.

Необхідно зазначити, що використання міні-гідроелектростанцій в електричній мережі є більш ефективним порівняно з іншими джерелами ВДЕ. Так наприклад при порівнянні з СЕС, що мають фактично велику нестабільність по виробництві електроенергії, коливання виробітку електроенергії ГЕС є мінімальними та протягом року відбуваються лише за умови коливання рівня води.

Виходячи з цього, аналіз особливостей використання міні-гідроелектростанцій є доволі актуальним питанням та потребує проведення додаткових досліджень та визначення показників їх роботи в умовах Сумської області.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є аналіз особливостей використання міні-гідроелектростанцій на малих річках території Сумської області.

Для проведення дослідження нами пропонується вирішити наступні задачі:

1. Визначити основні передумови до використання міні-гідроелектростанцій.
2. Визначити основні параметри, що впливають на ефективність застосування міні-ГЕС.
3. Провести вибір основних схем гідроелектростанцій, що є актуальними для малих річок Сумської області.
4. Визначити основні параметри для вибору місць встановлення міні-гідроелектростанцій.

Об'єктом дослідження в роботі є можливість використання малих річок Сумської області для використання їх в малій гідроенергетиці.

Предметом дослідження в роботі є показники ефективності роботи міні-гідроелектростанцій, що можуть здійснювати виробіток електроенергії в мережу області.

Методи дослідження. Для проведення дослідження можна використовувати основні графічні та математичні методи аналізу. Також виконувались різноманітні методи аналітичного аналізу для визначення основних параметрів досліджень.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наданні основних параметрів для визначення ефективності використання міні-гідроелектростанцій для умов малих річок Сумської області.

1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

1.1 Аналіз основних перспектив використання малої гідроенергетики в Україні

Серед всіх видів гідроенергетики саме мала енергетика є найбільш розповсюдженою на території України. Саме вона дозволяє в повній мірі використовувати фактично весь потенціал малих річок.

Необхідно також зазначити, що і велика гідроенергетика добре розвинена в Україні саме на річці Дніпро є доволі потужні каскади ГЕС. Всі вони потребують значних затрат водних ресурсів. Мала гідроенергетика має інше спрямування. Вона здатна використовувати енергію навіть найменших річкових систем.

Виходячи з такої постановки, основними перевагами подібних гідроелектростанцій є невеликий обсяг робіт при їх будівництві та короткі строки проведення будівельних робіт. В результаті подібні дії дозволяють значно прискорити отримання прибутків від генерації електричної енергії та забезпечити мінімальний вплив на оточуюче середовище через фактично незначне затоплення русл річок. Ще однією перевагою є фактично їх близькість до кінцевого споживача.

Подібні технології в Світі сьогодні набирають значного розвитку та можуть бути використані для посилення енергетики різних регіонів, навіть маловідлюднених. При цьому в світі вартість 1кВт потужності при будівництві малої гідроелектростанції максимально коштує 2500 \$.

Розвиток малої гідроенергетики є фактично довгостроковою перспективою з рядом значних переваг. При цьому спостерігається значно більш ефективне використання енергії водних ресурсів регіону. В Україні сьогодні малі гідроелектростанції в значній мірі поступаються великим гідроелектростанціям. При цьому спостерігається постійний інтерес до них з різних питань, в тому числі і з боку утримання водних ресурсів в руслах річок.

При цьому вирішення питання побудови малої ГЕС доступне навіть місцевому бюджету.

Сьогодні фактично не існує поняття малої гідроелектростанції, але більшість країн світу орієнтується на незначні їх параметри по потужності. При цьому на ринку обладнання, що може бути використано для малих гідроелектростанцій є доволі велика кількість, а отже воно може бути використане для створення будь якої конфігурації.

Відповідно до нормативних документів експлуатація малих ГЕС можлива фактично до 50 років. При цьому більшість малих гідроелектростанцій на території України мають значно більший термін експлуатації, адже будувались фактично за радянської влади.

Необхідно зазначити, що сьогодні спостерігається значне зниження рівнів води в різних регіонах та пересихання річок, озер та інших водних ресурсів. Виходячи з такої проблематики бачимо, що мала гідроенергетика до 2030 року фактично в світі може понизитись до критичного рівня та не мати значного потенціалу потужностей. Хоча в протипагу даній тенденції необхідно зауважити, що планах світового розвитку малої енергетики існує тенденція до значного росту виробітку електроенергії від ГЕС, що прогнозовано може дорівнювати 2% від загальносвітового виробництва електроенергії. Для порівняння 2% світового ринку енергетики це на сьогодні фактично 780 ТВт·год. А отже мала гідроенергетика все ж залишається певного роду перспективною для генерування енергії хоч і розосередженої.

Для першочергового аналізу необхідною умовою є визначення потенціалу України по рівню забезпечення річковим потенціалом. Так загальний показник для нашої країни відповідно до малих річок становить фактично 28 % від загального потенціалу гідроенергетики для водних ресурсів в Україні.

Для прикладу пропонується провести аналіз потенціалу гідроенергетики України та навести його на рисунку 1.1.

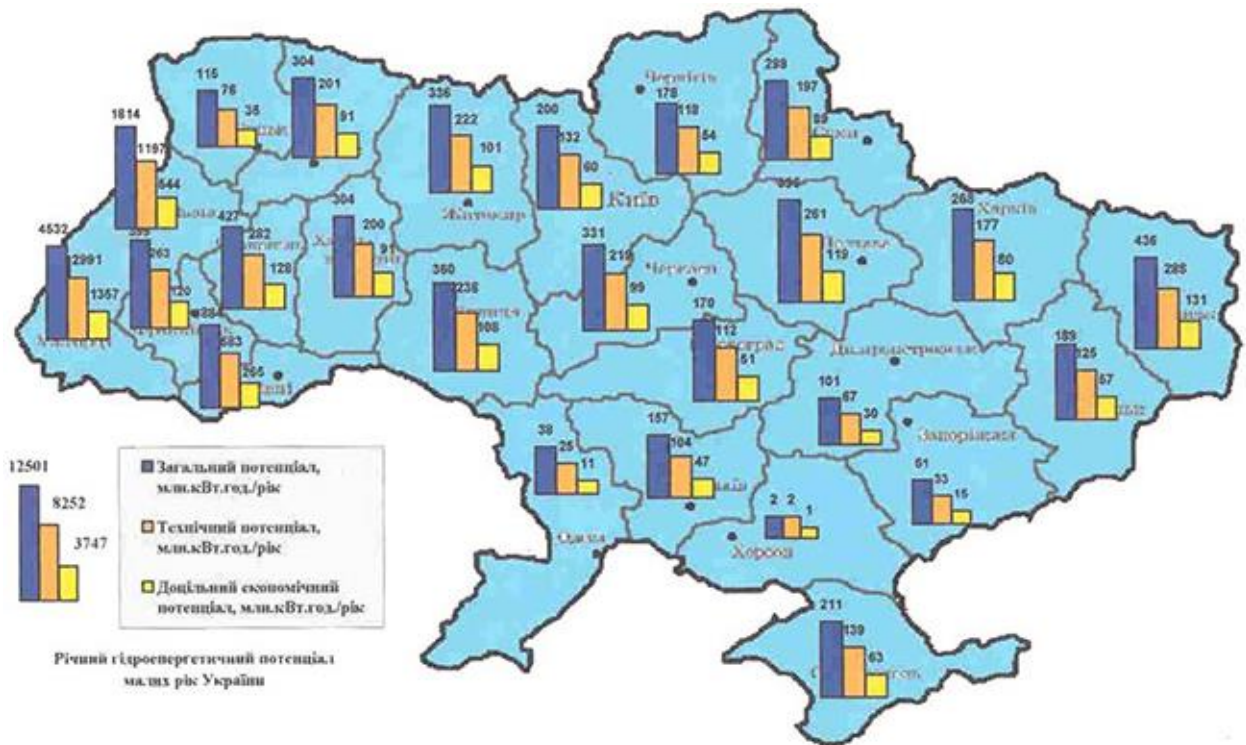


Рисунок 1.1 – Величина гідроенергетичного потенціалу України

Виходячи з загального аналізу необхідно зауважити, що Україна доволі гарно забезпечена в плані потенціалу річок, а отже виникає можливість певного зменшення навантаження на паливно-енергетичний комплекс з подальшою економією паливних ресурсів.

Сумська область фактично в достатній мірі забезпечена необхідними гідроресурсами. Сумська область є доволі багатою на різноманітні річки та різноманітні водойми. При цьому загальна кількість різноманітних річок на території нашої області становить фактично 1500 шт. Загальна їх протяжність складає 4800 км. Але необхідно сказати, що не всі дані річки в сьогоденних умовах є повноводними, більшість з них фактично вже перетворились в струмки та можуть пересихати в жаркі періоди. Найбільшими в області є Десна, Сейм, Ворскла та Псел. При цьому для гідроенергетики фактично використовується лише одна річка Псел де встановлено три різні за потужністю міні-ГЕС.

1.2 Особливості розвитку міні-гідроелектростанції

На сьогодні в світі спостерігається значний розвиток малої гідроенергетики, при цьому як зазначалось вище вона все ж таки є доволі ефективною у використанні для виконання виробітку електроенергії. На сьогодні в світі спостерігається доволі цікава інформація відповідно до техніко-економічних показників та показників прогнозування для даної галузі. Дані показники наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Загальновітові показники розвитку малої гідроенергетики

Технічні показники	Мікро-ГЕС (до 1МВт)	Міні-ГЕС (1-10МВт)	Інші ГЕС (> 10 МВт)
ККД турбіни, %	92	92	92
Термін будівник, місяці	6-10	10-18	18-96
Термін експлуатації ГЕС, років	100	100	100
Коефіцієнт використання встановленої потужності, %	50-60	34-56	34-56
Коефіцієнт навантаження ГЕС	98	98	98
Вплив на навколишнє середовище			
Викиди вуглекислого газу та інших типів газів	не суттєвий	не суттєвий	не суттєвий

Виходячи з даних таблиці бачимо, що в світі існує розподіл ГЕС на три фактично типи. Першим типом є мікро-гідроелектростанції з дуже малим виробництвом електроенергії, що фактично не здатне забезпечувати велике виробництво чи передаватись на великі відстані. Наступною групою є міні-гідроелектростанції що фактично є найбільш розповсюдженими адже вони використовуються доволі широко в гідроенергетиці.

Найбільш потужну групу становить гідроелектростанції великої гідроенергетики, що має доволі великі потужності фактично більше 10 МВт. При цьому дані ГЕС розташовуються фактично в місцях де є великі та потужні річкові системи.

Необхідно також зазначити, що більшість гідроелектростанцій мають доволі великий термін експлуатації, що фактично складає до 100 років. Але ще один показник є доволі цікавим. Це коефіцієнт, що враховує використання

встановленої потужності. Для мікро-ГЕС він є фактично самим найвищим порівняно з іншими типами гідроелектростанцій.

Виходячи з таких показників необхідно зауважити, що більшість даних параметрів для гідроелектростанцій працюють на користь країн, що розвиваються. При цьому маючи невеликі вартісні показники побудови гідроелектростанцій можливо виконати електрифікацію необхідного об'єкта.

Виходячи з такого техніко-економічного розвитку та перспектив застосування гідроелектростанцій можна провести аналіз основних їх переваг та недоліків. При цьому доцільно розглядати переваги та недоліки лише для міні- та мікро-гідроелектростанцій.

Основні переваги наводились протягом всього розділу, але необхідно зазначити, що значної переваги подібні ГЕС отримують через особливості та можливість забезпечувати енергетикою найбільш віддалені місця, а також підвищувати загальну безпеку регіону їх розташування.

Додатково необхідно враховувати в якості переваги, що при цьому не споживається доволі велика кількість традиційного палива для підтримання загальних показників в електричній мережі. Ще однією перевагою даного об'єкта є те, що вони не потребують значних зусиль на будівництво та великих капіталовкладень, а отже в результаті вони доволі швидко окупаються.

Серед ще одного значного плюсу даних ГЕС є уніфікація всього обладнання, а отже проведення будь яких робіт по обслуговуванню чи навіть заміні гідромеханічного чи електричного обладнання полегшуються в рази.

До недоліків даного типу енергетики є те, що фактично від ефективності та безперервності роботи гідроелектростанцій залежить якість живлення основних споживачів регіону. Це виникає доволі часто через те, що до даних споживачів електропостачання від традиційних джерел енергії виконати дещо проблемно, а отже і забезпечити якість електроенергії теж складно. Це є основним недоліком в використанні міні- та мікро-гідроелектростанцій.

Додатковим недоліком є можливість руйнування греблі гідроелектростанції особливо в періоди весняного льодоходу. Також руйнування можуть виникати в результаті різкого перевищення рівня води.

Але різке перевищення рівня води для гідроелектростанцій не має значного впливу на них і основною причиною залишається лід. Виходячи з цього на кожній з дамб гідроелектростанцій виконується спостереження за рівнем води та льодоутворенням. Це необхідно для вчасного реагування та вирішення питань по безпекових ситуаціях з дамбами. Необхідно сказати, що в Сумській області виконується одночасне узгодження роботи трьох гідроелектростанцій для забезпечення якісної їх роботи та підтримання необхідного рівня води.

Ще однією доволі значною проблемою використання ГЕС малої потужності є сезонність виробництва електроенергії. Так в жаркі літні періоди коли немає дощів спостерігається спад рівня води в річках, а отже і спостерігається відповідно спад виробітку електроенергії. В зимові місяці спад рівня води відбувається через промерзання води на значних площах, а отже дана доволі велика кількість води не може бути використана для генерування електроенергії.

Весною, коли відбувається танення льоду та снігів рівень води значно підвищується з подальшим підвищенням відповідно і рівня виробітку електроенергії. Але використати всю енергію води в дані періоди фактично неможливо адже її потрібно десь утримувати, що може призвести до втрати платини. Виходячи з цього виконують відповідні регулювання рівня води перед платиною, що знижує ефективність роботи гідроелектростанції. Для вирішення подібних проблем доволі часто використовують різного роду каскади з гідроелектростанцій, що дозволяють максимально ефективно використовувати потік води в подібні періоди. А отже подібні зміни виробітку електроенергії є також доволі значним недоліком.

В більшості країн світу існує певне зауваження, що пов'язується фактично з малою проінформованістю відносно до малої гідроенергетики в якості джерел енергії. При цьому доволі широкого розвитку та розголосу

набирають сонячні електростанції, які на наш погляд в порівнянні з гідроенергетикою не йдуть в порівняння.

Сонячні електростанції мають фактично щоденний пік в виробітку електроенергії, а відповідно вночі виробіток електроенергії повністю відсутній. Гідроелектростанції фактично мають коливання по виробітку лише в певні періоди року. при цьому в нічний час здатні виробляти не меншу кількість електроенергії ніж в денний період часу.

Висновки до розділу

Виходячи з проведеного аналізу бачимо, що гідроелектростанції малих потужностей мають ряд переваг порівняно з іншими джерелами ВДЕ. При цьому потенціал загального забезпечення гідроенергетики водними ресурсами дає можливість забезпечення сталого розвитку даної галузі в Сумській області. При цьому не достатня проінформованість споживачі в перевагах використання гідроелектростанцій невеликих потужностей не сприяє їх розвитку в Сумському регіоні. При цьому необхідно враховувати, що гідроелектростанції серед великої кількості розосереджених джерел енергії володіють доволі гарними показниками виробництва електроенергії протягом доби, місяця та року.

2 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТИПІВ МІНІ-ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОБОТИ

2.1 Особливості використання природного потенціалу ресурсів Сумської області

Для визначення особливостей потенціалу конкретної річки необхідною умовою є використання для розрахунку її параметрів та значень теоретичного потенціалу. Загальному випадку аналіз показників використання річки залежить певних її параметрів, що наведені на рисунку 2.1.

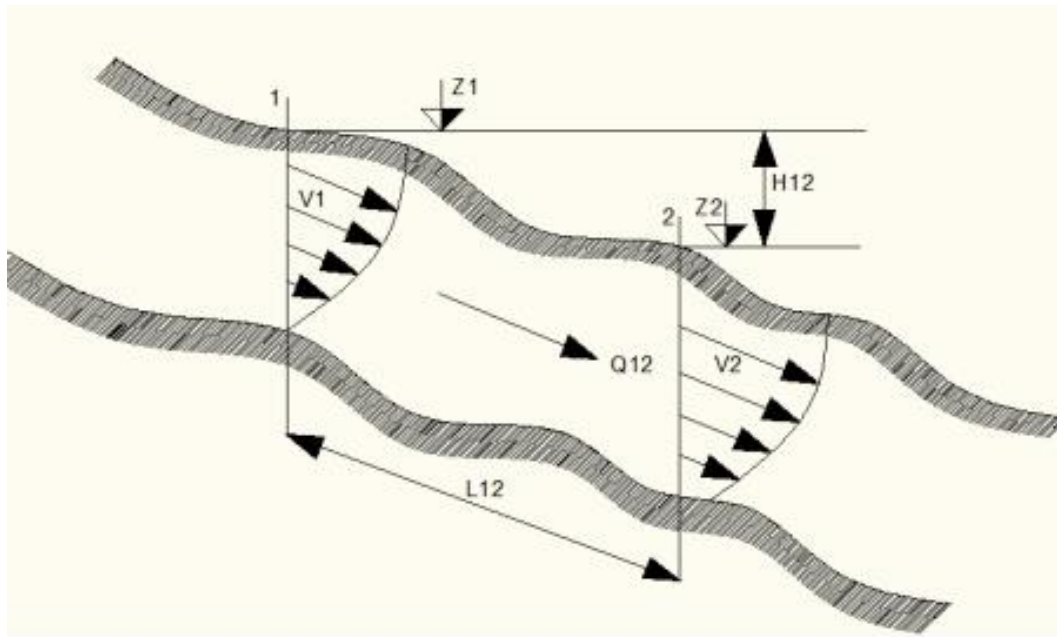


Рисунок 2.1 – Схема розрахунку потенціалу річки в гідроенергетиці

Для проведення визначення особливостей та можливостей застосування гідроенергетики для річки необхідно визначити величину потенційної енергії її потоку:

$$E_{12} = \rho g W (\nabla z_1 - \nabla z_2) = \rho g W H_{12} \quad (2.1)$$

де ρ – величина що характеризує щільність рідини;

g – значення прискорення для вільного падіння;

W – загальне значення об'єму води;

H_{12} – значення питомої потенційної енергії для загального потоку русла річки;

Для визначення значення середнього по величині потоку необхідно використати рівняння:

$$N_{12} = \frac{E_{12}}{T} = \rho g \frac{W}{T} H_{12} = \rho g Q_{12} H_{12} \quad (2.2)$$

При врахуванні основних даних та особливостей переводу величин в систему СІ отримаємо:

$$N_{12} = 9,81 H_{12} Q_{12} \quad (2.3)$$

Основною особливістю даної формули є врахування того, що витрати води по всій величині русла є однаковими. А отже виникає необхідність в визначенні певних середніх значень:

$$Q_{12} = 0,5(Q_1 + Q_2) \quad (2.4)$$

При розрахунку висоти загального потоку води необхідною умовою є використання повздовжнього значення профілю та поперечного його значення.

Для проведення розрахунків витрати води необхідно зазначити, що дані показники мають певний випадковий характер протягом проміжку часу. А отже необхідною умовою є введення в формулу додаткових величин. В результаті отримуємо рівняння:

$$Q_j = m_j F_j 10^{-3} \quad (2.5)$$

Необхідно також враховувати, що при проведенні розрахунків деякі данні можуть бути відсутні, а отже можуть знадобитись додаткове

використання різноманітних методів аналіз гідрозабезпечення, що пов'язані з різного роду замірами на місцевості.

Для виконання подібного роду замірів початковим етапом є використання побудови основної схеми для реалізації проекту гідроелектростанції на руслі річки. Схема для проведення визначення потенціалу річки при відсутності даних для розрахунку наведена на рисунку 2.2.

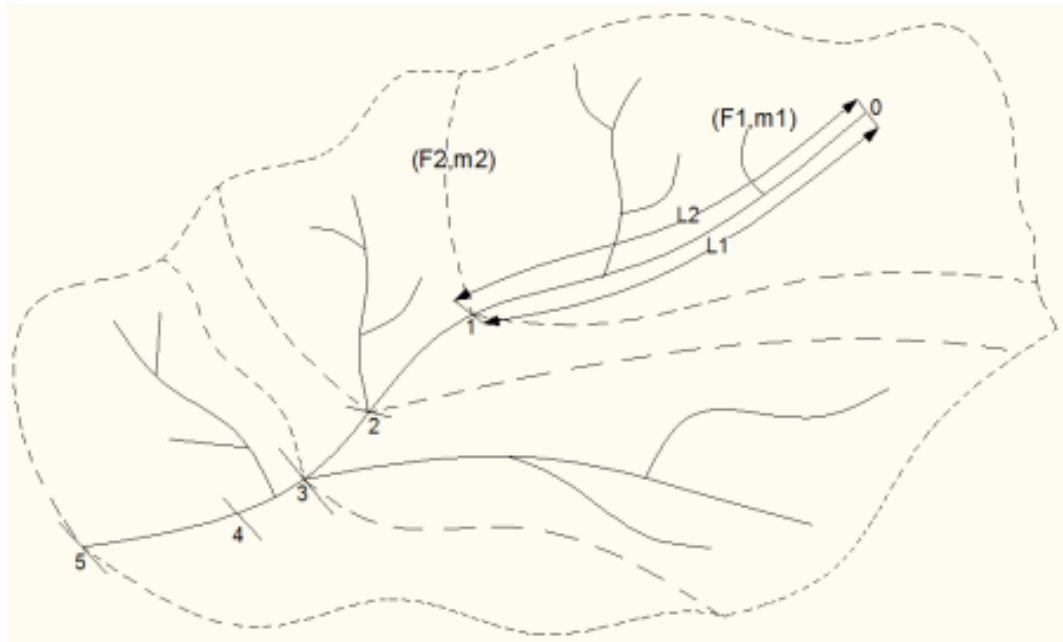


Рисунок 2.2 – Схема для проведення моделювання потенціалу річки для побудови гідроелектростанції

Виходячи з рисунку 2.2 можна проаналізувати будь яку річку Сумської області та в кінцевому етапі скласти її загальну схему з необхідними даними для проведення розрахунку.

Першочерговим етапом є визначення основних притоків до першочергової річки та визначення місць їх приєднання. На загальній схемі виконується позначення основних місць де можливо виконати розміщення загального розміщення різних гідроелектростанцій, що в результаті утворюватимуть їх каскади.

Другим етапом є визначення ділянки яка буде слугувати в якості певного водосховища. Додатково на даному етапі визначаються з загальною

ефективністю використання водних ресурсів та визначаються з геодезичними замірами та визначенням ключових висот.

При цьому необхідною умовою використання русла річки є можливість побудови нового русла. Це потрібно для того, щоб уникнути затоплення будівельного майданчика. В основному подібний вибір для розташування гідроелектростанції виконують на значних поворотах річки, де в результаті зміни русла отримуємо певний показник з прямою ділянкою.

В результаті наступним кроком проводять визначення рівня по забезпеченості витрати потоку води в річці відповідно до формули:

$$p = 1 - F(x) \quad (2.6)$$

де $F(x)$ – функція виконання розподілу потоку по руслу річки.

Після проведення даних розрахунків виконують аналіз особливостей річки в залежності від її вертикального профілю по її довжині. В більшості випадків можна скористатись різного роду аерокосмічними знімками, що можна отримати в результаті навіть аналізу гугл карт. Так приклад визначення величини вертикального профілю річки наведено на рисунку 2.3.

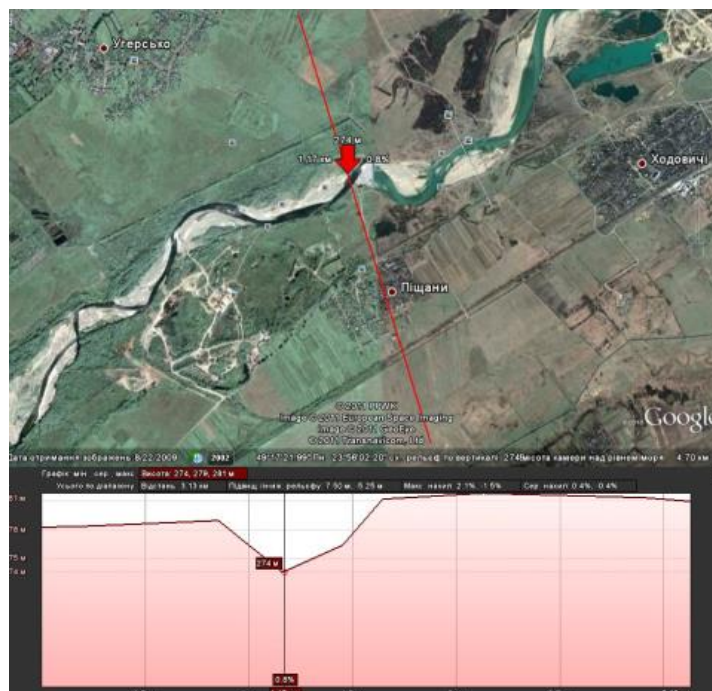


Рисунок 2.3 – Приклад визначення величини вертикального профілю річки з використанням гугл карт

Іншим показником проведення аналізу річки на можливість використання гідроенергетики є аналіз річки по загальній її довжині. При цьому проводиться визначення точок на руслі річки з визначенням їх висоти над рівнем моря.

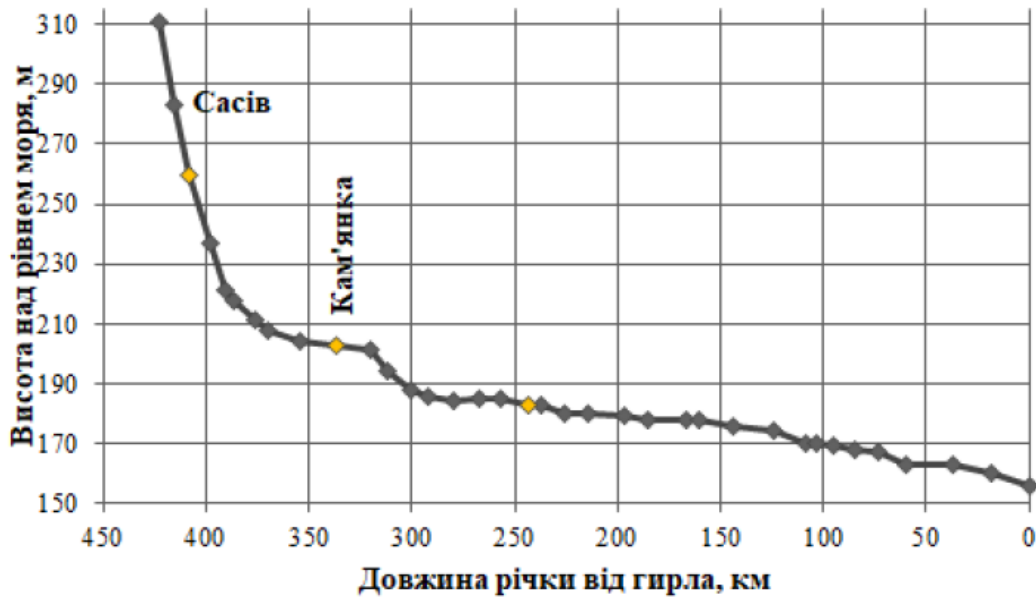


Рисунок 2.4 – Схема аналізу річки для побудови її вертикального профілю по довжині

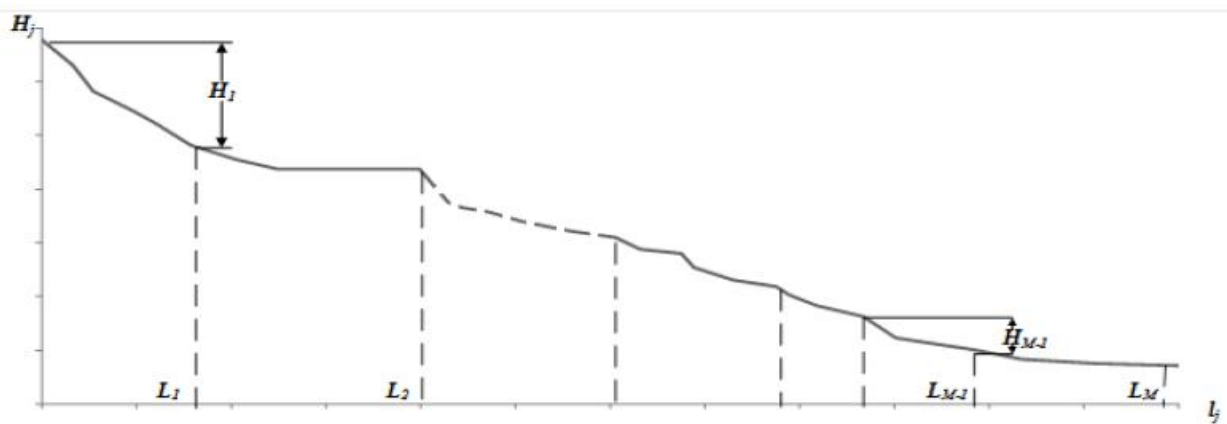


Рисунок 2.5 – Схема виконання позначень необхідних координат при аналізі профілю річки

В результаті проведення аналізу на графік вертикального профілю можна визначити основні місця для виконання встановлення гідроелектростанцій. При цьому додатково на даний графік наносяться місця розташування різноманітних населених пунктів.

Так аналізуючи даний приклад графіку можна сказати, що від витоків річки спостерігається значна зміна висот. При цьому один з населених пунктів, що знаходиться на даній ділянці не може бути забезпечений енергією від гідроелектростанції адже на даній ділянці не можна використовувати водосховище.

Більш краща ситуація спостерігається у наступного населеного пункту, де є певний ступінчастий перепад висот, а отже можна побудувати гідроелектростанцією та виконати відповідне забезпечення водосховища.

При плавній зміні висоти наді рівнем моря кожної з точок річки отримуємо також можливість встановлення міні-гідроелектростанцій з невеликою висотою перепаду води.

На більш крутих схилах можуть бути встановлені високо напірні гідроелектростанції. При цьому використання їх на території Сумської області не можливо адже перепад висот річок є доволі невеликим. Тож в результаті аналізу необхідно зауважити, що можна використовувати фактично гідроелектростанції низького напору.

Результатом подібного аналізу є отримання схеми (рис. 2.5), що вказує на основні координати розміщення елементів гідроелектростанції. Далі отримані координати та всі необхідні величини вкладаються в математичну модель проведення аналізу роботи ефективності гідроелектростанції на даній ділянці місцевості.

2.2 Особливості класифікації гідроелектростанцій та аналіз основного обладнання

Станом на сьогодні прийнято загальну класифікацію, що полягає фактично в розподілі їх по потужностях. Найбільш потужними є електростанції, що виробляють більше 1000 МВт електроенергії. При цьому гідроелектростанції з малою потужністю виробляють фактично менше 30 МВт потужності. Середні гідроелектростанції виробляють потужність в межах від 30 до 1000 МВт.

Враховуючи подібний розподіл фактично вся мала енергетика не входить навіть в електростанції малої потужності. Виходячи з цього отримуємо певну їх окрему категорію, яка була описана нами в попередньому розділі.

Також гідроелектростанції класифікують за типами напорів на наступні типи:

- високо напірні з висотою рівня води понад 60 м;
- середнього напору з висотою рівня води від 25 м;
- низького напору з висотою рівня води від 3 м.

Необхідно зазначити, що використання високонапірних та середньонапірних гідроелектростанцій фактично можливо лише в гірських регіонах, а отже використання їх в межах Сумської області є неможливим.

На сьогоднішній день всі електростанції з використанням енергії води класифікуються та поділяються за показниками, що наведено в таблиці 2.1.

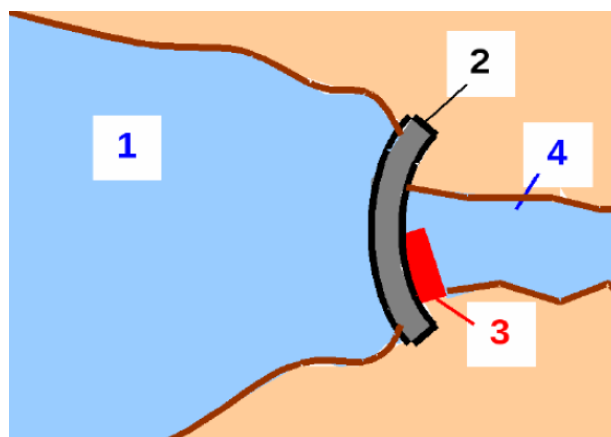
Таблиця 2.1 – Загальна існуюча класифікація всіх видів гідроелектростанцій

Особливість	Тип	Характеристик	Застосування
1	2	3	4
Спосіб створення напору	Ріслові	Напір води створюється за рахунок побудованої греблі, яка повністю перегороджує річку	Рівнинні та великі гірські річки
	Пригреблеві	Високонапірні станції	Великі рівнинні річки
	Дериваційні	Напір води створюється за рахунок напірної чи безнапірної деривації (відведення води від русла річки по каналу або системі водовідводів)	Гірські річки
Величина напору	Низьконапірні до 20 м	Низьконапірний русловий гідровузел передбачає створення ГЕС з напором водив кілька метрів водосховище якої зазвичай обмежується зоною природного затоплення заплави при сильних паводках	Невеликі за водністю рівнинні та невеликі гірські річки
	Середньонапірні від 20 до 70 м	Середня величина напору води створюється за рахунок греблі	Великі рівнинні та невеликі гірські річки
	Високонапірні від 70 до 200 м і вище	Високий напір створюється завдяки природному перепаду або завдяки природному перепаду або завдяки будівництву греблі чи каналу	Великі гірські річки (водойми)

1	2	3	4
Встановлена потужність	Потужність ГЕС від 25 МВт і більше	Потужні гідроелектростанції мають, як правило, дуже великі розміри, і виробляють більше 25 МВт (50 МВт) потужності. Створення напору здійснюється за рахунок будівництва великих гребель	Великі гірські річки
	Середні ГЕС до 25 МВт	Середні по потужності ГЕС виробляють від 10 до 25 МВт (50 МВт) енергії	Великі рівнинні та невеликі гірські річки
	Малі ГЕС до 10 МВт	Малі ГЕС розрізняються за потужністю. Згідно з сучасною міжнародною класифікацією за нормативом ООН, до МГЕС відносяться гідроелектростанції потужністю від 1 до 10 МВт (30 МВт) до міні-ГЕС – від 100 до 1000 кВт, до мікро-ГЕС – не більше 100 кВт	Невеликі рівнинні ріки з малим уклоном та малі гірські річки

Відповідно до даної класифікації можна проводити аналіз будь-яких ГЕС, а також враховувати дану інформацію на етапі будівництва гідроелектростанцій різної потужності.

Виходячи з рівнинного рельєфу Сумської області необхідно сказати, що найбільш ефективними в плані використання на цій території є саме руслові гідроелектростанції малої потужності з низьким напором потоку води. Основною особливістю даного типу міні-гідроелектростанцій розглянуто на рисунку 2.6.

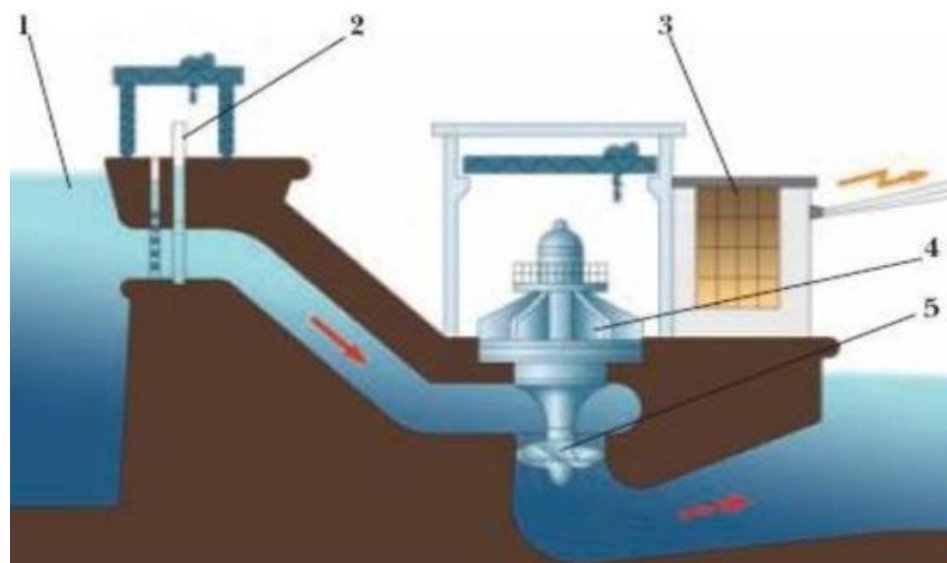


1 – зона водосховища; 2 – гребля; 3 – машинний зал міні-гідроелектростанції; 4 – водоскидне русло

Рисунок 2.6 – Загальна схема руслової міні-гідроелектростанції

Як видно з даної схеми конструкція гідроелектростанції даного типу є доволі простою та не потребує значних капіталовкладень в проведення робіт. Додатково не планується наводити схеми інших типів гідроелектростанцій адже вони фактично повністю не можуть бути застосовані на території Сумської області.

Також необхідно сказати, що в основному в гідроелектростанціях зустрічаються пригреблевий тип гідроелектростанцій. Для подальшого аналізу пропонується навести основну схему її будови та виконати коротенький опис її роботи (рис. 2.7).



1 – водосховище; 2 – гідравлічний запір; 3 – підстанція трансформаторна; 4 – генератор; 5 – турбіна гідроелектростанції

Рисунок 2.7 – Загальний принцип будови пригреблевої гідроелектростанції

Отже як видно з рисунку 2.7 подібні гідроелектростанції працюють наступним чином. Потік води подається з водосховища по каналу до турбіни. За рахунок певного перепаду висоти в каналі виникає розгін потоку до певної швидкості, що прискорює обертання турбіни загалом. Відпрацьована вода виходить з турбінного простору та направляється до водоскидного русла де і продовжує подальший рух.

№ п/п	Тип гідротурбіни	Зовнішній вигляд	Основні показники	Характеристика
1	Томсон (пропелерна)		Напір: 6 ... 150 м Вихідна потужність: 15 кВт ... 4 МВт Виконання турбіни горизонтальне	Турбіна має найвищу швидкохідність серед всіх типів турбін. Це дозволяє при малих швидкостях потоку отримувати більш високу швидкість обертання. Високі обороти турбіни в свою чергу дозволяють застосовувати більш швидкохідні, а значить, більш легкі і дешеві електрогенератори або зменшувати витрати на передавальні пристрої (редуктори або ремінні системи передач). Турбіни застосовують при найнижчих напорах, коли швидкості потоку невеликі.
2	Каплан (поворотно-лопатева)		Напір: 7 ... 40 м Вихідна потужність: 600 кВт ... 2 МВт Виконання турбіни вертикальне	Лопаті в турбіні можуть виготовлятися, як фіксованими, так і поворотними. У першому випадку лопаті нерухомо закріплені під обраним кутом, відповідним робочим тискам і оптимальним навантаженням генератора. Поворотні лопаті виправдано застосовувати у великих турбінах при значних коливаннях напору і роботі генератора в умовах зі змінним навантаженням. За допомогою поворотних лопатей можна підтримувати незмінну частоту обертання робочого колеса і частоту вироблення напруги в генераторах.
3	Френсіс (радіально-осьова)		Напір: 30 ... 200 м Вихідна потужність: 250 кВт ... 2.5 МВт Виготовляються в вертикальному і горизонтальному виконаннях	Вода на робоче колесо радіально-осьової турбіни надходить із зовнішнього боку колеса і рухається по радіусу до центру турбіни. Пройшовши між лопаттями складної просторової зігнутої форми, вода віддає енергію ротору, примушуючи його обертатися.
4	Пельтон (ковшова)		Напір: 40 ... 700 м Вихідна потужність: 30 кВт ... 4 МВт Виготовляються в вертикальному і горизонтальному виконаннях	Цей тип турбін застосовують при великих напорах. Напірний трубопровід заходить до будівлі гідроелектростанції і закінчується соплом, що направляють струмінь на робоче колесо турбіни. Струмień води, що вилітає з сопла, прокочується по увігнутій поверхні ковша і змінює напрямку свого руху на протилежне.
5	Тюрго (похило-струменева)		Напір: 35 ... 130 м Вихідна потужність: 30 кВт ... 2 МВт Виготовляються в вертикальному і горизонтальному виконаннях	Це активна турбіна, відома як турбіна Банкі-Мічелла (Banki-Michell), застосовується в більш широкому діапазоні напорів, ніж у турбін Каплана, Френсіса і Пельтона. Вода в турбіну підводиться до робочого колеса голчастим соплом. Робоче колесо має велике число лопатей, що змінюють напрямку руху струменів, що на них натікають, і викидаються з сопла під кутом до осі обертання колеса.
6	Банкі (дворазова)		Напір: 6 ... 15 м Вихідна потужність: 1 кВт ... 15 кВт Виконання турбіни горизонтальне	Активна турбіна поперечно-струменевої течії. Особливість: подвійне перетворення енергії, яке відбувається під час «попадання» води на лопаті на вході і виході з полого ротора. Використання двох робочих фаз не забезпечує ніякої переваги за винятком того, що це дуже ефективний і простий спосіб відведення води з ротора.

Рисунок 2.8 – Схеми та основні перспективи використання турбін

Лопаті гідротурбіни обертаючись від потоку води передають своє обертання до генератора, що виробляє електроенергію. необхідно зазначити, що кількість генераторів може значно коливатись в кількісних їх показниках. Нами розглянуто роботу одного генераторного блоку.

При цьому для регулювання потужності потоку води використовуються відповідні заслінки, що обмежують потрапляння потоку в турбінний простір. За допомогою даної заслінки також виконується відключення генераторної установки з роботи.

Наступним доволі важливим параметром при виконанні аналізу можливостей застосування міні-гідроелектростанцій є використання їх турбінних агрегатів. Сьогодні існує доволі велика їх кількість та різновиди. Враховуючи конструктивні особливості можна виконати аналіз можливих сфер їх застосування в міні гідроенергетиці. Так основні типи гідравлічних турбін наведено на рисунку 2.8.

На рисунку 2.8 наведено основні типи турбін, що перетворюють енергію отриману від потоку води на механічну енергію з подальшою її передачею до гідрогенераторів.

Необхідно зазначити, що гідроелектростанції також додатково мають доволі великий перелік додаткового обладнання, що фактично забезпечує роботу ефективну основних її елементів.

Висновки до розділу

Проведений аналіз основних можливостей використання річок Сумської області дозволяє провести аналіз кожної з них на можливість використання її під малу гідроенергетику. При цьому необхідною умовою є визначення основних параметрів річки, водного потоку та її геодезичних даних. Фактично для аналізу може бути недостатньо певних величин а отже їх необхідно визначати вже на місці при побудові гідроелектростанції. Вибір розміру гідроелектростанції в знаній мірі залежить від об'єму води, яку можна накопичити в руслі при створенні водосховища.

Сумська область багата на річки але в гідроенергетиці сьогодні задіяна лише річка Псел. При врахуванні особливостей побудови міні-гідроелектростанцій потрібно враховувати і особливості скидання виробленої електроенергії, а отже при аналізі обов'язково потрібно враховувати розташування населених пунктів поблизу ГЕС.

Вибір різноманітного обладнання для побудови гідроелектростанції виконується в залежності від потрібних параметрів для виробітку електроенергії та особливостей влаштування міні-гідроелектростанцій.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МІНІ-ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ УМОВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Особливості побудови міні-гідроелектростанцій

За умови необхідності побудови міні-гідроелектростанцій, що мають в своїй будові гідроагрегати режим роботи, що є ефективним для електропостачання певного об'єкту повинен забезпечуватись узгодженою роботою декількох агрегатів. При цьому в більшості літературних джерел вказується мінімально рекомендована їх кількість 3 агрегати. Така кількість обґрунтована тим, що при необхідності проведення операцій з обслуговування робочих турбін в роботу завжди може бути запущено фактично дві турбіни. При цьому не втрачається якісні показники електроенергії та не падає до значних меж величина напруги.

Так для виконання подібного регулювання в більшості випадків використовують діаграму по використанню води в потоці річки (рис. 3.1).

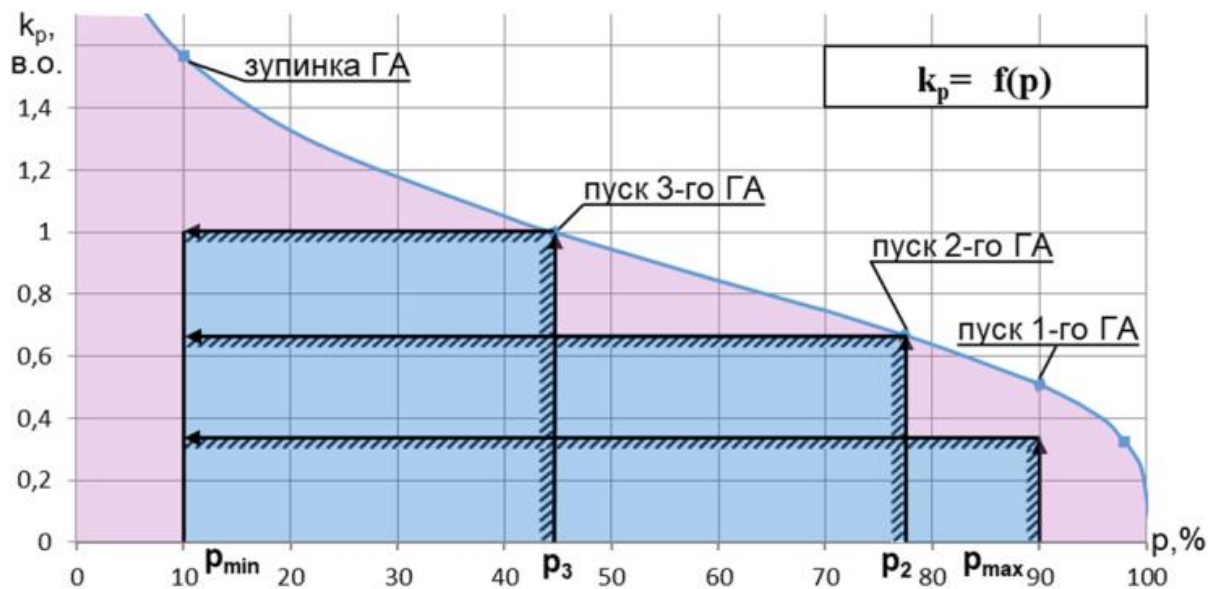


Рисунок 3.1 – Діаграма витрати води в потоці річки при встановленні міні-гідроелектростанції

За основний принцип для забезпечення операцій з регулювання потужності міні-гідроелектростанції потрібно використовувати фактично два

агрегати мінімум. При цьому в каскаді гідроелектростанцій на річці Псел спостерігається зменшення кількості машинних агрегатів з 3 до 2.

Для забезпечення основної роботи гідроелектростанції необхідно забезпечити виконання умов по потоковості води, що дозволяє виконати запуск в роботу всіх основних агрегатів.

В результаті проведення аналізу можна сказати, що в загальному випадку вся витрата потоку води описується фактично одним рівнянням:

$$k_p = f(p) \quad (3.1)$$

Застосування даного рівняння носить фактично ймовірнісний характер, а отже потребує використання додатково внесення в рівняння додаткових даних, що описані в розділі 2.

Особливістю роботи даної схеми є, те що запуск агрегатів здійснюється ступінчасто, а отже не має значного впливу на потоки води в річці. При пуску першого агрегату спостерігається певного роду падіння рівня води в водосховищі.

Після певної стабілізації загального рівня води та при наявності води в водосховищі більше 75% виконують запуск другого агрегату. При цьому необхідно враховувати певний ймовірнісний фактор надходження води до водосховища та підтримання її на необхідному рівні.

Наступний пуск третього агрегату, з величиною ймовірності в 40%. За умови недостатнього рівня води пуск кожного наступного агрегату стає фактично неможливим.

При роботі одразу трьох агрегатів скидання води через платину фактично не здійснюється, а направляється до виконання роботи в турбіни.

Зупинка турбінний агрегатів одночасно фактично не виконується ніколи, адже за значного рівня води її потрібно скидати в холосту. За умови пониження рівня води виникає необхідність у відключенні агрегатів. При цьому відключення агрегатів виконується також ступнево з дотриманням

необхідного рівня води в водосховищі. Виходячи з цього процес генерації електроенергії проходить в зоні від 10 до 90 % при виконанні забезпечення втрат води в водосховищі. Таким чином виконується фактично регулювання потужності міні-гідроелектростанції за параметром стоку води з водосховища до нижнього б'єфу.

3.2 Данні по потенціалу річок Сумської області

Як зазначалось в попередніх розділах при формуванні особливостей використання міні-ГЕС є визначення основних їх показників. Так на сьогодні існує фактично розбивка території України на гідрологічні зони (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Загальний поділ на гідрологічні зони

Виходячи з цього розподілу Сумська область належить до Лівобережно-Дніпровської зони до якої входять фактично 16 основних річок. Це фактично ті річки на яких можна впроваджувати використання міні-енергетики.

На території Сумської області фактично основною річкою, що може забезпечувати застосування гідроенергетики є Псел. Так її основні характеристики з точки зору гідроенергетики наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика річки Псел з точки зору гідрології

Річка – пункт	Басейн	Площа водозбору, км ²	відстань від гирла, км	Середня багаторічна витрата води, м ³ /с	Середній річний модуль стоку, л/с·км ²
Псел - Суми	Дніпро (лівий берег)	7770	478	23,8	3,06

Отже як видно з даних таблиці спостерігається доволі непогані показники по річці Псел. Додатково також слід зазначити, що інші річки подібні річці Псел є проблемними в розміщенні гідроелектростанцій на їх території адже облаштування їх буде значно дорожчим та всі вони доволі швидко виходять за межі області.

При цьому використання гідроенергетичного ресурсу даної річки є доволі конкурентним порівняно з іншими малими річками України в цілому. Так в таблиці 3.2 нами розглянуто основні показники гідроенергетичного ресурсу річки Псел.

Таблиця 3.2 – Гідроенергетичні показники річки Псел

Гідрологічна зона	Перепад висоти вертикального профілю, м	Природний потенціал, млн. кВт·год/рік	Коефіцієнт використання гідроенергетичного ресурсу річки
Лівобережно-Дніпровська	73	108,48	0,11

Виходячи з проведеного аналізу бачимо, що річка Псел має гарний для проведення влаштування гідроелектростанцій перепад висот, а отже дозволяє фактично на невеликій ділянці виконати встановлення трьох гідроелектростанцій різної потужності. Хоча перепад висот в порівнянні з іншими річками є доволі незначний.

3.3 Пропозиції по вибору місця для побудови міні-гідроелектростанції

Для виконання вибору потрібного місця для побудови міні-гідроелектростанції необхідно брати до уваги основні їх принципи та підходи до побудови. Додатковим фактором є врахування різного роду зв'язків між різними критеріями при виконанні вибору. Перелік основних факторів для організації питання пошуку місця для побудови міні-гідроелектростанції нами розглянуто в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні фактори для визначення можливості побудови міні-гідроелектростанції

Критерій	Фактор
Коефіцієнт потужності	Витрата води в річці мінімальна (мінімальний, максимальний, середній, екологічний стік і їх мінливість), ефективність гідроагрегату
Задоволення попиту	Необхідність споживання електроенергії та графік її вироблення
Відстань до споживача	Близькість об'єктів інфраструктури
Розміри електростанції	Рельєф, вартість споруди
Площа затоплених земель	Рельєф, екологічний вплив
Вартість проекту	Економічні фактори

Виходячи з отриманих даних необхідною умовою є визначення відповідей на поставлені питання. Але необхідно враховувати, що для побудови всі ці критерії мають бути вирішені позитивно та відповідно мати позитивний ефект.

Після проведення подібного аналізу переходити потрібно до вибору місця та річки де планується встановлення міні-гідроелектростанції. При цьому потрібно враховувати гідрологію річки, а отже наступним кроком є характеристика річки з даного питання. Опис особливостей проведення гідрології річки нами було описано в попередньому розділі.

Обов'язковим фактором є необхідне значення перепаду висоти для збільшення ефективності напору міні-гідроелектростанції а також важлива близькість розташування населеного пункту, щоб не виникало значної потреби

в транспортуванні електричної енергії на значні відстані. Відповідно це також повинно бути економічно вигідно і самим споживачам електроенергії.

Не менш важливим фактором при будівництві міні-гідроелектростанції є зелений тариф, оскільки гідроелектростанції належать до ВДЕ. Фактично при виробітку надлишкової кількості електроенергії гідроелектростанція буде виконувати продаж її в електричну мережу відповідно до ціни зеленого тарифу. А отже потрібно враховувати додатково і розміщення мереж регіону для вирішення даного питання.

Виходячи з цього нами пропонується виконати розрахунок мінімально можливого місця для розташування міні-гідроелектростанцій на річках Сумської області. При цьому отримані дані дозволять проводити оцінку місця для організації даного питання.

При цьому для проведення обчислень пропонується взяти за основу лінійний метод. Даний метод дозволяє виконувати поділ русла річки на частини та проводити аналіз кожної з них окремо. Для аналізу необхідно встановити межі для кожної ділянки. Обмеження в даному випадку виконуються в переломах при аналізі профілю річки, що є поздовжнім. Додатково можна проводити аналіз відповідно до місць де різко зростає витрата води (гирло чи притока).

Далі з кожною подібною ділянкою потрібно виконувати вибір параметрів та подальший розрахунок. При цьому роботу потоку визначають наступним чином (рис. 3.3).

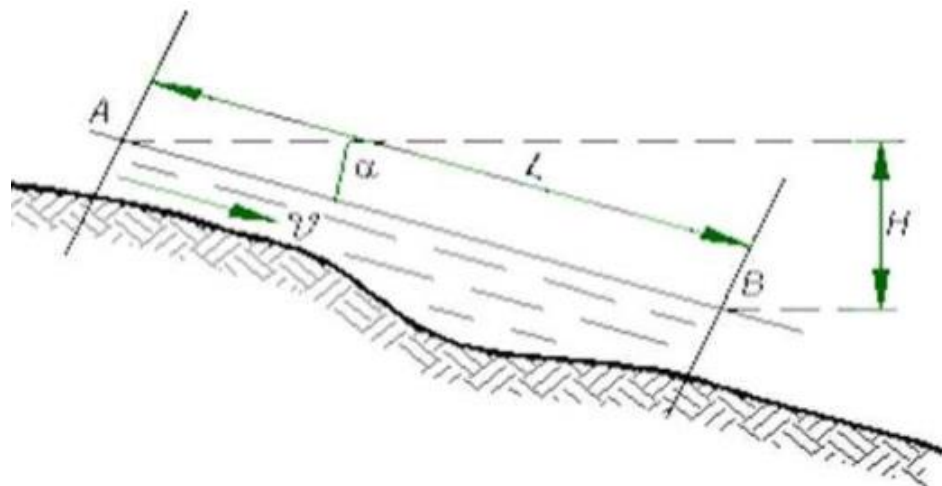


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема русла річки

Для аналізу приймаємо певну ділянку AB , що відповідає вищенаведеним вимогам та має певну довжину, що характеризується величиною L . При цьому дана ділянка має площу S поперечного перерізу та певну швидкість потоку, що описується середнім її значенням v . Для проведення аналізу обираємо певний проміжок часу t .

При цьому за певну величину часового проміжку даною ділянкою переміститься об'єм води на відстань, що описується рівнянням:

$$L = vt \quad (3.1)$$

Точка до якої буде прикладена сила тяжіння матиме вираз:

$$F = mg = vL\rho g \quad (3.2)$$

За умови вертикального напрямлення на певну висоту:

$$L \cdot \sin(\alpha) = v \cdot \sin(\alpha) \cdot t \quad (3.3)$$

Виходячи з визначення основних залежностей можна визначити основну роботу, що виконує потік води на даній ділянці:

$$A = \rho \cdot g \cdot S \cdot L \cdot v \cdot \sin(\alpha) \cdot t \quad (3.4)$$

Знаючи роботу можна визначити значення потужності:

$$P = \frac{A}{t} = \rho \cdot g \cdot S \cdot L \cdot v \cdot \sin(\alpha) \quad (3.5)$$

Виконавши врахування особливостей визначення втрат води та висоти падіння води перейдемо до проведення розрахунків. В більшості літературних джерел наводиться, що для ефективної роботи міні-гідроелектростанції

необхідно, щоб мінімальна висота падіння води на лопаті турбіни була не менше 5 м. При цьому середня величина стоку води складала не менше 3,7 м³/с.

Виходячи з такої постановки задачі, в якості вихідних даних пропонується обрати ці значення, а отже:

$$L \cdot \sin(\alpha) = H = 5\text{м}; S \cdot v = Q = 3,7\text{ м}^3/\text{с}$$

В результаті введення нових складових, отримуємо рівняння потужності:

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot H \quad (3.6)$$

$$P = 9,81 \cdot 3,7 \cdot 5 = 181,5 \text{ кВт}$$

Для проведення приблизної оцінки потужності такої міні-гідроелектростанції необхідно використати рівняння:

$$P_{\text{ГЕС}} = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta = P \cdot \eta \quad (3.7)$$

де η – величина ККД для обраної турбіни.

Оскільки в приблизно більшість турбін мають середнє значення $\eta = 0,8$, то:

$$P_{\text{ГЕС}} = 181,5 \cdot 0,8 = 145,2\text{кВт}$$

Виходячи з отриманих даних можна побудувати фактично гідроелектростанцію маленьку, яка буде виробляти фактично 140 кВт потужності від одного генератора. Більша кількість генераторів може виробити кратну кількість електроенергії. Але для забезпечення даного

питання потрібно вирішення збільшення початкових даних та в результаті кратно збільшувати вихідні данні.

Висновки до розділу

Проведений аналіз основних факторів для позитивного вирішення питання побудови міні-гідроелектростанції показує доволі велику кількість проблем. За умови їх вирішення та організації загального процесу визначення основних параметрів розміщення ГЕС дає можливість фактично отримати певну величину потужності, що становить 140 кВт потужності. Для виконання збільшення даної потужності потрібно виконати зміну початкових параметрів та кількість генераторних установок на міні-гідроелектростанції.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Енергетична галузь має доволі велику кількість різноманітних небезпек. Першочергово вони пов'язані з електричним струмом. Реалізація будь яких заходів в охороні праці пов'язана з чітким дотриманням вимог.

Для проведення різноманітних робіт на електричних мережах необхідною умовою з боку охорони праці є чітке дотримання всіх вимог та інструкцій. При проведенні ремонтних робіт на лініях електропередачі необхідною умовою є знеструмлення конкретної лінії.

Виконання такої безпекової ситуації необхідна чітка організація праці на всіх структурних підрозділах. Необхідно зазначити, що перш ніж направити бригаду на виконання певних робіт на лінії електропередачі виконують визначення ділянки лінії. Далі виконують внесення ремонту в графік відключення електропостачальної організації. Після цього виконується певне узгодження всіх робіт.

Для початку виділяється бригада для проведення конкретної роботи і підтверджується час відключення. Після виїзду бригади на місце виконується зв'язок з диспетчерським пунктом для вирішення задач по узгодженню часу на виконання роботи.

Необхідно зазначити, що до всіх працівників висуваються доволі складні вимоги. По-перше кожен працівник бригади та диспетчерського пункту повинен мати відповідну освіту, та мати групу допуску по знанню правил безпечної та технічної експлуатації.

Іншим необхідним параметром в роботі працівників є чітке знання інструкції по виконанню конкретного типу роботи. Недотримання кожного пункту інструкції має доволі значний вплив на охорону праці.

Недотримання всіх інструкцій, заходів та нормативних документів є виникнення травмонезбезпечних ситуацій з можливими летальними випадками. При виконанні робіт на низьковольтних розподільчих мережах кількість летальних випадків значно більша ніж на високовольтних.

Основною причиною такого розподілу є те, що роботи в низьковольтних системах виконують з меншим дотриманням інструкцій.

Також такий розподіл впливає з того, що більшість робіт виконують під напругою без попередження диспетчерського пункту.

При роботах на високовольтних лініях електропередачі контроль є дуже значним та відповідальність при виконанні робіт є дуже великою, а отже необхідною умовою виконання робіт є чітке дотримання всіх інструкційних карт з здійсненням паралельного контролю іншим працівником. Виходячи з цього всі роботи виконуються з обов'язковим попередженням та узгодженням з диспетчерською службою.

Дослідження різноманітних режимів роботи при зміні параметра напруги виконують в основному в певних вузлах навантаження та здійснюють в автоматичному режимі. В результаті проведення автоматизації процесів контролю та керування на різноманітних елементах ліній електропередачі є збереження людського життя через зменшення контакту людини та струму.

Виходячи з цього необхідно зазначити, що така особливість в майбутньому повинна враховувати подальше зростання рівня автоматизації різноманітних ліній електропередачі.

Виходячи з вищенаведеного можна затвердити одне, що необхідною умовою збереження життя людей при виконанні робіт на електричних мережах та просто при їх експлуатації є чітке дотримання вимог інструкцій та заходів з охорони праці.

Висновки до розділу

Основною умовою забезпечення заходів з охорони праці є чітке дотримання заходів з охорони праці. Все це призводить до збереження життя працівників в галузі енергетики. Необхідною умовою в енергетиці є чітке вказання особливостей проведення операцій та визначення послідовності виконання операцій.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Для визначення терміну окупності гідроелектростанції необхідною умовою є визначення її вартості. Так для реалізації подібних проектів нами пропонується застосовувати відповідне програмне забезпечення.

Першочергово загальні затрати пропонується закласти на рівні 10 000 000 грн. Інвестиційні втрати малої гідроелектростанції можуть варіюватись починаючи з 2000 до 7500 \$ за 1 кВт. Відповідно для нашої гідроелектростанції пропонується обрати затрати на рівні 2500\$.

Для проекту пропонується врахувати термін інфляції на рівні 12 %. А відповідно щорічні затрати на експлуатацію та обслуговування становитимуть фактично 1000000 грн.

В результаті підрахунків з використанням програмного забезпечення отримуємо щорічну економію затрат на рівні 6716698 грн. При цьому для реалізації графіка сукупного грошового потоку пропонується встановити строк для реалізації проекту в 5 років. За таких умов доволі гарно виходить повернення коштів та простота терміну окупності.

Після обрахунку отримуємо наступні показники створення гідроелектростанції:

- ВНР до виплати податків – активи 67,5 %;
- термін окупності – 1,7 роки;
- повернення капіталу – 1,5 роки.

Також програма дозволяє отримувати графічне зображення сукупного потоку грошових коштів, що фактично характеризує ефективність проекту (рис. 5.1).

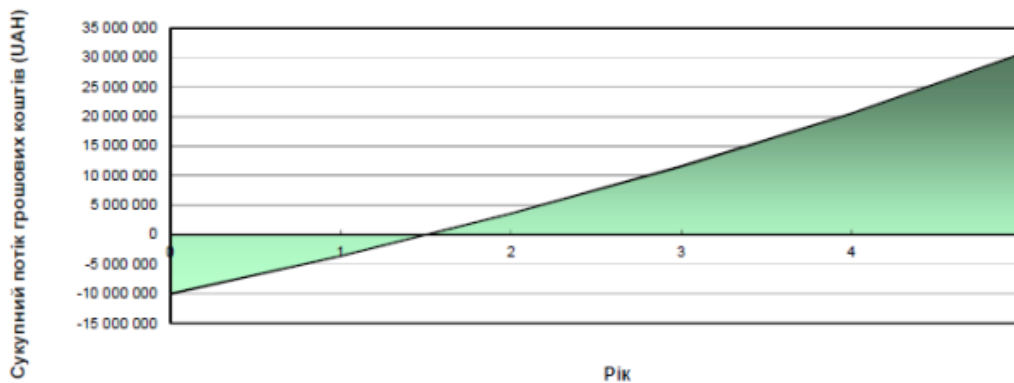


Рисунок 5.1 – Графік сукупного потоку грошових коштів

Висновки до розділу

Виконання початкових умов по побудові гідроелектростанції дозволяє отримати доволі гарні результати по терміну окупності та поверненню коштів. Виходячи з цього запровадження будівництва малих гідроелектростанцій фактично є виправданим.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Виходячи з проведеного аналізу бачимо, що гідроелектростанції малих потужностей мають ряд переваг порівняно з іншими джерелами ВДЕ. При цьому потенціал загального забезпечення гідроенергетики водними ресурсами дає можливість забезпечення сталого розвитку даної галузі в Сумській області. При цьому не достатня проінформованість споживачі в перевагах використання гідроелектростанцій невеликих потужностей не сприяє їх розвитку в Сумському регіоні. При цьому необхідно враховувати, що гідроелектростанції серед великої кількості розосереджених джерел енергії володіють доволі гарними показниками виробництва електроенергії протягом доби, місяця та року.

2. Проведений аналіз основних можливостей використання річок Сумської області дозволяє провести аналіз кожної з них на можливість використання її під малу гідроенергетику. При цьому необхідною умовою є визначення основних параметрів річки, водного потоку та її геодезичних даних. Фактично для аналізу може бути недостатньо певних величин а отже їх необхідно визначати вже на місці при побудові гідроелектростанції. Вибір розміру гідроелектростанції в знаній мірі залежить від об'єму води, яку можна накопичити в руслі при створенні водосховища.

Сумська область багата на річки але в гідроенергетиці сьогодні задіяна лише річка Псел. При врахуванні особливостей побудови міні-гідроелектростанцій потрібно враховувати і особливості скидання виробленої електроенергії, а отже при аналізі обов'язково потрібно враховувати розташування населених пунктів поблизу ГЕС.

Вибір різноманітного обладнання для побудови гідроелектростанції виконується в залежності від потрібних параметрів для виробітку електроенергії та особливостей влаштування міні-гідроелектростанцій.

3. Проведений аналіз основних факторів для позитивного вирішення питання побудови міні-гідроелектростанції показує доволі велику кількість проблем. За умови їх вирішення та організації загального процесу визначення

основних параметрів розміщення ГЕС дає можливість фактично отримати певну величину потужності, що становить 140 кВт потужності. Для виконання збільшення даної потужності потрібно виконати зміну початкових параметрів та кількість генераторних установок на міні-гідроелектростанції.

4. Основною умовою забезпечення заходів з охорони праці є чітке дотримання заходів з охорони праці. Все це призводить до збереження життя працівників в галузі енергетики. Необхідною умовою в енергетиці є чітке вказання особливостей проведення операцій та визначення послідовності виконання операцій.

5. Виконання початкових умов по побудові гідроелектростанції дозволяє отримати доволі гарні результати по терміну окупності та поверненню коштів. Виходячи з цього запровадження будівництва малих гідроелектростанцій фактично є виправданим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні // Вісник НАН України. –2021р. –№12. – С. 19-26.
2. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України// Державне підприємство «Національна Енергетична Компанія «УКРЕНЕРГО». –Київ – 2021 –№ 08 –103с.
3. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / [Є.Т. Базеєв Білека Б.Д та ін.] . - Фенікс. -Київ. - 2020. - 399 с
4. Лежнюк П.Д., Нгома Жан-П'єр., Килимчук А.В. Автоматизація малих ГЕС як засіб підвищення ефективності їх роботи в електричній мережі// Наукові праці ВНТУ. - 2022. - № 3.- С. 1-5.
5. Бриль А.О., Васько П.Ф., Мороз А.В. Технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів малих річок України з урахуванням природоохоронних обмежень. Гідроенергетика України. 2019. № 3-4. С.47–51.
6. Guiding Principles on Sustainable Hydropower [Електронний ресурс] // International Commission for the. Protection of the Danube River. – Режим доступа: <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/hydropower>.
7. Paul Breeze. Hydropower. Academic Press, 2019.
8. В. Вовчак, О. Тесленко, О. Самченко. Мала гідроенергетика України. Інститут проблем екології та енергозбереження. - К., 2020. - Т. II. Технологічні особливості малих ГЕС. - 145 с.
9. Платонова Є.О. Правові проблеми та перспективи використання енергії малих річок в Україні. Юридичний науковий електронний журнал. 2021. № 7.
10. Гаврилюк, Р.Б., Веремійчик, Г.К. та інші (2018). Гідроенергетичний потенціал річок України: розвінчання міфів: аналітичний документ. Київ: Видавництво «Фенікс».

11. Яндульський О.С., Труніна Г.О. Підходи до оптимального керування режимами розподільних електричних мереж з розосередженою генерацією. Вісник Вінницького політехнічного Інституту. Вінниця, 2020. №6. С.62-64.
12. Яндульський О.С., Нестерко А.Б., Труніна Г.О., Тимохін О.В. Зменшення кількості спрацювань системи РПН трансформатора в електричній мережі з джерелами розосередженого генерування. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця, 2019. №5. С.69-73
13. Яндульський О.С., Нестерко А.Б., Труніна Г.О. Зменшення кількості перемикань системи РПН трансформатора в електричній мережі з джерелами розосередженого генерування. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Кременчук, 2019. №3(104).Частина 1. С. 33-38.
14. Global Trends in Renewable Energy Investment: Frankfurt School – UNEP Collaborating Centre. URL: <file:///C:/Users/trunina/Downloads/globaltrendsrenewableenergyinvestment2017.pdf> (дата звернення: 15.01.2020)
15. Office of Electricity Delivery and Energy reliability by the National Energy Technology Laboratory. Provides power quality for the digital economy. [Electronic resource] / Available at: <http://www.netldoe.gov/research/energyefficiency/energy-delivery/smart-grid>.
16. Стогній Б. С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення [Текст] / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, С. П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44–50.
17. Кириленко О. В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах. [Текст] / Кириленко О. В., Павловський В. В., Лук'яненко Л. М. // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – С. 46–51.
18. Marco A. Rodriguez-Guerrero, Rene Carranza-Lopez-Padilla, Renede J. Romero-Troncoso. A novel methodology for modeling waveforms for power

quality disturbance analysis/Original research article Electric Power Systems Research Volume 143 Pages 14-24 February 2020.

19. Денисюк С. П. Технологічні орієнтири реалізації концепції Smart Grid в електроенергетичних системах/С.П/ Денисюк//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2018. – № 1. – С. 7–20. www.oe.energy.gov/SmartGrid.htm

20. Денисюк С. П. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій/С. П. Денисюк, Д. С. Горенко//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2019. – №2. – С. 25–33.

21. Building the firmware - NodeMCU Documentation. URL: <https://nodemcu.readthedocs.io/en/dev/en/build/> (дата звернення 10.10.2021 р.).

22. Диспетчерська інформація УкрЕнерго. URL: <https://ua.energy/diyalnist/dyspetcherska-informatsiya/dobovyj-grafik-vyrobnystva-spozhyvannya-e-e/> (дата звернення 14.06.2021 р.)

23. Луцків А.М., Волощук А.В., Мельник Ю.Р. Принципи організації розумних електричних мереж. Матеріали Х міжнародної науково - технічної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24-25 листопада 2021 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 104.

24. Bazyuk T., Blinov I., Butkevich O., Denysiuk S. et al. Intelligent Power Networks: Elements and Modes / By ed. acad. NAS of Ukraine O. Kyrylenko. – К.: IED of NAS of Ukraine, 2022. – 400 p.

25. Denysiuk S. Energy transition – requirements for quality changes in energy sector development // Power engineering: economics, technique, ecology. – 2019. – № 1. – p. 7–28.

26. Denysiuk S., Sokolovskyi P. Analysis of the variable generation function on the step of transition to intellectual networks Smart Grid // Electrification of transport. – 2018. – № 15. – p. 31–42.

27. Oliynyk D. International experience in financing sustainable community development (for example, network infrastructure development): an analyst. report / Oliynyk D. – К.: NISD, 2017. – 48 p.