

УДК 621.311.212

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТА ВАРТІСНИХ ПОКАЗНИКІВ МАЛИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

***В. Боярчук, к.т.н., М. Бабич, к.т.н., В. Шолудько, к.т.н.,
Р. Кригуль, к.т.н.***

Львівський національний аграрний університет

Ключові слова: гідроагрегат, річка, гідроелектростанції, затрати.

Аналіз ринку гідроенергетичного обладнання дав змогу визначити гідроагрегати, допустимі для використання на гірських річках, а також поелементні затрати під час спорудження малих гідроелектростанцій. Кількісні дані можуть бути використані для попередніх техніко-економічних обґрунтувань спорудження нових малих гідроелектростанцій.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку гідроенергетики в Україні характеризується обмеженими можливостями будівництва нових великих гідроелектростанцій (ГЕС), оскільки гідроенергетичні ресурси великих і середніх річок використані на 71% [4]. Тому останніми роками в Україні, як і в усьому світі, виявляється зацікавленість до будівництва малих ГЕС, зокрема дериваційних, і освоєння малих гірських річок. Але перш ніж будувати станцію, необхідно виконати низку завдань, зокрема обґрунтувати тип, параметри та місце розташування МГЕС на річці. Першим кроком до їх виконання є аналіз ринку гідроенергетичного обладнання для одержання інформації щодо поелементних затрат на спорудження нових МГЕС і їх фізичних та функціональних характеристик.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження присвячені аналізу гідроенергетичного обладнання, яке випускається в Україні та за кордоном, проводяться багатьма авторами [2 – 4]. Однак результати цих досліджень не можуть бути використані повною мірою, оскільки є досить загальними і не враховують специфіки нашого дослідження, а саме застосування гідроенергетичного обладнання для умов малої гірської річки.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз фізичних, функціональних та вартісних показників складових малих дериваційних гідроелектростанцій.

Виклад основного матеріалу. Як відомо, основними складовими дериваційної МГЕС є: гідроагрегат, дериваційний канал, будівельна частина (будинок, водовідвідні споруди, ґрати, затвори). Характеристики їй чи іншої

складової насамперед залежать від умов її використання. Оскільки в дослідженні розглядаються малі гірські річки, які, як відомо, є маловодними та протікають на території з високими перепадами місцевості, розглянемо таке гідроенергетичне обладнання, яке б відповідало саме цим умовам.

Основним елементом МГЕС є турбіна, вибір якої проводять за статичним напором і витратою води конкретної ділянки річки. Для гірських умов доцільним є використання тих гідротурбін, які працюють на високих робочих напорах та незначних витратах води. Заданим експлуатаційним умовам відповідає радіально-осьова турбіна Френсіса [1]. Цей тип турбіни широко представлений на вітчизняному ринку гідроенергетичного обладнання у досить широкому діапазоні робочих витрат, напорів і потужностей. Дані про фізичні параметри радіально-осьових турбін беруть з прайс-листів фірм-виготовлювачів.

На підставі отриманої інформації побудовано таблицю з можливими для встановлення в гірській частині Карпат гідроагрегатами з радіально-осьовими турбінами, що випускаються на ринку України і СНД.

Таблиця.

Характеристики гідроагрегатів

| Марка | Потужність N , кВт | Напір H , м | Витрата води q , $\text{м}^3/\text{с}$ | Частота обертання n , хв^{-1} |
|-------------|-------------------------|------------------|--|---|
| РО-55-40 | 550 | 25-55 | 0,4-1,3 | 1000, 1500 |
| РО-100-40 | 950 | 30-100 | 0,4-1,25 | 1000 |
| РО-160-78 | 5600 | 100-160 | 1,5-4,0 | 750, 1000 |
| РО 30-ГМ-65 | 150-600 | 12,0-23,0 | 1,0-2,5 | 500 |
| ФГ-2-38 | 630 | 90-165 | 0,01-1,0 | 1500 |
| ФГ-7-60 | 1000 | 20-52 | 1,4-2,4 | 1000 |
| ФГ-2а | 300-600 | 56-100 | 0,5-1,04 | 1500 |
| РО300-ГФ60 | 350 | 10-20 | 0,7-2,2 | 1000 |
| РО230-ГМ42 | 100 | 25-30 | 0,3-0,45 | 1000 |
| РО400-ГМ42 | 150 | 50-85 | 0,2-0,25 | 1000 |

У таблиці подано фізичні та функціональні характеристики гідроагрегатів, до комплекту яких входить радіально-осьова турбіна, трифазний генератор, апаратура автоматики (система управління і збудження залежно від типу генератора). Повний термін експлуатації гідротурбіни становить близько 40 років, генератора – до 20 років [1]. Такі гідроагрегати випускають російські фірми «ІНСЕТ» та «Уралгідромаш», а також українські – «Мінігідро» та «Турбоатом».

Що стосується дериваційних каналів, то їх виробництво в Україні налагоджене, зокрема випускаються сталеві трубопроводи діаметром від 500 до 1600 мм, які придатні для потреб малої гідроенергетики.

Зважаючи на те, що будівництво МГЕС є достатньо дорогим, важливим є оцінення вартісних її показників. Для обґрунтування вартісних показників МГЕС ми користувались результатами досліджень, які отримали на підставі узагальненого аналізу затрат на спорудження МГЕС в Україні і за кордоном, а також прайс-листами виробників гідроенергетичного обладнання. Встановлено, що питома вартість гідроагрегатів, яка залежить від марки турбіни та її потужності, коливається в межах 3500-8000 грн/кВт. Що стосується інших затрат, то питомі затрати на трансформатори змінюються практично лінійно від 165 грн за 1 кВт встановленої потужності. Питомі затрати на допоміжне електрообладнання, автоматичне керування, засоби телекомунікації, керування та зв'язку сягають 500-600 грн/кВт для ГЕС потужністю до 3000 кВт.

Вартісні показники будинку, дериваційного каналу та водозабірних споруд отримано в результаті обробки даних, отриманих на підставі досліджень щодо спорудження малих МГЕС. Зокрема для цих даних нами побудовано апроксимуючі криві (рис. 1...3).

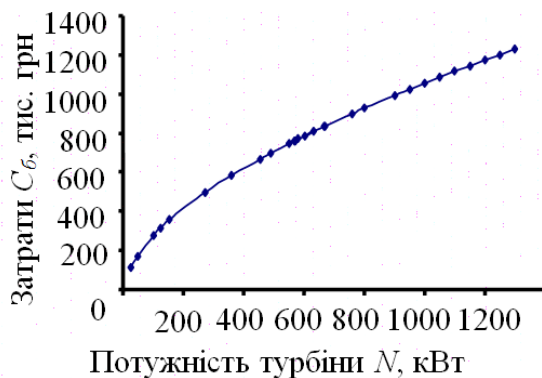


Рис. 1. Затрати на спорудження будинку МГЕС залежно від встановленої потужності турбіни.

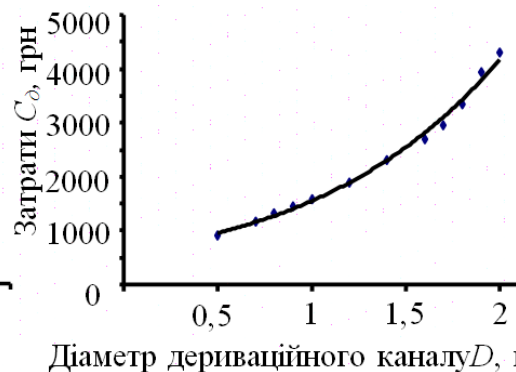


Рис. 2. Залежність затрат на спорудження закритого дериваційного каналу від його діаметра.

Встановлено, що вартість спорудження будинку (рис. 1) залежить від встановленої потужності гідротурбіни й описується степеневою залежністю

$$C_6 = 17000 \cdot N^{0,598}. \quad (1)$$

На рис. 2 наведено графік залежності затрат на спорудження закритого дериваційного каналу від його діаметра. У вартість спорудження

закритого дериваційного каналу входять затрати на дериваційний трубопровід, а також затрати, пов'язані з його доставкою та прокладанням. Отримана експоненціальна залежність описується таким рівнянням

$$C_{\partial} = 577,2 \cdot e^{0,98D}. \quad (2)$$

На рис. 3 наведено затрати на споруди для відведення води в дериваційний канал, зокрема ґрати, які призначені для того, щоб затримувати сміття та інші речовини, які можуть протікати по річці, а також затвори, призначені для регулювання витрати води.

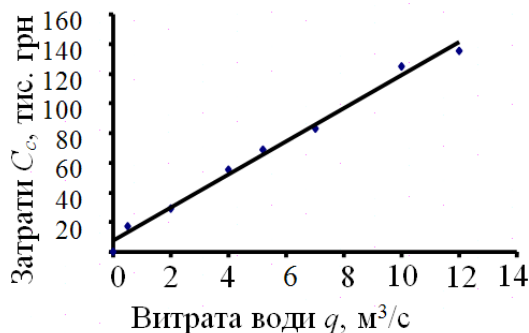


Рис. 3. Затрати на водовідвідні споруди залежно від максимальної витрати води для заданої турбіни.

Вартість водозабірних споруд залежить від максимальної витрати води q для заданої турбіни і описується таким рівнянням:

$$C_c = 10669 \cdot q + 8996,4. \quad (3)$$

Отримані залежності вартісних показників МГЕС для їх фізичних параметрів дають змогу визначити капіталовкладення для реалізації дериваційних МГЕС на гірській річці, а також річні відрахування вартості МГЕС під час розрахунків собівартості виробленої електроенергії.

Висновки. Зважаючи на те, що на малих гірських річках у середньому витрата води коливається від 0,1 до 6 м³/с, а статичний напір – від 10 до 160 м [1], доцільно використовувати радіально-осьові турбіни Френсіса, які можуть забезпечити вказані робочі діапазони.

Встановлено, що затрати на спорудження будинку МГЕС залежать від встановленої потужності турбіни (1), а затрати на водозабірні споруди залежать від максимальної витрати води для заданого варіанта турбіни (3).

Бібліографічний список

1. Бабиц М. І. Обґрунтування варіантів конфігурації проекту мікро-гідроенергетики Карпатського регіону України / М. І. Бабиц // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2007. – № 11. – С. 37–43.

2. Васько П. Ф. Сучасний стан, потенційні можливості та передумови

подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні / П. Ф. Васько // Відновлювальна енергетика. – 2006. – № 1. – С. 60–66.

3. Віхорев Ю. О. Аналіз складових витрат при спорудженні МГЕС / Ю. О. Віхорев // Відновлювальна енергетика. – 2006. – № 2. – С. 60–65.

4. Щербина О. М. Гідроенергетика західного регіону / О. М. Щербина // Зелена енергетика. – 2003. – № 2. – С. 20–22.

Boyarchuk V., Babych M., Sholudko V., Krygul R. Research of functional and cost indicators of small hydroelectric power station

Analysis market hydropower equipment allowed us to determine hydraulic equipment , acceptable for use on mountain rivers, as well as element cost in the construction of hydropower station. Quantitative data can be used in the preliminary feasibility study construction of new small hydropower station.

Key words: hydro, river, hydroelectric power, costs.

Боярчук В., Бабич М., Шолудько В., Кригуль Р. Исследование функциональных и стоимостных показателей малых гидроэлектростанций.

Анализ рынка гидроэнергетического оборудования позволил определить гидроагрегаты допустимые для использования на горных реках, а также поэлементные затраты при сооружении малых гидроэлектростанций. Количественные данные могут быть использованы при предварительных технико-экономических обоснованиях строительства новых малых гидроэлектростанций.

Ключевые слова: гидроагрегат, река, гидроэлектростанции, затраты.