

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

Мирослав Зін¹, канд. техн. наук, доцент, Юрій Підгайний²

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІКРОГЕС В М. БЕРЕЖАНИ ПРОТЯГОМ ПЕРШИХ ТРЬОХ МІСЯЦІВ ПІСЛЯ ЗАПУСКУ

У тезах доповіді ми звернули увагу на актуальність і труднощі переходу до енергетики майбутнього, яка базується на використанні відновлюваних джерел енергії. Ми також описали наш проект мікро ГЕС у м. Бережани.

Ключові слова: Бережани, мікро ГЕС, проект, особливості, експлуатація.

Myroslav Zin, Yurii Pidhainyi

FEATURES OF OPERATION OF MICRO HPP IN THE CITY BEREZHANY THE FIRST THREE MONTHS AFTER STARTING

In this article we drew attention to the urgency and difficulty of the transition to the energy future based on renewable energy use. We also describe our Berezhany microHPP project.

Keywords: Berezhany, micro HPP, project, features, operation.

Сьогодні зі стовідсотковою впевненістю можна констатувати наступний факт: людство остаточно відмовилося від подальшого розвитку енергетики, яка базується на викопних видах палива – вугіллі, нафті, природному газі та урані. Крапку неповернення пройдено. Всі ТЕС та АЕС світу доживають свій вік, а нові, що мали б їх замінити, вже ніколи більше не будуть споруджені. На зміну традиційній приходить енергетика майбутнього, яка базується на використанні відновлюваних джерел енергії. Причини цього різні. Основна – інстинкт самозбереження. ТЕС і АЕС повільно, але безупинно знищують людей і всю живу та неживу природу Землі. Беззаперечні докази цього заставляють волосся на голові ставати дибом. Але це стосується лише більш-менш адекватних людей, які прислухаються до консолідованих думок профільних вчених і роблять правильні висновки. Як бачимо, на щастя, відповідальних людей сьогодні у світі – більшість. Історія вчить: з певних причин давно, дуже давно і навіть за історичними мірками зовсім недавно зникли цілі цивілізації. Якби цих причин не було, а інші не з'явилися, зазначені цивілізації процвітали б до сьогоднішнього дня. Відтак, щоби не повторити долі зниклих цивілізацій, нинішня цивілізація, яка населяє Землю (тобто ми всі), прийняла, на нашу думку, правильне рішення щодо реорганізації свого енергозабезпечення: з метою виживання нас і наступних поколінь ми не будемо більше знищувати «агресивною» енергетикою наше безцінне багатство – природу. Точніше, ми ще трохи її понищимо, але з кожним роком все менше і менше, а потім і зовсім перестанемо. Натомість ми побудуємо «зелену» енергетику, яка буде завжди «дружити» з природою і не буде її руйнувати. Процес переходу від енергетики на базі викопних ресурсів до відновлюваної енергетики з економічних причин займе декілька десятиліть. Наразі ще є підстави вважати, що таке «зволікання» не буде для людства фатальним. Можливо, в процесі *реорганізації енергетики* доведеться коригувати терміни її завершення, але це вже деталі. Головне – вибір правильної стратегії. І не зійти з вибраного шляху. Питання не в тому, будемо ми мати енергію, чи її не стане, а в тому, будемо ми жити, чи ні.

Відновлювальна енергетика у своєму становленні проходить тернистий шлях. Її об'єкти, у порівнянні з традиційною енергетикою, невеликі, але їх багато і вони повсюди. До цього потрібно звикати. Люди, які живуть минулим (і дуже часто вони

досить агресивні), не завжди бажають бачити такі об'єкти. Йде боротьба одних екологів з іншими, місцевих мешканців з енергетиками, минулого з майбутнім, і не завжди для цього є об'єктивні підстави. Місцеві чарунки «зелених» партій та громадських організацій майже повсюди борються з вітряками, сонячними батареями та малими ГЕС. Багато людей у цьому їх підтримують. Ніхто не заперечує, що будь який техногенний об'єкт є джерелом певних ризиків. Аби загроз не було взагалі, варто остаточно відмовитися від електричної енергії і перейти до проживання в «комфортних» умовах 18-го–19-го століть – зі свічками та газовими лампами (хоча навіть і в цьому випадку буде наноситися шкода довікллю продуктами згоряння цих «освітлювальних приладів»). Але «полум'яні борці» з зеленою енергетикою, як відомо, полюбляють сучасний комфорт і всіляко підтримують традиційну енергетику, тому що електрика з вугілля й урану – «дешевша», а станції, які її виробляють – десь там далеко. Свята наївність...

Що ми пропонуємо? Не здаватися і йти вперед. У 2016 році за нашим проектом спроектовано, споруджено і введено в експлуатацію мікроГЕС на р. Золота Липа у м. Бережани Тернопільської області. Встановлена потужність електрогенераторів – $75+30=105$ кВт, номінальна генерована електрична потужність (на затискачах електричного лічильника, за показами якого ведеться облік відпущеної електроенергії Державному підприємству «Енергоринок») – 80 кВт. Хотілось би відзначити найцікавіше у цьому проекті. В якості «сердця» мікроГЕС виступають дві горизонтальні трубні пропелерні гідротурбіни з діаметрами робочих коліс 90 і 50 см. Для них ми спроектували конусні відсмоктувальні труби, які було виготовлено на вітчизняних підприємствах (одне з них знаходиться в м. Тернопіль) з листової сталі товщиною 6 мм. Ми вивели формулу для визначення раціонального кута при вершині конуса відсмоктувальної труби, про це буде йти мова в наших наступних публікаціях. Кут зрізу нижньої крайки відсмоктувальної труби відносно її осі – не 90° і не 45° , як це зазвичай роблять, а приблизно 60° . Чому? Існуюче бетонне дно у нижньому б'єфі дуже мілке – 800-1000 мм. Якщо зробити 90° , кінець відсмоктувальної труби буде виступати над водою, що є неприпустимо. Якщо зробити 45° і прийняти глибину занурення труби у воду рівною 400 мм, на виході потоку води з відсмоктувальної труби буде невеликий прохідний переріз. З цієї причини матимуть місце значні втрати тиску, що негативно позначиться на напорі нетто станції та ККД турбіни. Якщо зробити 45° і прийняти глибину занурення труби у воду рівною 100 мм, можливе затягування повітря у турбіну крізь відсмоктувальну трубу. Тому прийняте оптимальне за існуючих умов рішення: кут зрізу – 60° , мінімальне занурення труби у воду – 100 мм, мінімальна відстань між кінцем відсмоктувальної труби і дном нижнього б'єфу – 270 мм. Правильність прийнятого нами рішення підтвердила практика: ККД турбіни відповідає паспортному значенню – 91,8 %, а затягування повітря у турбіну крізь відсмоктувальну трубу не спостерігається.

Спроектовано підвищувальну пласкоремінну передачу на базі ременя фірми Nabasit (Швейцарія). Середній несучий шар ременя виготовлений з поліестеру – сучасного високоміцного матеріалу, який має пам'ять форми. Довжина ременя – 4500 мм, ширина – 300 мм, товщина – 3 мм. Натяг ременя прийнятий рівним 2 % і він залишається незмінним протягом всього періоду його експлуатації. Зараз на Тернопільщині діють 15 малих ГЕС, але на жодній з них, крім Бережанської, немає силової пласкоремінної передачі. Можна сміливо стверджувати, що це – наше ноу хау, а вірність чи хибність зробленого вибору та розрахунку підтвердить жорстокий, але справедливий «інспектор» – час. Наразі правильність наших рішень підтверджується. Проектний термін служби плаского ременя Nabasit до заміни – 3 роки. Проектна механічна потужність, яку він передає – 89 кВт. Пласкоремінну передачу виконано у

вигляді окремого редуктора. Це дозволяє знизити до мінімуму навантаження на підшипники турбіни та електрогенератора. Деталі цієї передачі (2 шків (ведучий – Ø715 мм, ведений – Ø349,5 мм), 2 вали, 4 корпуси для підшипників 224, 2 муфти) виготовлено на одному з підприємств м. Тернополя – в стислі терміни і якісно.

Вода подається до турбін сталевими трубопроводами діаметру 1220 мм. На початку одного з трубопроводів – чотиригранний пірамідальний *перехід*, врізаний в металевий щитовий затвор. Його особливість полягає в тому, що він максимально підлаштовує існуючий об'єкт – шлюзний міст – під потреби мікроГЕС задля забезпечення її максимальної енергетичної ефективності. Матеріал переходу – листовая сталь товщиною 6 мм. Для нас цей перехід – одна з найважливіших деталей станції, яка визначає її енергоефективність протягом всього періоду експлуатації. Електрозварник, який його виготовляв, «прогнозував», що він не поміститься в потрібне місце. Але перехід без проблем помістився – з точністю буквально до 1 мм.

Гідроагрегати змонтовано на сталевій рамі у вигляді дев'ятиніжкового стола розмірів 8413×3924 мм (8 ніжок – по периметру, одна – посередині). Раму виготовлено зі швелерів і двотаврів розмірів 24, 27, 30 і 36 см, а також труб діаметру 324 мм (ніжки). Всередині труб – сталеві арматура та бетон. Арматура приварена до анкерів, забитих у отвори в існуючому бетонному дні. Кількість анкерів – 9 (один на кожен ніжку). Рама гідроагрегатів максимально враховує геометрію існуючого об'єкту (шлюзного мосту), з однієї сторони, і потреби станції, з іншої сторони. Дно, на якому встановлено раму – майже на всій довжині нахилене, висота схилу – 500 мм, довжина – 7600 мм. Правильне проектування і розміщення рами – дуже важлива робота, позаяк кожний невірний її розмір або/і неправильність її місцезнаходження відносно профілю існуючого бетонного дна нижнього б'єфу міг би негативно впливати на енергоефективність мікроГЕС протягом всього періоду її експлуатації. З огляду на цей чинник ми спроектували та розмістили раму якнайкраще.

Окремої уваги заслуговує також рама зі сміттєзатримувальними ґратками (РСЗГ). Вона знаходиться перед шлюзним мостом, прилягає і прикріплена до його «бичків». Ширина рами – 5200 мм, висота – 4500 мм. Передня площина РСЗГ нахилена до горизонталі під кутом приблизно 75°. Ґратки виконано зі сталевієї смуги перерізу 50×5мм, яку встановлено «ребром» (відносно течії води). Відстань між осями сусідніх «ребер» РСЗГ – 50 мм. Рама майже ніколи не засмічуються, і тому її майже ніколи не потрібно очищувати від сміття. РСЗГ, як і мікроГЕС в цілому, працює вже 9 місяців (осінь, зиму і весну). На протязі вказаного періоду часу ґратки жодного разу не «забилися» (наприклад, водоростями, деревним листям, льодом або побутовим сміттям, яке плаває) (за інформацією власника станції). Це говорить про вдалу конструкцію і вдале розміщення РСЗГ, а також про вдалу конструкцію існуючого шлюзного мосту з огляду можливості спорудження на його базі мікроГЕС.

За підсумками 9 місяців експлуатації проект Бережанської мікроГЕС можна вважати успішним. Основні проблеми станції – нестача води в посушливі періоди року, незначне проковзування плаского ремня силової передачі, що супроводжується характерним свистом, а також незначні вібрації рами, на якій встановлені гідроагрегати, внаслідок недостатньої збалансованості деталей, що обертаються (робочих коліс турбін, роторів електрогенераторів, шківів пасових передач та ін.). Але ці проблеми не є критичними, в процесі експлуатації об'єкту їх можна буде в тій чи іншій мірі вирішити. Проектний термін окупності Бережанської мікроГЕС – від 5 до 7 років.