



УДК 60-7:658.58

ХАРЧЕНКО Г.О., інж., філія "Канівська ГЕС"
ПАТ "Укргідроенерго"

РЕКОНСТРУКЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ГЕС

Стаття покликана показати економічну доцільність реконструкції основного обладнання на прикладі Канівської ГЕС та економічні переваги її над подовженням експлуатації морально та фізично застарілого обладнання.

Вступ. В сучасних умовах виробництва електроенергії реконструкція морально та фізично застарілого обладнання є основним напрямком успішної роботи та економічного розвитку підприємства.

На всіх рівнях при обговоренні проблем великих енергетичних підприємств наголошується про стан основних виробничих фондів. І як одна із самих характерних ознак – фізичне та моральне старіння обладнання. Необхідність щоденного

забезпечення працездатності обладнання вимагає постійного фінансування для проведення ремонтних робіт, а також локальної заміни за рахунок придбання нового обладнання.

Як правило, утримання працездатності обладнання виконується за рахунок заміни частини вузлів, агрегатів та деталей, які працюють на грані технічних характеристик та фізичного стану. Найчастіше проведення ремонту обладнання з одночасною модернізацією частини обладнання не дозволяє подовжити термін експлуатації, підвищити його надійність та ефективність, а також суттєво знизити витрати.

Тому для підвищення ефективності роботи обладнання, коефіцієнта надійності та зниженню витрат на обслуговування доцільно виконати повну реконструкцію обладнання із зміною його параметрів. Під час реконструкції є можливість впроваджувати нові технології, системи управління та діагностування обладнання, які відповідають сучасним нормам виробництва електроенергії та виводять технологічний процес виробництва на новий рівень.

Реконструкція – це робота, що пов'язана зі зміною параметрів та характеристик обладнання в цілому (включаючи техніко-економічні показники), які виконуються згідно проектних рішень, розроблених спеціальною проектною організацією.

Але слід зауважити, що реконструкція процес довготривалий, такий, що вимагає вкладення великих коштів та інвестицій. Також складність реконструкції полягає в тому, що проведення робіт виконується на діючому підприємстві одночасно з виробництвом електроенергії.



Канівська ГЕС



На Канівській ГЕС реконструкція проводиться в два етапи. Перший етап було розпочато у 1997 році із заміни блочних вимикачів та реконструкції гідроагрегатів. Це була підготовка до більш масштабної другої черги реконструкції, яка включає в себе заміну силового обладнання ГЕС та відкритих розподільчих установок (ВРУ), заміну обладнання власних потреб, заміну системи управління та захистів, заміну щитів постійного струму та акумуляторних батарей, заміну допоміжного обладнання систем регулювання та технічного водопостачання, впровадження нових систем обліку електроенергії та контролю за просторовими зміщеннями гідроспоруд.



Канівська ГЕС

Для забезпечення контролю за гідроспорудами впроваджена нова система автоматизованого контролю за гідроспорудами –

АСК ГТС. Також введена в експлуатацію нова система автоматизованого контролю та обліку електроенергії, що значно підвищує ефективність

Таблиця 1. Параметри основного обладнання Канівської ГЕС

№	Тип обладнання та параметри	Технічні ані	
1. ТУРБИНИ			
1	Тип	Горизонтальна, капсульна поворотньо-лопатева	
2	Тип	До реконструкції	Після реконструкції
		ПЛ15-984-Г-600	ПЛ15/3251-ГК-600 для ГА-4, ГА-5, ГА-6, ГА-7, ГА-8, ГА-10, ГА-11, ГА-17, ГА-21, ГА-22, ГА-23, ГА-24
3	Потужність, кВт	19200	23000
4	Напір, м		
	- розрахунковий	7,2	7,4
	- мінімальний	4,7	4,5
	- максимальний	14,8	13,2
5	Витрати, куб.м/с	320	320
6	Кількість обертів/хв	85,7	85,7
7	Кількість турбін, шт	12	12
2. ГЕНЕРАТОРИ			
		До реконструкції	Після реконструкції
1	Тип	СГК2-538/160-70	СГК2-538/160-70М УХЛ4 для Г-4, Г-5, Г-6, Г-7, Г-8, Г-10, Г-11, Г-17, Г-21, Г-22, Г-23, Г-24
2	Потужність, кВт	18500	22000
3	Струм статора, А	3645	4140
4	Струм ротора, А	940	1040
5	Cos φ	0,93	0,974
6	Напруга, В	3150	3150
7	Кількість генераторів, шт	12	12
3. ГОЛОВНІ СИЛОВІ ТРАНСФОРМАТОРИ ТА АВТОТРАНСФОРМАТОРИ			
1	Тип	До реконструкції	Після реконструкції
		T-1; T-2 T-3; T-4; T-5; T-6	T-2; T-6
		ТДЦ-80000/110	ТРД-90000/110
			АТДЦТН-200000/330/110/10,5
2	Номинальна потужність, МВ·А	80	90
3	Напруга, кВ	121±2х(2,5%)/3,15	121±2х(2,5%)/6,3
4	Схема та група з'єднання	Y0/Δ-11	Y0/Δ/Δ-11-11
5	Кількість трансформаторів та автотрансформаторів, шт	6	2



Таблиця 2. Параметри вимикачів та роз'єднувачів ВРУ 110 кВ та 330 кВ після реконструкції на Канівській ГЕС

Тип	HGF-111/1C	GL 312 F1/4031 P/VR	HGF-115/2B	GL 315-330
Напруга номінальна, кВ	HGF-111/1C	GL 312 F1/4031 P/VR	HGF-115/2B	363
Струм номінальний, А	123	145	362	3200
Струм відключення, кА	1250	3150	2000	40
Граничний струм термічної стійкості на протязі 3с, кА	40	40	50	40

виробництва.

Генератори та турбіни.

Реконструкція гідроагрегату включає в себе:

- Зміни в конструкції з перешихтовкою активної частини заліза статора;
- Заміну обмотки ротора з терморективною ізоляцією класу "F" з переходом на вищий рівень генераторної напруги, що дало можливість підвищити потужність гідроагрегату на 3,5 МВт і становить 22 МВт та оптимізувати температур-

ний режим генератора

- Заміну робочого колеса та прямого апарата (НА) із оптичним профілем лопаток та лопатей,

що дало можливість підвищити ККД турбіни.

Щоб оптимізувати витрати на виробництво та монтаж обладнання необхідно було впровадити нестандартні рішення: проведення шихтовки заліза та укладку обмотки в умовах підприємства, проведення випробувань та діагностики методами неруйнівного контролю.

Встановлено екологічно чисте робоче колесо (РК) (робоча зона поршня сервомотору винесена за втулку робочого колеса, в зоні ущільнення лопатей тиск відсутній, що унеможливує потрапляння масла в природне середовище).

Це позитивно вплинуло на екологію навколишнього середовища. Нова конструкція РК та нове ущільнення унеможливує попадання масла в нижній б'єф ГЕС.

Встановлено новий напрямний апарат, модернізовано сервомотори прямого апарата та робочого колеса турбіни. Проведено реконструкцію компресора охолодження, замінено двигун компресора охолодження.

Виконано монтаж та наладку регулятора швидкості фірми ALSTOM. Впровадження вказаних регуляторів швидкості дасть можливість інтегрувати їх на наступному етапі реконструкції в мікропроцесорну систему управління станцією SCADA.

Виконано реконструкцію систем контролю (термоконтроль, зріз пальців НА, вода в капсулі, масло в трубопроводах підшипників, положення стопора НА). В системі термоконтролю агрегатів замість пристроїв КІПМГ і УМС встановлено мікропроцесорні вимірювачі ТРМ-138.

Модернізовано систему вентиляції гідрогенератора з додатковою установкою вентиляторних лопатей на ободі ротора для збільшення витрат повітря в збільшеному міжполюсному вікні ротора і з оптимізацією розподілу потоків охолоджуючого повітря по венти-



Канівська ГЕС



ляційним каналам.

Трансформатори та блочне обладнання.

Найскладніший етап реконструкції це заміна

генераторного та блочного обладнання. Складності полягають в тому, що всі роботи проводяться поряд із діючим обладнанням та вимагає великої кількості перемикачів, відключень та інших підготовчих заходів.

На даний час повністю проведена реконструкція обладнання блока № 6 ГЕС, а саме:

- Проведена реконструкція гідроагрегатів із підвищенням класу напруги та потужності до 22 МВт кожний.
- Встановлено новий силовий трансформатор ТРД-9000/120
- Змонтовано нові струмопроводи.
- Встановлено генераторні вимикачі типу HGI-2 фірми АВВ.
- Змонтовано КРУ-6,3 кВ з новими вакуумними вимикачами компресорів охолодження.
- Замінено тиристорну систему збудження генераторів.
- Виконано нову систему управління та захисту блока та генераторів.
- Реконструйовано систему технічного водопостачання, систему дренажу та систему регулювання.
- Виконано плавний пуск двигунів допоміжного обладнання.

Параметри основного обладнання, турбін, генераторів трансформаторів та вимикачів. до та після реконструкції наведені в Таблиці 1.

Завдяки реконструкції обладнання знижуються витрати на його обслуговування та ремонт, підвищуються коефіцієнти надійності та ефективності його використання. Ці показники дають можливість зробити висновок про ефективність проведення реконструкції обладнання.

Обладнання ВРУ-110/330 кВ .

Проведена повна реконструкція силового обладнання ВРУ-110/330 кВ.

Продовж двох років ВРУ-330 кВ повністю замінені повітряні вимикачі на елегазові типу HGF-115\2В фірми ALSTOM та GL-312 фірми APEVA, замінені трансформатори струму, встановлені нові роз'єднувачі з дистанційним приводом типу S2DAT та S2DA2T фірми APEVA. На

Таблиця 3. Акумуляторні батареї після реконструкції

№	Місце установки АК	Тип	Дата вводу в експлуатацію	Ємність, А·г/кількість елементів.	Контрольний розряд/ ємність, %
1	АБ ВРУ-110/330кВ	Vb2305	2012	254/104	2011/100 %
2	АБ ГЕС	Vb2312	2012	610/104	2012/100 %
3	АБ вузла зв'язку	7OPzS-490	2007	490/12	2007/100 %

лініях 330 кВ додатково встановлено нові трансформатори струму для можливості підключення нових захистів після реконструкції автоматики, управління та захистів цих приєднань. Параметри вимикачів ВРУ 110 кВ та 330 кВ після реконструкції наведені в Табл. 2.

Складність проведення реконструкції приєднань ВРУ полягає у великій кількості оперативних перемикачів, узгоджень режимів роботи обладнання, операцій за нестандартними програмами перемикачів та випробувань. Такий обсяг робіт дещо затримує темпи реконструкції.

Майже закінчена реконструкція ВРУ-110 кВ. Замінено 14 повітряних вимикачів на елегазові типу HGF-115\2В та GL-312, замінено роз'єднувачі всіх приєднань, а це 8 ліній електропередач, дві секції шин з обхідною. Також замінено всі трансформатори струму та трансформатори напруги з власними роз'єднувачами.

Перехід на елегазові вимикачі дозволив відмовитись від експлуатації повітряного господарства. Виведено з експлуатації 10 ресиверів високого тиску 40 атм та 6 компресорів. Це значно вплинуло на економію коштів на експлуатацію та виконання ремонтів.

Власні потреби, щити постійно струму та акумуляторні батареї.

Продовж останнього року проведена повна заміна розподільчого устаткування 10 кВ для живлення власних потреб. Були встановлені вакуумні вимикачі фірми АМПЕР та змонтовано нові захисти шин та комірок КРУ-10 кВ та КРУН-10 кВ Такі глобальні зміни в конструкції обладнання вимагали нового рівня якості постійного струму. Тому щити постійного струму та акумуляторні батареї також були реконструйовані. Були змонтовані дві акумуляторні батареї (АБ) фірми ВАРТА ємністю 610 А/год. та 254 А/год. та щити постійного струму із зарядними пристроями. Дані про реконструйовані АБ наведені в Табл. 3.

Допоміжне обладнання.

Для забезпечення надійної роботи основного обладнання була проведена реконструкція допоміжного обладнання: системи техводопостачання, системи регулювання та дренажної системи. Для захисту двигунів змонтовані системи



Таблиця 4. Розрахунки економічного ефекту від впровадження заходів по енергозбереженню в 2013 році.

№	Заходи	Витрати, тис.грн.	Економія електро-енергії, кВт*год./рік	Економія, тис.грн
1.	Заміна загального бойлерного опалення адміністративного будинку на індивідуальне електроконвекторне	500	232141	45,03535
2.	Реконструкція системи вентиляції приміщення МНУ, над турбінного, під турбінного, приміщень гідроагрегатів блоку № 6 та капсул ГА	1350	99396	19,283
3.	Реконструкція опалення та вентиляції приміщення ЗРУ-6,3 кВ блоку № 2	1040	109440	21,231
4.	Реконструкція системи вентиляції приміщення МНУ, надтурбінного, підтурбінного, приміщень гідроагрегатів блоку № 2 та капсул ГА	1350	99396	19,283

плавного пуску, що дає значний економічний ефект від збільшення інтервалів при обслуговуванні та ремонтах двигунів. Нові самоочисні автоматичні фільтри води, автоматичне управління електричними засувками також позитивно впливають на економічні показники експлуатації основного обладнання.

Значний внесок в економіку підприємства дає ефективне використання та економія електроенергії, яка витрачається на власні потреби підприємства. Так заміна застарілої централізованої системи опалення електричними котлами на сучасні обігрівачі конвекторного типу з автоматичним управлінням значно знизилася споживання електроенергії в зимовий період, див. Табл. 4. Реконструкція систем вентиляції та опалення промислових приміщень також дають значну економію коштів за рахунок підвищення ККД та раціонального управління.

В перспективі для більшого зниження споживання електроенергії на власні потреби планується реконструкція освітлювальної системи, системи охолодження та водопостачання.

Перспективи розвитку та висновки.

Результати проведеної роботи з реконструкції вже зараз показують, що:

- Ми маємо повний оперативний контроль за параметрами технологічного процесу.
- Управління процесом виробництва виконується одним оператором з центрального пульта управління.
- Надійність та економічна ефективність підвищуються за рахунок гнучкості системи управління процесом виробництва електроенергії.
- Гнучкість системи дозволила підвищити ККД та більш рівномірно розподілити наванта-

ження на діюче обладнання.

Підвищення складності обладнання піднімає на новий рівень підготовку персоналу, що експлуатує та обслуговує це обладнання.

Реконструкція на Канівській ГЕС згідно перспективних планів буде закінчена у 2018 році. Основні цілі реконструкції – продовження терміну експлуатації ГЕС на 30–40 років, збільшення потужності та виробництва електроенергії, підвищення надійності та безпеки експлуатації.

Після реконструкції блочного обладнання підприємство має значну кількість переваг у роботі нового обладнання. Зміна схеми управління дала можливість більш ефективно експлуатувати обладнання. Встановлення генераторних вимикачів та вимикачів компресорів охолодження значно підвищили надійність роботи обладнання.

Економічний ефект від реконструкції буде помітний не відразу. Значна кількість капіталовкладень в модернізацію нівелює факт отримання економії від скорочення витрат на обслуговування та ремонт обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шмидт С.П., Девекович В.Н., Гурьянов О.В. Модернизация оборудования – способ продления его эксплуатации.
2. Артюх С.Ф., Урманов О.Б. Оценка путей повышения надежности оборудования ГЭС при модернизации. // Гідроенергетика України. – 2009. – № 2. – С.
3. Річний звіт про промислову діяльність Канівської ГЕС за 2013 рік.
4. Кузьмин В.В., Лившиц А.Л., Шпаченко В.С. Малозатратные и энергосберегающие технологии реабилитации турбогенераторов – основа технического перевооружения Украины // Електромеханічні і електрозберігаючі системи, – 2011. – № 2

