

**Товариство з обмеженою відповідальністю
«ГАЗГЕНЕРАТОРБАУ»**

49040, м. Дніпро, вул. Космічна, 49 Г
п/р 26004454713 МФО 380805 ЄДРПОУ 39309577 в АТ «Райффайзен Банк АВАЛЬ»
www.gasgeneratorbau.com gasgeneratorbau@gmail.com

05.05.2018г. № 32

Керівнику підприємства
Головному інженеру
Головному енергетику

Події останнього часу в черговий раз переконливо довели необхідність активного впровадження систем, здатних автономно забезпечити промисловість і населення тепловою та електричною енергією з ціною, значно меншою ніж на вітчизняному енергоринку.

Компанія ТОВ «Газгенераторбау» є виробником енергетичного обладнання високої ефективності.

З метою забезпечення споживачів тепловою та електричною енергією за ціною, значно меншою ніж на вітчизняному енергоринку, фахівцями підприємства було розроблене унікальне комплексне рішення, в основі якого лежить використання парових (водогрійних) котлів тип «ТурбоРapid™», паропроодуктивністю 1 т, 3 т, 5 т та вище насиченої пари на годину при тиску 12 ати.

Зазначена лінійка котлів тип «ТурбоРapid™» характеризується малою вагою, високою паропроодуктивністю і параметрами робочого пару, відсутністю споживання електроенергії з мережі на привід димососа (при установці турбодимососа).

Котел розрахований на застосування різного твердого палива: органічна пил рослинного походження, лузга соняшника, деревна тріска, дрова, вугілля, торфобрикети, солома та інше, без зміни конструкції котельного обладнання.

У цій моделі значно збільшена швидкість руху димових газів по трубах котла, що призведе до істотного зниження його ваги в порівнянні з аналогічними конструкціями.

Деякі технічні характеристики парових котлів тип «ТурбоРapid™» наведені в таблиці № 1.

Таблиця № 1

Паропроодуктивність, т/годину	0,8 – 1	3	5
Тиск пару, ати	12	12	12
Площа колосникової решітки, м ²	0,33	1,03	1,35
Площа поверхні нагріву, м ²	14,8	57,6	92,8
Внутрішній діаметр котла, мм	734	1024	1219
Годинне споживання палива (теплотворною здатністю 4500 ккал/кг), кг	160	480	800
Вага котла, кг	1200	4600	7400

На особливу увагу заслуговує той факт, що внаслідок застосування вдалих конструкторських рішень в зазначеній лінійці котлів вартість однієї одиниці вихідної кількості теплоти (1Гкал) складає близько **200** грн, що в кілька разів нижче ніж на старому котельному обладнанні.

Дані, щодо розрахунку вартості тепла для деяких видів палива, наведені в таблиці № 2.

Таблиця № 2

Вид палива	Теплотворна здатність, Кал/м ³ (Кал/кг)	Витрата палива на 1Гкал (кг, м ³)	Опалювальна площа на 1Гкал/ч, м2	Вартість опалюв. у місяць, грн/м ²	Середня вартість грн/кг (грн/м ³)
Органічна пил рослинного походження	4500	300	35000	1, 85	0, 3
Дрова	3200	422		5, 20	0, 6
Вугільний пил марки Д, Г	7200	188		7, 73	2
Торфобрикети	4500	300		12, 33	2
Вугілля марки Д, Г	7000	193		13, 90	3, 5
Мазут	9600	141		14, 50	5
Природний газ	8000	169		31, 30	9

В цілому, за висновками експертів, при порівнянні базових характеристик (вага, вартість вихідного тепла, габарити, зручність в експлуатації, екологічні параметри), котли тип «ТурбоРapid™» **не мають аналогів на сьогоднішньому українському ринку котельного обладнання.**

Додаткові переваги підприємство може отримати у разі застосування поряд із котлами тип «ТурбоРapid™» парової машини, яка працює спільно з генератором трифазного змінного струму частотою 50 Гц. Включення у ланцюг цього обладнання дозволить отримати електричну та додаткову теплову енергію. При цьому, вихідна вартість електричної енергії буде залежати від вартості палива, проте у всякому разі вона не буде перевищувати **0,40 грн за 1 кВт** (з урахуванням утилізації залишкового тепла).

Приклад техніко-економічного розрахунку по роботі паромашинного агрегату на базі парової машини наданий у додатку № 1.

Таким чином, рішення компанії ТОВ «Газгенераторбау» дозволяють принципово змінити структуру енергозабезпечення підприємства. В результаті цих змін замовник вперше отримає реальну автономність системи енергопостачання, яка не залежить від коливань енергоринку і зовнішніх постачальників.

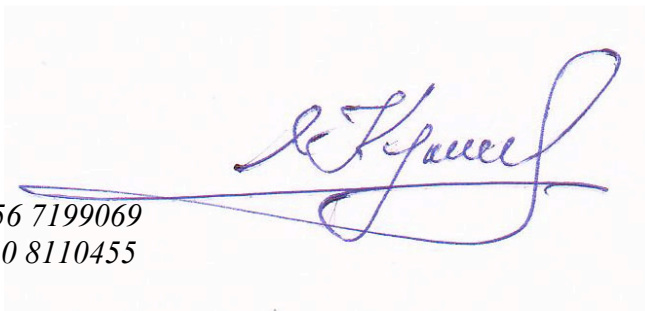
Іншою очевидною перевагою є концептуальне зниження ціни на енергоносії, яке дозволить значно знизити ціни готової продукції, спрямувати вивільнені кошти на соціальні програми та інші інвестиції.

Важливо підкреслити, що альтернативні рішення з подібним економічним і соціальним ефектом на сьогоднішньому ринку України відсутні.

з повагою,

Директор

Исп. Сербулов А.Ю. + 038 056 7199069
050 8110455



Л.Куклин

Техніко - економічний розрахунок

модульної електростанції на базі парового котла тип «ТурбоРapid™ 0,8/12/183»
та паромашинного агрегату на базі парової машини з генератором
потужністю 90кВт.

З метою зниження початкових і експлуатаційних витрат з виробництва електроенергії та вироблення тепла спроектована електростанція настановної потужністю 90 кВт. Станція побудована на базі високопродуктивного парового котла довжиною 3,6 м, висотою 2,3 м і шириною 0,75 м паропроодуктивністю 0,8 т/год, з параметрами 12аті 183°С і паромашинного агрегату на базі парової машини з генератором потужністю 90кВт. При роботі станція генерує додатково 600 кВт теплової потужності і споживає 0,16 т/ч деревної тріски (соломи), яку розмелюють перед спалюванням в пил, або 0,075 т/ч рідкого коксохімічного палива, або 102 м³/ч природного газу.

1. МЕТА ПРОЕКТУ

Метою даного ТКП є обґрунтування економічної доцільності переведення промислового підприємства або комунального господарства на споживання теплової та електричної енергії власного виробництва, згенерованих від котельного обладнання та паромашинної електростанції.

2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Для розрахунку економічної доцільності переведення промислового підприємства або комунального господарства на споживання теплової та електричної енергії власного виробництва, перед фахівцями компанії було поставлено технічне завдання з наступними максимальними вихідними показниками:

Таблиця № 1

Кількість котлів, шт	0,8 т/г пари 12ат 183°С
Загальне споживання пара, т/г	0,8 т/г пари 12ат 183°С
Еквівалентну потужності споживання палива, тонн/г.	0,16 (тріска - пил), 0,075 (рідке коксохімічне паливо), 102 м ³ (природний газ).
Очікувана вартість електроенергії, не більше грн/кВтг	1,50
Електрична потужність, кВт (Вихідна потужність на генераторі)	90

3. ПРОПОНОВАНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

У даній розробці пропонується поставка модульної електростанції, до складу якої входить:

1. Парової котел 0,8 т/год пари 12ат 183°С.
2. Парова машина, з вихідною потужністю на генераторі 90кВт.
3. Автоматика система управління, безпеки та регулювання.

Запропонований котел тип «ТурбоРapid™ 0,8/12/183» характеризується малою вагою (близько 1,2 т), високою паропроодуктивністю і параметрами робочого пару. За рахунок нарощування кількості установок можна набрати будь-яку бажану потужність, кратну 90кВт. Котел може працювати на будь-якому виді палива, що дозволяє варіювати вартість електроенергії в залежності від кон'юнктури на той чи інший його вид. Розрахунок для трьох видів палива - природному газі, рідкому коксохімічному паливі та трісці (у вигляді пилу):

Таблиця № 2

Вид палива	Теплотворна здатність палива	ККД станції	Витрата палива на 1 кВтг
Природний газ	7500ккал/м ³ (31,4МДж/м ³)	8,5 % – без використання відпрацьованої пари 65 % - з використанням відпрацьованої пари	1,57 м ³
Коксохімічне рідке паливо	9500ккал/кг(39,8МДж/кг)		1,15 кг
Тріска, лузга, солома (пил)	4500ккал/кг(18,9МДж/кг)		2,46 кг

У разі використання рідкого палива, його подавання здійснюється із цистерн, при цьому, однієї цистерни 60 т достатньо для 400 годин роботи електростанції. Для твердого палива потрібно передбачити склад для його зберігання.

При впровадженні комплексу забезпечуються передові рішення по автоматизації технологічного процесу. Автоматика котла пов'язана з автоматикою парової машини і генератора в єдиний керуючий комплекс. Пара з котла подається на парову машину 90 кВт, яка споживає 0,8 т пари на годину і виробляє 90 кВтг електроенергії. Для виробництва 90 кВтг необхідно витратити 75 кг/г рідкого коксохімічного палива або 160 кг/г тріски (пил) або 102 м³/г природного газу.

Паливні витрати $Z_{\text{пал.}}$ на 1 кВтг електроенергії (с урахуванням теплової генерації у обсязі 600 кВт) розраховуються за формулою:

$$Z_{\text{пал.}} = Q_{\text{топ.}} \times \text{Стоп.} / 1000 / 9,5,$$

де:

$Q_{\text{пал.}}$ - кількість палива на вироблення на 1 кВтг електроенергії;

$S_{\text{пал.}}$ - вартість 1т (м³) палива;

1000 - кількість кг в 1т (або м³ в 1000 м³);

9,5 - відношення сумарної потужності (теплової та електричної) до електричної потужності установки.

Для природного газу вартістю 9000 грн за 1000 м³ паливні витрати на 1 кВтг електроенергії (з урахуванням теплової генерації в обсязі 600 кВт) рівні:

$$Z_{\text{пал.г}} = 1,57 \times 9000 / 1000 / 9,5 = 1,49 \text{ грн.} = 0,044 \text{ €}$$

Для рідкого коксохімічного палива вартістю 6000 грн за 1 тону паливні витрати на 1 кВтг електроенергії (з урахуванням теплової генерації в обсязі 600кВт) рівні:

$$Z_{\text{пал.рк}} / \text{т} = 1,15 \times 6000 / 1000 / 9,5 = 0,73 \text{ грн.} = 0,021 \text{ €}$$

Для тріски вартістю 300 грн за 1 тону паливні витрати на 1 кВтг електроенергії (з урахуванням теплової генерації в обсязі 600 кВт) рівні:

$$Z_{\text{пал.т}} = 2,46 \times 300 / 1000 / 9,5 = 0,08 \text{ грн.} = 0,0023 \text{ €}$$

Обсяг додаткової води - до 0,064 м³/г, при цьому, у разі необхідності, необхідно передбачити відповідну водопідготовку. Вищезгадані значення відносяться до одного енергоблоку 90 кВт.

Формула розрахунку експлуатаційних витрат $Z_{\text{експл.}}$ наступна:

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{\text{перс.}} + Z_{\text{пал.}}$$

де:

$Z_{\text{перс.}}$ - зарплата персоналу на 1кВтг;

Зпал. - паливні витрати на 1 кВтг електроенергії;
 Експлуатаційні витрати пов'язані з зарплатою персоналу Зперс. (чергова зміна)
 розраховуються за формулою:

$$\text{Зперс.} = (\text{Спал.} / \text{Тдн.} / \text{Тг.} / \text{РкВтг.}) * \text{Qчол.},$$

де:

Стоп. - вартість 1т. палива;

Тдн. - кількість робочих днів;

Тг. - кількість годин у добі;

РкВтг. – потужність, що виробляється електростанцією;

Qчол. - кількість обслуговуючого персоналу.

Таким чином:

$$\text{Зперс.пг} = (9000/30/24/90) \times 4 = 0,55 \text{ грн / кВтг} = 0,0170 \text{ € / кВтг.}$$

$$\text{Зперс.рп} = (6000/30/24/90) \times 4 = 0,09 \text{ грн / кВтг} = 0,0028 \text{ € / кВтг.}$$

$$\text{Зперс.т} = (300/30/24/90) \times 4 = 0,005 \text{ грн / кВтг} = 0,00014 \text{ € / кВтг.}$$

Разом, загальні експлуатаційні витрати складуть:

$$\text{Зекспл.пг} = \text{Зперс.пг} + \text{Зпал.пг} = 0,55 + 1,49 = 2,04 \text{ грн / кВтг} = 0,063 \text{ € / кВтг.}$$

$$\text{Зекспл.рп} = \text{Зперс.рп} + \text{Зпал.рп} = 0,09 + 0,73 = 0,82 \text{ грн / кВтг} = 0,025 \text{ € / кВтг.}$$

$$\text{Зекспл.т} = \text{Зперс.т} + \text{Зпал.т} = 0,005 + 0,08 = 0,085 \text{ грн / кВтг} = 0,0026 \text{ € / кВтг.}$$

Термін експлуатації приміщення - 25 років, парової машини - 25 років, котлів - 25 років.

4. ВАРТІСТЬ МОБІЛЬНОГО ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Вартість електростанції (основного обладнання) на базі парового котла тип «ТурбоРapid™ 0,8/12/183» і паромашинного агрегату на базі парової машини з генератором потужністю 90 кВт складає 200 000 €.

5. ТЕРМІНИ ВИКОНАННЯ І ЕТАПИ РОБІТ

Термін виготовлення електростанції - не менше 6 місяців на умовах договору поставки, з оплатою відповідно підписаного та затвердженого календарного плану.

6. ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Окупність пропонованої технології заснована на різниці в ціні середньої вартості кВтг потужності, одержуваної на запропонованій установці і одержуваної з загальної електромережі.

Для розрахунку приймаємо число робочих днів у році 365 при 3-х змінній роботі.

Споживана потужність з електромережі дорівнює 90 кВтг.

Також для підрахунку приймаємо вартість 1000 м³ природного газу - 9000 грн., 1 тонни рідкого коксохімічного палива – 6000 грн, 1 тонни тріски - 300 грн.

Схема розрахунку витрат на установлення наступна:

$$\text{Зуст.заг.} = \text{Зуст.п.} + \text{Зуст.котел} + \text{Зуст.пма.},$$

де:

Зуст.заг. - загальні настановні витрати поставки електростанції;

Зуст.п. - установчі витрати, пов'язані з приміщенням;

Зуст.котел - установчі витрати, пов'язані з купівлею котлів «ТурбоРapid™»;

Зуст.пма. - установчі витрати, пов'язані з купівлею паромашинного агрегату.
 Установчі витрати, пов'язані з приміщенням, розраховуються за формулою:
 $Z_{уст.п.} = S_{п.} / T_{р. експ.} / T_{дн.} / T_{г.} / P_{кВтг.}$,

де:

$S_{п.}$ - вартість приміщення в €;

$T_{р. експ.}$ - кількість років експлуатації приміщення;

$T_{дн.}$ - кількість днів у році;

$T_{г.}$ - кількість годин у добі;

$P_{кВтг.}$ – потужність, що виробляється електростанцією.

Таким чином:

$$Z_{уст.п.} = 20000/25/365/24/90 = 0,0010 \text{ € / кВтг.}$$

Установчі витрати, пов'язані з купівлею котла «ТурбоРapid» розраховуються за формулою:

$$Z_{уст.котел} = S_{котел} / T_{р. експ.} / T_{дн.} / T_{г.} / P_{кВтг.},$$

де:

$S_{котел}$ - вартість котла «ТурбоРapid™» в €;

$T_{р. експ.}$ - кількість років експлуатації котла «ТурбоРapid™»;

$T_{дн.}$ - кількість днів у році;

$T_{г.}$ - кількість годин у добі

$P_{кВтг.}$ – потужність, що виробляється електростанцією.

Таким чином:

$$Z_{уст.котел} = 120000/25/365/24/90 = 0,0060 \text{ € / кВтг.}$$

Установчі витрати, пов'язані з купівлею паромашинного агрегату, розраховуються за формулою:

$$Z_{уст.пма.} = S_{пма.} / T_{р. експ.} / T_{дн.} / T_{ч.} / P_{кВтг.},$$

де:

$S_{пма.}$ - вартість паромашинного агрегату в €;

$T_{р. експ.}$ - кількість років експлуатації паромашинного агрегату;

$T_{дн.}$ - кількість днів в році;

$T_{г.}$ - кількість годин у добі;

$P_{кВтг.}$ – потужність, що виробляється електростанцією.

Таким чином:

$$Z_{уст.пма.} = 80000/25/365/24/90 = 0,0040 \text{ € / кВтг.}$$

Разом, загальні настановні витрати, пов'язані з купівлею технологічного обладнання складуть:

$$Z_{уст.заг.} = 0,0010 + 0,0060 + 0,0040 = 0,011 \text{ € / кВтг.} = 0,35 \text{ грн / кВтг.}$$

Для подальшого розрахунку економіки необхідним є дотримання у повному обсязі ТКП.

Загальні витрати $Z_{заг.}$ (експлуатаційні + установчі) на виробництво 1 кВтг електроенергії складуть (з урахуванням теплової генерації в обсязі 600кВт):

$$Z_{\text{заг.}} = Z_{\text{експл.}} + Z_{\text{уст.заг.}}$$

Таким чином:

$$Z_{\text{заг.пг}} = Z_{\text{експл.пг}} + Z_{\text{уст.заг.}} = 0,063 \text{ € / кВтг} + 0,011 \text{ € / кВтг} = 0,074 \text{ € / кВтг} = 2,36 \text{ грн / кВтг.}$$

$$Z_{\text{заг.рп}} = Z_{\text{експл.рп}} + Z_{\text{уст.заг.}} = 0,025 \text{ € / кВтг} + 0,011 \text{ € / кВтг} = 0,036 \text{ € / кВтг} = 1,12 \text{ грн / кВтг.}$$

$$Z_{\text{заг.т}} = Z_{\text{експл.т}} + Z_{\text{уст.заг.}} = 0,0026 \text{ € / кВтг} + 0,011 \text{ € / кВтг} = 0,0118 \text{ € / кВтг} = 0,40 \text{ грн / кВтг.}$$

Таким чином, за результатами виконання технічного завдання та розрахунку економічної доцільності переведення промислового підприємства або комунального господарства на споживання теплової та електричної енергії власного виробництва встановлено, що умові вартості 1 кВтг менше 1,50 грн задовольняють варіанти роботи електростанції на рідкому коксохімічному паливі і на трісці. При цьому, генерація електроенергії з використанням тріски є економічно привабливою.

7. ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Окупність пропонованої технології заснована на різниці в ціні 1кВтг електроенергії, одержуваної з мережі (мінімум 2,5 грн) і виробленого на генеруючій установці при роботі на трісці (0,40 грн).

Виходячи з умов технічного завдання отримуємо наступні показники окупності модульної станції:

Таблиця № 3

Витрачено електроенергії, кВтг	90x24x350 = 756 000
Вартість електроенергії, грн (2,5 грн / кВтг)	1 890 000
Отримана потужність на установці, кВтг	90
Вартість одержуваної потужності в рік, грн	756 000x0,40 = 302 400
Економія (різниця) з урахуванням повної потужності установки, грн / рік	1 567 600
Економія (різниця), € / рік	49 612

Таким чином, з огляду на тільки економію отриману за рахунок зниження ціни одержуваного кВтг електроенергії, **витрати окупляться за 4 року з урахуванням теплової генерації у обсязі 600 кВт.**

Відмова від споживання електричної енергії з мережі (або значне зменшення її споживання) дозволить значно збільшити енергетичну і економічну незалежність підприємства.