

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад.**  
**І.С.Гулого**  
**Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту  
\_\_\_\_\_ Сергій БЛАЖЕНКО  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_ грудня \_\_\_ 2024 р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Валентин ПЕТРЕНКО  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_ грудня \_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Зі спеціальності \_\_\_\_\_ 144 Теплоенергетика  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної  
програми \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Теплоенергетика та енергоефективні технології  
на тему: “Науково-технічне обґрунтування ефективного впровадження технології паро-контактного сушіння жому в систему енергопостачання цукрового заводу.”

Виконала: здобувач 2 курсу, групи ЗТЕ-2-7М

Філаретова Тетяна Владиславівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Філоненко Віталій Миколайович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я, як здобувач Національного університету харчових технологій, розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недовольної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

\_\_\_\_\_ ФІЛАРЕТОВА  
(підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2024 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого  
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 144 Теплоенергетика  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика та енергоефективні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Валентин ПЕТРЕНКО

“01” жовтня 2024 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Філаретової Тетяни Владиславівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи “Науково-технічне обґрунтування ефективного впровадження технології паро-контактного сушіння жому в систему енергопостачання цукрового заводу.”

керівник роботи доц. каф. ТЕХТ, к.т.н. В.М. Філоненко  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “01”10.2024 року № 860-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 05.12.2024 року

3. Вихідні дані до роботи матеріали переддипломної практики

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Матеріали енергетичного аудиту цукрового заводу в режимі експлуатації до впровадження установки ПКСЖ; Технологічна, теплова, енергетична схеми ц/з; Результати аудиту та пропозиції щодо режимів сушіння жому; Можливі проблеми енерговикористання і шляхи їх вирішення; Математичне обґрунтування зменшення потужності високо напірного вентилятора установки ПКСЖ; Математичне обґрунтування доцільності підвищення температури рециркуляційної пари в установці ПКСЖ.

5. Перелік графічного матеріалу

презентація Power Point - 14 слайдів

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	01.10-03.10.2024	виконав
2	Аналіз літературних джерел	04.10-12.10.2024	виконав
3	Виконання розділу №1 КР	13.10-22.10.2024	виконав
4	Виконання розділу №2 КР	23.10-31.10.2024	виконав
5	Виконання розділу №3 КР	01.11-14.11.2024	виконав
6	Виконання розділу №4 КР	15.11-30.11.2024	виконав
7	Оформлення ПЗ, підготовка презентації	01.12-05.12.2024	виконав

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Тетяна ФІЛАРЕТОВА**  
(ім'я та прізвище)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Віталій ФІЛОНЕНКО**  
(ім'я та прізвище)

Інформаційний блок .....	6
Анотація.....	9

### Частина 1. Інженерно-технічні результати

1.1. Матеріали енергетичного аудиту цукрового заводу в режимі експлуатації до впровадження установки ПКСЖ.....	11
1.2. Технологічна схема цукрового заводу.....	13
1.3. Теплова схема заводу.....	14
1.4. Енергетична схема ТЕЦ.....	15
1.5. Результати аудиту. Показники ефективності роботи цукрового заводу.....	17
1.6. Загальний висновок енергетичного аудиту.....	18
1.7. Реалізація низько-температурної пароконтактної енерготехнології сушіння жому.....	20
1.8. Експлуатаційні параметри роботи цукрового заводу в режимі спільно з установкою пароконтактного сушіння жому – ПКСЖ.....	23

### Частина 2. Наукові результати

2.1. Сутність технічних пропозицій сушіння жому.....	30
2.2. Жом – якісний продукт для тваринництва.....	31
2.3. Варіанти реалізації процесу сушіння жому.....	33
2.4. Взаємний вплив двох енерготехнологій.....	40
2.5. Проблема недовироблення електроенергії власної генерації в ТЕЦ цукрового заводу.....	40
2.6. Умови виникнення витрати енергетичної пари через РОУ в ТЕЦ цукрового заводу.....	43
2.7. Проблема зменшення потужності високо напірного вентилятора і її вирішення.....	44
2.8. Математичне обґрунтування зменшення потужності високо напірного вентилятора установки ПКСЖ.....	45
2.9. Математичне обґрунтування доцільності підвищення температури рециркуляційної пари в установці ПКСЖ.....	47

## Додатки

Додаток 1. Фактичні експлуатаційні показники системи теплоспоживання цукрового заводу.....	54
Додаток 2. Фактичні експлуатаційні показники схеми тец цукрового заводу .....	59
Додаток 3. Фактичні експлуатаційні параметри системи тепловикористання цукрового заводу за умови впровадження технології«пксж».....	62
Додаток 4. Фактичні експлуатаційні параметри існуючої системи тец цукрового заводу за умови впровадження пароконтактної технології сушіння жому(пксж).....	67
Додаток 5. Експлуатаційні параметри турбоагрегатів 12000 квт(е) на базі парових турбін з протитиском.....	71
Додаток 6-а. Фактичні експлуатаційні показники існуючої схеми тец (35 /435) цукрового заводу .....	73
Додаток 6-б. Очікувані (прогнозне моделювання) показники реконструйованої тец (43 /450) цукрового заводу .....	76
Додаток 6-в. Очікувані (прогнозне моделювання) показники реконструйованої тец (85 /525) цукрового заводу .....	79
Додаток 7. Очікувані (прогнозне моделювання) показники існуючої тец (35 /435) з пксж і внв-1800 квт(е) цукрового заводу.....	82
Додаток 8. Очікувані (прогнозне моделювання) показники реконструйованої тец (43 /450) з пксж і внв-1400 квт(е) цукрового заводу.....	86
Додаток 9. Очікувані (прогнозне моделювання) показники реконструйованої тец (85 /525) з пксж і внв-1800 квт(е) цукрового заводу.....	90
Список використаних джерел.....	94

## ІНФОРМАЦІЙНИЙ БЛОК

### Актуальність дослідження.

Актуальність роботи полягає у вирішенні актуальної для цукрової промисловості задачі – енергетично та економічно ефективному впровадженню в енерготехнологічну систему «ТЕЦ-Цукровий завод» паро-контактної технології сушіння жому (ПКСЖ), оскільки її впровадження створює ряд енергетичних проблем для цукрового заводу..

Внаслідок реалізації належних технічних рішень очікується:

- зменшення недовироблення електричної енергії власної генерації турбаагрегатом ТЕЦ;
- зменшення закупівлі цукрозаводом обсягу електроенергії від районної енергетичної системи (РЕС);
- зменшення енергоємності цукрового виробництва, за рахунок зменшення витрати палива на перероблення буряку.

**Матеріали та методи.** Об'єктом дослідження є енерго-технологічний комплекс «Цукровий завод-ТЕЦ» виробничою потужністю 7000 тонн буряку на добу, в системі якого експлуатується ПКСЖ. Застосовані паливно-енергетичні та теплові баланси об'єктів дослідження, методи використання показників енергетичної та теплової ефективності обладнання та систем та метод статичного моделювання об'єкту дослідження.

**Результати і обговорення.** Виявлено кількісні закономірності:

- впливу параметрів (тиску та температури) енергетичної пари ТЕЦ, питомого споживання теплової енергії заводом на недовироблення електричної енергії власної генерації турбоагрегатами ТЕЦ у разі впровадження установки ПКСЖ.
- впливу витрати енергетичної пари через редуційно-охолоджувальну установку на недовироблення електричної енергії власної генерації.
- впливу температури перегріву рециркуляційної пари – псеводозріджуючого агенту ПКСЖ на її витрату та потребу високо напірного вентилятора в електричній енергії.

### **Зв'язок дослідження роботи з науковими програмами**

Робота виконана у відповідності для плану НДР кафедри теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ на 2024/2025 р. р.

### **Мета дослідження.**

Досягти мінімізації негативного впливу впровадження ПКСЖ в енерготехнологію виробництва цукру і зменшення обсягів закупівлі електричної енергії від районної енергосистеми (РЕС).

## **Завдання дослідження**

Розрахунковим шляхом:

- визначити існуючі експлуатаційні параметри системи існуючої заводської системи генерації теплової та електричної енергії;
- визначити існуючі показники енергетичної ефективності системи тепло споживання цукрового заводу;
- визначити причини недовироблення електроенергії власної генерації у разі впровадження ПКСЖ в енерготехнологію виробництва цукру;
- сформулювати науково-технічне обґрунтування технічних рішень, що підвищують енергетичну і економічну ефективність технології ПКСЖ.

## **Об'єкт дослідження**

Процес генерації електричної енергії в ТЕЦ цукрового заводу в турбоагрегатах на базі протитискових парових турбін типу «Р-...».

Процес споживання теплової енергії відпрацьованої в турбінах пари системою 5-ти корпусної випарної установки з розвиненою системою паровідборів.

## **Предмет дослідження**

Енергетична система когенераційної генерації електричної і теплової енергії в ТЕЦ цукрового заводу.

Теплотехнологічна схема споживання теплової енергії промислової технології вироблення цукру-піску з цукрового буряку.

## **Наукова новизна**

Наукова новизна результатів магістерського дослідження полягає у:

- подальшому розвитку когенераційного вироблення електричної та теплової енергії в ТЕЦ промислових підприємств;
- в розробленні «теплотехнічного» аспекту проблеми збільшення генерації електричної енергії на тепловому споживанні.

## **Практичне значення отриманих результатів**

Одержані результати становитимуть основу для формування технічного завдання та детальної інженерно-технічної реалізації проекту впровадження технології ПКСЖ в енерготехнологію цукрових заводів України.

## **Особистий внесок.**

Магістрантка:

- здійснила аналітичний огляд літературних публікацій щодо промислових технологій сушіння жому;
- опрацювала результати енергетичного аудиту цукрового заводу;
- виконала розрахунки існуючих та проектних експлуатаційних параметрів;
- опанувала сутність технічних рішень з «енергетичних», «гідродинамічних» та «теплотехнологічних» аспектів поставленої проблеми;

- визначила, на базі теплоенергетичних розрахунків системи «ТЕЦ – Цукрозавод», показники енергетичної та економічної ефективності запропонованих технічних рішень.

### **Апробація результатів дослідження.**

Матеріали магістерської роботи:

- обговорювались на науковому семінарі кафедри ТЕХТ НУХТ в онлайн режимі 16 жовтня 2024 р.

### **Публікації.**

За матеріалами магістерського дослідження публікації автора роботи на момент її захисту – відсутні.

### **Структура магістерської роботи.**

Магістерська робота містить вступ, 2 розділа, висновки та 9 додатків.

Повний обсяг роботи становить 93 стор. Робота містить 2 таблиці та 11 рисунків.

## АНОТАЦІЯ

Робота виконана у відповідності до плану розвитку і удосконалення виробництва на цукровому заводі виробничою потужністю переробки 7000 тонн буряків (вироблення 980 тонн цукру/добу та 5600 тонн свіжого (7% СР) жому) на період до 2025...2027 р.р.

Фінансова доцільність використання установки паро-контактного сушіння жому для цукрового заводу (ПКСЖ) обґрунтована відсутністю потреби в спалюванні вуглеводного палива і, відповідно, фінансових затрат на його закупівлю (Jensen, 2007).

Натомість, реалізація паро-контактної технології сушіння жому потребує значної витрати електричної енергії (**92,3** кВт·год(е)/т сухого жому або **27,0** кВт·год(е)/т сирого пресованого жому).

Результати проведеного енергетичного аудиту цукрового заводу, що впровадив паро-контактну енерготехнологію сушіння жому в свій енерготехнологічний комплекс і отримав досвід спільної експлуатації обох технологій, виявив кількісну картину експлуатаційних параметрів енерготехнологічного комплексу «Завод-ТЕЦ-ПКСЖ».

Результати аудиту засвідчили, що реалізація технології ПКСЖ створила для цукрового заводу енергетичну та теплотехнічну проблеми, а саме:

- суттєве (до 4000 кВт(е) недовироблення електроенергії власної генерації турбоагрегатом ТЕЦ;
- суттєве (на 7,5 %), збільшення витрати природного газу в ТЕЦ (від 288,6 до 310,1 тис.м<sup>3</sup>/добу) на перероблення буряку, та збільшення питомої витрати теплової енергії (від 248,7 до 284,0 Мкал/т буряку, внаслідок зменшення ефективності системи тепло споживання цукрового заводу.

Отримані результати енергетичного аудиту обумовили доцільність здійснення наукового аналізу «енергетичних» та «теплотехнічних» результаті взаємодії двох енерготехнологій – технології пароконтактного сушіння жому та технології виробництва цукру з метою виявлення впливових факторів та формування необхідних технічних рішень для уникнення (або зменшення) негативних результатів експлуатації теплоенергетичного господарства цукрового заводу.

**Ключові слова:** буряковий жом, сушіння жому, пароконтактна технологія, енергоефективність, удосконалення.

## ANNOTATION

The work was carried out in accordance with the plan for the development and improvement of production at the sugar factory with a production capacity of processing 7,000 tons of beets (production of 980 tons of sugar/day and 5,600 tons of fresh (7%) pulp for the period until 2025... 2027 year

The financial expediency of using a steam-contact pulp drying unit for a sugar factory is based on the absence of the need to burn hydrocarbon fuel and, accordingly, financial costs for its purchase (Jensen, 2007).

On the other hand, the implementation of steam-contact pulp drying technology requires a significant consumption of electrical energy (92.3 kWh/t of dry pulp or 27.0 kWh/t of raw pressed pulp).

The results of the conducted energy audit of the sugar factory, which implemented the steam-contact energy technology of pulp drying in its energy-technological complex and gained experience in the joint operation of both technologies, revealed a quantitative picture of the operational parameters of the energy-technological complex "Plant-CHP-PKSZ".

The results of the audit proved that the implementation of the PCSZ technology created energy and thermal engineering problems for the sugar factory, namely:

- significant (up to 4,000 kW(e)) underproduction of electricity generated by the CHP turbine unit;
- a significant (by 7.5%) increase in the consumption of natural gas in the CHP (from 288.6 to 310.1 thousand m<sup>3</sup>/day) for beet processing, and an increase in the specific consumption of thermal energy (from 248.7 up to 284.0 Mcal/t of beets, due to a decrease in the efficiency of the heat consumption system of the sugar factory).

The obtained results of the energy audit determined the expediency of carrying out a scientific analysis of "energy" and "thermal engineering" as a result of the interaction of two energy technologies - the technology of steam contact drying of pulp and the technology of sugar production with the aim of identifying influential factors and formulating necessary technical solutions to avoid ( or reduction) of negative results of operation of the heat energy economy of the sugar factory.

**Key words:** beet pulp, pulp drying, steam contact technology, energy efficiency, improvement.

# Частина 1.

## Інженерно-технічні результати.

Інженерно-технічними результатами магістерської роботи є:

- **результати** енергетичного аудиту цукрового заводу, аналіз яких дозволив сформулювати сутність енергетичних проблеми, які отримав цукровий завод, впровадивши сучасну енерготехнологію паро-контактного сушіння жому – установку ПКСЖ;
- **визначення** складової структури теплового балансу установки ПКСЖ;
- **визначення** експлуатаційних параметрів установки ПКСЖ в системі теплоенергетичного комплексу «ТЕЦ-Цуровий завод».

За результатами проведеного теплоенергетичного аудиту заводу встановлено що експлуатаційні параметри теплоенергетичного комплексу цукрового заводу суттєво відрізняються для режиму експлуатації до впровадження установки ПКСЖ і для режиму після впровадження установки ПКСЖ.

Співставлення експлуатаційні параметрів теплоенергетичного комплексу цукрового заводу для двох режимів експлуатації наведено в табл.1.

### 1.1. Матеріали енергетичного аудиту цукрового заводу в режимі експлуатації до впровадження установки ПКСЖ.

За питомою витратою палива на переробку буряків за розрахунковий період аудиту цукровий завод досяг витрати умовного палива – **4,58 %** до витрати буряку за енергетичним паливом (природним газом), спаленим в ТЕЦ не є енергоощадним підприємством, рис. 1.1.

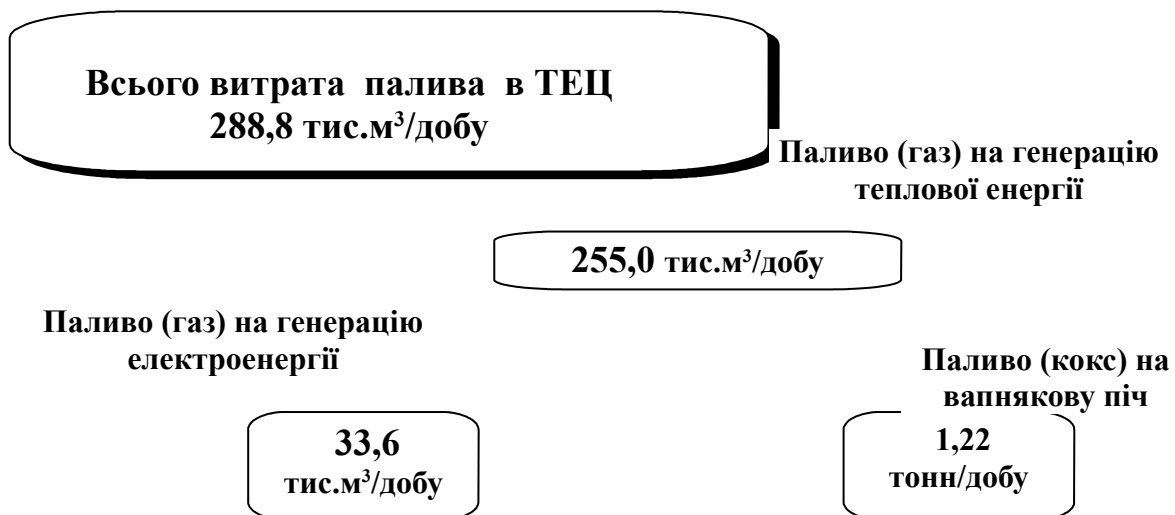


Рис. 1.1. Структура витрат палива на цукровому заводі.

Комплексна (ТЕЦ+ПЧ) питома витрата умовного палива становить – **4,58 %** до маси переробленого буряка.

В істинності аудиторської витрати палива переконує взаємна відповідність усіх енерго-технологічних параметрів роботи заводу, встановлених аудитом, а саме :

- Виміряною середньодобовою витратою газу в ТЕЦ - 288,6 тис м<sup>3</sup>/добу.
- Навантаженням турбогенератора - 11500 кВт.
- Пропуском пари через пару через РОУ - 24,1 т/год.

Витрата енергетичного палива (газу) - 4,58 % м. бур. також обґрунтована взаємною відповідністю всіх 4-х показників ефективності роботи ТЕЦ і заводу (див. Додатки 1,2), а саме:

- питомої витрати теплоти на переробку буряків - 248,7 Мкал/тсв
  - питомої витрати електроенергії на переробку буряків - 35,3 кВт.год/т. бур.
  - питомої витрати палива на відпуск тепла від ТЕЦ - 162,1 кг у.п./Гкал
  - питомої витрати палива на відпуск ел/енергії від ТЕЦ - 155,0 г у.т./кВт-год.
- і підтверджується рівнянням їхнього балансового взаємозв'язку:

$$(248,7 \cdot 162,1 + 35,3 \cdot 155,0) \cdot 10^{-4} = 4,58 \%$$

З метою подання матеріалу, необтяженого розрахунковими формулами, громіздкі технологічні енергетичні розрахунки в тексті магістерської роботи не подано.

Методики розрахунку продуктів цукрового бурякового, сировинного виробництва, розрахунки теплових та енергетичних схем зведено в алгоритми відповідних програм і в роботі подано тільки у вигляді результатів-роздруківок.

Впровадження раціональних, апробованих технічних рішень за технологією і теплоенергетикою виробництва дає змогу досягти вищих показників енергоємності цукрового заводу (див. «Цукор України», № 1, 1994, с.8-13):

- Питомої витрати пари - 40,9 % до маси буряків
- Питомої витрати тепла - 242,2 Мкал/ т буряків
- Питомої витрати палива - 4,1 % до маси буряків

**Інформація:** Цукрові заводи Франції, Данії, Польщі, деякі заводи України, мають витрату теплової енергії та на виробництво на 10-15% нижчу за зазначену. Пояснення такої економічності полягає в істотно кращих технологічних показниках якості буряків і дифузійного соку (ДБ дифузійного соку - 90%), меншій (1,5-1,6% м. б.) витраті вапна, відсутності розведення соку по тракту, в істотно ефективнішій системі тепловикористання.

Аудиторський прогноз перспективного зменшення витрат палива на цукровому заводі, наведено на рис. 2.1.

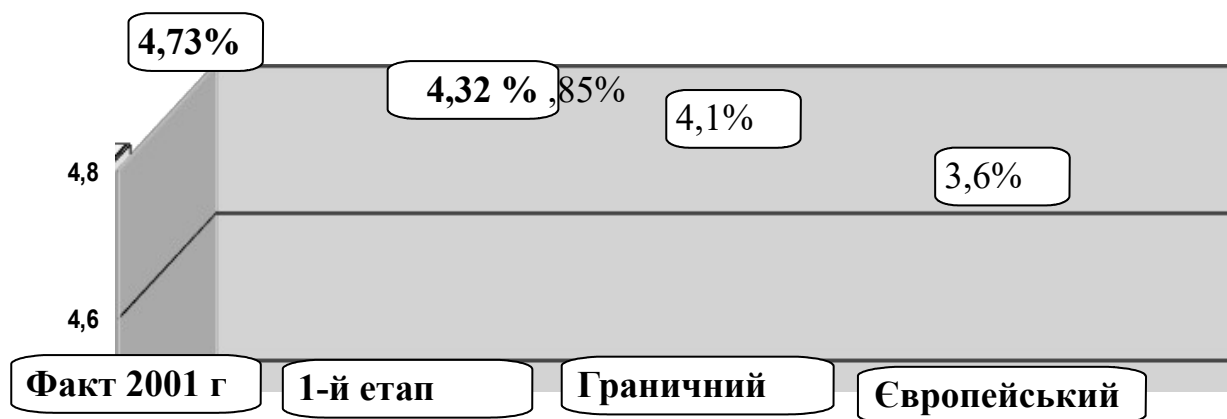


Рис.2.1. Прогноз динаміки перспективного зменшення витрати умовного палива на переробку буряків цукрового заводу

### Загальна характеристика цукрового заводу.

Виробнича потужність цукрового заводу – 7000 тонн буряку на добу.

Паливо - Природний газ (Ку.п = 1,13)

Середньодобові показники заводу за «аудиторський» період склали:

- Переробка буряків – 7000 тонн/добу.
- Загальне споживання газу заводом - 288,6 тис.м<sup>3</sup>/добу.

### 1.2. Технологічна схема цукрового заводу.

Технічні рішення за технологічною схемою заводу визначальним чином впливають на рівень споживання пари заводом.

Саме організація технологічного процесу визначає потребу заводу у парі для нагрівання і випарювання.

У цьому розділі наводимо короткий опис технічних рішень за технологічною схемою для «ув'язки» з нею теплової схеми заводу.

- Дифузія на базі 2-х шнекових дифузійних апаратів типу «ДС-12» з використанням як живильної води - підігрітої до 55-58 °С артезіанської води.
- Використовується система жомових пресів (9 шт.) типу ГН (НДР), що віджимають жом від 7,7 до 28 %СР, жомопресова вода для живлення дифузії використовується.
- Дефекосатурація: прогресивна переддефекація (Брігель) за температури 54 °С, основна холодна  
2-ступінчаста дефекація, основна гаряча за температури 90-92 °С дефекацією, сатурація в системі «Сатуратор-Карбонізатор-Бікарбонізатор».
- Підігрів переддефегованого соку від 53 до 90 °С перед гарячою дефекацією в системі поверхневих кожухотрубних підігрівачів.
- Підігрів соку 1-ї сатурації від 82 до 85 °С перед 1-ю фільтрацією в системі поверхневих кожухотрубних підігрівачів.

- Фільтрація соку 1-ї сатурації з використанням 7-ярусного відстійника дискових фільтрів ДФ-80 (8 шт) і вакуум-фільтрів суспезії 1-ї сатурації.
- Підігрів фільтрованого соку 1-ї сатурації від 82 до 100 °С перед 2-ю сатурацією в системі поверхневих кожухотрубних підігрівачів
- 2-а сатурація при температурі 100 °С, з попередньою дефекацією соку перед апаратом 2-ї сатурації.
- Фільтрація соку 2-ї сатурації - на дискових фільтрах ДФ-80 (9 шт).
- Сульфитація соку - у струменевому сульфитаторі.
- Контрольна фільтрація сульфитованого соку - на дискових фільтрах ДФ-80 (5 шт).
- Підігрів сульфитованого соку від 93 до 125 °С перед випарною установкою в 3-х кожухотрубних підігрівачах.
- Випарна установка - 5-ти корпусна на базі циркуляційних випарних апаратів, сумарна поверхня нагріву - 23720 м<sup>2</sup>, питома поверхнева поверхня - 3,39 м<sup>2</sup>/тону буряку.
- Фільтрація сиропу після випарної установки на дискових фільтрах ДФ-80 (7 шт).
- Підігрів сиропу в підігрівачі - відсутній, сироп гріється в сиропних ящиках.
- Продуктове відділення 3-х продуктове без афінації цукру 2-го продукту.

### 1.3. Теплова схема заводу.

Теплова схема заводу також визначає рівень енергоспоживання виробництва, оскільки наявність у ній елементів недосконалості призводить до перевитрати пари і теплової енергії на завод.

Теплова схема заводу ґрунтується на стандартних технічних рішеннях і зразках теплообмінного обладнання:

Підігрівники сокового потоку – 4-х секційні довготрубні з недогріванням соку на виході з них до температури конденсації гріючої пари від 6 до 12 °С.

Середньоексплуатаційні температури соку перед технологічними станціями, відповідно:

- перед основною дефекацією - 90-94 °С (відповідають регламенту);
- перед 1 фільтрацією - 85 °С (відповідають регламенту);
- перед 2 сатурацією - 100 °С (відповідають регламенту);
- перед випарною установкою - 125 °С (відповідають регламенту);

Випарні апарати короткотрубні (4,4 м) з природною циркуляцією.

Вакуум-апарати - з природньою циркуляцією без активізаторів циркуляції, з підвісними гріючими камерами.

Обігрів корпусів дифузії здійснюється: 1, 2 камери - втор. парою 2 корпусу ВУ, 3-4 камери - втор. парою 3-го корпусу ВУ;

Споживачі пари продуктового відділення (сиропні та поточні збірники) обігріваються вторинною парою 1-го корпусу ВУ;

Відведення і збір конденсатів від теплообмінного обладнання здійснено на систему конденсатних збірників з утилізацією в системі паровідборів ВУ парів самовипаровування конденсатів.

Остаточне охолодження конденсатів здійснюється в кожухотрубних підігрівачах:

- конденсату ретурної пари в підігрівачі сульфітованого соку перед випарною установкою (1-ша група);
- конденсату вторинної пари 1-го корпусу в підігрівачі соку перед 2-ю сатурацією (1-ша група);
- конденсату останніх корпусів випарної установки - у підігрівачі переддефекованого соку (1-ша група).

Конденсат від дифузійної установки не повертається в систему конденсатного господарства.

Надлишок конденсату від ТЕЦ у конденсатну схему заводу повертається.

Експлуатаційні параметри теплової схеми заводу визначені за допомогою математичного моделювання програмним компелесом «ТТТ» наведені в Додатку 1.

#### **1.4. Енергетична схема ТЕЦ.**

**Парові котли** – в ТЕЦ встановлено п'ять парових котлів типорозміру БГ-35-39, всі котли реконструйовані на продуктивність до 45 т/рік, виробляють 130-140 тонн пари/год.

Середньоексплуатаційний ККД котлів на газі - 92,0 %.

Параметри гострої пари з котлів: 34-35 ата / 430-445 °С.

**Турбоагрегат** – Електрозабезпечення заводу здійснюється від одного турбогенератора на базі парової турбіни з протитиском – Р-12-35/5. (12000 кВт(е).

Турбогенератор експлуатується в «електричному» режимі за відсутністю енергетичного зв'язку з РЕС.

Середньоексплуатаційне навантаження 1-го агрегату 11500 кВт(е).

Потік гострої пари, що «втягується» в проточну частину турбін системою регулювання, за питомої витрати пари 9,47 кг/кВт-год становить – 108,9 т/год.

Відпуск від турбоустановки відпрацьованої і зволоженої пари з тиском до 4,1 ата на потреби заводу становить – 118,2 т/год.

Експлуатаційний протитиск парової турбіни формується технологічною схемою заводу (тиском технологічної пари в грійній камері 1-го корпусу випарної установки заводу) та гідравлічними втратами на транспортування відпрацьованої пари від ТЕЦ до заводу.

Експлуатаційний протитиск парової турбіни становит 4,0 ата(а).

Відпрацьованої пари від турбіни недостатньо для потреб заводу і РОУ технологічної пари забезпечує додатково не менше 22,8 т/год технологічної пари, використовуючи 18,0 т/год енергетичної (гострої) пари.

Нижче на рис. 3 наводимо графічне зображення термодинамічного процесу в проточній частині парової турбіни Р-12-35/5.

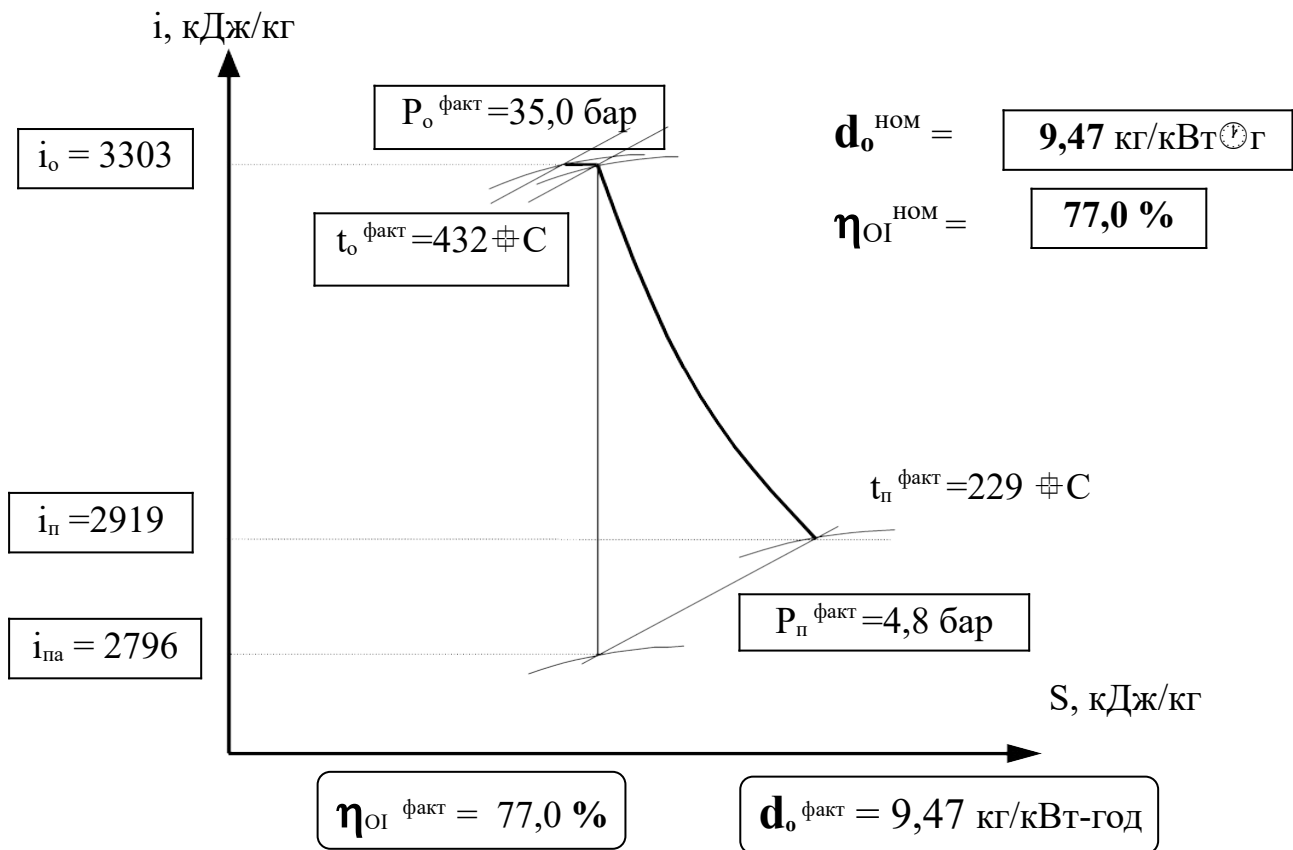


Рис. 3.1. Робочий процес в турбіні Р-12-35.

### Допоміжне обладнання ТЕЦ.

Редукційно-охолоджувальна установка технологічної пари – з підведенням на охолодження живильної води, без утворення і відведення дренажу.

Розширювач безперервного продування парових котлів – стандартний з відведенням пари самовипаровування продувальної води в деаератор і скиданням залишкової води в дренаж.

Деаератори (2 шт.) - атмосферного тиску (1,2 аті/105 °С).

Щільність паропроводів - задовільна.

Стан ізоляції - задовільний.

Експлуатаційні параметри ТЕЦ наведено в Додатку 2.

## 1.5. Результати аудиту.

### Показники ефективності роботи цукрового заводу.

Основні показники роботи комплексу «Завод-ТЕЦ наступні:

Вихід цукру (при дигестії стружки Дг = 15,20%) - 11,9 %мсв

Структура балансу цукру в заводі наведена на рис. 4.

Рис. 4.1. Структура балансу цукру.

Степінь вилучення сахарози (відносно дигестії) - 78,16 %

Показник Неприйнятний. Необхідно досягти рівня 88-82 %.

Відкачка соку з дифузійної установки - 118,0 % мсв

Показник Неприйнятний (Необхідно досягти - 110-112 %)

%СВ соку перед ВУ - 13,5 %СВ

*Показник прийнятний. Свідчить про мінімальне надходження води.*

Фактор надходження води в соковий потік на станції вапнування соку - 1,8 % мсв

Показник прийнятний, зумовлює незначне розбавлення соку водою в проміжку фільтраційного осаду та водою вапняного молока.

Сухі речовини сиропу з ВУ - 53,2 %СВ

*Показник Неприйнятний, Можна досягти - 65-67%СВ*

Ступінь виведення нецукру дифузійного соку у фільтраційному осаді – 24,1 %.

*Показник Неприйнятний, свідчить про незадовільну роботу станції дефекосатурації з виведення нецукрів.*

Ефект очищення дифузійного соку - 22,8 %.

*Показник Неприйнятний, свідчить про незадовільну роботу станції очистки з виведення нецукрів. Межа - 40 %.*

Питома витрата вапна на завод - 2,50 % м. буряку.

Показник прийнятний.

Коефіцієнт ефективності системи паровідборів ВУ - 2,19 (Граничне значення - 2,85)

*Показник Неприйнятний, свідчить про недосконалість системи паровідборів ВУ, тобто про незавантаженість паровідборами останніх і перевантаженість головних корпусів ВУ,*

Витрата технологічної пари на завод - 138,0 т/год

Питома витрата теплової енергії - 248,7 Мкал/т буряку.

*(Показник неприйнятний, свідчить про значну енергоємність виробництва. Необхідно досягти 200-210 Мкал/т бур.)*

Вироблено пари котлами - 126,9 т/год.

Загальне споживання природного газу заводом - 288,6 тис м<sup>3</sup>/добу

(Див. Додаток 2 «Енергетика»)

Витрата газу на жомосушку - відсутня.

Встановлена потужність турбогенератора – 12000 кВт(е).

Фактична потужність турбогенератора - 11500 кВт(е).

Питома витрата електроенергії - 33,5 кВт-год/т св (Див. Додаток 2 «Енергетика»)

*Показник прийнятний, свідчить про низьку енергоємність виробництва (насосів, електроприводу транспортувальних механізмів тощо).*

Питома витрата палива на відпущену від ТЕЦ теплоенергію – 162,1 кг у.п

(Див. Додаток 3 "Енергетика")

*Показник прийнятний, свідчить про високий ККД котлів та низькі втрати теплоти в системі власних потреб ТЕЦ та котлів.)*

ККД ТЕЦ із відпуску теплової енергії – 88,9 (% Див. Додаток 3 "Енергетика")

у т.ч.: ККД котлів – 92,0 %; ККД теплового потоку - 98,5%

Питома витрата палива відпущену від ТЕЦ електроенергію – 155,0 г у.п/кВт·год

*Показник прийнятний, свідчить про відносно низькі витрати електроенергії на власні потреби ТЕЦ..*

Питома витрата умовного палива на переробку буряку – 4,58 % м.бур.

*Показник недостатньо економічний.*

*Витрата палива може бути зменшена до 3,5 % м бур. за рахунок впровадження сучасних енергозберігаючих технологій.*

### 1.6. Загальний висновок енергетичного аудиту.

- Рівень питомого (на одиницю сировини) споживання теплової енергії (внутрішньої енергії відпрацьованої в турбіні пари) становить **248,7** Мкал/тонну буряку. Існуючий рівень перевищує і енергоощадний рівень (200...220) Мкал,т буряку і потребує зменшення;
- Рівень питомого (на одиницю сировини) споживання виробництвом електричної енергії становить **33,5** кВт-год/тонну буряку. Існуючий рівень електроспоживання знаходиться на енергоощадному рівні і відповідає середньогалузевому рівню.
- Електричної енергії власного вироблення – достатньо для забезпечення потреб технології виробництва. Закупівля електроенергії від РЕС – відсутня.

- Теплова схема цукрового заводу сформована таким чином, що існуюча 5-ти корпусна випарна установка «потребує» для свого функціонування тиску технологічної пари в заводському колекторі не нижче – **3,8** атм (а).
- Експлуатаційний тиск відпрацьованої пари турбін в колекторі ТЕЦ становить **4,1** атм (а).
- Втрати тиску відпрацьованої пари від ТЕЦ до заводу становлять **0,3** атм.
- Фактичні експлуатаційні параметри гострої пари (тиск, температура, ентальпія) парових котлів в ТЕЦ відповідають номінальним значенням.

Аналіз результатів енергетичного аудиту цукрозаводу дозволив сформувати для нього стратегію удосконалення систем генерації електричної енергії і системи споживання теплової енергії.

Стратегія включає в себе:

- **удосконалення теплової схеми цукрового заводу**, яке дозволить досягти:
  - ✓ зменшення «потрібного» тиску в заводському колекторі відпрацьованої пари до рівня **3,0** атм(а);
  - ✓ зменшення питомого тепло споживання цукрового заводу на **20%** , що буде відповідати вимогам енергозбереження виробництва;
- **удосконалення системи транспортування енергоносіїв** ( гострої пари в ТЕЦ і відпрацьованої пари від ТЕЦ до заводу, яке дозволить досягти:
  - ✓ підвищення перепаду ентальпій між гострою і відпрацьованою парою на обох парових турбінах;
  - ✓ підвищенню електричної потужності з виробленої (власної) електричної енергії на обох турбоагрегатах ТЕЦ;
  - ✓ зменшення обсягу закупленої в РЕМ електричної енергії і зменшення собівартості виробленого товарного цукру;
- **удосконалення системи генерації гострої пари в парових котлах ТЕЦ** :
  - яке дозволить досягти:
    - ✓ збільшення тиску гострої пари на виході з парових котлів до номінального рівня;
    - ✓ збільшення температури гострої пари на виході з парових котлів до номінального рівня;
  - **впровадження сучасної низькотемпературної пароконтактної технології сушіння жому** для підвищення економічної ефективності виробництва товарного цукру за рахунок фінансових прибутків від продажу екологічно чистого сухого жому.

Результати проведеного енергетичного аудиту визнані об'єктивними. Його рекомендації визнано технічно і фінансово обґрунтованими і реальними для підприємства.

Вказана стратегія удосконалення підприємства визнана актуальною і отримала схвалення на технічній нараді спеціалістів і керівників цукрозаводу.

Запропоновано сформулювати технічне завдання (ТЗ) на роботу і розробити поетапний план реалізації стратегії удосконалення системи енергоспоживання заводу з необхідними технологічними, тепловими, енергетичними розрахунками.

Керівництвом цукрового заводу визнано, як першочергове, впровадження впровадження сучасної низькотемпературної пароконтактної технології сушіння жому для підвищення економічної ефективності виробництва товарного цукру за рахунок фінансових прибутків від продажу екологічно чистого сухого жому.

### **1.7. Реалізація низько-температурної пароконтактної енерготехнології сушіння жому.**

Заводом придбано і змонтовано сушильний агрегат типу «ВМА-10» з наступними номінальними параметрами:

- Волога сировина – відпресована до **24-32 % СР** жомова стружка.
- Температура жомової стружки на вході в апарат – **(+)60 °С**;
- Тиск грійної пари для пароперегрівника рециркуляційної пари – **35 бар(а)**
- Температура грійної пари для пароперегрівника – **435 °С**
- Температура «сушільної» пари на вході в сушильну камеру установки – **не нижче 270 °С**;
- Тиск вторинної (рециркуляційної) пари в сушильній камері установки – **не вище 3,8 бар(а)**;
- Номінальна подача відпресованої жомової стружки у (>26 %СР) на вході в установку – **66,7 т/год**;
- Номінальна витрата вторинної (жомо-кислої) пари з установки в теплову схему цукрового заводу – **47,2 т/год**;
- Номінальна витрата грійної енергетичної (гострої) пари на установку – **45,7 т/год**;
- Номінальна потужність електроенергії, що споживає високо-напірний вентилятор рециркуляційної пари – **1800 кВт(е)**;
- Допустиме експлуатаційне зниження виробничої продуктивності установки – **не нижче 50 % від номінальної**.

#### **Тепловий баланс установки ПКСЖ для номінального режиму роботи.**

З метою встановлення взаємовідповідності задекларованих в рекламному проспекті фірми-виробника сушильної установки (типорозмір ВМА-10) в роботі сформовано її тепловий баланс для номінального режиму роботи.

Складві розрахункового теплового балансу наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Розрахунковий тепловий баланс пароконтактної сушарки жому для номінального режиму експлуатації.

№ з.п.	Складові частини теплового балансу	Числові значення номінальних експлуатаційних параметрів	Примітка
<b>«Вхідна» частина теплового балансу установки ПКСЖ</b>			
1	Витрата (номінальна) грійної енергетичної пари	52,1 т/год	
2	Ентальпія грійної енергетичної пари	3303 кДж/кг	
3	Тиск/Температура конденсації грійної енергетичної пари	35 /435	
4	Ентальпія конденсату грійної енергетичної пари	1029 кДж/кг	
5	Прихована теплота конденсації грійної (енергетичної) пари	1740 кДж/кг	
6	Фактична теплота конденсації перегрітої енергетичної пари	2274 кДж/кг	
		<i>Розрахунок:</i> $3303 - 4,2 * 245 = 2274^{\circ}$	
7	Прихід теплової енергії в установку ПКСЖ	<b>32921,0 кВт(т)</b>	
		<i>Розрахунок:</i> $(52,1/3,6) * 2274 = 32921,0$	
<b>Витратна частина теплового балансу установки ПКСЖ</b>			
8	Витрата жомової стружки на входу в установку ПКСЖ	66,7 т/год	
9	Теплоємність жомової стружки (28 %СР)	3,4 кД/(кг-К)	
10	Температури нагрівання стружки до випаровування	60 °С – 142 °С	
11	Теплова потужність, витраченої на нагрівання відпресованої жомової стружки від 60 °С до температури випаровування вологи 142 °С	5165,0 кВт(т)	
		<i>Розрахунок:</i> $(66,7/3,6) * 3,4 * (142 - 60) = 5165,0 \text{ кВт(т)}$	
12	Випарено води з жомої стружки за балансом сухих речовин 28% /89%	45,7 т/год	
		<i>Розрахунок:</i> $66,7 * (1 - 28/89) = 45,7$	
13	Прихована теплота пароутворення при температурі випаровування в сушильній камері 142 °С	2145 кДж/кг	

14	Теплова потужність, витрачена на випаровування ( $r = 2145$ кДж/кг) води з жомової стружки в сушильній камері установки	27230 кВт(т)		
		<i>Розрахунок:</i> $(45,7/3,6) * 2145,0 = 27230$		
15	Витрата насиченої пари в процесі перегрівання	45,7 т/год		
16	Теплоємність водяної пари	2,0 кДж/(кг-К)		
17	Температури перегрівання	142 °С–152 °С		
18	Теплова енергія (потужність), витрачена на перегрівання (+10 °С) насиченої пари	254 кВт(т)		
		<i>Розрахунок:</i> $(45,7/3,6) * 2,0 * (152 - 142) = 254,0$		
19	Теплова енергія «неврахованих» втрат	272,0 кВт(т)		
		<i>Розрахунок:</i> Прийнято орієнтовно на рівні 2% від теплової потужності установки – 272 кВт(т)		
20	Витрата конденсату, що підлягає самовипаровуванню	52,1 т/год		
21	Ентальпія конденсату	1029 кДж/кг		
22	Ентальпія охолодженого конденсату	595 кДж/кг		
23	Прихована теплота пароутворення конденсату за умови тиску 3,6 бар(а)	2145 кДж/кг		
	Витрата пари само випаровування конденсату грійної (енергетичної) пари зі збірника-випарника, що охолоджує конденсат для подачі в деаератор і знижує тиск пари до тиску «технологічної» пари – 3,6 бар(а)	<b>10,5 т/год</b>		
		<i>Розрахунок:</i> $52,1 * (1029 - 595) / 2145 = 10,5$		
24	Сумарна витрата пари «технологічних» параметрів від установки ПКСЖ на завод	56,2 т/год		
		<i>Розрахунок:</i> $10,5 + 45,7 = 56,2$		
25	Коефіцієнт «перетворення» грійної (енергетичної) пари в «технологічну»	<b>1,12</b>		
		<i>Розрахунок:</i> $51,2 / 45,71 = 1,12$		
26	Сумарна теплова потужність витрат теплової енергії в ПКСЖ	<b>32921,0 кВт(т)</b>		
		<i>Розрахунок:</i> $272,0 + 254,0 + 27230,0 + 5165,0 = 32921,0$		

#### Висновок:

- «Вхідна» частина теплового балансу дорівнює «витратній» частині балансу.  
**32921,0 кВт(т) = 32921,0 кВт(т)**

- Всі експлуатаційні параметри установки ПКСЖ в номінальному режимі є взаємовідповіднимим.

### 1.8. Експлуатаційні параметри роботи цукрового заводу в режимі спільно з установкою пароконтактного сушіння жому – ПКСЖ.

Відповідно плановому регламенту роботи заводу експлуатаційна продуктивність установки ПКСЖ є нижчою (на 77 %) за номінальну.

Фактична продуктивність установки ПКСЖ обмежена по закупівлі електроенергії від РЕС і передбачає витрату грійної (гострої енергетичної пари) на установку – **40,0 т/год**. (77 % від номіналу у 52,1 т/год)

Відповідно, 77 % від номінальних параметрів будуть мати інші параметри установки, а саме:

- Витрата вторинної (жомокислої) пари на виході з установки становитиме – **35,2 т/год**.

(Розрахунок:  $0,77 * 45,7 = 35,2$ )

- Витрата пари само-випаровування конденсату грійної (гострої, енергетичної) пари) становитиме – **8,1 т/год**

(Розрахунок:  $0,77 * 10,5 = 8,1$ )

- Сумарна кількість вторинної пари ПКСЖ (для подачі в теплову схему заводу), яка має параметри «технологічної» пари становитиме – **43,3 т/год**.

(Розрахунок:  $35,2 + 8,1 = 43,3$ )

- Витрата пресованої жомової стружки на вході в установку ПКСЖ становитиме – **51,4 т/год**.

(Розрахунок:  $0,77 * 66,7 = 51,4$ )

Результат експлуатації установки ПКСЖ засвідчив наступні експлуатаційні параметри заводу:

- Витрата жомової стружки на установку ПКСЖ становила – 51,4 т/год;
- Вихід сухого жому становив - ....
- Витрата енергетичної пари на установку ПКСЖ становила - 40,0 т/год.
- Електрична потужність турбагенератора знизилася від 11500 кВт(е) до 9100 кВт(е)
- Витрата гострої пари через РОУ технологічної пари знизилася від 18,0 т/год до
- Концентрація сиропу з ВУ знизилася від 61,0 % СР до 58,0 % СР;
- Витрата палива на перероблення буряку зросла від 288,6 тис.м<sup>3</sup>/добу до 310,1 тис.м<sup>3</sup>/добу, що обумовило збільшення витрат коштів на закупівлю палива;
- Прийом електроенергії від РЕС збільшився від 0 кВт-год до 4200 кВт-год, що обумовило появу витрати коштів на закупівлю електроенергії за ринковою ціною.

Отримані результати експлуатації обумовили потребу в їх аналізі, у з'ясуванні причин перевитрат енергоресурсів, виявленні факторів впливу та формування відповідних енергоощадних технічних рішень для уникнення (зменшення) негативного впливу ПКСЖ на експлуатаційні показники роботи цукрового заводу.

Вирішення означених проблем стало об'єктом дослідження магістерської роботи.

Детальна інформація щодо експлуатаційних параметрів заводу в режимі роботи заводу до впровадження установки ПКСЖ – в Додатку 1 (*тепло технологічні параметри заводу*) та Додатку 2 (*енергетичні параметри ТЕЦ*).

Детальна інформація щодо експлуатаційних параметрів заводу в режимі роботи заводу після впровадження установки ПКСЖ – в Додатку 3 (*тепло технологічні параметри заводу з установкою ПКСЖ*) та Додатку 4 (*енергетичні параметри ТЕЦ з установкою ПКСЖ*).

Експлуатаційні параметри двох експлуатаційних параметрів цукрового заводу і ТЕЦ наведені в табл. 2.

**Таблиця 2.**

**Співставлення експлуатаційних параметрів енерготехнологічного комплексу «ТЕЦ-Цукровий завод» для двох режимів.**

№ з.п.	Нзва параметра	Умовн. позн.	Од. виміру	Експлуатаційні режими		Зміна параметру	
				Режим до впов. ПКСЖ	Режим після впов. ПКСЖ	$\Delta$	Нап-рям зміни
1	Виробнича потужність заводу	$A_{ц.з}$	т бур/добу	7000	7000		Без зміни
2	Вихід «сирого» жому відносно бурякової стружки	$\chi_{сир-ж/стр}$		0,8 (Диф.апарат ДС-12)			
3	Вироблено «сирого» (7,0 %СР) жому	$(G_c)_{факт}$	т с. ж/добу	5600	5600		
<i>Встановлено розрахунком: <math>5600 = 0,80 * 7000</math></i>							
4	Вироблено пресованого (28 %СР) жому	$(G_{пр-ж})_{факт}$	т п.ж/год	58,0	58,0		
<i>Встановлено розрахунком: <math>58,0 = 5600 - 5600 * (1 - 7,0 / 28,0)</math></i>							
5	Відпущено сирого жому за заявками тваринницьких господарств	$(G_{пр-ж})_{відп}$	т п.ж/год	0,0	13,3		

6	Фактично направлено пресованого жому в установку ПКСЖ	$(G_{\text{факт}})_{\text{пр.ж}}^{\text{ПКСЖ}}$	т п.ж/год	0,0	44,7 (77 %)		
<b>Параметри установки ПКСЖ</b>							
8	Фактична подача сирого жому в установку ПКСЖ	$(G_{\text{факт}})_{\text{пр.ж}}^{\text{ПКСЖ}}$		–	44,7 (77 %)		
9	Фактична температура пресованого жому на вході в установку ПКСЖ	$t_{\text{прс-ж}}$	°C	–	60°		
12	<b>Фактична подача енергетичної пари в установку ПКСЖ</b>	$(D_{\text{факт}})_{\text{ен-п}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	–	<b>40,0</b> <b>(77 %)</b>		
13	Фактична витрата «жомо-кислої» пари на виході з установки ПКСЖ	$(D_{\text{факт}})_{\text{жк-п}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	–	35,2		
14	Температура (тиск) «жомо-кислої пари» на виході з установки ПКСЖ (на вході в заводський колектор)	$t_{\text{жк-п}} / p_{\text{жк-п}}$	°C / бар(а)		155° / 3,6		
15	Температура насичення «жомо-кислої» пари на виході з установки ПКСЖ	$(t_s)_{\text{жк-п}}$	°C		145°		
16	Витрата конденсату енергетичної пари, отриманого з установки ПКСЖ (з грійної камери пароперегрівника ре цирк. пари	$G_{\text{конд}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	–	40,0		
17	Витрата пари само-випаровування конденсату енергетичної пари, отриманої зі збірника-випарника (охолод. до 136 °C)	$D_{\text{с.вип}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	–	8,5		
<i>Розрахунок: <math>40,0 * (4,2 * (245 - 136) / 2145 = 8,5</math></i>							
18	Загальна кількість вторинної пари з установки ПКСЖ	$D_{\text{жк-п}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	0,0–	43,3	+40,0	
19	Витрата частини пари самовипаровування конденсата на власні потреби ТЕЦ	$D_{\text{жк-п}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	–	3,3		

20	Фактична витрата «технологічної» пари від ПКСЖ в систему тепло споживання цукрового заводу (на додаток до відпрацьованої пари парової турбіни)	$D_{\text{жк-п}}^{\text{ПКСЖ-ТЕЦ}}$	т/год	–	40,0		
<i>Розрахунок: 35,2 + 8,5 = 43,3</i>							
<b>Параметри ТЕЦ (Фактичні)</b>							
21	Температура (тиск) енергетичної (гострої) пари в ТЕЦ	$t_{\text{ен-п}} / p_{\text{ен-п}}$	°C /бар(а)	35,0 бар /435 °C			
22	Температура (тиск) відпрацьованої (охладженої в ОУ) пари парової турбіни	$t_{\text{відпр-п}} / p_{\text{відпр-п}}$	°C /бар(а)	155° /3,6			
23	Ентальпія енергетичної пари	$h_{\text{ен-п}}$	кДж/кг	3303			
24	Ентальпія технологічної пари в ТЕЦ	$h_{\text{техн-п}}$	кДж/кг	2740			
25	Витрата палива в ТЕЦ заводу	$V_{\text{ТЕЦ}}$	тис.м <sup>3</sup> /доб тис.м <sup>3</sup> /год	288,6 12,0	310,1 12,9	+7,5 %	Збільшене
26	Витрата енергетичної пари від парових котлів	$D_{\text{ен-п}}^{\text{ПК}}$	т/год	126,9	136,4		Збільшене
27	Витрата живильної води на парові котли	$G_{\text{жив-в}}^{\text{ПК}}$	т/год	142,2			
28	Витрата енергетичної пари на турбіну	$D_{\text{ен-п О}}^{\text{ТУ}}$	т/год	108,9	86,1		Зменшене
29	Витрат енергетичної пари на РОУ технологічної пари	$D_{\text{О ен-п}}$	т/год	18,0	10,2		Зменшене
30	Витрата енергетичної пари на ПКСЖ	$D_{\text{ен-п}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	0,0	40,0		Збільшене
<i>Визначено організаційно-технічно</i>							
31	Витрата вторинної (жомо-кислої) пари ПКСЖ	$D_{\text{жк-п}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год				
32	Витрата технологічної пари на завод	$D_{\text{тех-п}}^{\text{ЦЗ}}$	т/год	138,0	143,4		
33	Витрата відпрацьованої пари на деаератор ТЕЦ	$D_{\text{техн-п}}^{\text{ДА}}$	т/год	3,0	3,0		

34	Витрата пари само-випаровування енергетичного конденсату від ПКСЖ	$D_{\text{свип-п}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	0,0	2,0	+2,0 т/год	Збільшена
35	Витрата конденсату відпрацьованої енергетичної пари від заводу в ТЕЦ	$G_{\text{зв.к}}^{\text{ЦЗ}}$	т/год				
36	Витрата конденсату енергетичної пари від ПКСЖ, що направляється в ДА ТЕЦ	$G_{\text{зв.к}}^{\text{ПКСЖ}}$	т/год	0,0	40,0	+400 %	Збільшене
37	Потужність, електроенергії, генерована турбоагрегатом ТЕЦ	$W_{\text{ТГ}}$	кВт(е)	11500	9100	-21 %	Зменшене
38	Витрата електроенергії на завод Питома витрата електроенергії на переробку буряку	$W_{\text{завод}}$ $e_{\text{техн}}$	кВт(е) кВт-год// т бур	10295 35,3	10295 35,3	0 %	Без зміни
39	Витрата електроенергії на власні потреби ТЕЦ	$W_{\text{вл-потр}}^{\text{ТЕЦ}}$	кВт(е)	1200	1200		Без зміни
40	Витрата електроенергії на привод ВНВ ПКСЖ	$W_{\text{ВНВ}}^{\text{ПКСЖ}}$	кВт(е)	0,0	1800	+1800 %	Збільшене
41	Обсяг закупівлі електроенергії в РЕС	$W_{\text{РЕС}}$	кВт(е)	0,0	4195		Збільшене
42	Питома витрата умовного палива на завод	$b_{\text{техн}}$	% до витрати буряку	4,58	5,15	+12,5%	Збільшене
43	<b>Параметри парового контура «Проперегрівник- ВНВ»</b>						
44	Температура вторинної («жомо-кислої») пари на виході з сушильної камери		°С	-	<b>136°</b>		
45	Температура вторинної («жомо-кислої») пари на виході з пароперегрівника		°С	-	<b>226°</b>		
46	Теплоємність вторинної («жомо-кислої») пари		кДж/кг-К	--	<b>2,2</b>		
47	Температура грійної (енергетичної) пари на вході в пароперегрівник		°С	-	<b>435°</b>		
48	Ентальпія грійної (енергетичної) пари на вході в пароперегрівник		кДж/кг	-	<b>3303</b>		
49	Теплота конденсації		кДж/кг	-	<b>1720</b>		

	грійної (енергетичної) пари						
50	Температура конденсата грійної (енергетичної) пари		°С	-	<b>230°</b>		
51	Температура охолодженого (самовипарованням) конденсата грійної (енергетичної) пари		°С	-	<b>136°</b>		
52	Ентальпія конденсата грійної (енергетичної) пари		кДж/кг	-	<b>1006</b>		
53	Різниця ентальпій «перегріта пар-конденсат» грійної (енергетичної) пари		кДж/кг	-	<b>2298</b> (на 34 % вище)		

Розрахунок:  $3303 - 4,19 \cdot 240 = 2298$

	Витрата грійної (енергетичної) пари на пароперегрівник		т/год	-	<b>40,0</b>		
54	Витрата рециркуляційної пари на пароперегрівник		т/год	-	<b>597</b>		
55	Густина рециркуляційної пари (3,6 бар(а), 220 °С) на вході у ВНВ		кг/м <sup>3</sup>		<b>1,67</b>		

Розрахунок:  $3,8 \cdot 10^{+5} / (462 \cdot (220 + 273)) = 1,67$

56	Об'ємна подача ВНВ		тис.м <sup>3</sup> /год		<b>358,0</b>		
----	--------------------	--	-------------------------	--	--------------	--	--

Розрахунок:  $597 / 1,67 = 358$

### Параметри цукрового заводу (Фактичні)

57	Витрата технологічної пари на цукровозавод: - від ОУ турбіни - від РОУ - від ПКСЖ			138,0 118,2 22,8 0,0	143,4 93,5 13,0 40,0		
58	Відпущено технологічної пари на деаерацію живильної води в ТЕЦ	D <sub>ДА</sub>	т/год	3,0			
59	Сиєпінь повернення конденсату відпрацьованої пари від заводу в ТЕЦ	β <sub>зв.конд</sub>	од.	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	- 30 %	Зменшене
60	Витрата пари само-випаровування зворотного	ΔE <sub>свип</sub>	т/год	<b>1,6</b> 0,54 %м.б	<b>3,4</b> 1,16 %м.б	+112	Збільшене

	(від ТЕЦ) конденсату в системі збірників-випарників цукрового заводу					%	
61	Коефіцієнт ефективності системи паровудборів ВУ	$K_{ВУ}$	од	2,19	2,14	-2,3 %	Зменшене
62	Втрата пари в конденсатор ВУ	$D_{КД}$	т/год	3,5	0		
63	%СР сиропу з ВУ	$СР_{сир}$	%	61,2	58,4		Δ
64	Витрата вторинної пари ВУ на Вакуумапарати 1-го продукту	$D_{ВАА-1}$	т/год	45,5 15,6 %мб	49,5 17,0 %мб	+9,0 %	Збільшене
65	Надлишок зворот. конд. відпрацьованої пари, що залишається в заводі	$\Delta\beta_{зв-конд}$	од	0,0	0,3		
66	Витрата зворот. конд. відпрацьованої пари, що залишається в системі збірників-випарників цукрового заводу	$\Delta G_{зв-конд}$	т/год	0,0	40,0		

## Частина 2.

# Наукові результати.

Науковими результатами магістерської роботи є:

- **аналіз** існуючих технологій сушіння жому;
- **результати** наукового аналізу виявлених проблем, які отримав цукровий завод, впровадивши сучасну енерготехнологію паро-контактного сушіння жому (ПКСЖ);
- **науково-технічне обґрунтування** запропонованих технічних рішень, що вирішують виявлені проблеми;
- **отримання** проектно-розрахункових значень експлуатаційних параметрів комплексу «Завод-ТЕЦ-ПКСЖ» у разі реалізації запропонованих технічних рішень.

### 2.1. Методологічні інструменти дослідження.

Наукові результати магістерської роботи базуються на використанні програмно-розрахункового комплексу Інституту проблем енергетики (ПРЕН) НУХТ – «ТТТ» (Технологія-Теплотехніка-Теплоенергетика).

Використання вказаного комплексу дозволило:

1. Отримати розрахункове підтвердження числових значень всіх фактичних експлуатаційних параметрів двох існуючих енергетичних систем цукрового заводу,

- **Системи тепло-споживання (теплової схеми цукрового заводу).**
- **Системи генерації теплової і електричної енергії (енергетичної схеми ТЕЦ).**

*(Див. Додатки 1,2)*

2. Отримати розрахункові значення всіх фактичних експлуатаційних параметрів для двох існуючих варіантів:

- **Для варіанту без використання технології ПКСЖ**
- **Для варіанту з використанням технології ПКСЖ:**

*(Див. Додатки 3,4)*

3. Отримати експлуатаційні параметри роботи електричного турбогенератора на базі парової турбіни з протитиском для різних параметрів енергетичної (гострої) пари, а саме,  $p_0/t_0$ : 35 бар/435 °С; 43 бар /450 °С; 85 бар /525 °С

*(Див. Додаток 5)*

4. Отримати розрахункові значення всіх прогнозованих експлуатаційних параметрів ТЕЦ цукрового заводу для будь-яких параметрів енергетичної (гострої) пари в ТЕЦ, а саме,  $p_0/t_0$ : 35 бар / 435 °С; 43 бар / 450 °С; 85 бар / 525 °С.

*(Див. Додатки 6-а, 6-б; 6-в)*

5. Отримати розрахункові значення всіх прогнозованих експлуатаційних параметрів системи ТЕЦ для різних параметрів енергетичної (гострої) пари та варіанту роботи ТЕЦ і заводу з впровадженням технології пароконтактного сушіння жому.

*(Див. Додатки 7,8,9).*

Наукові результати магістерської роботи базуються також на використанні:

- рівнянь теплового балансу;
- рівнянь потужності;
- технічних характеристик обладнання;
- методик роз'яснення експлуатаційних параметрів;
- методик визначення термодинамічних параметрів процесів реалізованих в паротурбінних та теплообмінних агрегатах та установках.

## **2.2. Жом – якісний продукт для тваринництва.**

Буряковий жом є побічним продуктом цукрової промисловості, що містить 6–7,5% сухих речовин, зокрема 0,2–0,4% цукру. Вихід сирого бурякового жому становить 80-83% (залежно від типу дифузійних апаратів) до маси перероблених буряків.

Жом має відносно високий вміст клітковини й водночас характеризується високою поживною цінністю. Тому може виникнути питання, до яких кормів він належить — основних чи концентрованих. Проте у складі загального змішаного раціону класифікація насправді не важлива. Головне — яку роль жом відіграє в споживанні корму, для рубця і, зрештою, для забезпечення тварини енергією та поживними речовинами.

Жом — багатий на енергію корм. Високий вміст пектину — головної складової м'якоті буряка — істотно підвищує засвоюваність органічної субстанції. Незважаючи на екстракцію цукру, в жомі залишаються легко засвоювані жуйними тваринами поживні речовини. Цей вид корму сприятливий для мікрофлори рубця: з низьким вмістом білка та мінеральних речовин, достатньо багатий кальцієм, легко силосується, збагачений клітковиною, але дрібноструктурний, смачний і недорогий.

Розрізняють такі види бурякового жому:

- Свіжий невіджатий
- Свіжий віджатий
- Кислий
- Консервований
- Сушений (гранульований)

Кожен вид жому має свої переваги й недоліки, які господарству слід обдумати, перш ніж приймати рішення, який саме використовувати.

Наразі в Україні працюють 46 цукрових заводів, зосереджених у 12 областях: Львівській, Тернопільській, Волинській, Житомирській, Хмельницькій,

Вінницькій, Київській, Черкаській, Кіровоградській, Миколаївській, Полтавській та Харківській.

У 2016 році заводи виробили 11 034,9 тис. т свіжого, 2,292 тис. т сушеного та 114,483 тис. т гранульованого бурякового жому. У цьому ж році Україна ввійшла до шістки світових експортерів жому з обсягом 65,3 тис. тонн на суму 8,6 млн. дол. Основними покупцями були Польща, Іспанія, Корея та Греція.

У 2017 році обсяги виробництва сушеного жому скоротились і становили 1,70 тис. т, водночас більше виробили гранульованого — 147,59. Найбільше гранульованого жому виробили в Тернопільській та Вінницькій областях — 44,14 та 36 тис. т відповідно.

За кількістю кормових одиниць сухий жом майже дорівнює вівсу, т. я. В два рази більш поживніше сіна і в три рази – вівсяної соломи.

Але, жом, як кормовий продукт, має ряд недоліків: майже повна відсутність вітамінів, невеликий вміст протеїну, незбалансоване співвідношення деяких мікроелементів, важливих для організму тварин, а саме фосфору і кальцію (надмірна кількість кальцію і нестача фосфору).

Тому питання зменшення втрат і збагачення жому поживними речовинами з метою одержання повноцінного корму для тварин надзвичайно актуальне. Це досягається консервуванням свіжого жому, а також одержанням сушеного жому, в тому числі збагаченого.

Консервування (силосування) жому — це складний біологічний процес, який відбувається, в основному, під дією молочнокислих бактерій, що забезпечують консервування маси органічними кислотами, переважно молочною кислотою. Кількість утворюваної при життєдіяльності молочнокислих бактерій молочної кислоти залежить від умов підготовки до цього процесу. Тому створення умов для інтенсивного розвитку молочнокислих мікроорганізмів і накопичення ними потрібної кількості молочної кислоти є основним завданням при силосуванні. Вміст молочної кислоти в дозріваючому силосі залежить від хімічного складу сировини, в тому числі легкокорозчинних вуглеводів, які є основою поживного середовища для молочнокислих бактерій. Дотримання анаеробних умов зберігання жому досягається його ущільненням і накриттям силосу поліетиленовою плівкою.

Найбільш повно поживні речовини зберігаються при висушуванні жому. В порівнянні із свіжим і кислим, сушений жом має ряд істотних переваг. Він транспортабельний, особливо в гранульованому стані, на всіх видах транспорту і на різні відстані, а загальний обсяг витрат на здійснення перевезень зменшується у шість і більше разів у порівнянні зі свіжим і кислим.

Сушений жом виготовляють розсипним, гранульованим або в брикетах.

При правильно організованому зберіганні сушеного жому його втрати незначні, добре зберігаються поживні речовини, приємний смак і запах. Сушений жом може зберігатись без значних втрат протягом року і споживатись худобою в період недостатньої кількості кормів.

З біологічної точки зору сушений жом має ряд переваг. Його клітковина складається з целюлози із вмістом лігніну > 2,2% і тому вона легко перетравлюється жуйними тваринами, але тваринами з однокамерними шлунками (наприклад, свинями, вівцями) не перетравлюється. Пектинові речовини жому при гідролізі розкладаються на моноцукри і уронові кислоти, які мають важливе значення в обміні речовин, а деякі з них і в захисних функціях організму тварин.

До недоліків сушеного жому слід віднести низький вміст протеїну, розчинних мінеральних солей, особливо фосфорних і сірчаних, а також вітамінів, що значно зменшує його кормову цінність. Це призводить до порушень обміну речовин і знижує продуктивність тваринництва.

Сушений жом може входити до складу комбікормів або в поєднанні з іншими кормами замінити ячмінь чи овес у раціонах свиней до 20 - 30%, а у великої рогатої худоби — до 50%, зумовлюючи додатковий приріст і поліпшення якості м'яса, підвищення надоїв молока.

Деякі корми (приміром, злакові) містять багато крохмалю й мало перетравної клітковини, що збільшує ризик виникнення в корів ацидозів. Щоб запобігти цьому, до раціону слід включати такі джерела енергії, які повільно розщеплюються в рубці. Доцільною опцією в даному разі є буряковий жом. Для початку спробуємо з'ясувати, яка його цінність та в якому вигляді жом може бути доступний для годівлі ВРХ.

### 2.3. Варіанти реалізації процесу сушіння жому.

#### **Буряковий жом – об'єкт сушіння.**

Буряковий жом відноситься до капілярно-пористих колоїдних тіл, в яких вода хімічно, фізико-хімічно та механічно зв'язана з матеріалом.

У буряковому жомі, що вигружається із дифузійного апарату міститься 6-8% сухих речовин, тобто на 1 кг сухої речовини жому доводиться 12-15 кг води. Більша частина води жому видаляється механічно при пресуванні. Так, в жомі з вмістом сухих речовин 16 % міститься 5,25 кг води на 1 кг сухої речовини, а при вмісті сухих речовин 20% вже 4 кг води на 1 кг сухої речовини, тобто на жомових пресах видаляється 60-70% води сирого жому.

Висушування жому проводиться до вмісту 88-90% сухих речовин.

Витрату (т/год) води, яку необхідно випарувати з пресованого жому визначається за рівняння балансу сухих речовин жому за формулою:

$$W_{\text{вип.в}} = G_{\text{прес.ж}} * (1 - \text{CP}_{\text{прес.ж}} / \text{CP}_{\text{сух.ж}})$$

де:

$W_{\text{вип.в}}$  – витрата випареної з жому в сушильному агрегаті води, т/год;

$G_{\text{прес.ж}}$  – витрата пресованого жому на вході в сушильний агрегат, т/год;

$\text{CP}_{\text{прес.ж}}$  – сухі речовини в вологому пресованому жомі, % (Діапазон: 16...32) %;

$\text{CP}_{\text{сух.ж}}$  – сухі речовини в сухому жомі, % (Діапазон: 88...90) %; ;

Витрата сушеного жому –  $G_{\text{сух.ж}}$ , т/год), отриманого з сушильної установки визначається за формулою:

$$G_{\text{сух.ж}} = G_{\text{прес.ж}} - W_{\text{вип.в}}$$

Для збереження поживних властивостей сушеного жому і для його тривалого зберігання нема необхідності в повному видаленні адсорбційно зв'язаної води, оскільки в процесі зберігання волого із навколишнього середовища обов'язково перейде в жом. І чим більше енергія зв'язку вологи з матеріалом (адсорбційна волога має значну енергію зв'язку), тим інтенсивніше буде відбуватися процес його повторного зволоження.

Тому буряковий жом не має сенсу висушувати до вологості меншої 12 %.

Слід розуміти, що для випаровування води з вологої жомової стружки, ( для осушування жому) потрібно не паливо, а високотемпературна теплова енергія, яка способом конвективного теплообміну забезпечує випаровування води зі стружки.

Як відомо, теплову енергію можна отримувати не тільки зі спаленого палива. Її можна отримати і від високотемпературної водяної пари, і від електроенергії, і від високо- або низькотемпературних конденсатів.

В традиційних «газових» жомосушках, потрібна для випаровування води із жомової стружки кількість теплової енергії отримується від високотемпературних (700 – 800 °С) продуктів згорання палива. А в ПКЖС та сама кількість теплової енергії для випаровування води зі стружки отримується від дуже перегрітої (435 °С) в парових котлах ТЕЦ.

### **Високотемпературна газова технологія сушіння жому.**

Традиційна сушка жому на цукрових заводах здійснюється високотемпературними продуктами згорання палива (природного газу) в барабанних сушарках.

Для спалювання палива в топковий пристрій вентилятором подається повітря.

В сучасних топкових пристроях використовують два вентилятори, один з яких подає повітря безпосередньо для спалювання палива, а другий - для доведення (охолодження) топкових газів до необхідної температури (800-900°С), при якій вони подаються в сушильний барабан.

З топкового пристрою димові гази температурою 130-140°С, пройшовши через сушильний барабан і віддавши тепло на випаровування вологи жому, димососом подаються в циклон, де очищається від дрібних частинок (пилу) та викидаються в атмосферу.

Характерною (**енергозатратною**) особливістю газової технології сушіння жому є втрата всієї теплової енергії випареної з жому вологи в навколишнє середовище.

### **Аналіз газової жомосушки:**

Спалене паливо в газовій жомосушці породжує теплову енергію у вигляді високотемпературних продуктів згорання, які контактуючи з вологою жомовою

стружкою випаровують з неї вологу і утворюють водяну пару, передаючи їй свою теплову енергію.

Однак, одержана пара буде знаходитися в суміші з продуктами згорання і функціонально втрачається в атмосферу без можливості будь якої утилізації її теплової енергії. Тобто, тепла енергія палива, спалено в «газовій» жомосушці стане втратою палива для заводу.

Тобто, витративши енергію палива на газову сушарку замовник отримує:

- **два позитивних результати:**

- висушений жом;
- відсутність недовироблення електроенергії турбоагрегатами ТЕЦ.

- **і два негативних результати:**

- втрачену теплову енергію пари і втрачену витрату палива;
- відсутність можливості використати теплову енергію паро-газової суміші в тепло технології заводу. Технологія ГКСЖ має наступні показники і параметри споживання палива і електроенергії:

- Витрата природного газу – (180...220 )м<sup>3</sup> пр.газу/т сухого жому

- Витрата електроенергії – (47...60) кВт.год/т сухого жому.

Енергетичні показники **високо**-температурної газової технології сушіння жому наступні:

- температура продуктів згорання палива на вході жомосушительний апарат – 700 °С;

- питома витрата палива (природного газу) для ефективних установок – 182... 220 м<sup>3</sup> газу / т сухого жому;

- питома витрата електроенергії – 5,0...7,0 кВт·год(е) на тону буряка;

- потужність теплової енергії, що повертається в теплотехнологію цукрового виробництва – 0 (Відсутня);

- витрата електроенергії – (47...60) кВт·год(е) /т сухого жому.

### **Низькотемпературна паро-контактна технологія сушіння жому (ПКСЖ)**

Принципова схема ув'язки установки ПКСЖ в енерготехнологію цукрового заводу наведена на рис. 2.1.

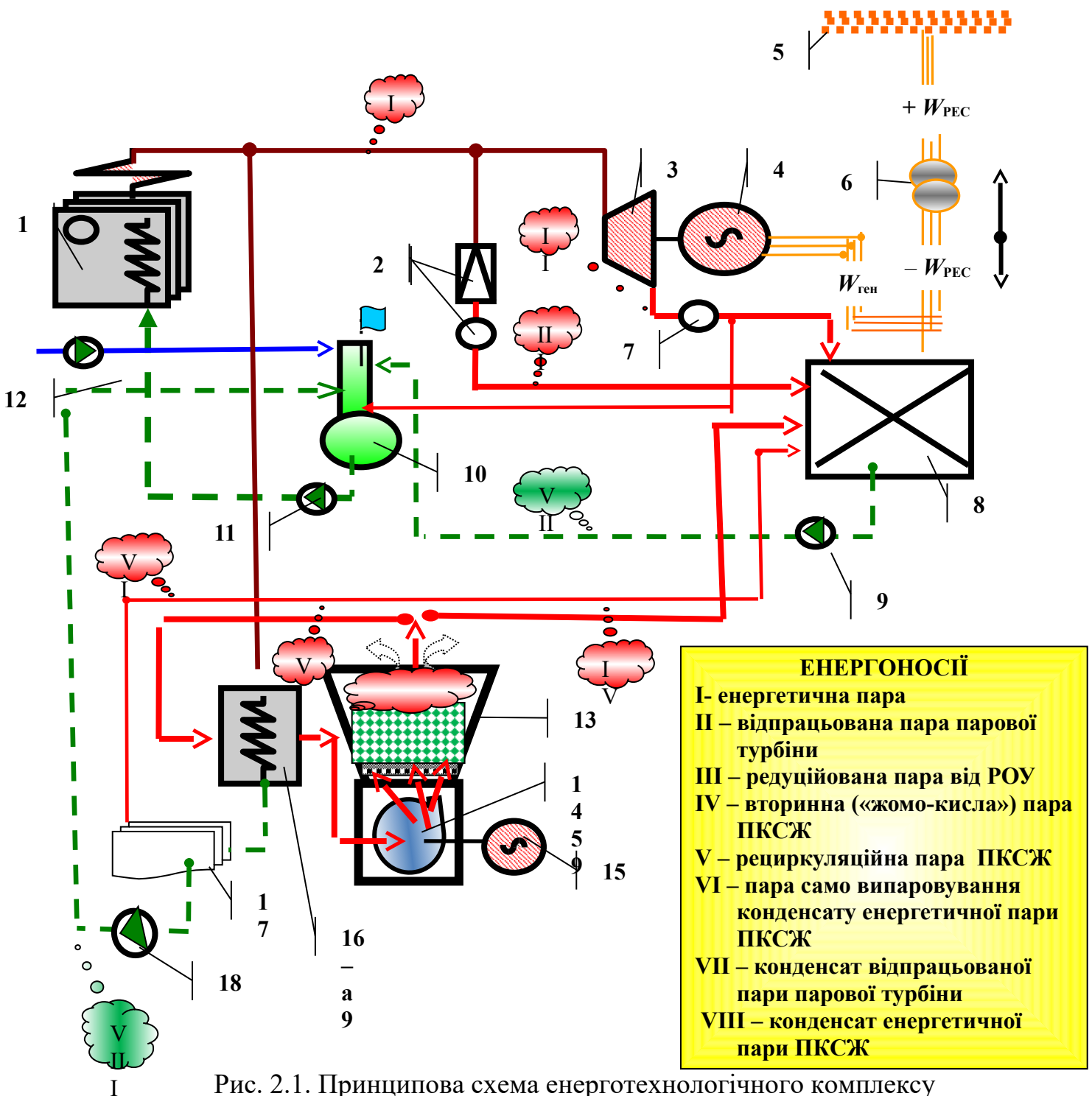


Рис. 2.1. Принципова схема енерготехнологічного комплексу «ТЕЦ-Цукрозавод-ПКСЖ».

1 – парові котли; 2 – РОУ технологічної пари; 3 – парова турбіна; 4 – турбогенератор; 5 – РЕС; 6 – трансформатор зв’язку ТЕЦ з РЕС; 7 – ОУ відпрацьованої пари турбіни; 8 – цукровий завод; 9 – конденсатний насос; 10 – деаератор; 11 – живильний насос; 12 – насос ХОВ; 13 – сушильна камера ПКСЖ; 14 – високо напірний вентилятор; 15 – електропривод ВНВ; 16 – пароперегрівник ПКСЖ; 17 – система збірників-випарників конденсату енергетичної пари; 18 – конденсатний насос.

Експлуатаційні параметри ТЕЦ цукрового заводу з уведеною в експлуатацію установкою ПКСЖ наведено на рис. 2.2.

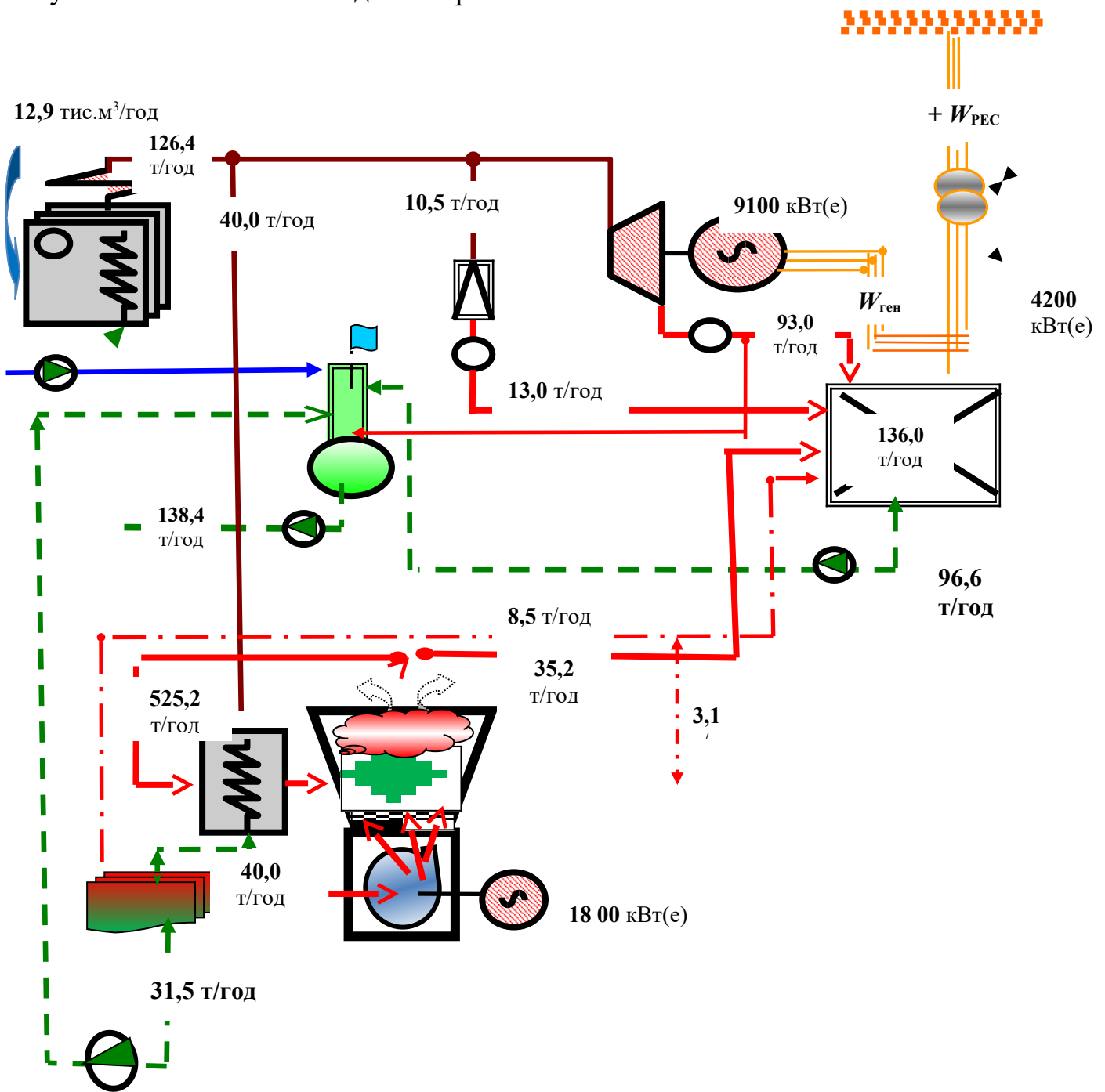


Рис. 2.2. Експлуатаційні параметри в режимі впровадження технології ПКСЖ в енерготехнологію цукрового заводу.

Технологія ПКСЖ не потребує витрати палива для своєї реалізації, оскільки випарена з жому вода у вигляді водяної («жомо-кислої») пари без домішки повітря на втрачається в навколишнє середовища, а використовується, як енергоносіє (ідентичний відпрацьованій парі турбіни) і системі тепло споживання цукрового заводу.

Конструкцією ПКСЖ передбачено сушіння відпресованого (вологого) жому не високотемпературними продуктами згорання палива, а низько-температурною (180...200) °С перегрітою парою. Перегрів (+ 20...+30) °С, відносно температури насичення (136...140) °С отриманою в спеціальному односекційному пароперегрівнику, вмонтованому в корпус ПКСЖ.

Частина гострої пари парових котлів направляється на парову турбіну турбоагрегата для вироблення електроенергії.

А частина (20-25 т/год) гострої пари, функціонально відводиться з парового колектора гострої пари на ПКСЖ і не пропускається через проточну частину парових турбін і не виробляє електричну енергію у турбоагрегатах.

Теплотехнології (тобто ВУ) заводу високотемпературна (435 °С) гостра пара з парових котлів не потрібна, а потрібна пара з температура не вище 135 °С.

Тому існує можливість використати частину (до 10 %) теплової енергії гострої пари (а саме теплоту перегріву (435 °С – 135 °С) використати для висушування жому по аналогії з паровою турбіною. Основна (90 %) теплота гострої пари у вигляді теплоти конденсації лишається для використання в заводі.

Як свідчать розрахунки цього обсягу теплоти вистачає для осушування відпресованого жому в ПКСЖ.

В результаті реалізації процесу осушування в ПКСЖ отримується водяна пари з тепловими властивостями (тиском і температурою), ідентичними відпрацьованій парі турбін.

Слід розуміти, що і в звичайній (традиційній) «газовій» жомосушильній установці і в новій «пароконтактній» на 1 тону відпресованого жому витрачається на випаровування води з жомової стружки практично ОДНАКОВА кількість теплової енергії, а, значить і однакова кількість палива (за законом збереження і перетворення енергії).

Але в звичайній (традиційній) «газовій» жомосушильній установці енергія палива, виконавши свою функцію – випаровування води і утворення водяної пари, буде втрачена в навколишнє середовище у вигляді суттєво зволжених утвореною водяною парою продуктів згорання палива.

Тобто, по суті, паливо, витрачене в такій жомосушці на технологічний процес висушування жому втрачається (разом з своєю енергією) в навколишнє середовище. Димосос відправляє безповоротно утворену водяну пару і гарячі продукти згорання в атмосферу.

Зовсім інша справа в установці ПКСЖ. В цій сушильній установці використовується та сама кількість теплової енергії і та сама кількість палива.

Але в результаті його спалювання отримується не високотемпературні продукти згорання, а високотемпературна водяна пара, яка контактуючи зі зволоженою жомовою стружкою, випаровує з неї воду, і утворює таку ж саму кількість водяної пари, тільки з меншою температурою. Тобто, енергія затраченого палива не втрачена, а перетворилася в енергію водяної пари, яка за

своєю температурою і тиском ідентична відпрацьованій парі парових турбін ТЕЦ.

Таким чином, індивідуальна витрата палива для сушіння жому в ПКЖС, не потрібна. Для сушіння жому використано паливо, з якого отримано «жомокислу» пару, абсолютно аналогічно, як з енергії палива отримано електроенергію, а залишок використано для утворення відпрацьованої пари турбін.

Обидві пари в тепловому сенсі абсолютно однакові.

ПКЖС можна розглядати як аналог «парової турбіни» для отримання «жомокислої» водяної пари, побічним продуктом якої є сухий жом – аналог електроенергії.

Таким чином, енергетичний ефект проекту ПКЖС полягає у відсутності витрати палива на сушіння жому. Жомову стружку сушить енергія високоперегрітої пари, на створення якої витрачено паливо. А, оскільки заводу не потрібно взагалі перегрів пари (оскільки така пара не здатна конденсуватися і віддавати свою теплоту), а потрібно тільки прихована теплота його конденсації, то цю теплоту перегріву можна використати для пароконтактного сушіння жому.

В конструкції установки ПКЖС організовано конвективний теплообмін між потоком «робочої-циркуляційної» пари і вологою стружкою в «киплячому» шарі жомової стружки, яка гарантує швидке випаровування води і утворення водяної пари без конденсації теплоносія – робочої-рециркуляційної водяної пари.

Високотемпературна (435 °C) гостра пара з парових котлів безпосередньо не контактує з вологою стружкою, а в спеціальній поверхні теплообміну – трубчатому пароперегрівнику передає всю свою теплоту (і теплоту перегріву, і приховану теплоту конденсації) потоку «робочої-циркуляційної жомо-кислої» пари, яка утворена в результаті випаровування вологи з жому в робочій (паростружечній) частині ПКЖС.

Нагріта до (200...220) °C в пароперегрівнику «циркуляційна» пара в середині ПКЖС не конденсується на поверхні стружки тому, що не охолоджується до температури свого насичення, а тільки передає конвективним способом свою теплоту перегріву вологій стружці, випаровуючи з неї воду.

За рахунок роботи парового напірного вентилятора в робочій камері ПКЖС для підтримання «киплячого» шару жомової стружки формується значний, у кілька разів вищий за отриманий обсяг «жомокислої» вторинної пари, потік «робочої-циркуляційної» пари.

Кількість цієї пари в кілька разів вища за кількість отриманої пари від висушування жому. Ця пара і є циркулюючим теплоносієм ПКЖС.

Завдяки цьому, за рахунок використання для випаровування води зі стружки, значного перегріву робочої пари в середині ПКЖС утворюється т.зв. «жомокисла» водяна пара, практично в тій же кількості, що і відведена від турбін гостра пара, яка є придатною для використання в тепловій схемі заводу спільно з відпрацьованою порою турбін.

## 2.4. Взаємний вплив двох енерготехнологій.

Аналіз (співставлення) експлуатаційних параметрів теплоенергетичного комплексу цукрового заводу засвідчив, що існує функціональний вплив енергоносіїв установки ПКСЖ на експлуатаційні параметри енергетичної і теплотехнічної систем цукрового заводу, а саме:

- на систему тепловикористання цукрового заводу, тобто, на теплотехнологічну схему заводу;
- на системи генерації теплової і електричної енергії, тобто, енерготехнологічної схеми ТЕЦ.

Виявленим взаємним впливом двох енерготехнологій породжено три експлуатаційні проблеми, які мають для заводу негативні наслідки енергетичного і фінансового характеру, а саме:

**Проблема 1.** Значне недовироблення електричної енергії власної генерації турбогенераторами ТЕЦ, що змушує здійснювати закупівлю в РЕС «компенсуючу» електричну потужність і нести значне фінансове навантаження для економіки заводу.

**Інформація:** Покупна від РЕС електроенергія по 10,0 грн/(кВт.год) суттєво (вдвічі) дорожча за заводську собівартість власної електроенергії (5,5 грн/(кВт.год)) виробленої в турбоагрегатах ТЕЦ на базі парових турбін з протитиском за ціною палива (природного газу) – 25000 грн/(тис.м<sup>3</sup>).

**Проблема 2.** Значне зростання потреби заводу в електроенергії, внаслідок появи потреби у електроенергії для електроприводу високонапірного вентилятора циркуляційної пари установки ПКСЖ.

**Проблема 3.** Значне підвищення витрати палива на виробництво товарного цукру, внаслідок збільшення питомої витрати теплової енергії на перероблення буряку, обумовленого впливом додаткової теплоти вторинних енергоресурсів на систему тепло споживання цукрового заводу.

## 2.5. Проблема недовироблення електроенергії власної генерації в ТЕЦ цукрового заводу.

Проблема недовироблення електроенергії власної генерації турбоагрегатами ТЕЦ, на базі парових турбін з протиском (типу «Р-.../...») у разі впровадження в енерготехнологію цукрового заводу енерготехнології ПКСЖ виникає у зв'язку із тим, що:

- технологія ПКСЖ «відбирає» з паропровода, що транспортує від парогенераторів до парової турбіни – 136,4 т/год енергетичної (гострої) пари частину пари для подачі у пароперегрівник рециркуляційної пари у кількості 40,0 т/год;
- експлуатаційна служба ТЕЦ «відбирає» для «зглажування» коливань пароспоживання цукрового заводу 10,2 т/год гострої пари для РОУ технологічної пари;
- на парову турбіну надходить менша (а саме, 86,2 т/год) гострої пари;

( Розрахунок:  $136,4 - 40,0 - 10,2 = 86,2$  ).

- турбогенератор, відповідно рівняння потужності турбоагрегата, генерує меншу, а саме **9100** кВт(е), електричну потужність.

Різниця між регламентною (**11500** кВт(е)) потужністю (потрібною цукровому заводу) і «ноюю» (**9100** кВт(е)) потужністю створює «недовироблення» в ТЕЦ електроенергії власної генерації в обсязі 2400 кВт(е)

(Розрахунок:  $11500 - 9100 = 2400$ ).

Окрім недовироблення виникає потреба в електричній енергії для електропривода ВНВ у 1800 кВт(е).

Таким чином, виникає потреба у закупівлі в РЕЦ – 4200 кВт(е).

(Розрахунок:  $2400 + 1800 = 4200$ ).

**Першим аспектом негативного впливу** впровадження ПКСЖ є зменшення потужності виробленої електричної енергії турбоагрегатами ТЕЦ –  $\Delta W_{\text{ТЕЦ}}^{\text{недо}}$ , кВт, внаслідок відбору для ПКСЖ частини енергетичної пари парових котлів, що функціонально направлена на паротурбінну установку для генерації електричної енергії –  $D_{\text{ПКСЖ}}^{\text{е.п}}$ , т/год.

Результати моделювання засвідчили:

- витрата енергетичної пари для ПКСЖ –  $D_{\text{ПКСЖ}}^{\text{е.п}}$  суттєво залежить від витрати енергетичної пари для цукрового заводу через РОУ –  $D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п}}$  і зменшується відносно її регламентної потреби –  $(D_{\text{ПКСЖ}}^{\text{е.п}})^{\text{регл}}$  у разі зростання  $D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п}}$ ; відповідно до балансового рівняння:

$$D_{\text{ПКСЖ}}^{\text{е.п}} = (D_{\text{ПКСЖ}}^{\text{е.п}})^{\text{регл}} - D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п}} \quad (1)$$

- витрата енергетичної пари через РОУ –  $D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п}}$ , суттєво залежить від трьох параметрів: питомої витрати теплової енергії –  $q_{\text{факт}}$ , питомої витрати електричної енергії –  $e_{\text{факт}}$  та питомої витрати енергетичної пари на генерацію електроенергії турбоагрегатами ТЕЦ –  $d_{\text{ТА}}^{\text{е.п}}$ .

- потужність недовиробленої електроенергії в ТЕЦ –  $\Delta W_{\text{ТЕЦ}}^{\text{недо}}$ , кВт, внаслідок впровадження ПКСЖ, становить:

$$\Delta W_{\text{ТЕЦ}}^{\text{недо}} = 1000 \cdot [(D_{\text{ПКСЖ}}^{\text{е.п}})^{\text{регл}} - D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п}}] / d_{\text{ТА}}^{\text{е.п}} \quad (2)$$

де:

1000 – коеф., що корелює співвідношення одиниць виміру витрати пари, кг/т;

$(D_{\text{ПКСЖ}}^{\text{е.п}})^{\text{регл}}$  – регламентна годинна витрата гострої пари на ПКСЖ, т/год;

$D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п}}$  – годинна витрата енергетичної пари через РОУ, т/год. Визначається теплоенергетичним розрахунком ТЕЦ цукрового заводу з врахуванням значень  $q_{\text{факт}}$ ,  $e_{\text{факт}}$ ,  $d_{\text{ТА}}^{\text{е.п}}$ .

$d_{\text{ТА}}^{\text{е.п.}}$  – питома витрата енергетичної пари на генерацію електричної енергії в турбоагрегатах, кг/(кВт·год).

Результати моделювання проблеми недовироблення електричної енергії в ТЕЦ цукрового заводу потужністю 7000 т буряку на добу, внаслідок відбору для ПКСЖ енергетичної пари засвідчили наступне:

- Недовироблення електроенергії власної генерації в ТЕЦ –  $W_{\text{недов}}^{\text{ТЕЦ}}$  залежить від рівня енергоощадності цукрового заводу:  $q_{\text{факт}} > q_{\text{гран}}^{\text{мін}}$  і  $q_{\text{факт}} \leq q_{\text{гран}}^{\text{мін}}$ .

Гранично-мінімальні питомі витрати теплової енергії на перероблення буряку –  $q_{\text{гран}}^{\text{мін}}$  встановлено в (Філоненко, 2004).

- За умови  $q_{\text{факт}} \leq q_{\text{гран}}^{\text{мін}}$  ( $q_{\text{факт}} = 174,4$ , Мкал/т (для енергоощадного заводу) в ТЕЦ якого не існує потреби у витраті енергетичної пари для РОУ ( $D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п.}} = 0$ ), недовироблення ( $\Delta W_{\text{ТЕЦ}}^{\text{недо}}$ ) залежить тільки від параметрів (тиску та температури) енергетичної пари і досягає 3000 – 7600 кВт, **рис. 1**.

- За умови  $q_{\text{факт}} > q_{\text{гран}}^{\text{мін}}$  (для енергозатратного заводу) в ТЕЦ якого існує пропуск енергетичної пари через РОУ ( $D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п.}} > 0$ ) потужність недовиробленої електроенергії ( $\Delta W_{\text{ТЕЦ}}^{\text{недо}}$ ) залежить і від  $D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п.}}$  і від параметрів гострої пари. Витрата пари  $D_{\text{РОУ}}^{\text{е.п.}}$  визначається енергетичним розрахунком комплексу «ТЕЦ-цукровий завод» і може становити (6 – 15) т/год.

Графічний вигляд залежності експлуатаційного недовироблення електроенергії власної генерації в ТЕЦ цукрового заводу наведено на рис. 3.2.

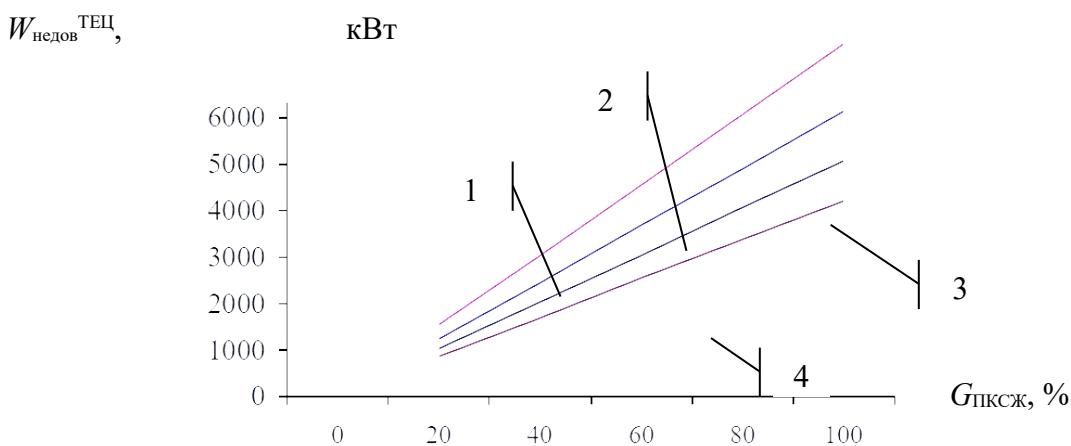


Рис 3.2. Залежність  $\Delta W_{\text{недов}}^{\text{ЕЦ}}$ , кВт, від тиску та температури енергетичної пари –  $p_0$ , бар /  $t_0$ , °С, для енергоефективного цукрового заводу потужністю 7000 т буряку на добу:  $p_0/t_0$ : 1– 85/525; 2– 43/450; 3 – 35/435; 4– 21/370;

## 2.6. Умови виникнення витрати енергетичної пари через РОУ в ТЕЦ цукрового заводу.

Уникнути недовироблення (в технічному аспекті) дозволяє реалізація ДВОХ технічних рішень, наслідком яких буде поява в системі ТЕЦ постійно діючої РОУ:

Підвищення параметрів енергетичної (гострої) пари в ТЕЦ до такого рівня, який би обумовив існування в ТЕЦ витрати гострої пари через РОУ (редукційно-охолоджувальну установку).

Вказане технічне рішення цілком обгрутовано наявністю на європейському ринку енергетичного обладнання (парових котлів і парових турбін з протитиском) до тиску 85 бар і температури пари до 525 °С.

Зменшення електроспоживання технологією цукрового заводу до рівня 6000 кВт(е) (на 4000 кВт(е), яке би «звільнило» турбоагрегат ТЕЦ від необхідності пропускати через парову турбіну 113,0 т/год гострої пари і виробляти 11500 кВт(е) електроенергії.

Як наслідок, витрата відпрацьованої пари від турбіни на завод буде зменшена до 60 т/год, а потрібна для технології заводу 113,6 т/год технологічної пари буде сформована додатком редукованої пари (60 т/год) після РОУ.

Таким чином, в ТЕЦ буде сформовано потребу встановленні постійно діючої РОУ.

Вказане технічне рішення не має під собою технічного обгрунтування, оскільки передбачає зниження питомої витрати електроенергії на перероблення буряка до рівня 15 кВт.год(е), тонну буряку.

Слід прийняти до уваги, що найсучасніші енерготехнології вироблення цукру з буряків досягли рівня енергоємності – 22 кВт.год(е), тонну буряку.

Таким чином, єдиним технічним рішенням, що забезпечує появу РОУ з потрібною (40 т/год) витратою пари в системі ТЕЦ є – підвищення параметрів гострої пари до рівня 85 бар /525 °С.

## 2.7. Проблема зменшення потужності високо напірного вентилятора і її вирішення.

Другою проблемою для енергопостачання заводу, що вносить технологія ПКСЖ - це висока потреба в електроенергії, яку споживає електропривод високонапірно вентилятора (ВНВ).

ВНВ є структурним елементом установки ПКСЖ.

В номінальному експлуатаційному режимі ВНВ споживає – 1800 кВт(е), що є суттєвим додатковим електричним навантаженням для цукрового заводу.

Оскільки власна ТЕЦ не має ресурсу (енергетичної пари) для вироблення додаткової електричної потужності для ВНВ, то обсяг електроенергії у 1800 кВт(е), належить закуповувати у РЕС за ринковою ціною.

Потужність електроенергії, що споживає електропривод напірного вентилятора ПКСЖ –  $W_{\text{ВНВ}}$ , кВт, визначається рівнянням потужності агрегату:

$$W_{\text{ВНВ}} = H_{\text{ВНВ}} \cdot (D_{\text{рец}}^{\text{ПКСЖ}} / \rho_{\text{рец}}) / (3600 \cdot 1000 \eta_{\text{е.дв}} \cdot \eta_{\text{ВНВ}}) \quad (5.2)$$

де:

$H_{\text{ВНВ}}$  – напір, що створює напірний вентилятор, мм.вд.ст;

$D_{\text{рец}}^{\text{ПКСЖ}}$  – масова витрата рециркуляційної пари, т/год;

$\rho_{\text{рец}}$  – питома густина рециркуляційної пари на вході у вентилятор, кг/м<sup>3</sup>;

3600 – коефіцієнт, що корелює співвідношення одиниць виміру, с/год;

1000 – коефіцієнт, що корелює співвідношення одиниць виміру, кг/т;

$\eta_{\text{е.дв}}$  – ККД електродвигуна – приводу вентилятора, од;

$\eta_{\text{ВНВ}}$  – ККД вентилятора, од.

Аналіз енергетичного рівняння ВНВ (5) засвідчує, що потужність електричної енергії ВНВ залежить від трьох експлуатаційних параметрів, а саме:

- від об'ємної витрати та густини перегрітої пари
- від опору «псеводоожигеного» шру жомо-стружечної суміші, яка висушується в корпусі установки ПКСЖ

Всі ці три параметри не є незмінними і підлягають експлуатаційній зміні у напрямках, які обумовлюють зменшення потужності ВНВ, а саме:

- витрату рециркуляційної пари, яку створює ВНВ, можна зменшити за рахунок підвищення температури перегрітої пари на вході в ПКСЖ
- напір, який створює ВНВ, можна зменшити за рахунок зменшення швидкості пари у «псеводоожигеному» шарі жомостужечної суміші, яка є наслідком зменшення витрати рециркуляційної пари.
- густину рециркуляційної пари можна збільшити за рахунок збільшення тиску в сушильній камері установки ПКСЖ.

## 2.8. Математичне обґрунтування зменшення потужності високо напірного вентилятора установки ПКСЖ.

З балансового рівняння обміну тепловими енергіями поверхневого пароперегрівника установки ПКСЖ можна визначити витрату перегрітої рециркуляційної пари –  $D_{\text{рец.п}}$ , т/год, яка, не конденсуючись, а лише за рахунок зменшення своєї ентальпії, передає свою теплоту вологій масі жомо-струженій суміші, нагріваючи її до температури випаровування і випаровуючи її до регламентного вмісту вологи (85 % СР) за рівнянням:

$$D_{\text{рец.п}} = \frac{D_{\text{ен.п}} * (h_{\text{ен.п}} - h_{\text{конд.п}})}{c_{\text{рец.п}} * (t_{\text{рец.п}}^{\text{вих}} - t_{\text{рец.п}}^{\text{вх}})}$$

де:

- $D_{\text{ен.п}}$  – витрата енергетичної (гострої) пари на пароперегрівник рециркуляційної пари, т/год;
- $h_{\text{ен.п}}$  – ентальпія енергетичної (гострої) пари на вході в пароперегрівник рециркуляційної пари, кДж/кг;
- $h_{\text{конд.п}}$  – ентальпія конденсату енергетичної (гострої) пари на виході з пароперегрівника рециркуляційної пари, кДж/кг;
- $c_{\text{рец.п}}$  – теплоємність енергетичної (гострої) пари, кДж/(кг.К);
- $t_{\text{рец.п}}^{\text{вих}}$  – температура рециркуляційної пари на вході в сушильну камеру установки ПКСЖ, °С;
- $t_{\text{рец.п}}^{\text{вх}}$  – температура рециркуляційної пари на виході з сушильної камери установки ПКСЖ, °С;
- У разі підстановки у рівняння (...) числових значень, визначених під час обстеження установки ПКСЖ, отримаємо:

$$D = 40,0 * (3303 - 1050) / 2,2 * (220 - 142) = 525, 2 \text{ т/год}$$

### Висновок.

Рівняння засвідчує, що зменшення витрати перегрітої рециркуляційної пари в установці ПКСЖ –  $D_{\text{рец.п}}$  за умови незмінних термодинамічних параметрів енергоносіїв залежить від **двох** експлуатаційних параметрів, зміна яких технічно можлива лише на етапі створення установки, а саме:

- від зменшення витрати енергетичної (гострої) пари, що використовується для перегрівання рециркуляційної пари у пароперегрівнику установки ПКСЖ –  $D_{\text{ен.п}}$ ; *Увага!* Зменшення витрати енергетичної пари – організаційно неможливе, оскільки призведе до зменшення теплової потужності установки ПКСЖ і її продуктивності по сухому жому.
- від збільшення температури самої рециркуляційної пари –  $t_{\text{рец.п}}^{\text{вих}}$ ;

*Увага! Збільшення температури рециркуляційної пари і організаційно і технічно можливе, у разі застосування двох камерної (перегрівально-конденсаційної) конструкції пароперегрівника.*

З результатів енергетичного аудиту відомо, що за умови використання , як грійної пари енергетичної пари, витрата якої становила  $D_{ен.п} = 40,0$  т/год з параметрами 35 бар/435 °С фактична експлуатаційна температура перегрітої рециркуляційної пари на виході з пароперегрівника пари установки ПКСЖ становила – 220 °С.

Відповідно балансового рівняння передачі теплової енергії в ПП установки ПКСЖ експлуатаційна витрата рециркуляційної пари становила:

**525,2 т/год.**

Враховуючи питому густину рециркуляційної пари на вході у ВНВ з параметрами (139 °С і 3,6 бар) –  $\rho_{рец} = 1,64$  кг/м<sup>3</sup> об'ємна витрата рециркуляційної пари, тобто подача ВНВ становила –  $Q_{рец}^{п.п} = 320000$  м<sup>3</sup>/год.

За умови діаметра нижньої решітки сушильної камери ПКСЖ – 7,3 м (площа – 41,8 м<sup>2</sup>) швидкість «витання» пари, що від формує стабільний стан псевдоожигеного шару жомостружечної суміші становить  $V_{вит}^{факт} = 2,1$  м/с.

(Розрахунок:  $V_{вит}^{факт} = 320000 / (3600 * 41,8) = 2,1$  м/с)

Фактична швидкість витання (2,1 м/с) знаходиться в експлуатаційно допустимих межах (0,26 ... 2,66) м/с для псевдоожигених шарів сипучих речовин .

### **Висновок.**

Теоретичні розробки пароконтактного сушіння жому в псевдоожигеному шарі [2] засвідчують експлуатаційну можливість ЗМЕНШЕННЯ швидкості перегрітої рециркуляційної пари без погіршення якості висушеного жому.

Така перспектива дозволяє:

- зменшити витрату рециркуляційної пари за рахунок підвищення її температури для додержання (не порушення) теплового балансу висушування жому в установці ПКСЖ;
- зменшити гідравлічний опір «псевдо-ожигеного» шару і, відповідно, зменшити напір ВНВ;
- зменшити механічну потужність ВНВ і електричну потужність електроприводу ВНВ, що зменшить потребу установки ПКСЖ у електричній енергії і, відповідно, фінансові затрати на закупівлю електроенергії в РЕС.

Сутність технічного рішення, що дозволяє отримати вказані результати полягає у заміну існуючого одно-ступеневого пароперегрівник а рециркуляційної пари на ДВОХ-СТУПЕНЕВИЙ, відомий в промисловій теплоенергетиці, як ефективний підігрівник живильної води в системах регенеративного підігрівання живильної води конденсаційних паротурбінних установок.

Двох-ступеневий пароперегрівник дозволяє досягти температури продукту, що підлягає підвищенню температури до рівня, який ПЕРВИЩУЄ температуру конденсації (насичення) грійної пари.

## **2.9. Математичне обґрунтування доцільності підвищення температури рециркуляційної пари в установці ПКСЖ.**

У відповідності до конструкції установки ПКСЖ рециркуляційна пара є сушильним агентом жомостружкової суміші.

Необхідна для сушки жому температура рециркуляційної пари досягається у спеціальному поверхневому пароперегрівнику, що обігрівается енергетичною (гострою) парою .

Існуюча конструкція пароперегрівника являє собою двох-ступеневий , двох-тисковий конструкції (з метою фінансово-металоємнісної оптимізації).

Примітка: існуюча конструкція пароперегрівника не використовує високу (435 °С) температуру перегріву енергетичної пари і в змозі перегріти насичену рециркуляційну пару від т-ри насичення (138 °С) до температури 220-240 °С, що не перевищує т-ру конденсації (насичення) грійної (енергетичної) пари.

Енергетична пара, що має значний перегрів, охолоджується до стану свого насичення і конденсується на спільній поверхні теплообму в обох ступенях.

Тобто, існуюча конструкція пароперегрівника рециркуляційної пари не використовує наявний потенціал високої температури енергетичної пари для підвищення температури перегріву рециркуляційної пари.

**Технічним рішенням для вирішення проблеми є застосування 2-х секційного пароперегрівника, в якому процес охолодження перегрітої грійної пари до стану насичення і процес конденсації грійної пари відокремлені один від одного і здійснюються в різних секціях.**

Конструкцією 2-х секційного пароперегрівника передбачена компоновка послідовно (по ходу рециркуляційної пари) розташованих «конденсаційної» та «конвективної» секцій, в яких реалізовано технологію перегріву рециркуляційної пари вище температури конденсації (насичення) енергетичної пари.

Принципова схема 2-х секційного пароперегрівник наведена на рис. 4.2.

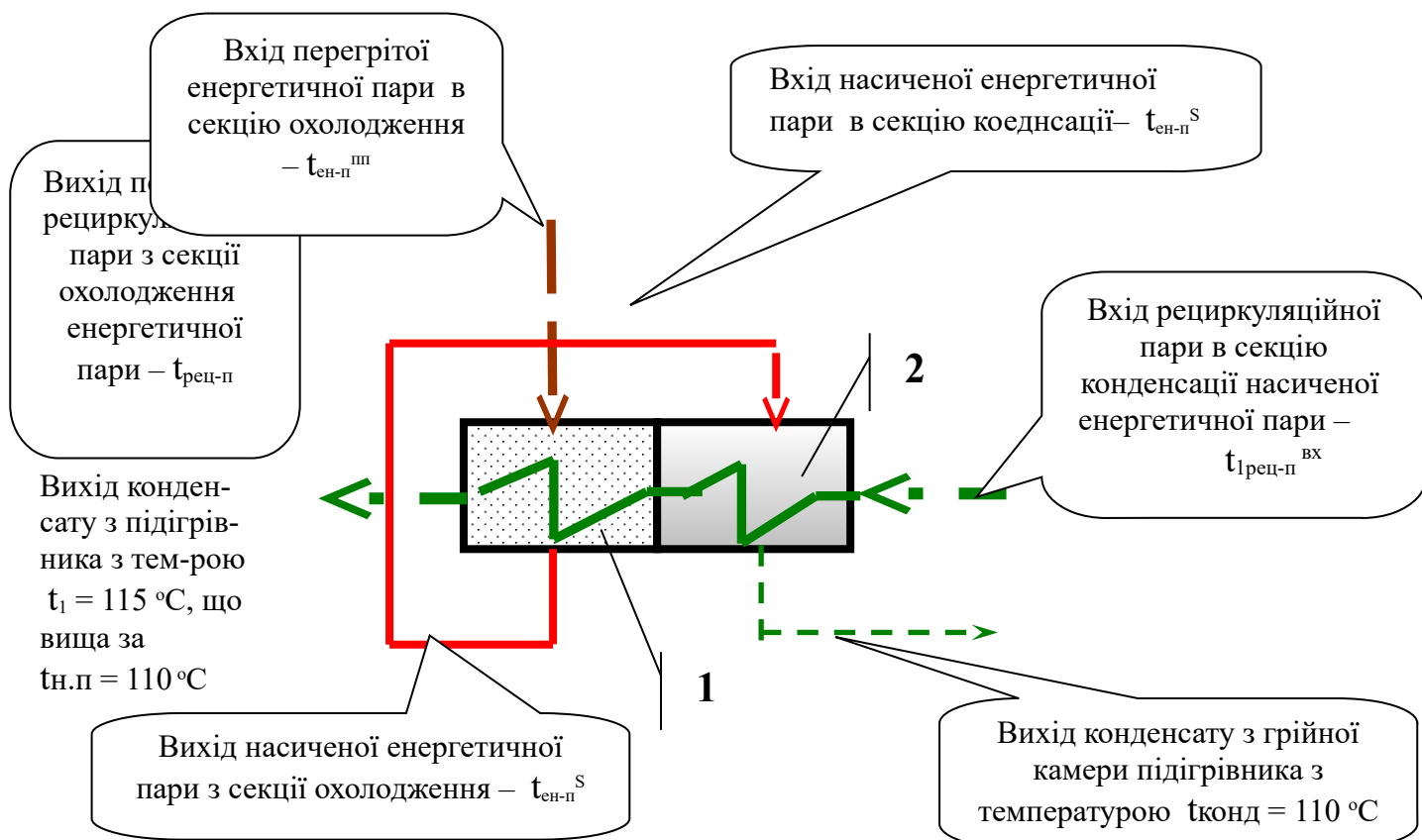


Рис. 4.2. Принципова схема технічного рішення для нагрівання рециркуляційної пари вище температури насичення енергетичної (грійної) пари в установці ПКСЖ: 1 – секція «охолоджувально-перегрівальна»; 2 – секція «конденсаційно-нагрівальна».

Діаграма температур енергетичної і рециркуляційної пари, в пароперегрівнику, що використовує технічне рішення з використанням температури перегріву грійної пари, наведено на рис. 5.2.

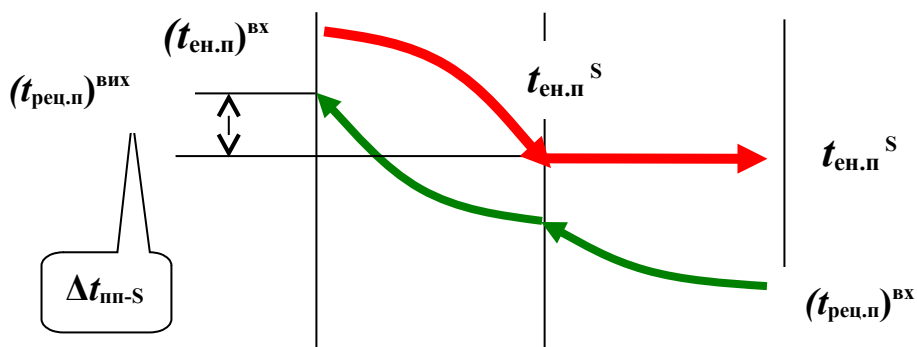


Рис. 5.2. Діаграма температурних напорів в підігрівнику, що використовує високу температуру перегріву грійної пари

Гранично досягне перевищення температури (т.зв. перегріву) рециркуляційної пари на виході із підігрівника, що використовує вказану систему, над температурою конденсації (насичення) грійної пари –  $\Delta t_{\text{пп-S}}$ , °С, визначається за «балансовою» формулою теплопередачі пароперегрівника:

$$\Delta t_{\text{пп-S}} = ((t_{\text{ен.п}})^{\text{ВХ}} - (t_{\text{рец.п}})^{\text{ВХ}}) [(h_{\text{ен.п}})^{\text{ВХ}} - h_{\text{ен.п}}^{\text{S}}] / r_{\text{ен.п}} \quad (1.2)$$

Гранично досягну температуру нагрівання потоку рециркуляційної пари виході із підігрівника –  $t_{2\text{max}}$ , що використовує вказану систему можна розрахувати за «балансовою» формулою:

$$(t_{\text{рец.п}})^{\text{ВХ}}_{\text{max}} = t_{\text{н.п}} + (t_{\text{ен.п}}^{\text{S}} - (t_{\text{рец.п}})^{\text{ВХ}}) \cdot [(h_{\text{ен.п}})^{\text{ВХ}} - h_{\text{ен.п}}^{\text{S}}] / r_{\text{ен.п}} \quad (2.2)$$

де:

$t_{\text{ен.п}}^{\text{S}}$  – температура енергетичної пари в стані насичення на вході в «конденсаційну» секцію пароперегрівника, °С;

$(t_{\text{рец.п}})^{\text{ВХ}}$  – температура потоку рециркуляційної пари на вході в «конденсаційну» секцію пароперегрівника, °С;

$(h_{\text{ен.п}})^{\text{ВХ}}$  – ентальпія перегрітої енергетичної на вході в «охлаждающе-конвективную» секцію пароперегрівника, °С;

$h_{\text{ен.п}}^{\text{S}}$  – ентальпія енергетичної пари в стані насичення на вході в «конденсаційну» секцію пароперегрівника, °С;

$r_{\text{ен.п}}$  – питома теплота конденсації (пароутворення) при тиску грійної пари, що конденсується в грійній камері «конденсаційної» секції пароперегрівника, кДж/кг.

Як засвідчують результати моделювання, перегрів рециркуляційної пари –  $\Delta t_{\text{рец}}^{\text{пп}}$ , °С, де  $\Delta t_{\text{рец}}^{\text{пп}} = (t_{\text{рец}}^{\text{ВІХ}} - t_{\text{рец}}^{\text{ВХ}})$ , залежно від параметрів енергетичної пари може становити: 20 °С, 29 °С, 36 °С, 80 °С для тисків енергетичної пари, відповідно, 21 бар, 35 бар, 43 бар, 85 бар, рис. 3.2.

Графічна залежність температури перегрітої рециркуляційної пари –  $t_{\text{рец.п}}^{\text{ВІХ}}$ , °С, від температури та тиску енергетичної (грійної) пари за умови використання двохсекційного пароперегрівника наведена на рис. 6.2.

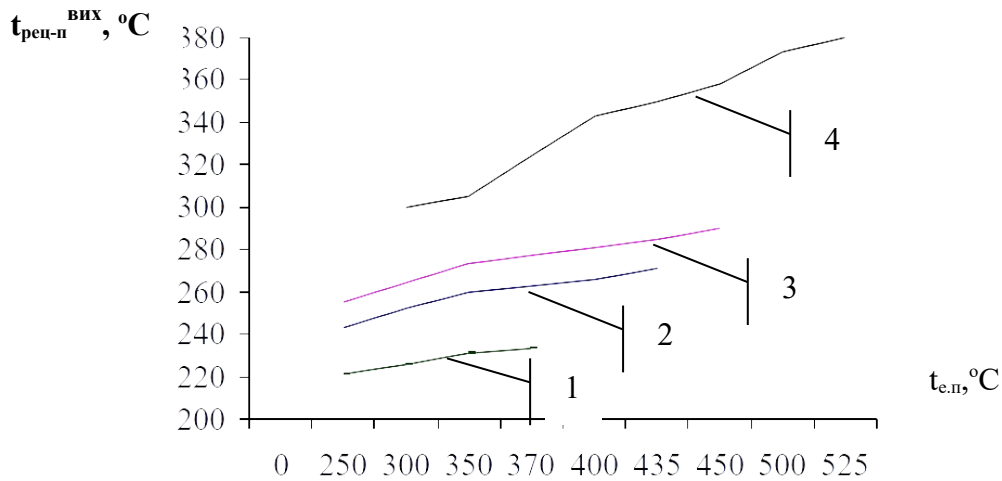


Рис. 6.2. Залежність температури рециркуляційної пари в двохсекційному пароперегрівнику  $t_{\text{рец}}, ^\circ\text{C}$ , від тиску –  $p_{\text{е.п}}, \text{бар}$ , та температури –  $t_{\text{е.п}}, ^\circ\text{C}$  енергетичної пари.  $p_{\text{е.п}}/t_{\text{е.п}}$ : 1 – 21/370; 2 – 35/435; 3 – 43/450; 4 – 85/525.

Графічна залежність потужності, електроенергії, що споживає високо-напірний вентилятор установки ПКСЖ від температури перегрітої рециркуляційної пари –  $t_{\text{рец.п}}^{\text{вих}}, ^\circ\text{C}$ , за умови використання двохсекційного пароперегрівника наведена на рис. 7.2.

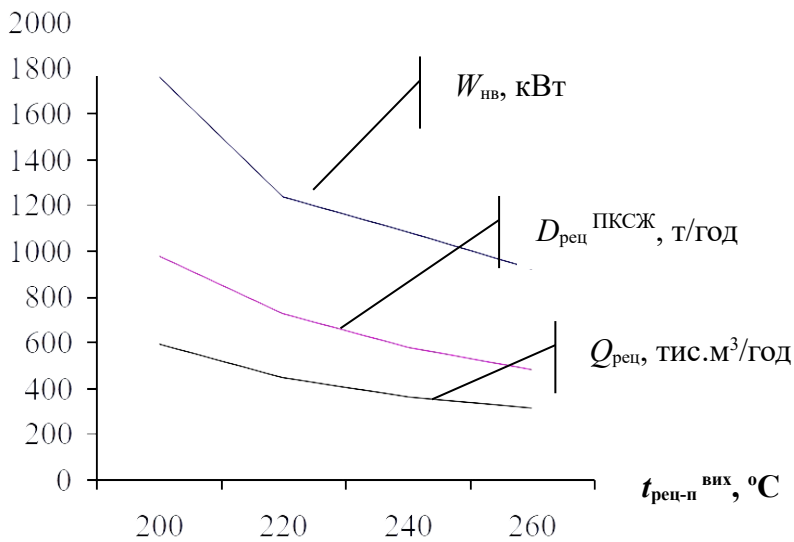


Рис. 7.2. Залежність потужності електричної енергії, що споживає напірний вентилятор ПКСЖ –  $W_{\text{нв}}, \text{кВт}$ , масова та об'ємна годинна витрата рециркуляційної пари, відповідно,  $D_{\text{рец}}^{\text{ПКСЖ}}, \text{т/год}$ , та  $Q_{\text{рец}}, \text{тис.м}^3/\text{год}$  залежно від температури перегріву рециркуляційної пари –  $t_{\text{е.п}}^{\text{вих}}, ^\circ\text{C}$

**Другим аспектом** негативного впливу впровадження ПКСЖ є зростання витрати палива на перероблення буряку, внаслідок використання теплової енергії конденсатів енергетичної пари та вторинної пари ПКСЖ.

Пароконтактна технологія сушіння жому генерує значний обсяг теплової енергії вторинних енергоресурсів (ВЕР), яка має бути використана в системі використання теплової енергії цукрового заводу, а саме:

- 15,5 МВт теплової енергії у вигляді 55,4 т/год високотемпературного (240 °С) конденсату енергетичної пари;
- 7,5 МВт теплової енергії у вигляді 47,2 т/год низькотемпературного (136 °С) конденсату вторинної пари ПКСЖ.

Енергоефективна ув'язка енерготехнології ПКСЖ в системі цукрового заводу потребує:

- використання теплової енергії конденсату енергетичної пари ПКСЖ шляхом його одноступеневого само випаровування і направлення охолодженого конденсату в деаератори ТЕЦ, а утвореної пари в колектор відпрацьованої пари парових турбін для використання в системі тепло споживання заводу;
- використання теплової енергії конденсату вторинної пари ПКСЖ шляхом його багатоступеневого, відповідно числу ступенів випаровування існуючої випарної установки цукрового заводу.

Як відомо, використання теплової енергії ВЕР у вигляді пари само випаровування конденсату в системі паровідборів ВУ має два результати.

Позитивний результат полягає в тому, що тепла енергія ВЕР не втрачається, а використовується в системі тепло споживання заводу.

Негативний результат полягає в тому, що тепла енергія ВЕР у вигляді парів само випаровування конденсатів, зменшуючи відбори пари з відповідних ступенів випаровування ВУ, зменшує кількість випареної води в кожній ступені випаровування. В результаті, зменшується паропродуктивність всієї системи паровідборів ВУ і збільшується витрата теплової енергії і палива на виробництво цукру.

Розрахунок теплової схеми заводу засвідчив, що використання теплової енергії конденсату енергетичної пари ПКСЖ в заводі не викликає зменшення ефективності системи тепло споживання заводу, оскільки не впливає на систему відборів пари.

А використання теплової енергії конденсату вторинної пари ПКСЖ, оскільки впливає, зменшуючи відповідні відбори вторинної пари з усіх ступенів випа-

ровування, обумовлює збільшення питомої витрати теплової енергії на перероблення буряку і відповідне збільшення витрати палива в ТЕЦ.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що для цукрового заводу потужністю 7000 т буряків на добу впровадження ПКСЖ і параметрами енергетичної пари 35 бар/435 °С обумовлює суттєве зменшення вироблення електричної енергії до 4200 кВт(е).

Встановлено, що наявність пропуску енергетичної пари через РОУ ТЕЦ та підвищення параметрів гострої пари в ТЕЦ зменшують недовироблення електроенергії власної генерації в ТЕЦ.

Встановлено, що цукрові заводи, які досягли гранично-мінімальних питомих витрат теплової енергії на перероблення буряку, будуть мати найвищий рівень недовироблення електричної енергії власної генерації.

Сформовано науково-технічне обґрунтування зменшення на (44 – 66) % потужності напірного вентилятора ПКСЖ у разі підвищення температури циркуляційної пари за рахунок застосування двох-ступеневого пароперегрівника, що дозволяє суттєво зменшити недовироблення електроенергії турбоагрегатами ТЕЦ.

Уникнути зростання витрати ПЕР гарантує підготовка системи теплоспоживання заводу до сприйняття додаткової теплової енергії ВЕР від ПКСЖ, шляхом формування системи паровідборів випарної установки за ознакою «перевипаровування» на 8-12 %.

Реальними технічними рішеннями, реалізація яких зменшить недовироблення електроенергії власної генерації в ТЕЦ є:

- **перехід на параметри** енергетичної пари 85 бар/ 525 °С, які кардинально зменшують недовироблення (до його уникнення);
- **зменшення потреби** ПКСЖ в електричній енергії за рахунок зменшення електричної потужності електропривода напірного вентилятора, за рахунок зменшення витрати рециркуляційної пари – сушильного агента ПКСЖ. Мінімальний рівень зменшення – швидкість рециркуляційної пари, достатньої для створення і існування стабільної структури шару жому над паророзподільною решіткою.

# ДОДАТКИ

TSX-7000 (База без ПКСЖ)

**ФАКТИЧНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ  
СИСТЕМИ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ (ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ)  
ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ (БЕЗ ПКСЖ)**

Розрахунковий період --> Сезон перероблення буряку (7000 тонн/добу)

Таблиця вихідних параметрів:

7000	3	3	52	75	22	3.0	1.19	88	88	92	118
7000	118.0	30	28.0	58	68	40.0	55	70	30.0	65	
80.0	31.4	3.5	8.6	63.3	15.3	61.2	0	0	.0	.0	
4	2	23	6	5	6	4	3	7	3	3	2
2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	22	2	2	15.6	2.6	1.3	1.0	.0	6.6	
1	22	2	2	0					.0	2700	
0	33	3	3						.0	2930	

138.0	.0			132.0	122.0	116.0	107.2	96.6			
5	0	0		6000	6000	6000	3600	2120			
2	0	0		2	0	2	0	2	0	2	0
0	.00			4.36	4.36	4.36	3.50	3.50			
0	1	0		17	17	17	17	17			
		0		30	40	50	60	70			
6	0			3	3	4	0	0			
1.20	103	103	3	3			15	0	.0		

Коеф. використ. устан. (макс.досяг.) потужності заводу

1.000
-------

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ

Деф/Сатурація з прогрес преддеф и возвратом (сок + суспензія)  
3-х продуктова схема (з даними технології по програмі "ТЕХ")  
ВУ 5 - КОРПУСНА

Конд відп пару відвід в ТЕЦ, пар с/и --> "Е1,Е3"  
Конд вт пару 1 корп відвід в ТЭЦ, пар с/и --> "Е3"  
Конд вт пару 2 корп перепуск в зб конд вт пар 3 кор  
Конд вт пара 3 корп перепуск в зб конд вт пар 4 кор  
Конд вт пара 4 корп відводиться, пар с/и NE! образу  
Конд вт пара 5 корп відводиться, пар с/и NE! образу

Жомопрес вода використ на дифузії с тепл обработ по 1-ступ схемі  
На живлення дифузії --> не деамонізований конд  
Зворот конд из ТЕЦ підведений до збірнику квп 3

Вап молоко (густ/акт)-1.19/90. / Вода на Деф/Сат

16.7	1.0
------	-----

Загальні втрати температури сокового потоку втч.- 21 ^С Пдф -> 2; Одеф+1Сат -> 6; 1фільтр -> 4; 2Сат+Сульф -> 9;
---

еео= 1.82 еео2= .00  
еео= 1.98 еео2= .00  
еео= 1.78 еео2= .00

G(сок,%мсв)/СВ(сок,%СВ) -> 125.5 /15.3; G(сир)/СВ(сир) -> 31.4 /61.2

РЕЖИМ "ВУ" --> З ЗБІЛЬШ ПРОДУК ЗА РАХУНОК ВИХОДУ ПАРИ НА КОНДЕНСАТОР

ТАБЛИЦЯ ПАРОВІДБОРІВ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ

Витрата відпрац пару (Е0) и втор пару "ВУ" (Е1-Е5) на споживачів (%мсв)

Найменує	Е0	Е1	Е2	Е3	Е4	Е5
ПБВ	.0	.0	.0	.0	1.0	.0
ПЖПВ	.0	.0	1.1	.0	.0	.0
ДИФ1	.0	.0	1.8	.0	.0	.0
ДИФ2	.0	.0	.0	2.3	.0	.0
ПДС	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ППД1	.0	.0	.0	.0	.0	1.9
ППД2	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ППД3	.0	.0	.0	.0	3.1	.0
ППД4	.0	.0	.0	2.7	.0	.0
ППД5	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПП1Ф	.0	.0	.0	1.4	.0	.0
П2С1	.0	.0	.0	1.1	.0	.0
П2С2	.0	.0	.7	.0	.0	.0
ПВУ1	.0	.0	1.9	.0	.0	.0
ПВУ2	.0	2.2	.0	.0	.0	.0
ПВУ3	2.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПВУ4	1.6	.0	.0	.0	.0	.0
НЕДО	3.3	.0	.0	.0	.0	.0
ПОДВ	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПГС	.0	.0	.0	1.3	.0	.0
СБСИ	.5	.0	.0	.0	.0	.0
СБПА	.8	.0	.0	.0	.0	.0
КЛЕР	.0	.3	.0	.0	.0	.0
СУШК	1.2	.0	.0	.0	.0	.0
ПРОП	.0	1.0	.0	.0	.0	.0
ПРОЧ	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПОСТ	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ВА11	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ВАА1	.0	.0	15.6	.0	.0	.0
ВАА2	.0	.0	2.6	.0	.0	.0
ВАА3	.0	.0	1.3	.0	.0	.0
СУММА	9.35	3.47	25.01	8.76	4.17	1.91

ПОЧ (+DKD) ВИТРАТИ (Без ур. пару с/и): Всього/ На 1 корп/ На проч (%мсв)

53.7	43.3	9.4
------	------	-----

Пара самовипару конденсатів (% мсв)

Зворотній конд від ТЕЦ переохолджен для 3 збірника

Рет	0	1	2	3	4	5	Повернен	
	1.82	.00	1.11	.40	.71	.00	.00	-.54

еe01= .51 еe02= .00 еe03=1.31 еe04= .00 еe12= .00 еe13=1.11

ПАРАМЕТРИ КОРПУСІВ "ВУ"								
КОРПУС N	ТИП (Код)	F (м2)	T гр/п (^C)	T вт/п (^C)	DT(о) (^C)	КО Вт/м2К	КО*fi Вт/м2К	Alf(кип) Вт/м2К

1	2	6000	138.0	132.0	7.3	1915	1847	3347
2	2	6000	131.5	122.0	9.0	1709	1477	2832
3	2	6000	121.5	116.0	6.1	910	872	1102
4	2	3600	115.5	107.2	6.7	772	653	905
5	2	2120	106.7	96.6	8.0	578	494	650

Фактичні поверхні корпусів ВУ (м2)

"0"	1	2	3	4	5	Питома
0	6000	6000	6000	3600	2120	3.39

Факт питом. поверхня корпусів ВУ (м2/тсв/доб)

"0"	1	2	3	4	5	Загал
.00	.86	.86	.86	.51	.30	3.39

в т.ч. для кожного з існуючих корпусів ВУ:

"0"	1	2	3	4	5	т.т.св/с
0	7058	6666	7058	7200	5299	6.66

Температури вторинних парів корпусів ВУ (^С)

Рет	"0"	1	2	3	4	5
138.0	.0	132.0	122.0	116.0	107.2	96.6

Тиск вторинних парів у корпусах (ата)

Рет	"0"	1	2	3	4	5
3.43	.00	2.90	2.14	1.80	1.34	.94

Розрідження у 3-м у 4-м и у 5-м корпусах  
/-----/ - .00 - .00 - .06

Перепад Тиску між корпусами (атм)

"0"	1	2	3	4	5	Общ
.53	.53	.76	.34	.45	.40	2.49

факт. парообер з корпусів ВУ (% мсв)

Рет	1	2	3	4	5	Всього
9.4	3.0	25.0	5.9	3.5	3.0	49.7

Випарена вода по корпусах ВУ (% мсв)

"0"	1	2	3	4	5	Всього
.0	37.7	35.9	11.1	5.8	3.0	93.5

Перетікання соку між корпусами ВУ (% мсв)

"Sok"	из 1	из 2	из 3	из 4	из 5	Sirop
125.5	87.8	51.9	40.8	35.0	32.0	31.4

Витрата гріючої пари по корпусах ВУ (% мсв)

"0"	1	2	3	4	5	Всього
.0	41.3	36.3	11.2	5.9	3.0	.0

Факт питоме парове навантаження корпусів ВУ (кг/м<sup>2</sup>.час)

"0" 1 2 3 4 5

0	18	17	5	4	4	.00
---	----	----	---	---	---	-----

Гранично питоме парове навантаж корп ВУ (кг/м<sup>2</sup>.час)

1 2 3 4 5

26-28	18-20	12-14	9-10	4-6
-------	-------	-------	------	-----

Питома вага парів по корпусах ВУ (кг/м<sup>3</sup>)

Рет на1к на2к на3к на4к на5к

1.83	1.83	1.57	1.20	1.01	.78
------	------	------	------	------	-----

Питома вага вт пари 5-го корп

.54

Об'ємні витрати гріюч пари на корп ВУ (м<sup>3</sup>/сек)

Рет на1к на2к на3к на4к на5к

18.28	17.31	19.28	7.76	4.82	3.25
-------	-------	-------	------	------	------

Мінім допуст (25 м/с) діаметр паропр на корп ВУ (м)

Рет на1к на2к на3к на4к на5к

.97	.94	.99	.63	.50	.41
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Коеф. використання поверхні нагріву корпусів ВУ

0 1 2 3 4 5

.00	.97	.86	.96	.85	.85
-----	-----	-----	-----	-----	-----

"СВ" СОКА/СИРОПУ ПО КОРПУСАХ ВУ (%СВ)

Сок 0 1 2 3 4 5 Сироп (ІД)

15.3	.0	21.9	37.0	47.1	54.9	60.0	61.2
------	----	------	------	------	------	------	------

Скор! з урах парів с/и Витрата конденсат зі зборн ВУ (%мсв)

Рет "0" 1 2 3 4 5

47.3	.0	37.7	35.2	68.2	73.0	3.0
------	----	------	------	------	------	-----

Скор! с урах с/и Температури конденсат зі зборн ВУ (^С)

Рет "0" 1 2 3 4 5

116.0	.0	116.0	116.0	112.8	107.2	96.6
-------	----	-------	-------	-------	-------	------

Надл конд з ТЕЦ --> Всього /Поверн в зборн (% мсв)

22.5 22.5

ЗАПАС Продукт ВУ /ВИХІД пари на конд-тор (% мсв)

.00 1.12

---> втч.втрата відтяжок (0,3% витрати вакуумних споживачів)-> .04 %мсв

---> втч.втрата "балансової" пари з останнього корпусу --> 1.07 %мсв

Витрат ГОСТРОї пари на завод (Різки буряку) (%мсв)

Витрат РЕТУРНО пари (Небаланс випар води ВУ (%мсв)

.0	.0
----	----

факт витр пари на 1 корп ВУ: Всего/втч Технол (%мсв)

41.3	41.3
------	------

Ефективність системи паровідбору ВУ (т ісп води/т гріюч пари)

2.19 или 77.%

Предельная -> 2.85

Коеф перера (% мсв --> т/ч) / Коеф теплов неритміч

2.92	1.00
------	------

Чисто технол питома витр теплов енергії (Мкал/т св)

Втрата теплов енергії в трансп трубопр (Мкал/т св)

Втрата теплов енергії через неритм работ (Мкал/т св)

236.2	12.4	.0
-------	------	----

ВСЬОГО НА ЗАВОД: ПАРИ (%мсв)/ТЕПЛА (Мкал/тсв)

з урах .0 % втрат в подв тр-дах и 1.0 % от ТЕЦ

інших (втч гостр) і перевитрата через неритмічність

47.3	248.7
------	-------

"ІД" ДЛЯ ПРОГРАМИ " ТЕС\_ "

D (гост пари) =	.0 тон/час
D (відро пари) =	138.0 тон/час
Q (тепл енерг) =	248.7 Мкал/тсв

A (макс) -->	7000 тсв/доб
G (обр конд) =	230.2 т/год
T (обр конд) =	103 ^С
P (отр пари) =	3.43 ата

Теплотехнологія заводу достатньо економна. Але може бути досконалішою

$$240.0 < \text{Факт} - 248.7 \text{ Мкал/тсв} < 270.0$$

Гранич досяжн рівень для "СНГ" (без компресії пари) - 230-245 Мкал/тсв

## ТЕЦ -7000 База (Без ПКСЖ)

ФАКТИЧНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ СХЕМИ ТЕЦ  
ДУКРОВОГО ЗАВОДУ (БЕЗ ПКСЖ)

Розрахунковий період --&gt; Сезон перероблення буряку (7000 тонн/добу)

Таблиця вихідних даних:

7000	138.0	.0	.0	.0	.0	.0	230.2	103	
11500	0	.760	.975	.980	1200	0	0	0	
0	0	0 0 0	0 0 0	0	0	0	.00	0 1	
5	-20	0	0	1	111	0	0	3.0 0	
0 0	0 0	5 5	0	1	1115	1115	2697	1.5 1.5 135	
0 0	0 0	5	0	1	0	1.00	2700	3304	
0	0 0 0	20 20	0	1	0	1.00	2694	0 0 0 2800	
0	0 0	111	0	1	0	1.00	2760	0 0 0 2765	
-----									
0	0	0	100	1.370	.800	1.140	.0	.0	
	0	100	60	0	8.0	.20	25	0 100	
0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	
0	0	0	1.15	.920	.000	1.050	.978		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0		35.3	248.7						

РЕЖИМ "ТГ" ТЕЦ --&gt; ІЗОЛЬОВАНО від РЕС

Відпрацьована пара турбіни охолоджується в ОУ

ЗВОРОТНІЙ КОНД: ПРИХІД- 230.2 т/ч, НЕОБХ- 136.7 т/ч, НАДЛИШ- 93.5 т/ч

Паливо ГАЗ

## Внутрішньо-станційні параметри ТЕЦ

(Витрати --&gt; "т/ч", Електр(Тепл) Енергія --&gt; "кВт")

## ПО ТУРБОУСТАНОВЦІ

W(ген) = 11500 - Сумарна факт потужність турбогенераторів  
W(сист) = 0 - Баланс ТЕЦ-ЛЕП: (-) -подача, (+) -відпуск  
D(от) = 108.9 - Загальна витрата гострої пари на турбіни  
d(ту) = 9.47 - Питома витрата пари на турб (кг/кВтч)

D(атм) = .00 - Вихлоп відпр пари в атмосферу  
D(оу) = 118.2 - Витрата відпрацьованої пари після ОУ  
G(оу) = 9.31 - Витрата охолоджувал води на ОУ  
G(оуд) = .00 - Дренаж охолоджувал води з ОУ  
J(оу) = 1.09 - Коеф збільшення витрати пари в ОУ

## ПО РОУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ

D(роу) = 22.8 - Витрата пари з РОУ технологічної  
D(роуо) = 18.0 - Витрата гострої пари на РОУ  
G(роу) = 4.79 - Витрата охолодж води на РОУ  
G(роуд) = .00 - Дренаж з РОУ  
J(роу) = 1.27 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ

ПО РУ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТЕЦ

D (рувп) = .0 - Витрата пари з РУ власних потреб  
J (рувп) = 1.23 - Коеф збільшення витрат пари в РОУ С/Н

ПО БЕЗПЕРЕРВНОМУ ПРОДУВАННЮ котлів

G (прод) = 1.90 - Витрата продувної води з котлів  
D (рнп) = .54 - Пара самоскипання з РНП  
G (продд) = 1.36 - Залишкова продувна вода з РНП  
Q (прод) = 589.5 - Теплоота продувної води з котлів

ДРЕНАЖИ І КОНДЕНСАТИ В РДНТ НЕ НАДХОДЯТЬ

ДРЕНАЖИ І КОНДЕНСАТИ В БЧД НЕ НАДХОДЯТЬ

ПО ДЕАЕРАЦІО-ПОЖИВНОМУ ВІДДІЛЕННЮ

G (хв) = 3.0 - Витрата хіміч. очищеної води  
G (ок\_з) = 230.2 - Факт витрата конденсату з заводу  
G (ок\_п) = 136.7 - Факт подача конденсату з заводу  
T (ок) = 103 - Темпер звор конд з-ду на вході ДА  
B (ок) = .99 - Ступінь повернення конденсату  
G (пв) = 142.9 - Витрата пожив води з деаератору  
D (вип) = .36 - Випар з деаератору  
Q (овип) = .0 - Теплове навантаж охл. випару  
D (да) = 3.10 - Витрата пари на деаератор

ПІДІГРІВАЧ СИРОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

ПІДІГРІВАЧ ХІМ-ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

ПО КОТЛО АГРЕГАТАМ

D (пг) = 126.9 - Витрата перегр пари з котлів (бруто)  
D (пот) = .0 - втч. Внутрішньоцехові втрати пари в ТЕЦ  
D (пп) = 126.9 - втч. Відпус перегріто пари з котлів  
G (пг) = 128.8 - Витрата живильної води на котли  
D (нп) = .0 - Витрата насич пари котлів (на відпус)  
D (кф) = .0 - Витрата пари на калорифери повітря

d (испар) = 10.55 - Випаров палива, т гостр пари/тис м3 газу

ВНУТРІШНЬОСТАЦІЙНІ ВТРАТИ ТЕПЛА, кВт (тепл)

Q (изол) = 2322. - Втрата чер армат и паропров- (2.0%)

ВСЬОГО "З ВИНИ" И ЗАВОДУ И ТЕЦ -> 2762 кВт, ("з вини" КПД ТП-> 2322.)

ВІДПУСК ТЕПЛА ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВЕР

ВСЬОГО ---> 0 кВт

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСУ "ТЕЦ-ЗАВОД"

ВИТРАТА ПАРИ: НА ЗАВОД/ ТЕХНОЛОГІЧ/ З КОТЛІВ  
(т/год)

138.0	141.0	126.9
-------	-------	-------

ВИТРАТ ГОСТРОЇ ПАРИ НА: ТУРБІН, РОУ Т/П, РОУ С/Н (т/год)	108.9	18.0	.0
ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: "ГЕН", С/ПОТР, ТР-Р/РЕС (+) Отпуск; (-) Прием (кВт)	11500	1200	0
Встановленна потуж "ГЕН" / Коеф "Мак/Срд	6000	1.08	
Частка влас потр ТЕЦ и прийм/відпуску РЕС	10.4 %	.0 %	
ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: ЗАВОД, ОПАЛ, ІНШЕ, ПОСТ (кВт)	10295	0	0
ВІДПУСК ТЕПЛА ВІТ ТЕЦ:ВСЬОГО / втч. ВЕР (кВт)	87167.	0	
ВТРАТИ ТЕПЛА В СИСТЕМІ ТЕЦ, (кВт): Всього/ З вини ТЕЦ/З вини заводу	2762	2655	107

---

ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОВКУ БУРЯКУ (тм3/сут)	288.6	4.70 %
---	-------	--------

---

ВИТРАТА ПАЛИВА ТЕЦ	288.6 тысм3 газ/сут	12.02 тыс м3/ч	.00 т маз/ч	.00 т уг/ч	13.7 т уг/ч
--------------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------	----------------

Факт витрата ГАЗу на виробництво і відпуск: Тепло (т.м3/доб) / Ел.енергії (т.м3/доб)	254.95	33.62
---	--------	-------

---

КПД ТЕЦ по відпусц: Тепла (%) / Ел.енергії (%)	88.2	79.3
---	------	------

Питома витрата на переробку буряків: Тепла (Мкал/тсв) / Ел.енергії (кВт.ч/тсв)	248.7	35.3
---	-------	------

Питома витрат умов палива на відпуск: Тепла (кгут/Гкал) / Ел.енергії (гут/кВтч)	162.1	155.0
--	-------	-------

---

ОБ'ЄД ПИТОМА ВИТРАТ ПАЛИВА НА ПЕРЕРОВ БУРЯКІВ (без тпалива на виг/газ піч) % св	4.58
--	------

**ФАКТИЧНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ  
СИСТЕМИ ТЕПЛОВИКОРИСТАННЯ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ  
ЗА УМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ «ПКСЖ».  
(РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ)**

Таблиця вихідних параметрів: (див. Окреме розшифруван.)

7000	3	3	52	75	22	3.0	1.19	88	88	92	118													
7000	118.0	30			.0	58	68	40.0	55	70	58.0	65												
80.0	31.4	3.5	8.6	63.3	15.3	61.2		0	0	.0	.0													
7	2	23	6	5	6	4	3	7	3	3	2	2	1	0	0	7	3	0	0	1	0	1	0	7
7	1	0	18	8	6	13	11	0	6	5	3	9	10	9	7	15	20							
0	3	22	2	2	15.6	2.6	1.3					1.0	.0	6.6										
	0	22	2	2	0								.0	2700										
	0	33	3	3									.0	2930										

138.0		.0		131.2	122.0	115.8	108.6	100.2	
5	0	0		6000	6000	6000	3600	2120	
2		0	0	2	0	2	0	2	0
0		.00		4.36	4.36	4.36	3.50	3.50	
4	0	0		17	17	17	17	17	
		0		30	40	50	60	70	
6		0		3	3	4	0	0	
.70	103	103	3		3		15	0	.0

fik(1-5): 1.00 1.00 1.00 .90 .90

Коеф. використ. устан. (макс.досягн) потужності заводу

1.000

**ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ З ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ**

Деф/Сатурація з прогрес переддеф і поверненням (сік + суспензія)  
3-х продуктова схема (зі стандартним продуктовим відділенням)  
ВУ 5 - КОРПУСНА

Конд відроб пари відвод в ТЕЦ, пара с/В --> "Е1,Е3"  
 Конд вт пари 1 корп отвод в ТЭЦ, пара с/В --> "Е3"  
 Конд вт пари 2 корп перепуск в Зб конд вт пари 3 кор  
 Конд вт пари 3 корп перепуск в Зб конд вт пари 4 кор  
 Конд вт пари 4 корп відводиться, пара с/В NE! за образ  
 Конд вт пари 5 корп відводиться, пара с/В NE! за образ

Жомопрес вода використ на дифузії з тепл відроб по 1-ступ схемі  
 На харчуван дифузії --> не деамонізований конд  
 Зворотній конд з ТЕЦ підведен до збірника квп 3

Вап молоко (густ/акт)-1.19/90. / Вода на Деф/Сат

16.7 1.0

Загалні втрати температури сокового потоку, втч.- 21 ^С  
 Ппдф -> 2; Одеф+1Сат -> 6; 1фільтр -> 4; 2Сат+Сульф -> 9;

G(сік,%мсв)/СВ(сік,%СВ) -> 125.5 /15.3; G(сир)/СВ(сир) -> 32.4 /59.3

**Режим ВУ--> зі зниженими ПРОТИ ВД (61.2 %) СР СИРОПУ**

**Фактичні СВ сиропу-> 59.3 (-0,5...1,0) %СР**

ТАБЛИЦЯ ПАРОВІДБОРІВ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ

Витрата відроб пари (Е0) и втор пари "ВУ" (Е1-Е5) на споживачів (%мсв)

Найменуєв	Е0	Е1	Е2	Е3	Е4	Е5
ПБВ	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПЖПВ	.0	.0	1.1	.0	.0	.0
ДИФ1	.0	.0	1.9	.0	.0	.0
ДИФ2	.0	.0	.0	2.3	.0	.0
ПДС	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ППД1	.0	.0	.0	.0	.0	1.9
ППД2	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ППД3	.0	.0	.0	.0	3.1	.0
ППД4	.0	.0	.0	2.7	.0	.0
ППД5	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПП1Ф	.0	.0	.0	1.4	.0	.0
П2С1	.0	.0	.0	1.1	.0	.0
П2С2	.0	.0	.7	.0	.0	.0
ПВУ1	.0	.0	1.9	.0	.0	.0
ПВУ2	.0	2.2	.0	.0	.0	.0
ПВУ3	2.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПВУ4	1.6	.0	.0	.0	.0	.0
НЕДО	3.3	.0	.0	.0	.0	.0
ПОДВ	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПГС	.0	.0	.0	1.3	.0	.0
СВСИ	.5	.0	.0	.0	.0	.0
СВПА	.8	.0	.0	.0	.0	.0
КЛЕР	.0	.3	.0	.0	.0	.0
СУШК	1.2	.0	.0	.0	.0	.0
ПРОП	.0	1.0	.0	.0	.0	.0
ІНШЕ	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ПОСТ	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ВА11	.0	.0	.0	.0	.0	.0
ВАА1	.0	.0	17.0	.0	.0	.0
ВАА2	.0	.0	3.6	.0	.0	.0
ВАА3	.0	.0	2.2	.0	.0	.0
СУМА	9.35	3.47	28.39	8.88	3.15	1.91

ВИХІД (+DKD) ВИТРАТИ (Без урах пари с/и):Всього/На 1 корп/ На інше (%мсв)

55.2	45.8	9.4
------	------	-----

Пара самовипаровув конденсатів (% мсв)

Поверненн конд від ТЕЦ переохолодж для 3 збірника

Рет	0	1	2	3	4	5	Повернен
	1.92	.00	1.13	.43	.51	.00	.00
							-1.16

еє01= .60 еє02= .00 еє03=1.32 еє04= .00 еє12= .00 еє13=1.13

ПАРАМЕТРИ КОРПУСІВ "ВУ"								
КОРПУС N	ТИП (Код)	F (м2)	T гр/п (^C)	T вт/п (^C)	DT(о) (^C)	КО Вт/м2К	КО*fi Вт/м2К	Alf (кип) Вт/м2К
1	2	6000	138.0	131.2	7.3	1995	1901	3696
2	2	6000	130.7	122.0	9.5	1642	1403	2632
3	2	6000	121.5	115.8	5.8	841	807	1000
4	2	3600	115.3	108.6	6.8	585	512	652
5	2	2120	108.1	100.2	7.1	462	406	503

Фактичні поверхні корпусів ВУ (м2)

"0"	1	2	3	4	5	Питома
0	6000	6000	6000	3600	2120	3.39

Фактич питома поверхня корпусів ВУ (м2/тсв/доб)

"0"	1	2	3	4	5	Загаль
.00	.86	.86	.86	.51	.30	3.39

Температури вторинної пари корпусів ВУ (^C)

Рет	"0"	1	2	3	4	5
138.0	.0	131.2	122.0	115.8	108.6	100.2

Тиск вторинної пари в корпусах (ата)

Рет	"0"	1	2	3	4	5
3.43	.00	2.83	2.14	1.79	1.41	1.08

Розрідження у 3-му у 4-му и у 5-му корпусах  
/-----/ - .00 - .00 - .00

Перепади Тиску між корпусами (атм)

"0"	1	2	3	4	5	Загал
.59	.59	.69	.35	.38	.33	2.35

факт. парообер з корпусів ВУ (% мсв)

Рет	1	2	3	4	5	Всього
9.4	2.9	28.4	6.0	2.6	1.9	51.2

Випарена вода по корпусах ВУ (% мсв)

"0"	1	2	3	4	5	Всього
.0	39.5	37.7	9.5	4.0	1.9	92.6

Перетік соку між корпусами ВУ (% мсв)

"Сік"	з 1	з 2	з 3	з 4	з 5	Сироп
125.5	86.0	48.3	38.8	34.8	32.9	32.4

Витрата гріюч пари по корпусах ВУ (% мсв)

"0"	1	2	3	4	5	Всього

.0	43.1	38.1	9.6	4.1	1.9	.0
----	------	------	-----	-----	-----	----

Факт питоме парове навантаж корпусів ВУ (кг/м2.год)

"0" 1 2 3 4 5

0	19	18	4	3	2	.00
---	----	----	---	---	---	-----

Гранично питоме парове навантаж корп ВУ (кг/м2.год)

1 2 3 4 5

26-28	18-20	12-14	9-10	4-6
-------	-------	-------	------	-----

Питома вага пари по корпусах ВУ (кг/м3)

Рет на1к на2к на3к на4к на5к

1.83	1.83	1.54	1.20	1.01	.81
------	------	------	------	------	-----

Питома вага вт пари 5-го корп .62

Об'ємні витрати гріюч пари на корп ВУ (м3/сек)

Рет на1к на2к на3к на4к на5к

19.10	18.15	20.64	6.64	3.36	2.00
-------	-------	-------	------	------	------

Мінім допуст (25 м/с) діаметр паропр на корп ВУ (м)

Рет на1к на2к на3к на4к на5к

.99	.96	1.03	.58	.41	.32
-----	-----	------	-----	-----	-----

Коеф. використання поверхні нагріву корпусів ВУ

0 1 2 3 4 5

.00	.95	.86	.96	.88	.88
-----	-----	-----	-----	-----	-----

"СВ" СОКА/СИРОПУ ПО КОРПУСАХ ВУ (%СВ)

Сік 0 1 2 3 4 5 Сироп (ИД)

15.3	.0	22.3	39.7	49.5	55.2	58.4	59.3
------	----	------	------	------	------	------	------

**Скор!** з урах парів с/и Витрата конденсат зі зборн ВУ (%мсв)

Рет "0" 1 2 3 4 5

49.2	.0	39.5	37.2	94.8	98.8	1.9
------	----	------	------	------	------	-----

**Скор!** з урах с/і Температури конденсату по зборн ВУ (^С)

Рет "0" 1 2 3 4 5

115.8	.0	115.8	115.8	111.5	108.6	100.2
-------	----	-------	-------	-------	-------	-------

Надлиш конд з ТЕЦ --> Всього /Поверн в зборн (% мсв)

48.6	48.6
------	------

ЗАПАС Виробн ВУ / ВИХІД пари на конд-тор (% мсв)

.00	.05
-----	-----

---> втч.втрата відтяжок (0,3% витрати вакуумних споживачів)-> .03 %мсв

Витрата ГОСТРОЇ пари на завод (Різки буряка) (%мсв)

Витрата РЕТУРНО пари (Небаланс випар води ВУ (%мсв)

.0	.0
----	----

Факт витр пари на 1 корп ВУ: Всього/втч Технол (%мсв

43.1	43.1
------	------

Ефективність системи паровідборів ВУ (т випар води/т гріюч пари)

2.14 або 75.%

Гранична -> 2.85

Коеф перерах (% мсв --> т/ч) / Коеф теплов неритміч

2.92	1.00
------	------

Чисто технол питом витрата теплов енергії (Мкал/т св)

Втрати теплов енергії в трансп трубопр (Мкал/т св)

Втрати теплов енергії через неритм работ (Мкал/т св)

269.8	14.2	.0
-------	------	----

ВСЬОГО НА ЗАВОД: ПАРИ (%мсв)/ТЕПЛА (Мкал/тсв)

З урах .0 % втрат в підв тр-дах и 1.0 % от ТЕЦ

інших (втч гостр)та перевитрата через неритмічність

49.2	284.0
------	-------

"ІД" ДЛЯ ПРОГРАМИ "ТЕС\_ "

D (гостр пари) =	.0 тонн/час
D (відпо пари) =	143.4 тонн/час
Q (тепл енерг) =	284.0 Мкал/тсв

A (макс) -->	7000 тсв/доб
G (обр конд) =	242.1 т/год
T (обр конд) =	103 ^С
P (відп пари) =	3.43 ата

Теплотехнологія заводу НЕдостат економна, Підлягає вдосконаленню

$$270.0 < \text{Факт} -284.0 \text{ Мкал/тсв} < 290.0$$

Гранично досяж рівень для "СНГ" (без компресії пари) - 230-245 Мкал/тсв

**ФАКТИЧНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ  
ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЕЦ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ  
ЗА УМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПАРОКОНТАКТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ  
СУШІННЯ ЖОМУ (ПКСЖ).**

(РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕС-35/435 +ПКСЖ+ ВНВ(1800 кВт(е))

Розрахунковий період --> (Впровадження ПКСЖ(40 т е.п/год)+ВНВ-1800 кВт(е)

Таблиця вихідних даних:

7000	103.4	.0	.0	.0	40.0	.0	242.1	103
9100	0	.760	.975	.980	1200	0	0	1800
0	0	0	0	0	0	0	.00	0
5	-20	0	0	1	111	0	3.0	0
0	0	5	5	0	1	1115	1115	2697
0	0	5	0	1	0	1.00	2700	3304
0	0	20	20	0	1	0	1.00	2694
0	0	111	0	1	0	1.00	2760	0
-----								
0	0	0	100	1.370	.800	1.140	.0	.0
0	0	100	60	0	8.0	.20	25	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	.000
0	0	0	1.15	.920	.000	1.050	.978	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0			35.3	284.0				

РЕЖИМ "ТГ" ТЕЦ ----> В ПРАПЕЛЬ С РЕС

Відроблена пара турбіни охолоджується в ОУ

К ДА підведений  
технологічна пара  
Паливо ГАЗ

ПАРАМЕТРИ ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНИХ СИСТЕМ

(Витрати --> "т/ч", Електр(Тепл) Енергія --> "кВт")

ПО ТУРБОУСТАНОВЦІ

W(ген) = 9100 - Сумарна факт потужність турбогенераторів  
W(сист) = -4195 - Баланс ТЕЦ-ЛЕП: (-) -прийом, (+) -відпуск  
D(от) = 86.1 - Загальна витрата гострої пари на турбіни  
d(ту) = 9.47 - Питома витрата пари на турб (кг/кВтч)

D(атм) = .00 - Вихлоп відпрац пари в атмосферу  
D(оу) = 93.5 - Витрата відпрацьован пари після ОУ  
G(оу) = 7.37 - Витрата охолоджувальн води на ОУ  
G(оуд) = .00 - Дренаж охолоджувальн води з ОУ  
J(оу) = 1.09 - Коєф збільшення витрати пари в ОУ

ПО РОУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ

$D(\text{роу}) = 13.0$  - Витрата пари з РОУ технологічної  
 $D(\text{роуо}) = 10.2$  - Витрата гострої пари на РОУ  
 $G(\text{роу}) = 2.72$  - Витрата охолодж води на РОУ  
 $G(\text{роуд}) = .00$  - Дренаж з РОУ  
 $J(\text{роу}) = 1.27$  - Коеф збільшення витрати пари в РОУ

-----  
 ПО РУ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТЕЦ

$D(\text{руси}) = .0$  - Витрата пари з РУ власних портеб

-----  
 ПО НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОДУВКЕ

$G(\text{прод}) = 2.05$  - Витрата продувної води з котлів  
 $D(\text{рнп}) = .58$  - Пара самовипаровування з РНП  
 $G(\text{продд}) = 1.46$  - Залишкова продувна вода з РНП  
 $Q(\text{прод}) = 633.6$  - Тепло продувної води з котлів

-----  
 ДРЕНАЖИ И КОНДЕНСАТИ В РДНД НЕ НАДХОДЯТЬ

-----  
 ДРЕНАЖИ И КОНДЕНСАТИ В БЧД НЕ НАДХОДЯТЬ

-----  
 ПО ДЕАЕРАЦ-ПІДЖИВЛЮВАЛЬНОМУ ВІДДІЛЕННЮ

$G(\text{хв}) = 3.0$  - Витрата хімочищеної води  
 $G(\text{ок}_з) = 242.1$  - Факт витрата конденсату с заводу  
 $G(\text{ок}_п) = 142.2$  - Факт прийом конденсату с заводу  
 $T(\text{ок}) = 103$  - Темпер обр конд з-ду на вході ДА  
 $V(\text{ок}) = 1.38$  - Стціпнь повернення конденсату  
 $G(\text{пв}) = 148.5$  - Витрата живильн води из деаератора  
 $D(\text{вип}) = .37$  - Випар з деаератора  
 $Q(\text{овип}) = .0$  - Теплове навантаж охолод випару  
 $D(\text{да}) = 3.17$  - Витрата пари на деаератор

-----  
 ПІДГРІВАЧ СИРОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

-----  
 ПІДГРІВАЧ ХІМ-ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

-----  
 П О К О Т Л О А Г Р Е Г А Т А М

$D(\text{пг}) = 136.4$  - Витрата перегр пари з котлів (бруто)  
 $D(\text{пот}) = .0$  - втч. Внутрішньоцехові втрати пари в ТЕЦ  
 $D(\text{пп}) = 136.4$  - втч. Відпустка перегріто пари з котлів  
 $G(\text{пг}) = 138.4$  - Витрата живильної води на котли  
 $D(\text{нп}) = .0$  - Витрата насичен пари котлів (на відпус)  
 $D(\text{кф}) = .0$  - Витрата пари на калорифери повітря

-----  
 $d(\text{випар}) = 10.55$  - Випарник палива, т гостр пари/тис м3 газу

-----  
 ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНІ ВТРАТИ ТЕПЛА, кВт(тепл)

$Q(\text{рнпд}) = 231.$  - Втрати від скидан прод води в атмосфер  
 $Q_{\text{SN4}} = 115.$  - Втрати з продуванням (віднес до ТЕЦ)  
 $Q(\text{вып}_а) = 236.$  - Втрати від скидан випару ДА в атмосфер  
 $Q_{\text{SN7}} = 236.$  - Втрати з випаром "ДА" (віднес до ТЕЦ)  
 $Q(\text{изол}) = 2496.$  - Втрати чер армат и паропров- (2.0%)

-----  
 ВСЬОГО "З ВИНИ" ТА ЗАВОДА ТА ТЕЦ -> 2961 кВт, ("З вини" КПД ТП-> 2496.)

-----  
 В І Д П У С К ТЕПЛА ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВЕР

-----  
 ВСЬОГО ---> 0 кВт

**ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСУ "ТЕЦ-ЗАВОД"**

ВИТРАТА ПАРИ: НА ЗАВОД/ ТЕХНОЛОГІЧ/ З КОТЛІВ (т/год)	103.4	106.5	136.4
ВИТРАТА ГОСТРОЇ ПАРИ НА РІЗКУ БУРЯКІВ "інф" (т/час)			.0
ВИТРАТА ПАРИ: ГОСТРОЇ И РОУ СН (НА ІНШЕ) (т/год)	40.0		.0
-----			
ВИТРАТ ГОСТРОЇ ПАРИ НА: ТУРБІН, РОУ Т/П, РОУ С/Н (т/год)	86.1	10.2	.0
ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: "ГЕН", С/ПОТР, ТР-Р/РЕС (+)Відпуст; (-)Прийом (кВт)	9100	1200	-4195
Встановлена потуж "ГЕН" / Коеф "Мак/Сер	6000	1.08	

**TG ТЕС "ПРИЙМАЄ" -4195 kWt ВІД РЕС**

Частка власн портеб ТЕЦ та приєма/отпуса РЕС	13.2 %	46.1 %		
ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: ЗАВОД, ОПАЛ, ІНШЕ, ПОСТ (кВт)	10295	0	0	1800
ВІДПУСТ ТЕПЛА ВІД ТЕЦ: ВСЬОГО / втч. ВЕР (кВт)	97290.		0	
ВТРАТИ ТЕПЛА В СИСТЕМІ ТЕЦ, (кВт): Всього/з вини ТЕЦ/з вини завода	2961	2846	115	

<b>СТОРОН.СКЛАДОВА ВИТРАТИ ПАЛИВ В ТЕЦ (Е/Е НА СТОРОНУ)</b>			
Е/Е на ТФУ/ Е/Е на Сторон/ Е/Е в РЕС (тм3/доб	.00	5.89	.00
<b>СТОРОН.СКЛАДОВА ВИТРАТИ ПАЛИВ В ТЕЦ (Т/Е НА СТОРОНУ)</b>			
на Опал/ на ГВП/ на Стор Потр (тм3/доб	.00	.00	92.94
з Технол/ з РОУ СН/ з насич пари (тм3/доб	.00	.00	.00
ВСЬОГО ВИТРАТ ПАЛИВ НА СТОРОН СПОЖИВАН (тм3/доб)	98.83		
ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОВКУ БУРЯКА (тм3/доб)	211.3		3.44 %

ВИТРАТА ПАЛИВА ТЕЦ	310.1 тисм3 газ/доб	12.92 тис м3/г	.00 т маз/г	.00 т уг/г	14.7 т уг/г
--------------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------	----------------

Факт витрата ГАЗУ на виробництво та відпуст:  
Тепла (т.м3/доб) / Ел.енергії (т.м3/доб)

284.30	25.83
--------	-------

КПД ТЕЦ з відпустки:  
Тепла (%) / Ел.енергії (%)

88.3	79.2
------	------

Питома витрата на переробку буряків:  
Тепла (Мкал/тсв) / Ел.енергії (кВт.ч/тсв)

284.0	35.3
-------	------

Питома витрата умов. палива на відпуст:  
Тепла (кгут/Гкал) / Ел.енергії (гут/кВтч)

161.9	155.3
-------	-------

ОБ'ЄД ПИТ ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБ БУРЯКІВ  
(без палива на вил/газ піч) % св

5.15
------

ОБ'ЄД ПИТ ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБ БУРЯКІВ  
(без палива на вил/газ піч) % св

5.64
------

Збільшення у зв'язку з прийомом -4195 кВт  
від РЕС (be=155.3) на .49 %мсв

**ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЯ ЗАВОДА НЕДОСТАТ ЕКОНОМНА, НАЛЕЖИТЬ УДОСКОНАЛЕННЮ**

4.9 % < Факт - 5.15 % < 5.4 %

Додаток 5.

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ ТУРБОАГРЕГАТИВ 12000 кВт(е)  
НА БАЗІ ПАРОВИХ ТУРБІН З ПРОТИТИСКОМ**

**Для параметрів гострої пари 35 бар / 435 °С**

ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ПАРАМЕТР	Од. вим.	Значення
Тиск (p0)	бар	35.0
Температура (t0)	град.	435.0
Ентальпія (i0)	кДж/кг	3303.6
Тиск (p2)	бар	4.10
Ентальпія (i2a)	кДж/кг	2770.0
-- Ентальпія (i2real)	кДж/кг	2893.0
-- Температура (t2real)	град.	215.0
Повний адіабатний теплоперепад	кДж/кг	534.0
Витрата пари: -- на турбіну	т/год	108.9
-- з турбіни	т/год	108.9
ККД враховані при розрахунку W:		
-- внутрішній	од.	0.770
-- електричний	од.	0.95
-- механічний	од.	0.98
Коефіцієнт дроселювання	од.	0.998
Питома витрата пари на в-во e/e	кг/кВт*год	9.4
<b>ВИРОБЛЕНА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ</b>	<b>кВт</b>	<b>11554</b>

**Для параметрів гострої пари 43 бар / 450 °С**

ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ПАРАМЕТР	Одиниця	Значення
Тиск (p0)	бар	43.0
Температура (t0)	град.	450.0
Ентальпія (i0)	кДж/кг	3327.0
Тиск (p2)	бар	4.10
Сухість пари (x2)	--	0.977
Ентальпія (i2a)	кДж/кг	2745.0
-- Ентальпія (i2real)	кДж/кг	2879.0
-- Температура (t2real)	град.	209.0

Повний адіабатний теплоперепад	кДж/кг	582.0
Витрата пари: -- на турбіну	т/год	99.5
-- з турбіни	т/год	99.5
ККД враховані при розрахунку W:		
-- внутрішній	од.	0.770
-- електричний	од.	0.95
-- механічний	од.	0.98
Коефіцієнт дроселювання	од.	0.998
Питома витрата пари на в-во e/e	кг/кВт*год	6.6
ВИРОБЛЕНА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ	кВт	11502

**Для параметрів гострої пари 85 бар/ 525 °С**

ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ПАРАМЕТР	Одиниця	Значення
Тиск (p0)	бар	85.0
Температура (t0)	град.	525.0
Ентальпія (i0)	кДж/кг	3455.5
Тиск (p2)	бар	4.10
Сухість пари (x2)	--	0.977
Ентальпія (i2a)	кДж/кг	2690.9
-- Ентальпія (i2real)	кДж/кг	2866.7
-- Температура (t2real)	град.	203.0
Повний адіабатний теплоперепад	кДж/кг	764.6
Витрата пари: -- на турбіну	т/год	75.7
-- з турбіни	т/год	75.7
ККД враховані при розрахунку W:		
-- внутрішній	од.	0.770
-- електричний	од.	0.95
-- механічний	од.	0.98
Коефіцієнт дроселювання	од.	0.998
Питома витрата пари на в-во e/e	кг/кВт*год	8.6
ВИРОБЛЕНА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ	кВт	11509

**ПОЯВА РОУ.у разі підвищення ро/то**

Додаток 6-а

**ФАКТИЧНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ  
ІСНУЮЧОЇ СХЕМИ ТЕЦ (35 /435) ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ**

Розрахунковий період --> Сезон перероблення буряку (7000 тонн/добу)

Таблиця вихідних даних:

7000	138.0	.0	.0	.0	.0	.0	230.2	103
11500	0	.760	.975	.980	1200	0	0	0
0	0	0 0 0	0	0 0	0	0	.00	0 1
5	-20	0	0	1	111	0	0	3.0
0 0	0 0	5 5	0	1 1115	1115	2697	1.5 1.5	135
0 0	0 0	5	0	1 0	1.00	2700		3304
0	0 0 0	20 20	0	1 0	1.00	2694	0 0	0 2800
0	0 0	111	0	1 0	1.00	2760	0 0	0 2765
-----								
0	0	0 100	1.370	.800	1.140		.0	.0
	0 100	60	0	8.0	.20	25	0	100
0	0 0	0	0	0 0	0	0	0	0
0	0	0 0	0	0 0	0	0 0		0
0	0	0 0	0	0 0	0	0 0		.000
0	0	0	1.15	.920	.000	1.050		.978
0	0	0	0		0	0		0
0		35.3	248.7					

РЕЖИМ "ТГ" ТЕЦ --> ІЗОЛЬОВАНО від РЕС

Відпрацьована пара турбіни охолоджується в ОУ

ЗВОРОТНІЙ КОНД: ПРИХІД- 230.2 т/ч, НЕОБХ- 136.7 т/ч, НАДЛИШ- 93.5 т/ч

Паливо ГАЗ

**Внутрішньо-станційні параметри ТЕЦ**

(Витрати --> "т/ч", Електр(Тепл) Енергія --> "кВт")

-----  
ПО ТУРБОУСТАНОВЦІ

W(ген) = 11500 - Сумарна факт потужність турбогенераторів  
W(сист) = 0 - Баланс ТЕЦ-ЛЕП: (-) -подача, (+) -відпуск  
D(от) = 108.9 - Загальна витрата гострої пари на турбіни  
d(ту) = 9.47 - Питома витрата пари на турб (кг/кВтч)

D(атм) = .00 - Вихлоп відпр пари в атмосферу  
D(оу) = 118.2 - Витрата відпрацьованої пари після ОУ  
G(оу) = 9.31 - Витрата охолоджувал води на ОУ  
G(оуд) = .00 - Дренаж охолоджувал води з ОУ  
J(оу) = 1.09 - Коеф збільшення витрати пари в ОУ

-----  
ПО РОУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ

D(роу) = 22.8 - Витрата пари з РОУ технологічної

**D(роуо) = 18.0 - Витрата гострої пари на РОУ**

G(роу) = 4.79 - Витрата охолодж води на РОУ

G(роуд) = .00 - Дренаж з РОУ

J(роу) = 1.27 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ  
-----

ПО РУ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТЕЦ

D(рувп) = 0 - Витрата пари з РУ власних потреб  
J(рувп) = 1.23 - Коеф збільшення витрат пари в РОУ С/Н

ПО БЕЗПЕРЕРВНОМУ ПРОДУВАННЮ котлів

G(прод) = 1.90 - Витрата продувної води з котлів  
D(рнп) = 0.54 - Пара самоскипання з РНП  
G(продд) = 1.36 - Залишкова продувна вода з РНП  
Q(прод) = 589.5 - Теплоота продувної води з котлів

ДРЕНАЖИ І КОНДЕНСАТИ В РДНТ НЕ НАДХОДЯТЬ

ДРЕНАЖИ І КОНДЕНСАТИ В БЧД НЕ НАДХОДЯТЬ

ПО ДЕАЕРАЦ-ПОЖИВНОМУ ВІДДІЛЕННЮ

G(хв) = 3.0 - Витрата хімоочищеної води  
G(ок\_з) = 230.2 - Факт витрата конденсату з заводу  
G(ок\_п) = 136.7 - Факт подача конденсату з заводу  
T(ок) = 103 - Темпер звор конд з-ду на вході ДА  
B(ок) = 0.99 - Ступінь повернення конденсату  
G(пв) = 142.9 - Витрата пожив води з деаератору  
D(вип) = 0.36 - Випар з деаератору  
Q(овип) = 0 - Теплове навантаж охлону випару  
D(да) = 3.10 - Витрата пари на деаератор

ПІДГРІВАЧ СИРОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

ПІДГРІВАЧ ХІМ-ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

ПО КОТЛО А ГРЕГАТАМ

D(пг) = 126.9 - Витрата перегр пари з котлів (бруто)  
D(пот) = 0 - втч. Внутрішньоцехові втрати пари в ТЕЦ  
D(пп) = 126.9 - втч. Відпус перегріто пари з котлів  
G(пг) = 128.8 - Витрата поживної води на котли  
D(нп) = 0 - Витрата насич пари котлів (на відпус)  
D(кф) = 0 - Витрата пари на калорифери повітря

d(испар) = 10.55 - Випаров палива, т гостр пари/тис м3 газу

ВНУТРІШНЬОСТАЦІЙНІ ВТРАТИ ТЕПЛА, кВт(тепл)

Q(изол) = 2322. - Втрата чер армат и паропров- (2.0%)

ВСЬОГО "З ВИНИ" И ЗАВОДУ И ТЕЦ -> 2762 кВт, ("з вини" КПД ТП-> 2322.)

ВІДПУСК ТЕПЛА ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВЕР

ВСЬОГО ---> 0 кВт

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСУ "ТЕЦ-ЗАВОД"

ВИТРАТА ПАРИ: НА ЗАВОД/ ТЕХНОЛОГІЧ/ З КОТЛІВ  
(т/год)

138.0	141.0	126.9
-------	-------	-------

ВИТРАТ ГОСТРОЇ ПАРИ НА: ТУРБІН, РОУ Т/П, РОУ С/Н (т/год)	108.9	18.0	.0
ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: "ГЕН", С/ПОТР, ТР-Р/РЕС (+) Отпуск; (-) Прием (кВт)	11500	1200	0
Встановленна потуж "ГЕН" / Коеф "Мак/Срд	6000	1.08	
Частка влас потр ТЕЦ и прийм/відпуску РЕС	10.4 %	.0 %	
ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: ЗАВОД, ОПАЛ, ІНШЕ, ПОСТ (кВт)	10295	0	0
ВІДПУСК ТЕПЛА ВІТ ТЕЦ:ВСЬОГО / втч. ВЕР (кВт)	87167.	0	
ВТРАТИ ТЕПЛА В СИСТЕМІ ТЕЦ, (кВт): Всього/ З вини ТЕЦ/З вини заводу	2762	2655	107

ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОВКУ БУРЯКУ (тм3/сут)	288.6	4.70 %
---	-------	--------

ВИТРАТА ПАЛИВА ТЕЦ	288.6 тысм3 газ/сут	12.02 тыс м3/ч	.00 т маз/ч	.00 т уг/ч	13.7 т уг/ч
--------------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------	----------------

Факт витрата ГАЗу на виробництво і відпуск: Тепло (т.м3/доб) / Ел.енергії (т.м3/доб)	254.95	33.62
---	--------	-------

КПД ТЕЦ по відпусц: Тепла (%) / Ел.енергії (%)	88.2	79.3
---	------	------

Питома витрата на переробку буряків: Тепла (Мкал/тсв) / Ел.енергії (кВт.ч/тсв)	248.7	35.3
---	-------	------

Питома витрат умов палива на відпуск: Тепла (кгут/Гкал) / Ел.енергії (гут/кВтч)	162.1	155.0
--	-------	-------

ОБ'ЄД ПИТОМА ВИТРАТ ПАЛИВА НА ПЕРЕРОВ БУРЯКІВ (без тпалива на виг/газ піч) % св	4.58
--	------

**ОЧІКУВАНІ (ПРОГНОЗНЕ МОДЕЛЮВАННЯ) ПОКАЗНИКИ  
РЕКОНСТРУЙОВАНОЇ ТЕЦ (43 /450) ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ**

Таблиця вихідних даних:

7000	138.0	.0	.0	.0	.0	.0	230.2	103
11500	0	.760	.975	.980	1200	0	0	0
0	0	0 0 0	0	0 0	0	0	.00	0 1
5	-20	0	0	1	111	0	0	3.0
0 0	0 0	5 5	0	1	1115	1115	2697	1.5 1.5
0 0	0 0	5	0	1 0	1.00	2700		3327
0	0 0 0	20 20	0	1 0	1.00	2694	0 0	0 2800
0	0 0	111	0	1 0	1.00	2760	0 0	0 2745
-----								
0	0	0 100	1.370	.800	1.140		.0	.0
	0	100	60	0	8.0	.20	25	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0
0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	.000
0	0	0	1.15	.920	.000	1.050		.978
0	0	0	0		0	0		0
0		35.3	248.7					

РЕЖИМ "ТГ" ТЕЦ --> ИЗОЛЬОВАНО ОТ РЕС

Паливо ГАЗ

ПАРАМЕТРИ ВНУТРІШНЬОСТАЦІЙНИХ СИСТЕМ

(Витрати --> "т/ч", Електр(Тепл) Енергія --> "кВт")

НАВАНТАЖЕННЯ ОПАЛЕННЯ И ГВП В І Д К Л Ю Ч Е Н І

-----  
ПО ТУРБОУСТАНОВЦІ

W(ген) = 11500 - Сумарна факт потужність турбогенераторів  
W(сист) = 0 - Баланс ТЕЦ-ЛЕП: (-) -прийом, (+) -відпуск  
D(от) = 100.7 - Загальна витрата гострої пари на турбіни  
d(уд) = 8.75 - Питома витрата пари на турб (кг/кВтч)

D(атм) = .00 - Вихлоп відпрацьованої пари в атмосферу  
D(оу) = 108.9 - Витрата відробленої пари після ОУ  
G(оу) = 8.20 - Витрата охолодженої води на ОУ  
G(оуд) = .00 - Дренаж охолодженої води из ОУ  
J(оу) = 1.08 - Коеф збільшення витрати пари в ОУ

-----  
ПО РОУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НУЖД

D(роу) = 32.1 - Витрата пари з РОУ технологічної

**D(роуо) = 25.2 - Витрата гострої пари на РОУ**

G(роу) = 6.95 - Витрата охолодж води на РОУ

G(роуд) = .00 - Дренаж з РОУ

J(роу) = 1.28 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ

-----  
ПО РУ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭЦ

D(руск) = .0 - Витрата пари з РУ власних потреб

D (русо) = .0 - Витрата гострої пари на РУ С/Н  
 G (руси) = .00 - Витрата охолодж води на РУ С/Н  
 G (русд) = .00 - Дренаж з РУ С/Н  
 J (руси) = 1.24 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ С/Н

ПО НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОДУВКЕ

G (прод) = 1.89 - Витрата продувної води з котлів  
 D (рнп) = .54 - Пар самоскипання з РНП  
 G (продд) = 1.35 - Залишкова продуна вода з РНП  
 Q (прод) = 584.7 - Тепло продувної води з котлів

ДРЕНАЖИ И КОНДЕНСАТИ В РДНД НЕ НАДХОДЯТЬ

ДРЕНАЖИ И КОНДЕНСАТИ В БЧД НЕ НАДХОДЯТЬ

ПО ДЕАЕРАЦ-ПІДЖИВЛЮЮЧЕ ВІДДІЛЕННЯ

G (хв) = 3.0 - Витрата хімочищеної води  
 G (ок\_з) = 230.2 - Факт витрата конденсату з заводу  
 G (ок\_п) = 136.7 - Факт прийом конденсату з заводу  
 T (ок) = 103 - Темпер обіг конд з-ду на вході ДА  
 B (ок) = .99 - Степінь повернення конденсату  
 G (пв) = 142.9 - Витрата живильн води з деаератора  
 D (вып) = .36 - Випар з деаератора  
 Q (овып) = .0 - Теплове навантаження охолод випар  
 D (да) = 3.11 - Витрата пари на деаератор

ПІДІГРІВАЧ СИРОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ

ПІДІГРІВАЧ ХІМ-ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ

ПО КОТЛО АГРЕГАТАМ

D (пг) = 125.8 - Витрата перегр пари з котлів (бруто)  
 D (пп) = 125.8 - втч. Вітпуск перегрітої пари з котлів  
 G (пг) = 127.7 - Витрата живильної води на котли

d (випар) = 10.47 - Випар палива, т гостр пари/тис м3 газу

ВНУТРИШНЬОСТАЦІЙНІ ВТРАТИ ТЕПЛА, кВт (тепл)

Q (рнпд) = 213. - Втрата від скидання прод води в атмосфер  
 QSN4 = 106. - Втрати з продувкою (віднес к ТЕЦ)  
 Q (вып\_а) = 227. - Втрата від скидання випару ДА в атмосфер  
 QSN7 = 227. - Втрати з випаром "ДА" (віднес к ТЕЦ)  
 Q (оу\_д) = 0. - Втрата від скидання дренажу з ОУ турб  
 Q (роу\_д) = 0. - Втрата від скидання дренажу з РОУ ТН  
 Q (рси\_д) = 0. - Втрата від скидання дренажу з РОУ СН  
 Q (изол) = 2319. - Втрата чер армат и паропров- (2.0%)

ВСЬОГО "З ВИНИ" І ЗАВОДУ І ТЕЦ -> 2757 кВт, ("З вини" КПД ТП-> 2319.)

В І Д П У С К ТЕПЛА ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВЕР

ВСЬОГО ---> 0 кВт

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСУ "ТЕЦ-ЗАВОД"

ВИТРАТА ПАРИ: НА ЗАВОД/ ТЕХНОЛОГІЧ/ З КОТЛІВ  
 (т/год)

138.0	141.0	125.8
-------	-------	-------

ВИТРАТА ГОСТРОЇ ПАРИ НА: ТУРБІН, РОУ Т/П, РОУ С/Н  
(т/год)

100.7	25.2	.0
-------	------	----

ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: "ГЕН", С/ПОТРЕБ, ТР-Р/РЕС  
(+) Відпуск; (-) Прийом (кВт)

11500	1200	0
-------	------	---

Встановлена потуж "ГЕН" / Коеф "Макс/Срд

6000	1.08
------	------

Доля власних потреб ТЕЦ и прийома/відпуску РЕС

10.4 %	.0 %
--------	------

ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: ЗАВОД, ОПАЛ, ІНШЕ, ПОСТ  
(кВт)

10295	0	0	0
-------	---	---	---

ВІДПУСК ТЕПЛА ВІД ТЕЦ: ВСЬОГО / втч. ВЕР  
(кВт)

87145.	0
--------	---

ВТРАТИ ТЕПЛА В СИСТЕМІ ТЕЦ, (кВт):  
Всього/ З вини ТЕЦ/ З вини заводу

2757	2651	106
------	------	-----

ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОВКУ БУРЯКА

(тм3/доб)

288.5	4.70 %
-------	--------

ВИТРАТА ПАЛИВА ТЕЦ

288.5	12.02	.00	.00	13.7
тисм3 газ/доб	тис м3/г	т маз/г	т уг/г	т ут/г

факт витрата ГАЗУ на виробництво и відпуск:  
Тепла (т.м3/доб) / Ел.енергії (т.м3/доб)

254.88	33.62
--------	-------

КПД ТЕЦ по відпуску:  
Тепла (%) / Ел.енергії (%)

88.2	79.3
------	------

Питома витрата на переробку буряка:  
Тепла (Мкал/тсв) / Ел.енергії (кВт.ч/тсв)

248.7	35.3
-------	------

Питома витрата умов. палива на відпуск:  
Тепла (кгут/Гкал) / Ел.енергії (гут/кВтч)

162.1	155.0
-------	-------

ОБ'ЄД ПИТОМ ВИТРАТИ ПАЛИВА НА ПЕРЕРОВ БУРЯКА

(без палива на **изв/газ** піч)

% св

4.58
------

**ОЧІКУВАНІ (ПРОГНОЗНЕ МОДЕЛЮВАННЯ) ПОКАЗНИКИ  
РЕКОНСТРУЙОВАНОЇ ТЕЦ (85 /525) ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ**

Таблиця вихідних даних:

7000	138.0	.0	.0	.0	.0	.0	230.2	103	
11500	0	.760	.975	.980	1200	0	0	0	
0	0	0 0 0	0	0 0	0	0	.00	0 1	
5	-20	0	0	1	111	0	0	3.0	
0 0	0 0	5 5	0	1	1115	1115	2697	1.5 1.5	
0 0	0 0	5	0	1 0	1.00	2700		3456	
0	0 0 0	20 20	0	1 0	1.00	2694	0 0	0 2800	
0	0 0	111	0	1 0	1.00	2760	0 0	0 2691	
-----									
0	0	0	100	1.370	.800	1.140	.0	.0	
	0	100	60	0	8.0	.20	25	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0 0	0	0	0 0	0	0 0	0	
0	0	0 0	0	0	0 0	0	0 0	.000	
0	0	0	1.15	.920	.000	1.050	.978		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0		35.3	248.7						

РЕЖИМ "ТГ" ТЕЦ --> ИЗОЛЬОВАНО ОТ РЕС

Паливо ГАЗ

ПАРАМЕТРИ ВНУТРІШНЬОСТАЦІЙНИХ СИСТЕМ

(Витрати --> "т/ч", Електр(Тепл) Енергія --> "кВт")

НАВАНТАЖЕННЯ ОПАЛЕННЯ И ГВП В І Д К Л Ю Ч Е Н І

ПО ТУРБОУСТАНОВЦІ

W(ген) = 11500 - Сумарна факт потужність турбогенераторів  
 W(сист) = 0 - Баланс ТЕЦ-ЛЕП: (-) -прийом, (+) -відпуск  
 D(от) = 76.4 - Загальн витрата гострої пари на турбіни  
 d(уд) = 6.64 - Питома витрата пари на турб (кг/кВтч)

D(атм) = .00 - Вихлоп відпрац параи в атмосферу  
 D(оу) = 82.2 - Витрата відпрацьованої пари після ОУ  
 G(оу) = 5.85 - Витрата охолоджувальної води на ОУ  
 G(оуд) = .00 - Дренаж охолоджувальної води з ОУ  
 J(оу) = 1.08 - Коеф збільшення витрати пари в ОУ

ПО РОУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ

D(роу) = 58.8 - Витрата пари з РОУ технологічної

**D(роуо) = 44.1 - Витрата гострої пари на РОУ**

G(роу) = 14.71 - Витрата охолодж води на РОУ

G(роуд) = .00 - Дренаж з РОУ

J(роу) = 1.33 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ

ПО БЕЗПЕРЕРВНІЙ ПРОДУВЦІ

G (прод) = 1.81 - Витрата продувної води з котлів  
 D (рнп) = .51 - Пара самозакипання з РНП  
 G (продд) = 1.29 - Залишкова продувна вода з РНП  
 Q (прод) = 559.7 - Тепло продувної води з котлів

-----  
 ДРЕНАЖИ И КОНДЕНСАТИ В РДНД НЕ НАДХОДЯТЬ  
 -----

ДРЕНАЖИ И КОНДЕНСАТИ В БЧД НЕ НАДХОДЯТЬ  
 -----

ПО ДЕАЕРАЦ-ПІДЖИВЛЮЮЧОМУ ВІДДІЛЕННЮ

G (хв) = 3.0 - Витрата хімочищеної води  
 G (ок\_з) = 230.2 - Факт витрата конденсату с завода  
 G (ок\_п) = 136.7 - Факт прийом конденсату с завода  
 T (ок) = 103 - Темпер обіг конд з-да на вході ДА  
 B (ок) = .99 - Ступінь повернення конденсату  
 G (пв) = 142.8 - Витрата живильн води з деаератора  
 D (вып) = .36 - Випар з деаератора  
 Q (овып) = .0 - Теплове навантаження охолод випару  
 D (да) = 3.13 - Витрата пари на деаератор

-----  
 ПОДІГРІВАЧ СИРОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ  
 -----

ПІДІГРІВАЧ ХІМ-ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ  
 -----

ПО КОТЛО А Г Р Е Г А Т А М

D (пг) = 120.5 - Витрата перегр пари з котлів (бруто)  
 D (пп) = 120.5 - втч. Відпуск перегрітої пари з котлів  
 G (пг) = 122.3 - Витрата підживлюваної води на котли

-----  
d (випар) = 10.02 - Випаровув палива, т гостр пари/тис м3 газу  
 -----

ВНУТРІШНЬОСТАЦІЙНІ ВТРАТИ ТЕПЛА, кВт (тепл)  
 -----

Q (рнпд) = 204. - Втрата від скидання прод води в атмосфер  
 QSN4 = 102. - Втрати з продуквою (віднес до ТЕЦ)  
 Q (вип\_а) = 227. - Втрата від скидання випара ДА в атмосфер  
 QSN7 = 227. - Втрати з випаром "ДА" (віднес до ТЕЦ)  
 Q (ізол) = 2306. - Витрата чер армат и паропров- (2.0%)

-----  
 ВСЬОГО "З ВИНИ" І ЗАВОДА И ТЕЦ -> 2735 кВт, ("з вини" КПД ТП-> 2306.)

В І Д П У С К ТЕПЛА ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВЕР  
 -----

ВСЬОГО ---> 0 кВт

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСА "ТЕЦ-ЗАВОД"  
 -----

ВИТРАТА ПАРИ: НА ЗАВОД/ ТЕХНОЛОГІЧ/ З КОТЛІВ  
 (т/год)

138.0	141.0	120.5
-------	-------	-------

-----  
 ВИТРАТА ГОСТРОЇ ПАРИ НА: ТУРБІН, РОУ Т/П, РОУ С/Н  
 (т/год)

76.4	44.1	.0
------	------	----

ЕЛЕКТР НАВАНТАЖЕН: "ГЕН", С/ПОТР, ТР-Р/РЕС  
(+) Відпуск; (-) Прийом (кВт)

11500	1200	0
-------	------	---

Встановлена потужн "ГЕН" / Коеф "Мак/Срд

6000	1.08
------	------

Част власн потр ТЕЦ и прийом/відпуск РЕС

10.4 %	.0 %
--------	------

ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: ЗАВОД, ОПАЛ, ІНШЕ, ПОСТ  
(кВт)

10295	0	0	0
-------	---	---	---

ВІДПУСК ТЕПЛА ВІД ТЕЦ: ВСЬОГО / втч. ВЕР  
(кВт)

87187.	0
--------	---

ВТРАТА ТЕПЛА В СИСТЕМІ ТЕЦ, (кВт):  
Всього/З вини ТЕЦ/ З вини заводу

2735	2634	101
------	------	-----

ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБКУ БУРЯКА

(тм3/доб)

288.5	4.70 %
-------	--------

ВИТРАТА ПАЛИВА ТЕЦ

288.5	12.02	.00	.00	13.7
тисм3 газ/доб	тис м3/г	т маз/г	т уг/г	т ут/г

Факт витрата ГАЗА на виробництво и відпуск:  
Тепла (т.м3/доб) / Ел.енергии (т.м3/доб)

254.94	33.61
--------	-------

КПД ТЕЦ по відпуск:  
Тепла (%) / Ел.енергії (%)

88.2	79.4
------	------

Питома витрата на переробку буряка:  
Тепла (Мкал/тсв) / Ел.енергії (кВт.ч/тсв)

248.7	35.3
-------	------

Питома витрата умов. палива на відпуск:  
Тепла(кгут/Гкал) / Ел.енергії (гут/кВтч)

162.0	155.0
-------	-------

ОБ'ЄД ПИТ ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБ БУРЯКА  
(без палива на **изв/газ** піч)

% св

4.58
------

## Вирішення проблеми НЕДОВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕ ВЛАСНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Додаток 7.

### ОЧІКУВАНІ (ПРОГНОЗНЕ МОДЕЛЮВАННЯ) ПОКАЗНИКИ ІСНУЮЧОЇ ТЕЦ (35 /435) З ПКСЖ І ВНВ-1800 кВт(е) ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Таблиця вихідних даних:

Розрахун період ---> Саливінки ТЕЦ-35 + ПКСЖ

7000	98.0	.0	.0	.0	40.0	.0	230.2	103		
9100	0	.760	.975	.980	1200	0	1800	0	1	
0	0	0 0 0	0	0 0 0	0	0	.00	0	1	
5	-20	0	0	1	111	0	0	3.0	0	
0 0	0 0	5 5	0	1	1115	1115	2697	1.5	1.5	135
0 0	0 0	5	0	1	0	1.00	2700			3304
0	0 0 0	20 20	0	1	0	1.00	2694	0	0	2800
0	0 0	111	0	1	0	1.00	2760	0	0	2765
-----										
0	0	0	100	1.370	.800	1.140	.0	.0		
	0	100	60	0	8.0	.20	25	0		100
0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0		.000
0	0	0	1.15	.920	.000	1.050	.978			
0	0	0	0	0	0	0	0			0
0			35.3	248.7						

Паливо ГАЗ

#### ПАРАМЕТРИ ВНУТРІШНЬОСТАЦІНИХ СИСТЕМ

(Витрати --> "т/ч", Електр(Тепл) Енергія --> "кВт")

НАВАНТАЖЕННЯ ОПАЛЕННЯ И ГВП В І Д К Л Ю Ч Е Н І

ПО ТУРБОУСТАНОВЦІ

турбогенераторів	W(ген) =	9100	- Сумарна факт потужність
відпуск	W(сист) =	-4195	- Баланс ТЕЦ-ЛЕП: (-) -прийом, (+) -
турбіни	D(от)	86.1	- Загальна витрата гострої пари на
	d(уд)	9.47	- Питома витрата пари на турб (кг/кВтч)
	D(атм)	.00	- Вихлоп відроб пари в атмосферу
	D(оу)	93.5	- Витрата відробленої пари після ОУ
	G(оу)	7.37	- Витрата охолоджувальної води на ОУ
	G(оуд)	.00	- Дренаж охолоджувальної води из ОУ
	J(оу)	1.09	- Коєф збільшення витрати пари в ОУ

-----  
ПО РОУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ

D(роу) = 7.5 - Витрата пари з РОУ технологічної  
D(роуо) = 5.9 - Витрата гострої пари на РОУ  
G(роу) = 1.57 - Витрата охолодж води на РОУ  
G(роуд) = .00 - Дренаж з РОУ  
J(роу) = 1.27 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ

-----  
ПО БЕЗПЕРЕРВНІЙ ПРОДУВЦІ

G(прод) = 1.98 - Витрата продувної води з котлів  
D(рнп) = .56 - Пара самовкипання з РНП  
G(продд) = 1.42 - Залишкова продувна вода з РНП  
Q(прод) = 613.4 - Тепло продувної води з котлів

-----  
ДРЕНАЖИ І КОНДЕНСАТИ В РДНД НЕ НАДХОДЯТЬ

-----  
ДРЕНАЖИ І КОНДЕНСАТИ В БЧД НЕ НАДХОДЯТЬ

-----  
ПО ДЕАЕРАЦ-ЖИВИЛЬНОМУ ВІДДІЛЕННЮ

G(хв) = 3.0 - Витрата хімочищеної води  
G(ок\_з) = 230.2 - Факт витрата конденсату з заводу  
G(ок\_п) = 136.8 - Факт прийом конденсату з заводу  
T(ок) = 103 - Темпер обр конд з-да на вході ДА  
B(ок) = 1.40 - Ступінь повернення конденсату  
G(пв) = 143.0 - Витрата поживної води з деаератора  
D(вып) = .36 - Випар з деаератора  
Q(овып) = .0 - Теплова навантаження охолодж випара  
D(да) = 3.07 - Витрата пари на деаератор

-----  
ПІДІГРІВАЧ СИРОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

-----  
ПІДІГРІВАЧ ХІМ-ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

-----  
ПО КОТЛО А Г Р Е Г А Т А М

D(пг) = 132.0 - Витрата перегр пари з котлів (бруто)  
D(пот) = .0 - втч. Внутрішньоцехові втрати пари в

ТЕЦ

D(пп) = 132.0 - втч. Відпуск перегріто пари з котлів  
G(пг) = 134.0 - Витрата поживної води на котли

-----  
d(випар) = 10.55 - Випар палива, т гостр пари/тис м3 газу

-----  
ВНУТРІШНЬСТАЦІЙНІ ВТРАТИ ТЕПЛА, кВт (тепл)

Q(рнпд) = 223. - Втрата від скиду прод води в атмосфер  
QSN4 = 112. - Втрати з продувкою (віднес к ТЕЦ)  
Q(рдна) = 0. - Втрата від скиду пари РДНД в атмосфер

Q(випа) = 227. - Втрата від скиду випару ДА в атмосфер  
QSN7 = 227. - Втрати з випаром "ДА" (віднес к ТЕЦ)

Q(ізол) = 2416. - Втрати чер армат и паропров- (2.0%)  
 Q(витік) = 0. - Втрати від витіку пари в кот відділен

-----  
 ВСЬОГО "З ВИНИ" И ЗАВОДА И ТЕЦ->2866 кВт, ("з вини" КПД ТП-> 2416.)

В И Д П У С К Т Е П Л А З А Р А Х У Н О К У Т И Л И З А Ц І Ї В Е Р

-----  
 ВСЬОГО ---> 0 кВт

**ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСА "ТЕЦ-ЗАВОД"**

ВИТРАТА ПАРИ: НА ЗАВОД/ ТЕХНОЛОГІЧ/ З КОТЛІВ (т/год) 

98.0	101.0	132.0
------	-------	-------

ВИТРАТА ГОСТРОЇ ПАРИ НА РІЗКУ БУРЯКА "inf" (т/год) 

.0
----

ВИТРАТА ПАРИ: ГОСТРОЇ И РОУ СН (НА ІНШЕ) (т/год) 

40.0	.0
------	----

-----  
 ВИТРАТА ГОСТРОЇ ПАРИ НА: ТУРБІН, РОУ Т/П, РОУ С/Н (т/год) 

86.1	5.9	.0
------	-----	----

ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: "ГЕН", З/ПОТР, ТР-Р/РЕС (+) Відпуск; (-) Прийом (кВт) 

9100	1200	-4195
------	------	-------

Встановлена потуж "ГЕН" / Коеф "Макс/Срд" 

6000	1.08
------	------

**ТГ ТЕС "ПРИЙМАЄ" -4195 кВт ВІД РЕС**

Част власн потр ТЕЦ і прийома/відпуска РЕС 

13.2 %	46.1 %
--------	--------

ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: ЗАВОД, ОПАЛ, ІНШЕ, ПОСТ (кВт) 

10295	0	1800	0
-------	---	------	---

ВІДПУСК ТЕПЛА ВІД ТЕЦ: ВСЬОГО / втч. ВЕР (кВт) 

93875.	0
--------	---

ВТРАТИ ТЕПЛА В СИСТЕМІ ТЕЦ, (кВт):  
 Всього/З вини ТЕЦ/З вина заводу 

2866	2755	111
------	------	-----

-----  
 ВСЬОГО ВИТРАТА ПАЛИВА НА СТОРОННІ ПОТРЕБИ (тм3/доб) 

92.98
-------

ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБКУ БУРЯКА (тм3/доб) 

207.3	3.38 %
-------	--------

-----  

300.3	12.51	.00	.00	14.3
-------	-------	-----	-----	------

ВИТРАТА ПАЛИВА ТЕЦ 

тисм3 газ/доб
---------------

тис м3/г	т маз/г	т уг/г	т ут/г
----------	---------	--------	--------

Факт ВИТРАТА ГАЗА на виробництво і відпуск:  
Тепла (т.м3/доб) / Ел.енергії (т.м3/доб)

274.43	25.84
--------	-------

-----  
КПД ТЕЦ на відпуск:  
Тепла (%) / Ел.енергії (%)

88.3	79.2
------	------

Питома витрата на переробку буряка:  
Тепла (Мкал/тсв) / Ел.енергії (кВт.г/тсв)

248.7	35.3
-------	------

Питом витрата умов.палива на відпуск:  
Тепла (кгут/Гкал) / Ел.енергії (гут/кВтг)

162.0	155.4
-------	-------

-----  
ОБ'ЄД ПИТ ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБ БУРЯКА  
(без палива на ВИЛ/газ піч) % СВ

4.58
------

-----  
ОБ'ЄД ПИТ ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБ БУРЯКА  
(без палива на ВИЛ/газ піч) % СВ

5.07
------

**ОЧІКУВАНІ (ПРОГНОЗНЕ МОДЕЛЮВАННЯ) ПОКАЗНИКИ  
РЕКОНСТРУЙОВАНОЇ ТЕЦ (43 /450) 3 ПКСЖ І ВНВ-1400 кВт(е)  
ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ**

Таблиця вихідних даних:

7000	98.0	.0	.0	.0	40.0	.0	230.2	103
8685	0	.760	.975	.980	1400	0	0	1800
0	0	0	0	0	0	0	.00	0
5	-20	0	0	1	111	0	0	3.0
0	0	5	5	0	1	1115	1115	2697
0	0	0	5	0	1	0	1.00	2700
0	0	0	20	20	0	1	0	1.00
0	0	0	111	0	1	0	1.00	2760
-----								
0	0	0	100	1.370	.800	1.140	.0	.0
0	0	100	60	0	8.0	.20	25	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1.15	.920	.000	1.050	.978	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0			35.3	248.7				

РЕЖИМ "ТГ" ТЕЦ ----> В ПАРАЛЕЛЬ С РЕС

Паливо ГАЗ

ПАРАМЕТРИ ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНИХ СИСТЕМ

(ВИТРАТИ --> "т/г", Електр(Тепл) Енергія --> "кВт")

НАВАНТАЖЕННЯ ОПАЛЕННЯ И ГВП В І Д К Л Ю Ч Е Н І

ПО ТУРБОУСТАНОВЦІ

W(ген) = 8685 - Сумарна факт потужність турбогенераторів  
W(сист) = -2810 - Баланс ТЕЦ-ЛЕП: (-) -прийом, (+) -відпуск  
D(от) = 76.0 - Загальна витрата гострої пари на турбіни  
d(уд) = 8.75 - Питома витрата пари на турб (кг/кВтч)

D(атм) = .00 - Вихлоп відпрац пари в атмосферу  
D(оу) = 82.2 - Витрата відпрацьованої пари після ОУ  
G(оу) = 6.19 - Витрата охолоджувальної води на ОУ  
G(оуд) = .00 - Дренаж охолоджувальної води з ОУ  
J(оу) = 1.08 - Коеф збільшення витрати пари в ОУ

ПО РОУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ

D(роу) = 18.7 - Витрата пари з РОУ технологічної  
D(роуо) = 14.7 - Витрата гострої пари на РОУ

G(роу) = 4.06 - Витрата охолодж води на РОУ  
G(роуд) = .00 - Дренаж з РОУ  
J(роу) = 1.28 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ

-----  
ПО РУ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТЕЦ

D(русн) = .0 - Витрата пари з РУ власних потреб  
D(русо) = .0 - Витрата гострої пари на РУ С/Н  
G(русн) = .00 - Витрата охолодж води на РУ С/Н  
G(русд) = .00 - Дренаж з РУ С/Н  
J(русн) = 1.24 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ С/Н

-----  
ПО БЕЗПЕРЕРВНОМУ ПРОДУВАННЮ

G(прод) = 1.96 - Витрата продувної води з котлів  
D(рнп) = .56 - Пара **самовкипання** з РНП  
G(продд) = 1.40 - Залишкова продувна вода з РНП  
Q(прод) = 607.3 - Тепло продувної води з котлів

-----  
ДРЕНАЖИ И КОНДЕНСАТИ В РДНД НЕ НАДХОДЯТЬ

-----  
ДРЕНАЖИ И КОНДЕНСАТИ В БЧД НЕ НАДХОДЯТЬ

-----  
ПО ДЕАЕРАЦ-ПОЖИВНОМУ ВІДДІЛЕННЮ

G(хв) = 3.0 - Витрата хімоочищеної води  
G(ок\_з) = 230.2 - Факт витрата конденсату з заводу  
G(ок\_п) = 136.8 - Факт прийом конденсату з заводу  
T(ок) = 103 - Темпер обр конд з-да на вході ДА  
B(ок) = 1.40 - Ступінь повернення конденсату  
G(пв) = 142.9 - Витрата поживної води з деаератора  
D(вип) = .36 - Випар з деаератора  
Q(овип) = .0 - Теплове навантаження охолодж випару  
D(да) = 3.08 - Витрата пари на деаератор

-----  
ПІДІГРІВАЧ СИРОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВУВ

-----  
ПІДІГРІВАЧ ХІМ-ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВУВ

-----  
ПО КОТЛОАГРЕГАТАМ

D(пг) = 130.7 - Витрата перегр пари з котлів (бруто)  
D(пот) = .0 - втч. Внутрішньоцехові втрати пари в ТЕЦ  
D(пп) = 130.7 - втч. Відпуск перегріто пари з котлів  
G(пг) = 132.7 - Витрата поживної води на котли

-----  
d(випар) = 10.47 - Випаров палива, т гостр пари/тис м3 газу

-----  
ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНІ ВТРАТИ ТЕПЛА, кВт (тепл)

Q(рнпд) = 221. - Втрати від скидання прод води в атмосфер  
QSN4 = 111. - Втрати з продуван (віднес до ТЕЦ)  
Q(вип\_а) = 227. - Втрати від скидання випара ДА в атмосфер  
QSN7 = 227. - Втрати з випаром "ДА" (віднес к ТЕЦ)  
Q(ізол) = 2409. - Втрати чер армат и паропров- (2.0%)

ВСЬОГО "З ВИНИ" І ЗАВОДА И ТЕЦ -> 2856 кВт, ("з вини" КПД ТП-> 2409.)

В І Д П У С К ТЕПЛА ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВЕР

-----  
ВСЬОГО ---> 0 кВт

-----  
ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСА "ТЕЦ-ЗАВОД"

ВИТРАТА ПАРИ: НА ЗАВОД/ ТЕХНОЛОГІЧ/ З КОТЛІВ  
(т/год) 

98.0	101.0	130.7
------	-------	-------

ВИТРАТА ПАРИ: ГОСТРОГО И РОУ СН (НА ІНШЕ)  
(т/год) 

40.0	.0
------	----

СТОРОННІ ВИТРАТИ ПАРИ: ТЕХНОЛ/ ОТ РОУ СН/ НАСИЧ  
(т/год) 

.0	.0	.0
----	----	----

ВИТРАТИ ПАРИ НА ОПАЛЕННЯ И ВИТРАТИ МЕРЕЖЕВ ВОДИ  
(т/год) 

.0	0.
----	----

ВИТРАТА ПАРИ НА "ГВП" И ВИТРАТА ГАРЯЧОЇ ВОДИ  
(т/год) 

.0	0.
----	----

-----  
ВИТРАТА ГОСТРОЇ ПАРИ НА: ТУРБІН, РОУ Т/П, РОУ С/Н  
(т/год) 

76.0	14.7	.0
------	------	----

ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: "ГЕН", С/ПОТР, ТР-Р/РЕС  
(+) Отпуск; (-) Прием (кВт) 

8685	1200	-2810
------	------	-------

Встановлена потуж "ГЕН" / Коеф "Макс/Сер" 

6000	1.08
------	------

**TG ТЕС "ПРИЙМАЄ" -2810 КВТ ВІД РЕС**

Частка влас потр ТЕЦ и прийома/відпуску РЕС 

13.8 %	32.4 %
--------	--------

ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: ЗАВОД, ОПАЛ, ІНШЕ, ПОСТ  
(кВт) 

10295	0	0	0
-------	---	---	---

ВІДПУСК ТЕПЛА ВІД ТЕЦ: ВСЬОГО / втч. ВЕР  
(кВт) 

94133.	0
--------	---

ВТРАТА ТЕПЛА В СИСТЕМІ ТЕЦ, (кВт):  
Всього/з вини ТЕЦ/з вини заводу 

2856	2746	110
------	------	-----

-----  
ВСЬОГО ВИТРАТА ПАЛИВ НА СТОРОН СПОЖИВАННЯ  
(тм3/доб) 

93.72
-------

ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБКУ БУРЯКА  
(тм3/доб) 

206.0	3.35 %
-------	--------

-----  
ВИТРАТА ПАЛИВА ТЕЦ 

299.7
-------

12.49	.00	.00	14.2
-------	-----	-----	------

  
тысм3 газ/сут тыс м3/ч т маз/ч т уг/ч т ут/ч

Факт витрата ГАЗУ на виробництво и відпуск:  
Тепла (т.м3/доб) / Ел.енергії (т.м3/доб) 

275.18	24.50
--------	-------

-----  
КПД ТЕЦ по відпуск:  
Тепла (%) / Ел.енергії (%) 

88.3	79.1
------	------

Питома витрата на переробку буряка:  
Тепла (Мкал/тсв) / Ел.енергії (кВт.г/тсв)

248.7	35.3
-------	------

Питома витрата умов. палива на відпуск:  
Тепла (кгут/Гкал) / Ел.енергії (гут/кВтч)

162.0	155.5
-------	-------

-----  
ОБ'ЄД ПИТ ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБ БУРЯКА  
(без палива на вил/газ піч) % св

4.58
------

-----  
ОБ'ЄД ПИТ ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБ БУРЯКА  
(без палива на вил/газ піч) % св

4.91
------

збільшено у зв'язку з прийомом -2810 кВт  
від РЕС (be=155.5) на .33 %мсв

**ОЧІКУВАНІ (ПРОГНОЗНЕ МОДЕЛЮВАННЯ) ПОКАЗНИКИ  
РЕКОНСТРУЙОВАНОЇ ТЕЦ (85 /525) З ПКСЖ І ВНВ-1800 кВт(е)  
ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ**

Таблиця вихідних даних:

7000	98.0	.0	.0	.0	40.0	.0	230.2	103	
11500	0	.760	.975	.980	2200	0	0	1800??	1
0	0	0	0	0	0	0	0	.00	0
5	-20	0	0	1	111	0	0	3.0	0
0	0	5	5	0	1	1115	1115	2697	1.5
0	0	0	5	0	1	0	1.00	2700	3456
0	0	0	20	20	0	1	0	1.00	2694
0	0	0	111	0	1	0	1.00	2760	0
-----									
0	0	0	100	1.370	.800	1.140	.0	.0	
0	0	100	60	0	8.0	.20	25	0	100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	.000
0	0	0	1.15	.920	.000	1.050	.978		
0	0	0	0	0	0	0	0		
0		35.3	248.7						

Паливо ГАЗ

## ПАРАМЕТРИ ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНИХ СИСТЕМ

(Витрата --&gt; "т/г", Електр(Тепл) Енергія --&gt; "кВт")

## НАВАНТАЖЕННЯ ОТОПЛЕННЯ И ГВП В І Д К Л Ю Ч Е Н І

## ПО ТУРБОУСТАНОВЦІ

W(ген) = 11500 - Сумарна факт потужність турбогенераторів  
 W(сист) = 5 - Баланс ТЕЦ-ЛЕП: (-) -прийом, (+) -відпуск  
 D(от) = 76.4 - Загальна витрата гострої пари на турбіни  
 d(пит) = 6.64 - Питома витрата пари на турб (кг/кВтч)

D(атм) = .00 - Вихлоп відроб пари в атмосферу  
 D(оу) = 82.2 - Витрата відробленої пари після ОУ  
 G(оу) = 5.85 - Витрата охолоджувальн води на ОУ  
 G(оуд) = .00 - Дренаж охолоджувальн води з ОУ  
 J(оу) = 1.08 - Коеф збільшення витрати пари в ОУ

## ПО РОУ ТЕХНОЛОГІЧЕСКИХ НУЖД

D(роу) = 18.8 - Витрата пари з РОУ технологічної  
 D(роуо) = 14.1 - Витрата гострої пари на РОУ

G(роу) = 4.69 - Витрата охолоджув води на РОУ  
G(роуд) = .00 - Дренаж з РОУ  
J(роу) = 1.33 - Коеф збільшення витрати пари в РОУ

-----  
ПО НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОДУВКЕ

G(прод) = 1.96 - Витрата продувної води з котлів  
D(рнп) = .56 - Пар самоскипання з РБП  
G(продд) = 1.40 - Остаточна продувочная вода из РНП  
Q(прод) = 606.0 - Тепло продувної води з котлів

-----  
ДРЕНАЖІ И КОНДЕНСАТИ В РДНД НЕ НАДХОДЯТЬ

-----  
ДРЕНАЖІ И КОНДЕНСАТИ В БЧД НЕ НАДХОДЯТЬ

-----  
ПО ДЕАЭРАЦ-ПИТАТЕЛЬНОМУ ОТДЕЛЕНИЮ

G(жв) = 3.0 - Витрата хімічищеної води  
G(ок\_з) = 230.2 - Факт витрата конденсату з заводу  
G(ок\_п) = 136.8 - Факт прийом конденсату з заводу  
T(ок) = 103 - Темпер обр конд з-да на вході ДА  
B(ок) = 1.40 - Ступінь повернення конденсату  
G(пв) = 142.9 - Витрата живильної води из деаератора  
D(вып) = .36 - Випар з деаератора  
Q(овып) = .0 - Теплове навантаження охолоджув випару  
D(да) = 3.08 - Витрата пари на деаератор

-----  
ПІДІГРІВАЧ СИРОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

-----  
ПІДІГРІВАЧ ХІМ-ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НЕ ВИКОРИСТОВ

-----  
ПО КОТЛОАГРЕГАТАМ

D(пг) = 130.4 - Витрата перегр пари з котлів (бруто)  
D(пот) = .0 - втч. Внутрішньоцехові втрати пари в ТЕЦ  
D(пп) = 130.4 - втч. Відпуск перегрітої пари з котлів  
G(пг) = 132.4 - Витрата поживної води на котли  
D(нп) = .0 - Витрата насич пари котлів (на відпуск)  
D(кф) = .0 - Витрата пари на калорифери повітря

-----  
d(испар) = 10.02 - Випарник палива, т гостр пари/тис м3 газа

-----  
ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНІ ВТРАТИ ТЕПЛА, кВт(тепл)

-----  
Q(рнпд) = 221. - Втрата від скидання прод води в атмосфер  
QSN4 = 110. - Втрати з продувкою (віднес до ТЕЦ)  
Q(вып\_а) = 227. - Втрата від скидання випару ДА в атмосфер  
QSN7 = 227. - Втрати з випаром "ДА" (віднес до ТЕЦ)  
Q(изол) = 2497. - Втрата чер армат и паропров- (2.0%)

-----  
ВСЬОГО "З ВИНИ" І ЗАВОДА І ТЕЦ -> 2944 кВт, ("з вини" КПД ТП-> 2497.)

-----  
В І Д П У С К ТЕПЛА ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВЕР

-----  
ВСЬОГО ---> 0 кВт

**ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСА "ТЕЦ-ЗАВОД"**

ВИТРАТА ПАРИ: НА ЗАВОД/ ТЕХНОЛОГІЧ/ З КОТЛІВ (т/год)	98.0	101.0	130.4
ВИТРАТА ГОСТРОЇ ПАРИ НА РІЗКУ БУРЯКА "інф" (т/год)			.0
ВИТРАТА ПАРИ: ГОСТРОГО И РОУ СН (НА ІНШЕ) (т/год)	40.0		.0
ВИТРАТА ГОСТРОЇ ПАРИ НА: ТУРБІН, РОУ Т/П, РОУ С/Н (т/год)	76.4	14.1	.0
ЕЛЕКТР НАВАНТАЖ: "ГЕН", С/ПОТР, ТР-Р/РЕС (+) Відпуск; (-) Прийом (кВт)	11500	1200	5
Встановлена потуж "ГЕН" / Коеф "Мак/Сер	6000	1.08	

**ТГ ТЕС "ВІДПУСКАЄ" 5 КВТ В РЕС**

Частка власн потреб ТЕЦ и прийома/відпуска РЕС	10.4 %	.0 %		
ЕЛЕКТР НАВАНТАЖЕН: ЗАВОД, ОПАЛ, ІНШЕ, ПОСТ (кВт)	10295	0	0	0
ВІДПУСК ТЕПЛА ВІД ТЕЦ: ВСЬОГО / втч. ВЕР (кВт)	95470.	0		
ВТРАТИ ТЕПЛА В СИСТЕМІ ТЕЦ, (кВт):				
Всього/З вини ТЕЦ/З вини заводу	2944	2834	110	

**СТОРОН.СКЛАДОВА ВИТРАТИ ПАЛИВ В ТЕЦ (Е/Е НА СТОРОНУ)**

Е/Е на ТФУ/ Е/Е на Сторон/ Е/Е в РЕС (тм3/доб)	.00	.00	.02
СТОРОН.СКЛАДОВА ВИТРАТИ ПАЛИВ В ТЕЦ (Т/Е НА СТОРОНУ) на Опал/ на ГВП/ на Стор Потр (тм3/доб)	.00	.00	97.80
З Технол/ З РОУ СН/ З насичен пари (тм3/доб)	.00	.00	.00
ВСЬОГО ВИТРАТА ПАЛИВ НА СТОРОН СПОЖИВАН (тм3/доб)	97.81		
ВИТРАТА ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБКУ БУРЯКА (тм3/доб)	214.6	3.50 %	

ВИТРАТА ПАЛИВА ТЕЦ	312.4 тисм3 газ/доб	13.02 тис м3/г	.00 т маз/г	.00 т уг/г	14.8 т ут/г
--------------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------	----------------

Факт витрат ГАЗА на виробництво та відпуск: Тепла (т.м3/доб) / Ел.енергії (т.м3/доб)	278.85	33.57
---	--------	-------

КПД ТЕЦ по відпуску: Тепла (%) / Ел.енергії (%)	88.3	79.4
--	------	------

Питома витрата на переробку буряка: Тепла (Мкал/тсв) / Ел.енергії (кВт.ч/тсв)	248.7	35.3
--	-------	------

Питома витрата умов. палива на відпуск: Тепла (кгут/Гкал) / Ел.енергії (гут/кВтч)	161.9	154.8
--	-------	-------

ОБ'ЄД ПИТ ВИТРАТ ПАЛИВА НА ПЕРЕРОБ БУРЯКА (без палива на вит/газ піч) % св	4.57
---	------

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. Гут. О., Філоненко В. Вплив експлуатаційних параметрів установки пароконтактного сушіння жому на ефективність комплексу «Цукровий завод-ТЕЦ» . В кн.: Матеріали наукової конференції, НУХТ, 2024 р. С. 325.
2. Філоненко В.М. Ефективність пароконтактної сушарки жому в енергетичному комплексі «Цукровий завод – ТЕЦ» Наукові праці НУХТ, 2024.- т.30, № 2.- С. 106- 122
3. Філоненко В.М. Гранично-допустимі показники тепло- та електроспоживання у цукровій галузі В зб.: *Матеріали науково-технічної конференції цукровиків України “Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва”*, Київ, НУХТ, 182-184.
4. Jensen A. S. (1995). Industrial Experience in Pressurized Steam Drying of Beet Pulp, Sewage Sludge and Wood Chips.- *Drying Technology* Volume 13, - [Issue 5-7](#) P. 1377-1393.- <https://doi.org/10.1080/07373939508917028>
5. Jensen A.S. (2007). Latest developments in drying technology for beet pulp. *Sugar Industry / Zuckerindustrie* 132 № 10.- P.748-755.
6. Jensen A.S., Larsen K. (2014). The Developments of Large Pressurized Fluid Bed Steam Dryers from Fundamental Research to Industrial Plants.- *Drying Technology*, Volume 33.- P.1631-164.