

Тема магістерської кваліфікаційної роботи:

*Підвищення енергоефективності системи
газопостачання за рахунок утилізації
вторинних енергетичних ресурсів*

Розробила: магістрант ТГ-16

Жара О.Б.

Науковий керівник: к.т.н., проф.

Коц І.В.

Актуальність роботи полягає в тому, що газотранспортна система України перебуває у поганому стані : обладнання зношене, застаріле, має мізерний ККД. В результаті цього втрачається значна кількість енергії вторинних енергетичних ресурсів, які виникають при транспортуванні газу, а саме надлишкового тиску, нагнітачів природного газу, відхідних газів газотурбінних установок. Ці вторинні енергетичні ресурси можливо утилізувати та використати їхню енергію для вироблення електричної енергії, енергії холоду, теплової енергії.

Метою роботи є обґрунтування вибору технічних засобів для утилізації вторинних енергетичних ресурсів.

Задачі:

1. Вибрати та обґрунтувати конструктивну схему утилізації вторинних енергетичних ресурсів на компресорній станції системи газопостачання.

2. Виконати математичне моделювання оцінки технічного стану компресорної станції.

3. Застосувати методики розрахунку та оцінювання потенціалу ВЕР в системі газопостачання.

4. На прикладі конкретного об'єкта розробити організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень.

Об'єкт роботи – технічні засоби та способи забезпечення утилізації вторинних енергетичних ресурсів для підвищення енергоефективності системи газопостачання.

Предмет роботи – процеси перетворення енергії газового потоку, зокрема, на компресорній станції системи газопостачання.

Наукова новизна. За допомогою методики здійснено розрахунок потенціалу вторинних енергетичних ресурсів надлишкового тиску. Запропоновано раціональні залежності для обладнання, що підвищує енергоефективність системи газопостачання. Отримано аналітичні залежності та графіки, які дають змогу визначити раціональні параметри для забезпечення енергоефективності системи газопостачання.

Характеристика газотранспортної системи України

Параметри ГТС	Одиниці виміру	Кількість
<i>Довжина газопроводів</i>		
<i>всього, в тому числі</i>	<i>тис.км</i>	<i>38,55</i>
<i>магістральних газопроводів</i>		<i>22,16</i>
<i>газопроводів – відгалуджень</i>		<i>16,39</i>
<i>Пропускна здатність газотранспортної системи</i>		
<i>на вході</i>	<i>млрд.м³/рік</i>	<i>287,7</i>
<i>на виході</i>		<i>178,5</i>
<i>Компресорні станції</i>	<i>шт.</i>	<i>72</i>
<i>Компресорні цехи</i>	<i>шт.</i>	<i>110</i>
<i>Газоперекачувальні агрегати</i>	<i>шт.</i>	<i>702</i>
<i>Потужність компресорних станцій</i>	<i>МВт</i>	<i>5443</i>
<i>Підземні сховища газу</i>	<i>шт.</i>	<i>12</i>
<i>Загальна активна місткість</i>	<i>млрд.м³</i>	<i>31</i>
<i>Газорозподільні станції</i>	<i>шт.</i>	<i>1455</i>

Класифікація вторинних відновлювальних ресурсів

<i>Вид відновлювального енергетичного ресурсу</i>	<i>Продукти відновлювального енергетичного ресурсу</i>	<i>Енергетичний потенціал</i>
<i>Горючі (паливні)</i>	<i>Тверді, рідкі, газоподібні відходи</i>	<i>Нижча теплота згорання</i>
<i>Теплові</i>	<i>-відхідні гази;</i>	<i>Ентальпія</i>
	<i>-охолоджуюча вода;</i>	
	<i>-відходи виробництва;</i>	
	<i>-проміжні продукти;</i>	
	<i>-готова продукція;</i>	
	<i>-відпрацьована і супутня пара</i>	
<i>Надлишкового тиску</i>	<i>Гази з надлишковим тиском</i>	<i>Робота ізоентропійного розширення</i>
	<i>Пара низького тиску</i>	

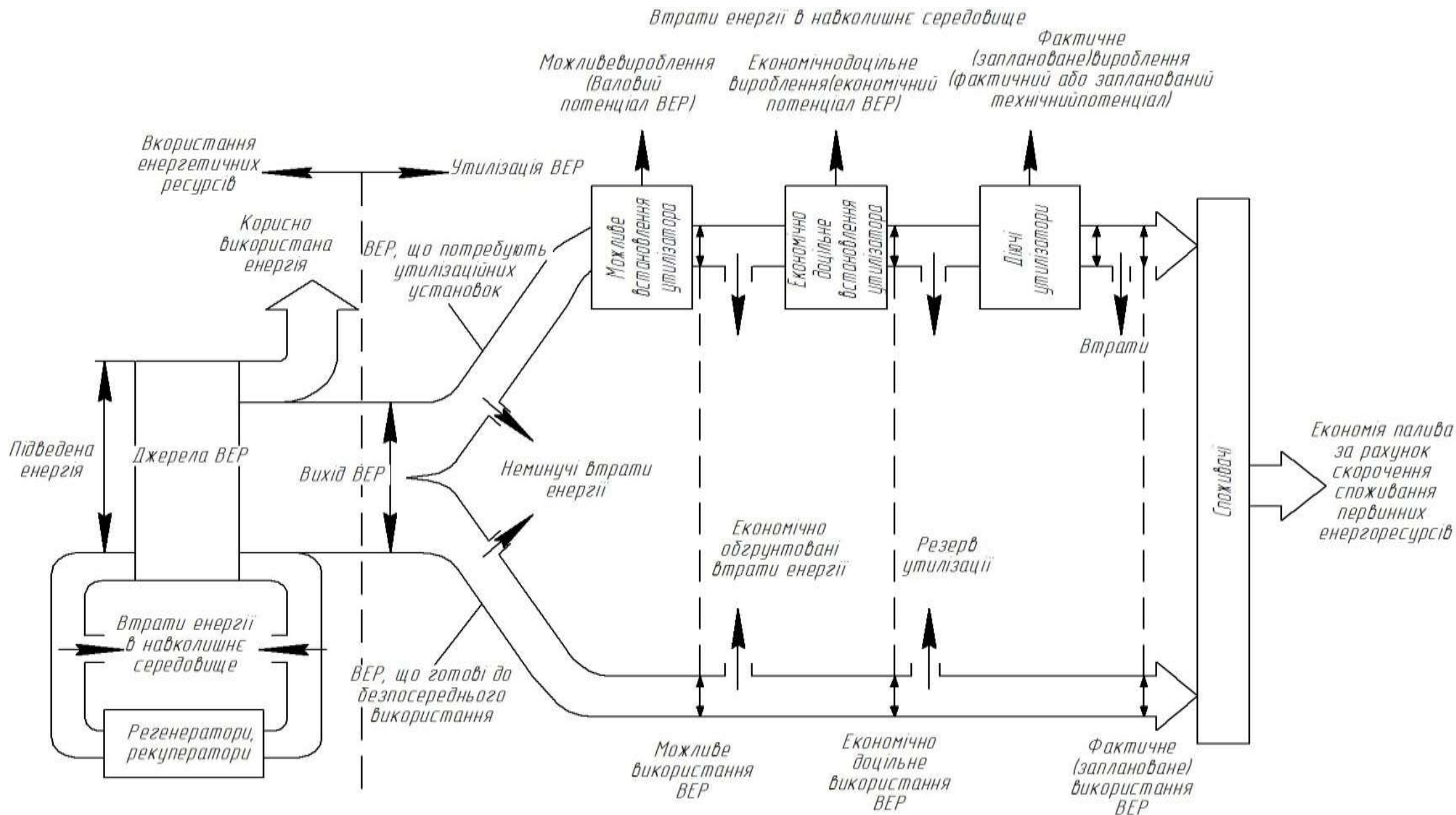
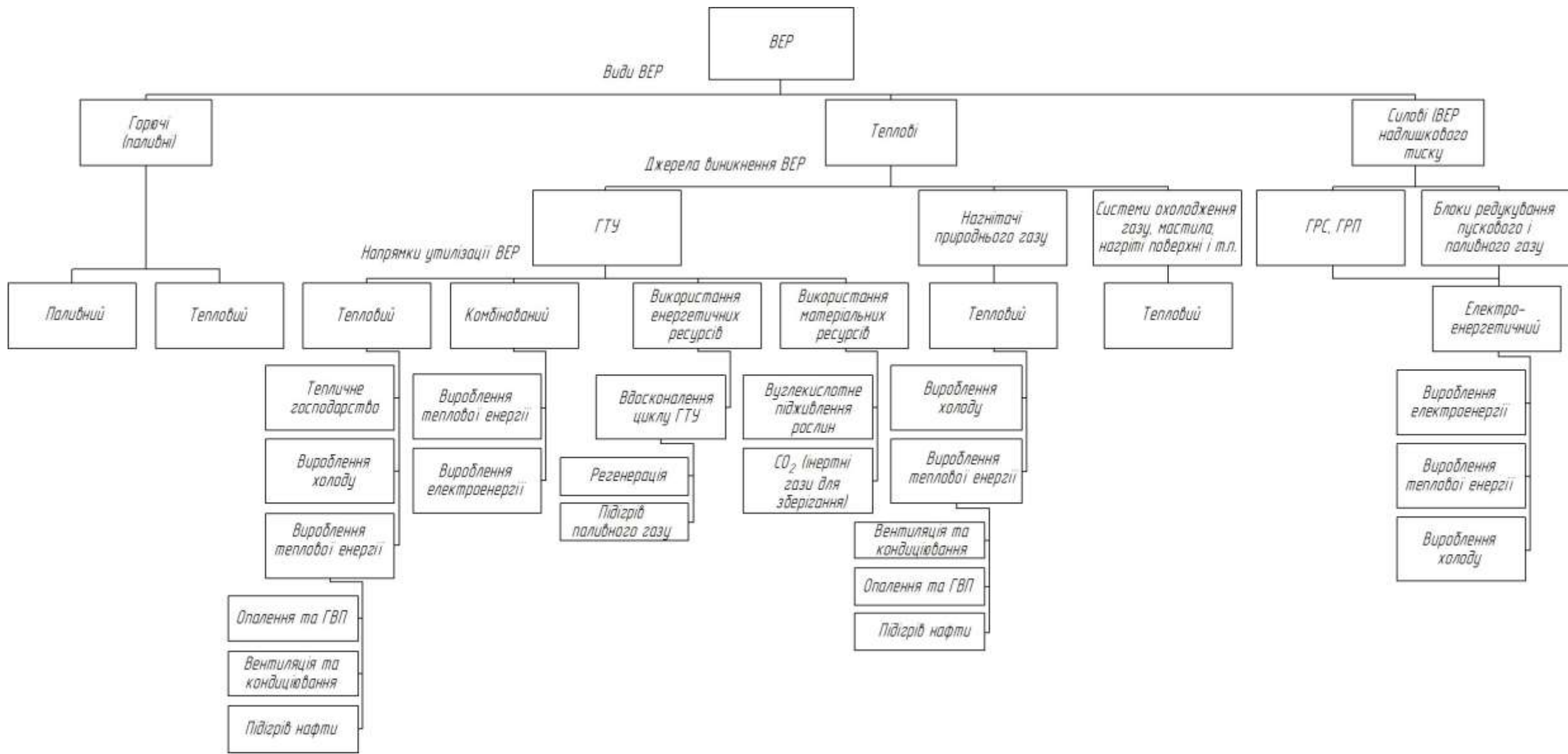
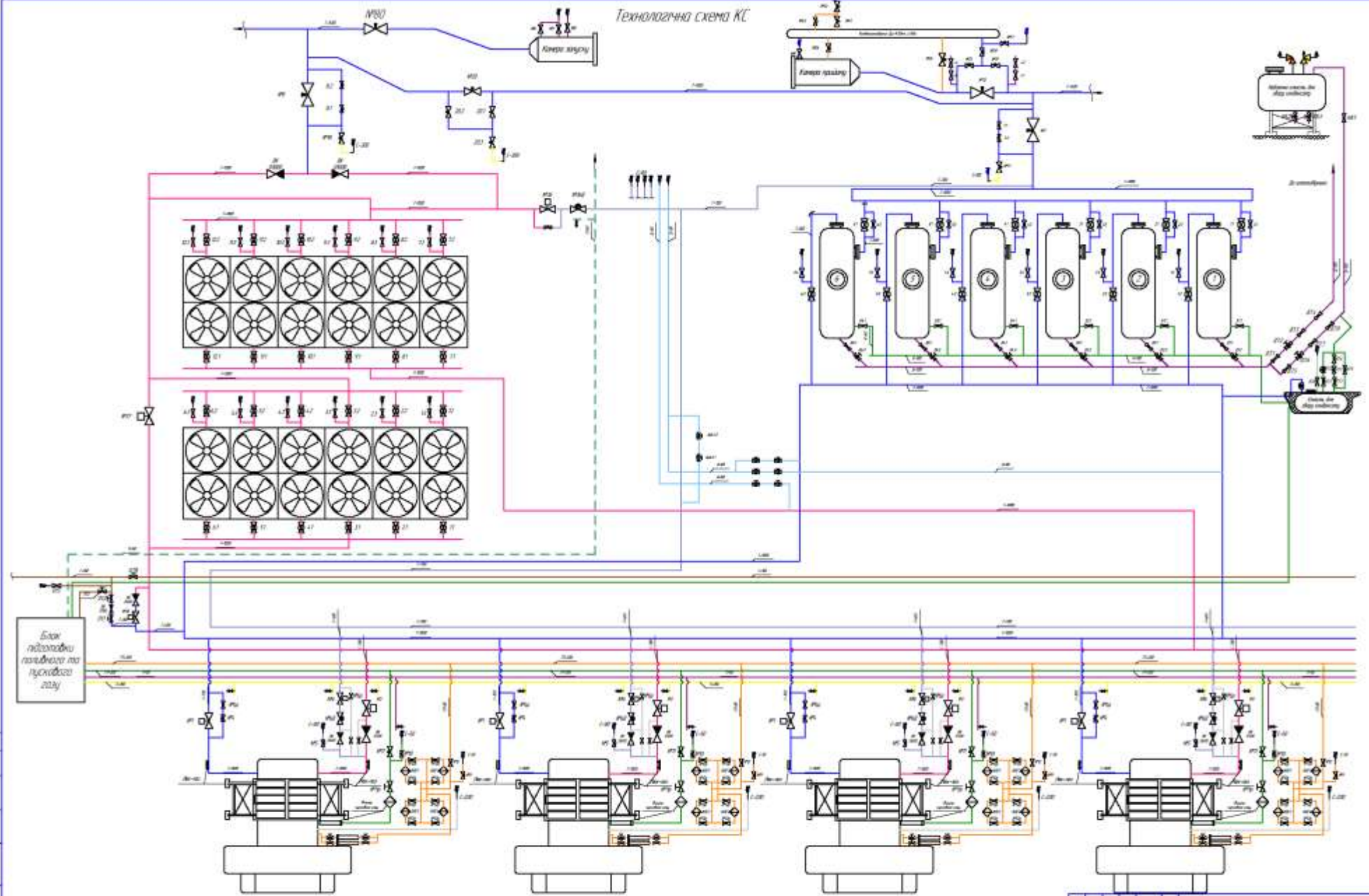


Схема використання енергетичних ресурсів при утилізації ВЕР



Основні види ВЕР, що виникають при транспортуванні природнього газу та ймовірні напрямки їх використання

Технологична схема КС

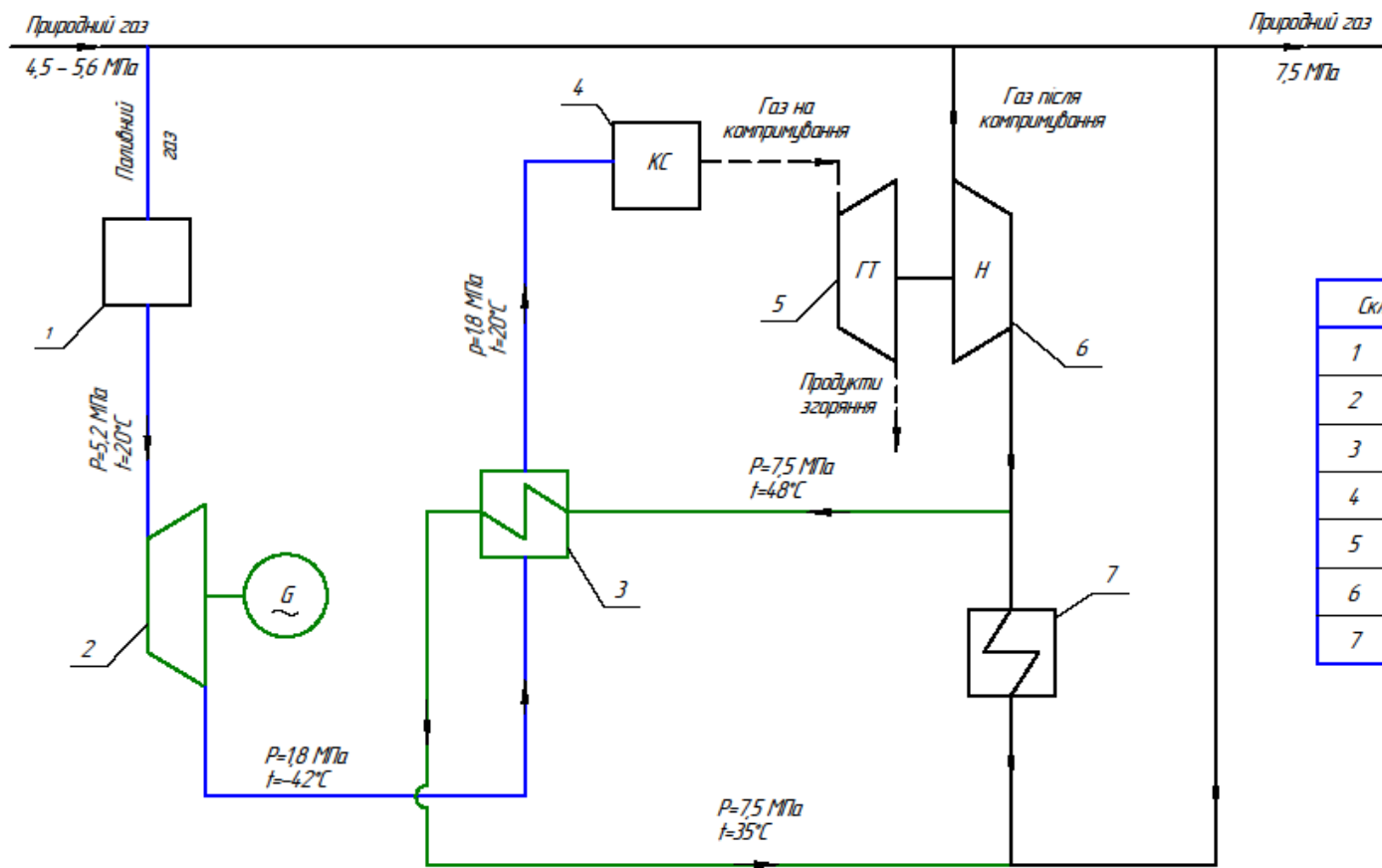


Блок подготовки питьевой по техническому заданию

ИЗ-12/ИР.004.00.000 К3	
Идентификационная система: наименование и размер участка (внутренний/внешний район)	
Безопасность: категория и дата ввода в эксплуатацию	
Эксплуатационная организация: ИРП Т 8	
Технологическая схема КС ВПУ ТТ-10м	

Составитель: [blank]
 Проверил: [blank]
 Дата: [blank]

Технологічна схема КС з ДГА (вироблення електроенергії та холоду)



1	Вузол очищення та осушення газу
2	Детандер-генераторний агрегат
3	Теплообмінний апарат
4	Камера згоряння ГТУ
5	Газова турбіна
6	Нагінач
7	Апарат повітряного охолодження

Спеціалізовано	
Відп. і дата	
Взам. инв. №	
Инв. № подл.	

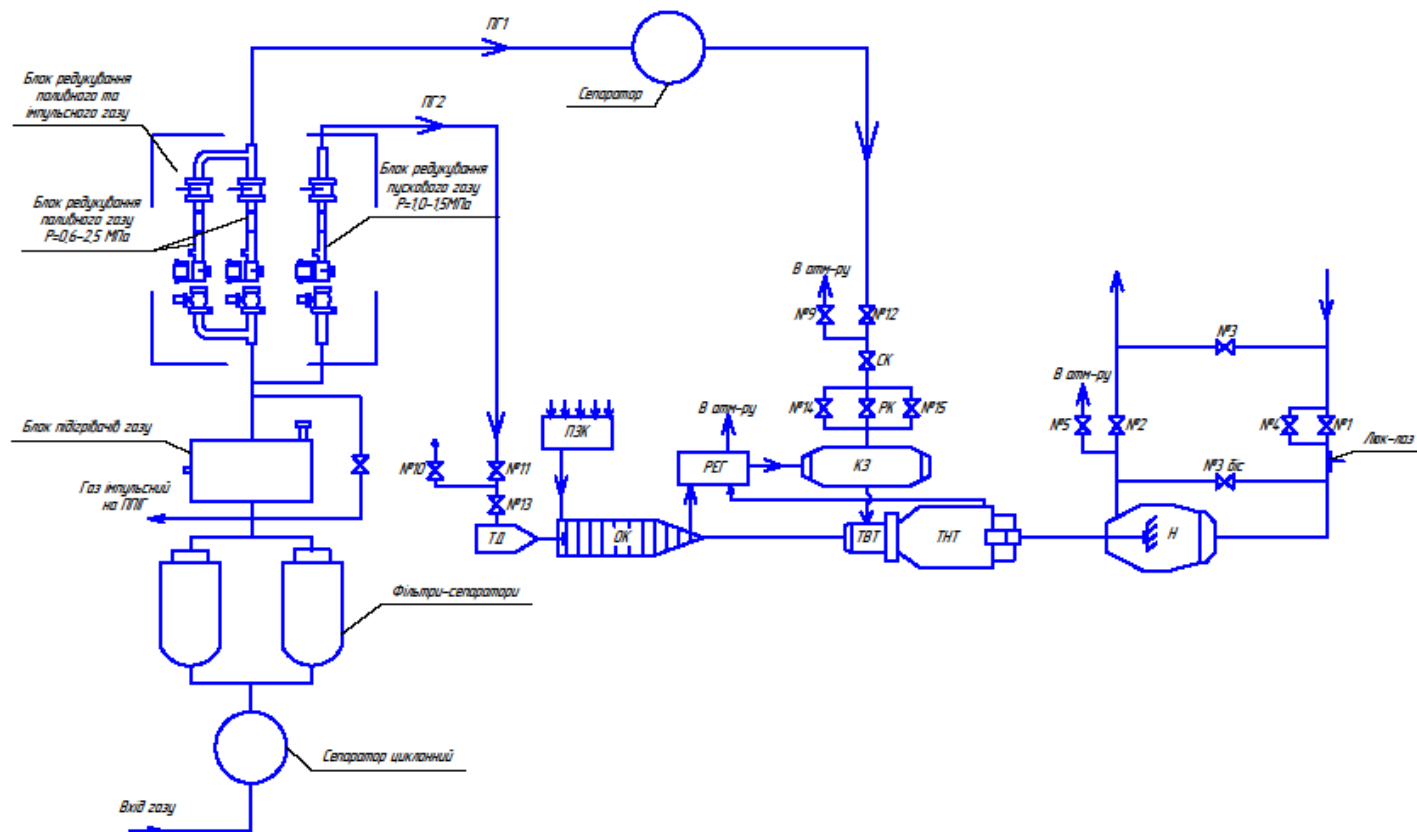
08-12.МКР.004.00.000 ХЗ					
Підвищення енергоефективності системи газопостачання за рахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів					
Изм.	Колуч.	Лист	М'як.	Подп.	Дата
Разроб.	Жара О.Б.				
Перев.	Кач. І.В.				
Енерготехнологічний комплекс на базі детандер-генераторного агрегату			Стадія	Лист	Листов
			МКР	2	8
Технологічна схема КС з ДГА (вироблення електроенергії та холоду)			ВНТУ, ТГ-16мі		
Н.контр.	Панкевич О.Д.				
Затв.	Сердюк В.Р.				

Принципова схема системи паливного та пускового газу

Крани в об'язі нагнітача	
№1	Встановлюється на вихідному трубопроводі і служить для прийому газу
№2	Встановлюється на вхідному трубопроводі і призначений для виходу газу
№3	Об'єднаний, застосовується тільки для непаднаєпринкинагнітачів і призначений для роботи в групі з 2 і 3 агрегатів
№3 бс	Об'єднаний кран і переставляється тільки в період пуску і зупинки ГПА. Час його роботи повинен бути мінімальним щоб не допустити перегріву контуру об'язки нагнітача
№4	Об'єднаний для крана №1 і призначений для запобігання контуру нагнітача перед пуском
№5	Об'єднаний розташований на нагнітачому трубопроводі крану №2 і призначений для продування відцентрового нагнітача перед пуском і скидання газу при будь-яких зупинках ГПА
№6	Кран лінії пускового контуру застосовується тільки для лавнонагнітних відцентрових нагнітачів і забезпечує роботу ГПА на кильце

Запірно-регульовна арматура	
№6а,20	кран-перемичка
№6ар	кран для запобігання роботи ГПА в аварійній зоні нагнітача
№6б	ручний кран
№7,11,12	вихідний кран
№8	вихідний кран
№9,10,18	об'єднаний кран
№13	вихідний кран регулювання
№14,15	об'єднаний кран
№19,21	аварійний кран

Складові схеми ПГ і пускового газу	
ПГ1	паливний газ
ПГ2	пусковий газ
ПЗК	лабтразабірна камера
ТД	турбодетандер
ОК	осьовий компресор
КЗ	камера згорання
ТВД	турбіна високого тиску
ТНТ	турбіна низького тиску
Н	нагнітач
РЕГ	регенератор
СК	стопорний клапан
РК	регулювальний клапан



Соголасовано

№№ № подає Подп. и дата

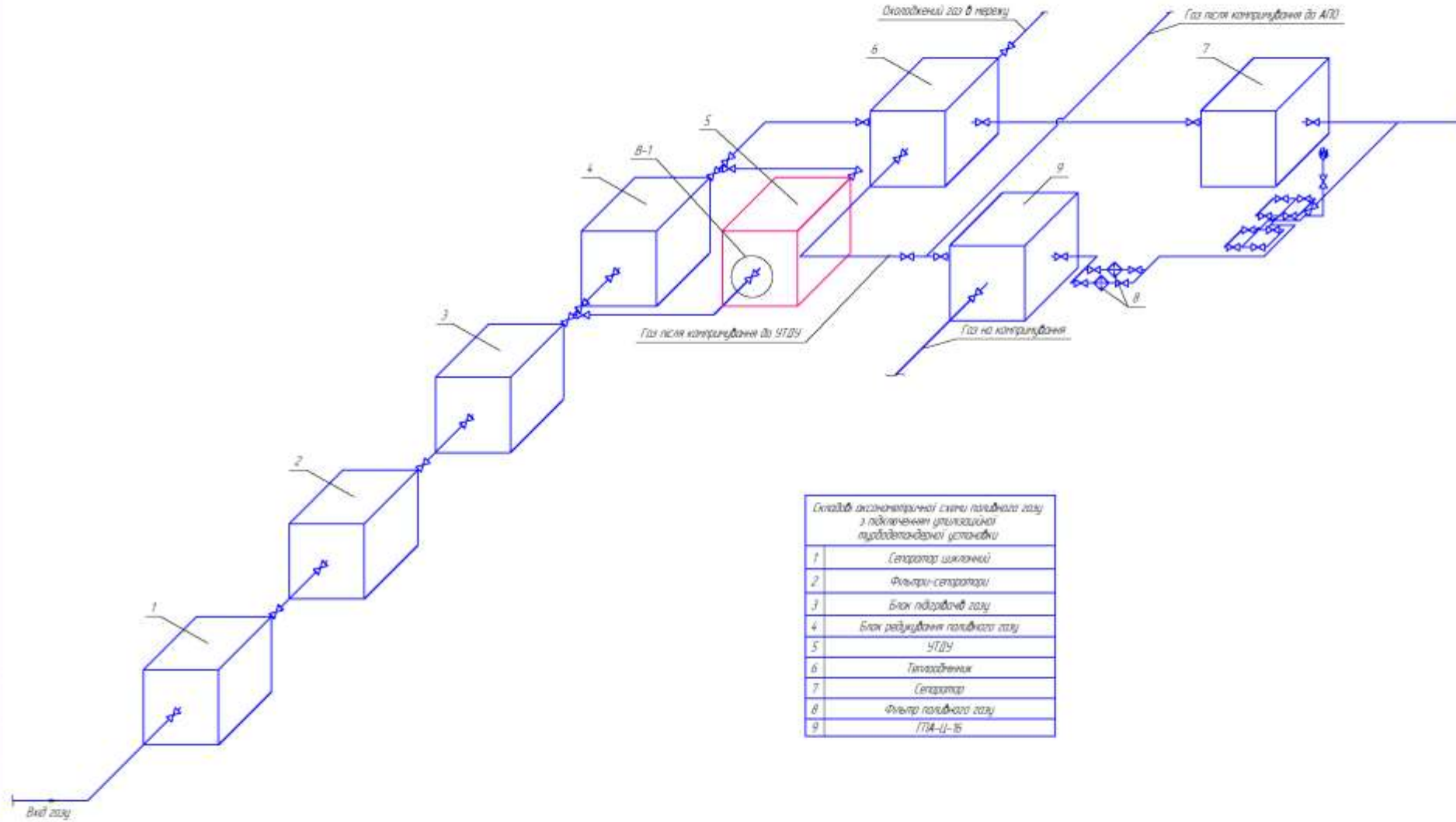
Взам. інф. №

Лист

Листів

				08-12.МКР.004.00.000 X3			
				Підвищення енергоефективності системи газопостачання за рахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів			
Изм.	Колуч.	Лист	№вж.	Подп.	Дата		
Разр.	Жара	0.5.					
Перед.	Коц	1.В.					
						Енерготехнологічний комплекс на базі детандер-генераторного агрегату	Стадія МКР
						Принципова схема системи паливного та пускового газу	Лист 3
						ВНТУ, ТГ-16мі	Листів 8
Н.контр.	Пажебін	О.Д.					
Затв.	Севідок	В.Р.					

Аксонетрична схема паливного газу 1:100



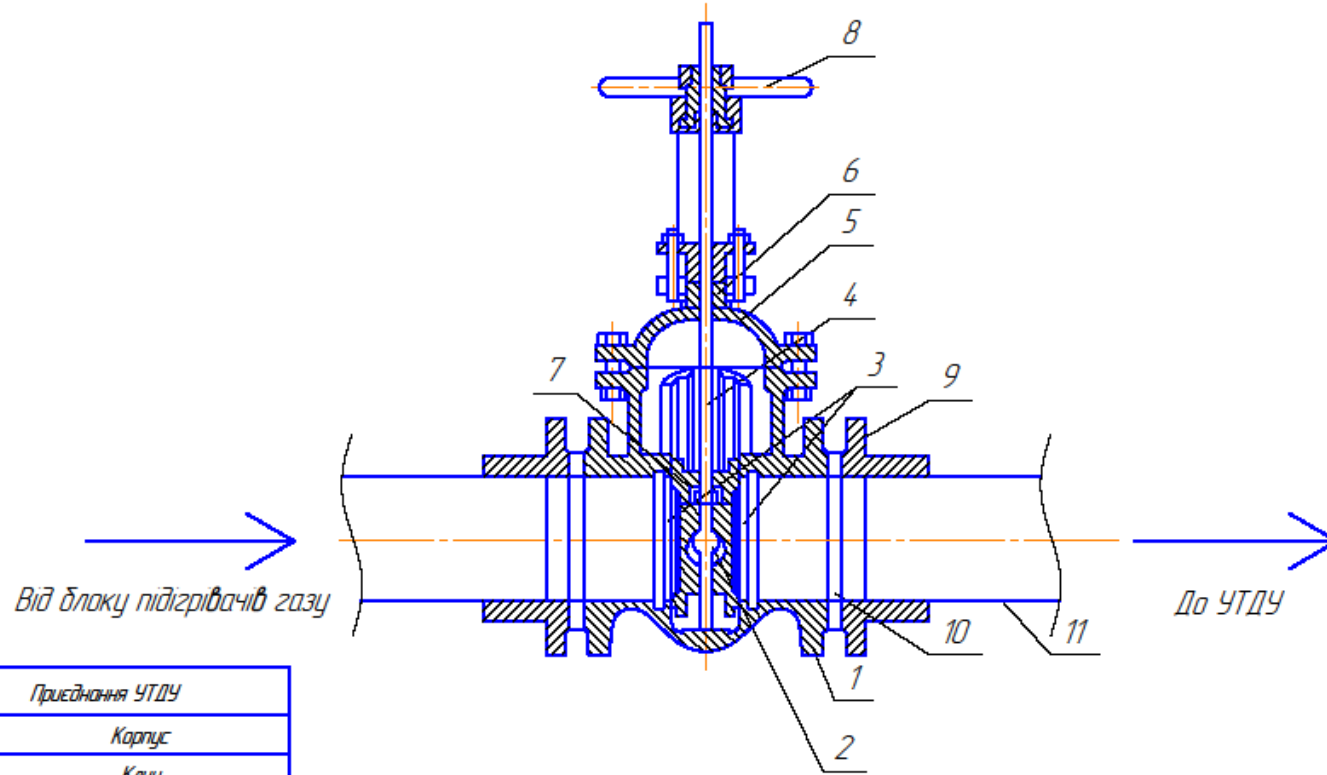
Склад аксонетричної схеми паливного газу з підключенням утилізаційної пуродотандарної установки

1	Сепаратор шкільний
2	Фільтри-сепаратори
3	Блок підвідчів газу
4	Блок редукційний паливного газу
5	УГДЗ
6	Терозагінчик
7	Сепаратор
8	Фільтр паливного газу
9	ГТЗ-Ц-15

1:100
 1:100
 1:100

				08-12.MKP.004.00.000.XB			
до	від	до	від	Відхилення нерівності системи доопрацювання на розрахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів			
08.01.2018	08.01.2018	08.01.2018	08.01.2018	Систематичний контроль на дані			
08.01.2018	08.01.2018	08.01.2018	08.01.2018	Діагностика системного контролю			
08.01.2018	08.01.2018	08.01.2018	08.01.2018	Аксіометрична схема газу з утилізаційною пуродотандарною установкою			
				МРП 4 8			
				ВНГЗ ТГ-15к			

Приєднання утилізаційної турбодетандерної установки В-1, М 1:8



Приєднання УТДУ	
1	Корпус
2	Клин
3	Диски
4	Шпindel
5	Кришка
6	Сальник
7	Втулка різьбоба
8	Маховик
9	Фланець
10	Ущільнення
11	Труба сталевба Ду 200 мм

						08-12.МКР.004.00.000		
						Підвищення енергоефективності системи газопостачання за рахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів		
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Енерготехнологічний комплекс на базі детандер-генераторного агрегату		
Розроб.	Жара О.Б.					Стадія	Лист	Листов
Перев.	Коч І.В.					МКР	5	8
Н.контр.	Пажевич О.Д.					Приєднання утилізаційної турбодетандерної установки		
Затв.	Сердюк В.Р.					ВНТУ, ТГ-16мі		

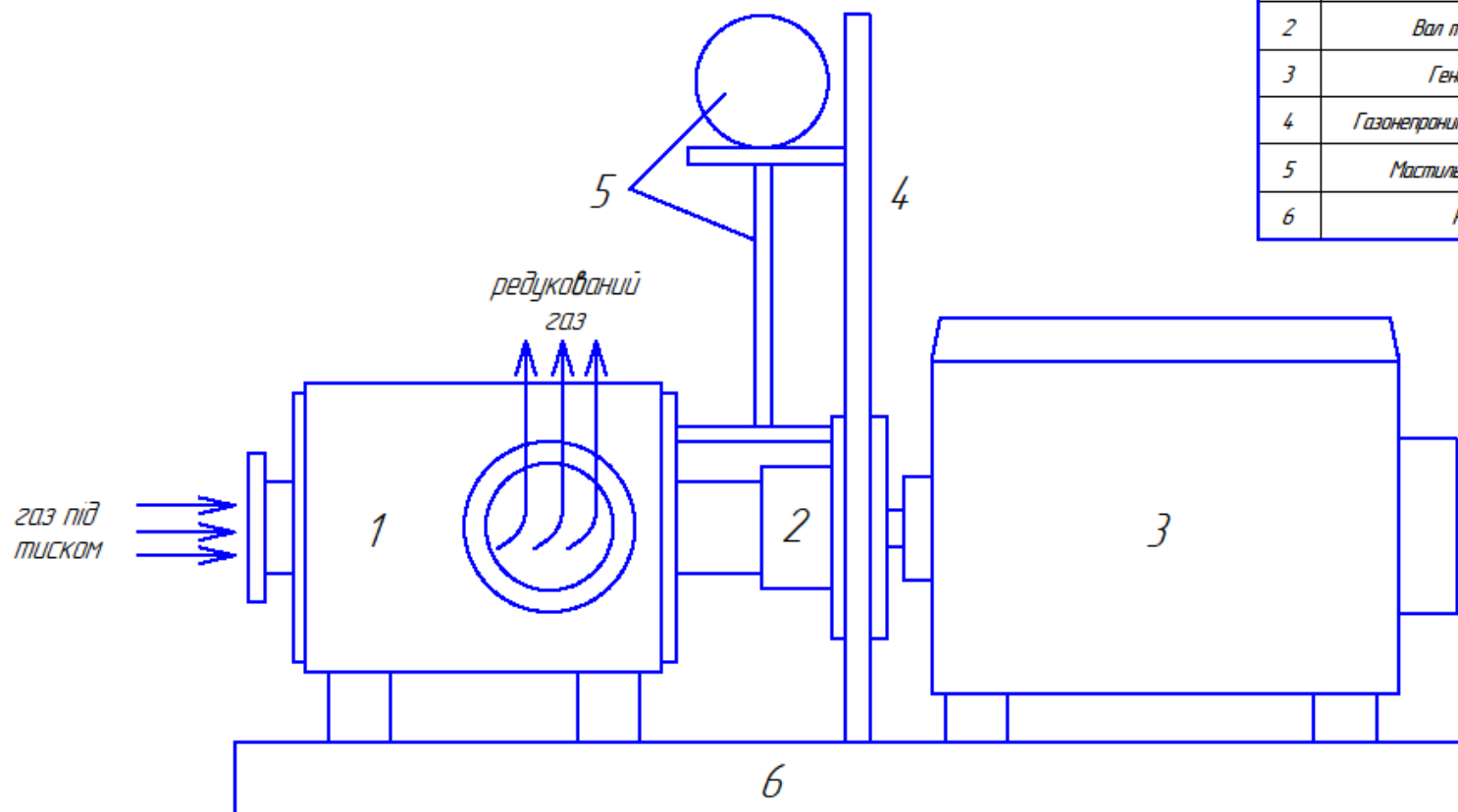
Соголобано

Взам. инв. №

Лист. и дата

Инв. № подл.

Схема турбодетандерної установки



Складові елементи утилізаційної турбодетандерної установки	
1	Детандер
2	Вал та муфта
3	Генератор
4	Газонепроникна перегородка
5	Масильна об'язка
6	Рама

- Технічні характеристики:
1. Потужність (N) – 489 кВт;
 2. Пропускна здатність (G) – 4,8 кг/с;
 3. Внутрішній відносний ККД детандера – 0,85;
 4. Електромеханічний ККД електрогенератора – 0,95.

08-12.МКР.004.00.000 X1					
Підвищення енергоефективності системи газопостачання за рахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.	Жара О.Б.				
Перев.	Кач І.В.				
Енерготехнологічний комплекс на базі детандер-генераторного агрегату					
		Стадія	Лист	Листов	
		МКР	6	8	
Схема турбодетандерної установки					
		ВНТУ, ТГ-16мі			
Н.контр.	Панкевич О.Д.				
Затв.	Сердюк В.Р.				

Свердловано

Взам. инв. №

Лист. и дата

Инв. № подл.

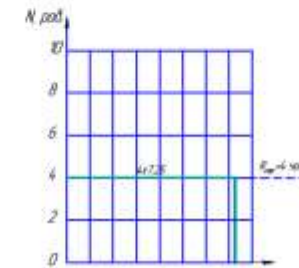
Календарний план монтажу системи утилізації вторинних енергетичних ресурсів

№ П/П	Назва роботи	Об'єм дни	Об'єм	Норми часу год/год	Грубі-ність	Склад бригади	К-сть осіб	Грубі-ність	Шифр РЕКН	2018								
										Квітень								
										1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Відкриття котловану на об'єкті	м	0,87	2	351	1 робітник 2 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	1	Е3-1-1	4	1							
2	Встановлення корпусу утилізації ВУ на об'єкті	м	1	354	643	1 робітник 5 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	2,25	Е3-2-1		4	0,25						
3	Встановлення корпусу утилізації ВУ на об'єкті	м	0,25	4049	238	1 робітник 5 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	0,5	Е3-3-2			4	0,5					
4	Встановлення ліній опускних каналів	м	8	241	241	1 робітник 2 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	0,25	Е3-23-1				4	0,25				
5	Встановлення корпусу утилізації ВУ	м	1	537	667	1 робітник 5 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	0,25	Е3-29-1					4	0,25			
6	Відкриття встановленої системи	м	0,25	188	643	1 робітник 5 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	0,25	Е3-29-7						4	0,25		
7	Гарячі роботи	м ²	0,16	8739	4,02	1 робітник 5 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	1	Е3-8-1							4	1	
8	Холодні роботи	м ²	0,16	8739	4,02	1 робітник 5 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	1	Е3-17-4								4	1
9	Відкриття котловану	м	0,25	3	609	1 робітник 5 днів, 2 робітники 4 днів, 1 робітник 2 днів	1	0,25	Е3-1-1								4	0,25

Техніко – економічні показники графіку руху робітників

№	Показник	Формула	Результат	Об'єднання
1	R_m	R_m	27,56	год/день
2	T_m	-	7,25	днів
3	R_m	-	4	год
4	R_m	V_m/T_m	4	год
5	T_m	-	0	днів
6	V_m	-	0	год/день
7	α	R_m/R_m	1	-
8	α	V_m/R_m	0	-
9	α	T_m/T_m	1	-

Графік руху робітників



Графік руху машин і механізмів

Машини типу ДІСІ АТ201А71/Р30	1					4,25
Баш Ташчань КС-3570-1		2,25				
Лис. ліфтовий ВР5 Рсб			0,5			
Зварювальні апарати СР-400 СР			1,25			
Конкрет 07-78				3		
Фабричні машини 07-78					3	

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі виконано аналітичний огляд систем утилізації вторинних енергетичних ресурсів в системі газопостачання, здійснено техніко-економічне обґрунтування створення енерготехнологічного комплексу на базі детандер-генераторного агрегату на КС. Основні показники розрахунку: капітальні затрати на влаштування системи утилізації вторинних енергетичних ресурсів на компресорній станції - 3864 тис. грн., собівартість електроенергії виробленої в УТДУ - 0,71грн/кВт*год, NPV-5885,9 тис. грн., IRR - 53,43%, PI - 1,52, дисконтований термін окупності - 2 роки і 8 місяців.

В теоретичному обґрунтуванні наведено методику розрахунку потенціалів вторинних енергетичних ресурсів надлишкового тиску. За цією методикою проведено розрахунок в якому отримано наступні результати: енергетичний потенціал енергоносія - 126179,6 (Дж/кг), питомий загальний вихід вторинних енергетичних ресурсів надлишкового тиску - 489, 1 (кВт), загальний об'єм виходу вторинних енергетичних ресурсів 1645,16 (тис. кВт*год). Відповідно до проведеного розрахунку до встановлення на компресорній станції прийнято УТДУ потужністю 489 кВт. Описано принцип роботи комплексної схеми використання вторинних енергетичних ресурсів на компресорній станції, а також розраховано схему комплексу із застосуванням детандер-генераторного агрегату. Здійснено оцінку надійності системи компресорної станції та побудовано дерево логічного висновку.

В організаційно - технологічному забезпеченні реалізації проектних рішень розроблено технологію заготівельних та монтажних робіт системи утилізації вторинних енергетичних ресурсів. В результаті розробки проекту комплексної схеми використання вторинних енергетичних ресурсів на компресорній станції визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи , потребу в допоміжних матеріалах (загальна маса складає 9,357 т.), визначено склад та об'єм робіт, обрано метод виконання робіт (послідовний), підібрані необхідні машини і механізми для виконання монтажних робіт, визначено трудомісткість монтажних робіт, яка складає 27,56 люд*год., на її основі складено календарний графік виконання робіт, загальної тривалості робіт, яка складає 7,25 днів. Підібрано кількість та число бригад. Також розглянуті питання з енергозбереження та охорони довкілля і охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В четвертому розділі складено локальний кошторис для монтажу енерготехнологічного комплексу на базі детандер-генераторного агрегату. Основні техніко-економічні показники: кошторисна вартість –3569,863 тис. грн, загальна тривалість будівництва - 7,25 днів, термін окупності - 2 роки та 8 місяців.

Дякую за увагу!