

Міністерство освіти і науки України  
Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу

## *КУРСОВИЙ ПРОЕКТ*

*на тему: “Розробка енергозберігаючих технологій  
зберігання нафти в резервуарному парку”*

Виконав:  
студент групи НІПм-18-1  
Марчук Р.І.

Керівник:  
Доцент Лісафін В.П.

# МЕТА ПРОЕКТУ:

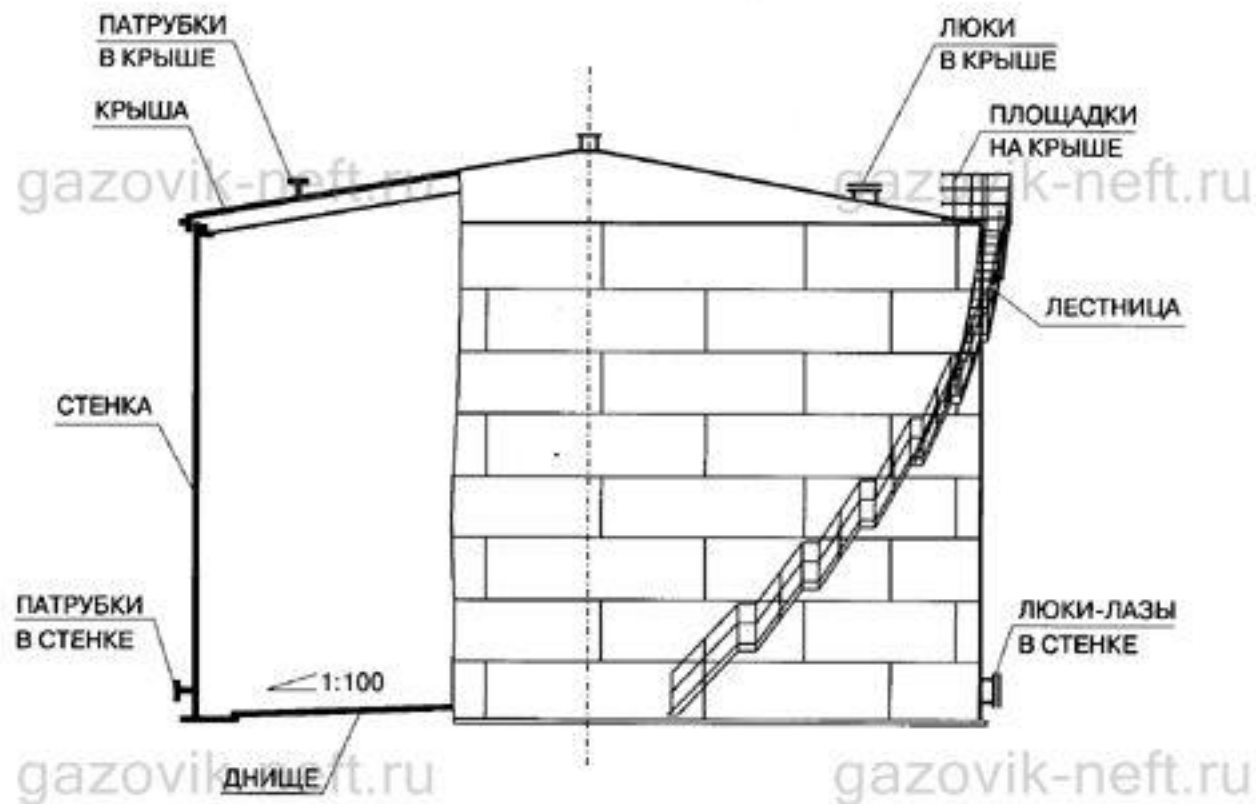
- 1. Дослідити втрати нафти при “малих” та “великих” диханнях;**
- 2. Виявити фактори які впливають на втрати від випаровування;**
- 3. Розробити енергозберігаючі технології та методи за для скорочення втрат від випаровування нафти в резервуарних парках.**

# Вихідні дані до курсового проекту

- місце встановлення резервуара – м.Дрогобич;
- температура початку кипіння нафти становить 65 °С;
- тип резервуарів – РВС-5000;
- кількість резервуарів – 4;
- продуктивність закачування (відкачування) нафти – 360 м<sup>3</sup>/год;

# РВС-5000

- Номінальний об'єм резервуара – 5000 м<sup>3</sup>
- Геометрична місткість резервуара – 4866 м<sup>3</sup>
- Діаметр резервуара – 22,8 м



Втрати нафти та нафтопродуктів супроводжуються зменшенням початкової кількості нафти і одержаних з неї нафтопродуктів. Крім того, погіршуються фізико-хімічні властивості нафтопродуктів і відбувається забруднення навколишнього середовища.

Втрати від одного “малого” дихання за формулою В.І. Чернікіна

$$M_{\text{м.д.}} = V_{\text{зн}} \cdot \left[ \frac{(1-c_1) \cdot P_1}{T_1} - \frac{(1-c_2) \cdot P_2}{T_2} \right] \cdot \frac{c}{1-c} \cdot \frac{\mu_{\text{н}}}{R_*},$$

де  $V_{\text{зн}}$  - об'єм газового простору резервуара;

$T_1$  і  $T_2$  - мінімальна і максимальна температури газового простору;

$P_1$  і  $P_2$  - абсолютний тиск у газовому просторі резервуара під час вдиху і видиху відповідно;

$c_1$ ,  $c_2$  і  $c$  - мінімальна, максимальна і середня концентрація парів нафтопродукту у газовому просторі;

$\mu_{\text{н}}$  - молярна маса парів нафти;

$R_*$  - універсальна газова стала,  $R_* = 8314 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ .

В курсовому проекті ми рахували втрати від одного “малого” дихання за формулою:

$$M_{\text{м.д.}} = \Delta V \cdot \sigma_{\text{м.}}$$

де:

Об’єм газоповітряної суміші, що виходить в атмосферу визначаємо за наступною формулою

$$\Delta V = V_{\text{ГП}} \cdot \ln \left( \frac{P_{\text{бар}} - P_{\text{с}} - P_{\text{min}}}{P_{\text{бар}} + P_{\text{н}} - P_{\text{max}}} \cdot \frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{min}}} \right)$$

Середній масовий вміст нафтових парів у газоповітряній суміші

$$\sigma_{\text{м.}} = \frac{P_{\text{max}} + P_{\text{min}}}{R \cdot (T_{\text{ГП min}} + T_{\text{ГП max}})}$$

Втрата від одного «малого» дихання в курсовому проекті становить

$$M_{\text{м.д.}} = 58,8 \cdot 0,28 = 16,5 \text{ кг.}$$

# Втрати від “великих” дихань

Константинов М. М. одержав формулу для знаходження втрат від одного “великого” дихання з урахуванням приросту концентрації парів нафтопродукту під час заповнення і простоювання резервуара

$$G_{в.д} = \left[ V_n - V_{2Г_{сер}} \left( \frac{P_{2Г} - P_{1Г}}{P_{2Г} - P_p} \right) \right] \frac{P_p}{P_{2Г}} \rho_n,$$

де  $V_n$  – об’єм газоповітряної суміші, що виходить при одноразовому заповненні резервуара;

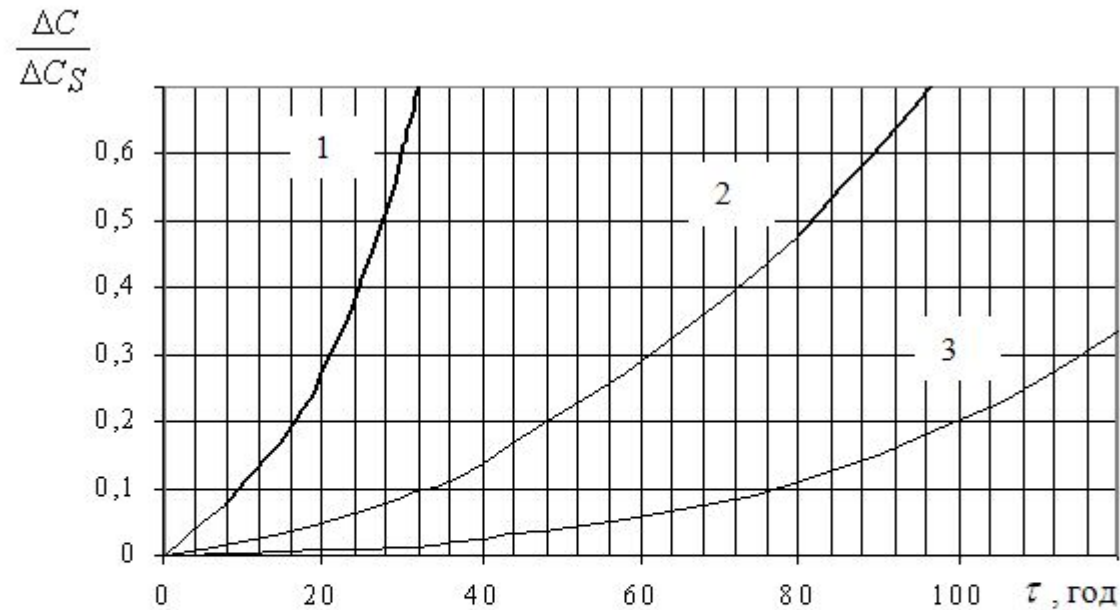
$V_{2Г_{сер}}$  – об’єм газового простору резервуара перед заповненням;

$P_{2Г}$  – абсолютний тиск у газовому просторі в кінці заповнення резервуара;

$P_{1Г}$  – абсолютний тиск у газовому просторі до закачування;

$P_p$  – середній розрахунковий тиск парів нафтопродукту.

Збільшення відносної концентрації нафтових парів під час простоювання і закачування знаходимо за допомогою рисунка 4.1



*1-сонячно; 2 – з проясненнями; 3 - похмуро*

Рисунок 4.1 – Залежність приросту концентрації від часу простоювання резервуара та погодних умов

Звідси  $\frac{\Delta C}{C_s} = 1.$



Середня відносна концентрація парів визначається за формулою

$$\frac{C_{cp}}{C_S} = \frac{V_{1Г}}{V_{2Г}} + \frac{\Delta C_B}{C_S} + \frac{\Delta C}{C_S}$$

В розрахунках  $\frac{C_{cp}}{C_S} = 1,461$ . *Так як середня відносна концентрація парів не може бути більша за одиницю, то приймаємо її рівною 1.*

Втрати нафти від великих дихань для липня місяця (17.4 °С) становить 1502 кг.

# Програма розрахунку втрат від випаровування при “великих” диханнях

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Тип резервуара					РВС-	5000										
Погодні умови				A	сонячно											
Діаметр резервуара				D	22,8											
Висота циліндр.частини				H	11,92											
Висота конуса покрівлі				hц	0,5											
Надл.тиск спрацювання дих.клапана				Pн	2000											
Вакуум спрацювання мех.клапана				Pв	250											
Атмосферний тиск				Pатм	100000											
Температура початку кипіння нафти				tпк	65											
Рівень наливу нафти перед початком випорожнення				H <sub>0</sub>	10,13											
Рівень наливу нафти після припинення відкачування				H <sub>1</sub>	1											
Рівень нафти при наступному заповненні				H <sub>2</sub>	10,13											
Густина нафти				ρ	870											
Продуктивність заповнення резервуара				Q	360											
Пора дня початку закачування				B	Вдень											
Час простоювання резервуара перед заповненням				τ	100											
Температура нафти в процесі закачування				T												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					-5	-4,2	0,3	6,7	12,7	15,2	17,4	16,5	13	7,7	2,4	-2,6

Вихідні дані

# Програма розрахунку втрат від випаровування при “великих” диханнях

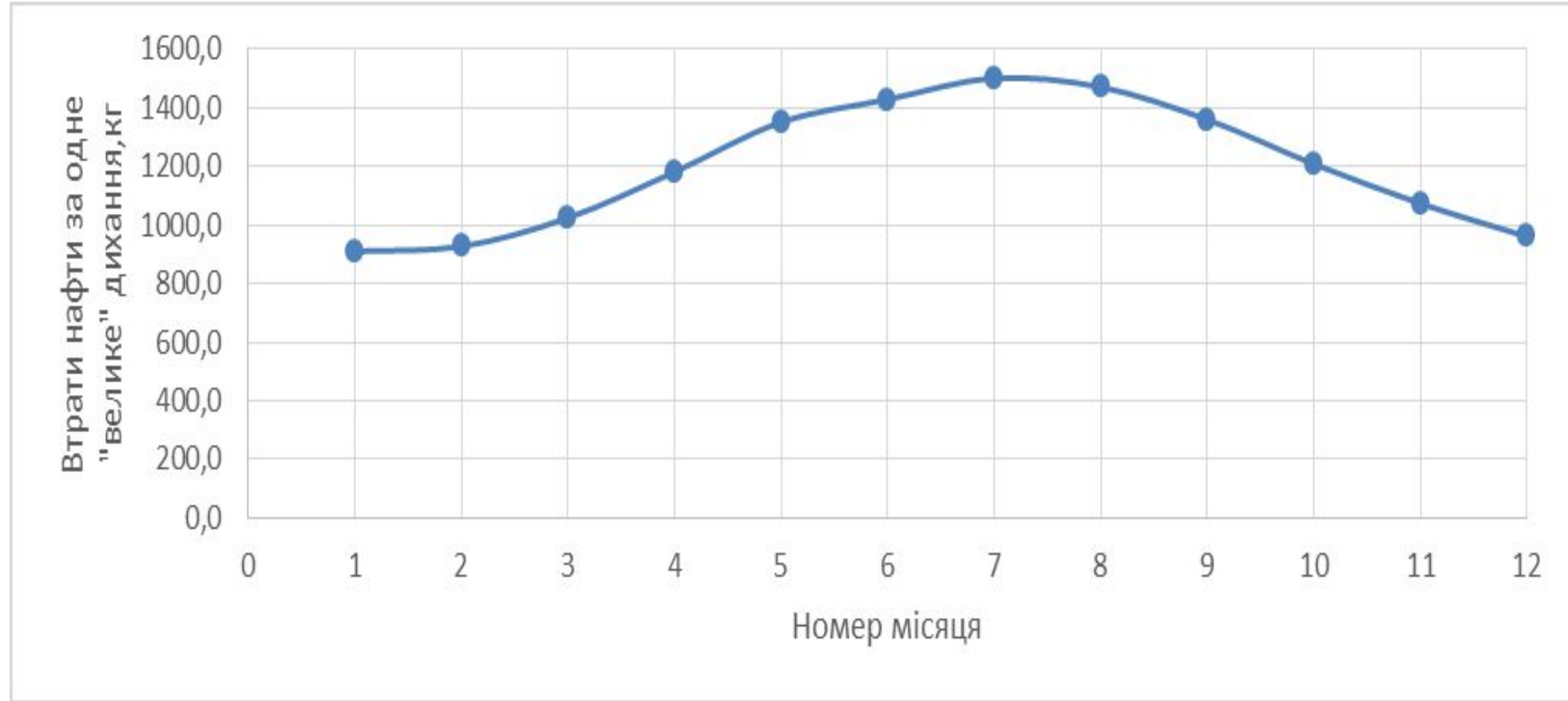
Результати обчислень													
1	$V_{геом}$	4866,0											
2	$q_1$	83,371											
3	$Q_3$	443,37											
4	$q_3$	513,054											
5	$Q_в$	873,05											
6	НКДМ- $d$ $n$	200 0,2 1											
7	$V_{1г}$	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0	1003,0
8	$V_{2г}$	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6	4730,6
9	$V_n$	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6	3727,6
10	$P_{2г}$	102000	102000	102000	102000	102000	102000	102000	102000	102000	102000	102000	102000
11	$P_{1г}$	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
12	$P_s$	9174	9367	10529	12435	14535	15511	16424	16044	14649	12763	11120	9764
13	$\mu$	61,050	61,050	61,050	61,050	61,050	61,050	61,050	61,050	61,050	61,050	61,050	61,050
14	$\rho_n$	2,793	2,785	2,739	2,676	2,620	2,597	2,578	2,586	2,617	2,667	2,718	2,768
15	$w$	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183
16	$\tau_в$	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354
17	$\Delta C_в / (C_s \cdot \tau_в)$	0,0240	з рисунка 4.2										
18	$\Delta C_в / C_s$	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485	0,2485
19	$\tau_3$	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354	10,354
20	$\tau$	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,4	110,354
21	$\Delta C / C_s$	1	з рисунка 4.1										
22	$C_{сер} / C_s$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23	$P_p$	9173,7	9366,5	10529,1	12435,4	14534,8	15510,9	16424,0	16044,2	14648,6	12762,9	11120,0	9764,4
24	$G_{вд}$	910,8	927,1	1024,7	1181,8	1351,4	1429,2	1501,4	1471,4	1360,5	1208,5	1073,8	960,7

# **Фактори, що впливають на величину втрат нафти від «великих» дихань**

Розглянемо декілька чинників та визначимо залежності кількості втрат при їх зміні. Отож, були обрані такі фактори:

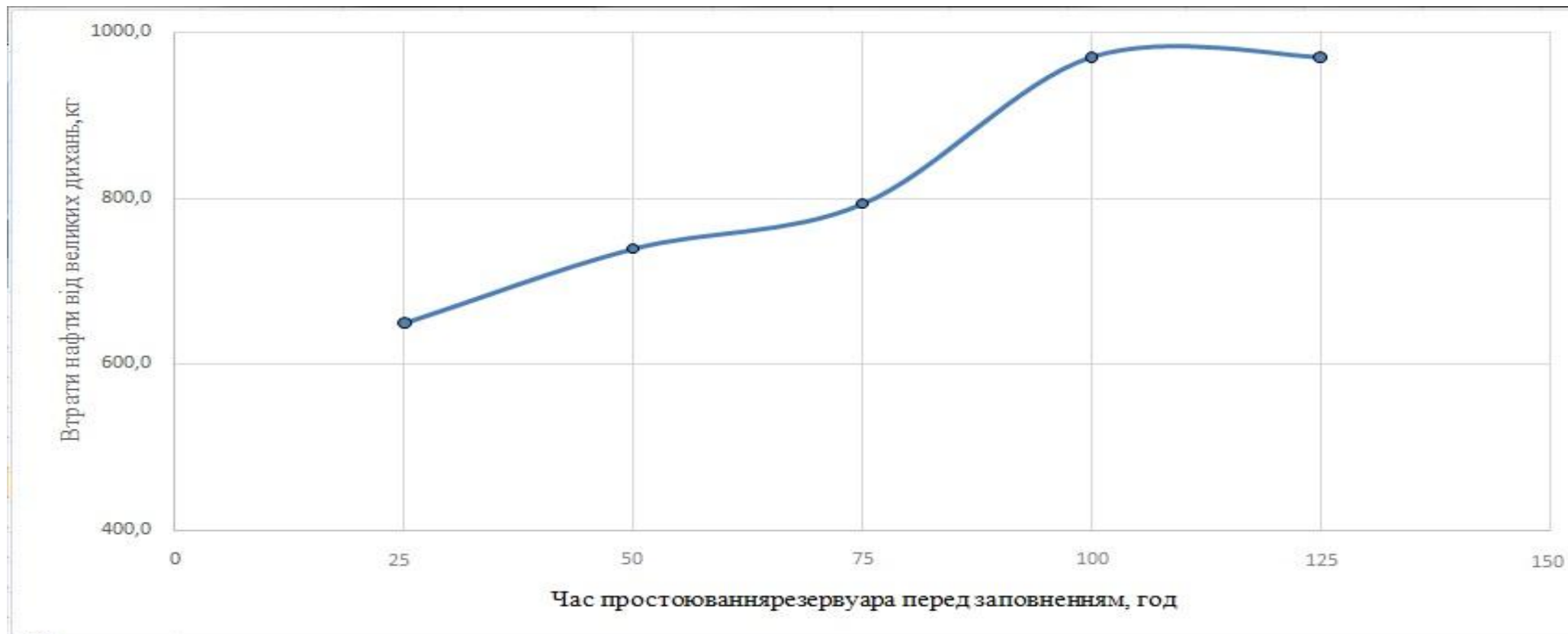
- **середньомісячні температури навколишнього середовища;**
- **часу простоювання резервуара між операціями з його випорожнення та заповнення;**
- **коефіцієнта заповнення резервуара при його наступному наповненні.**

## Графік залежності втрат від одного «великого» дихання відносно середньомісячної температури навколишнього середовища



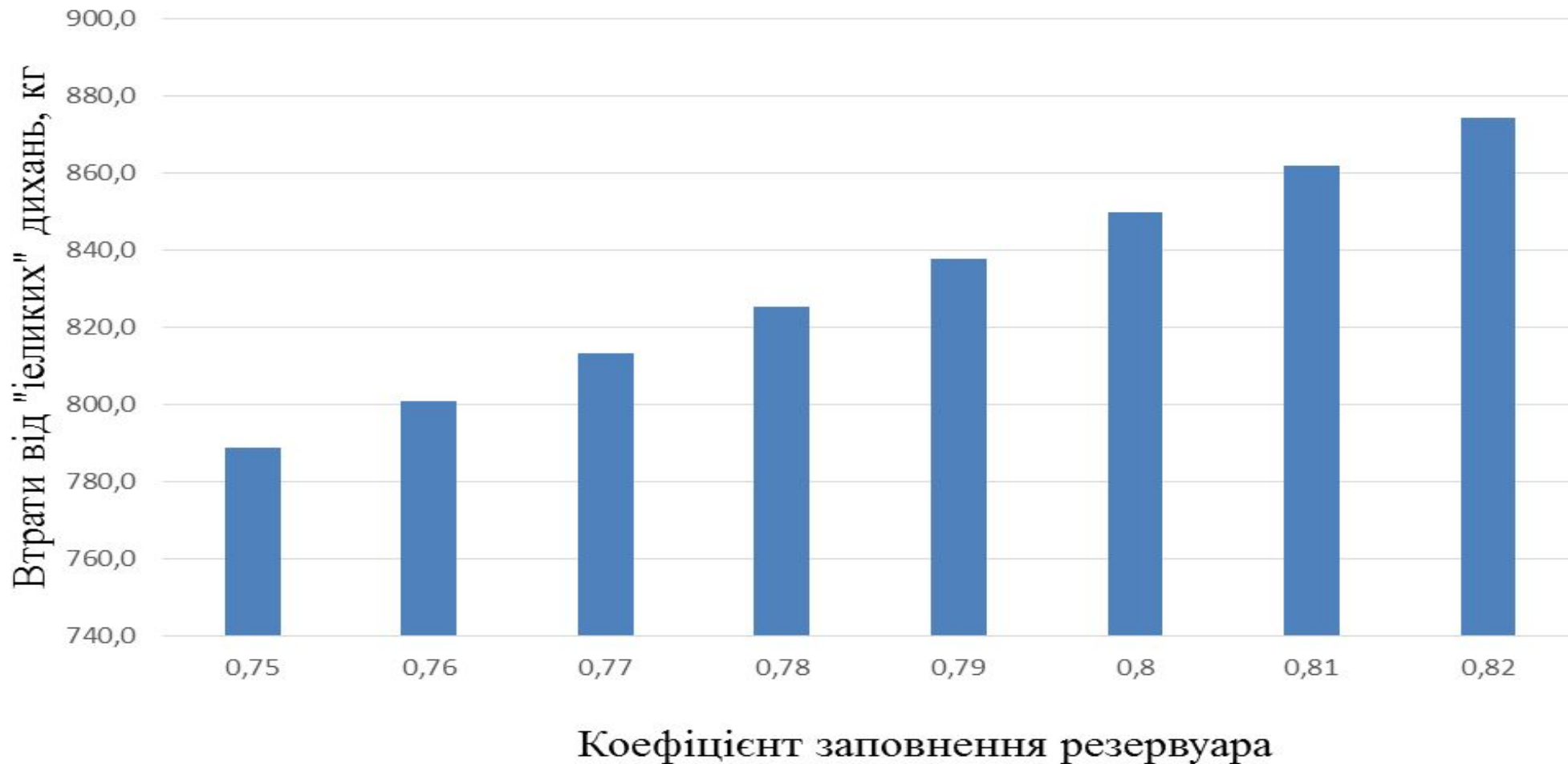
Можна зробити висновок, що температура навколишнього середовища суттєво впливає на кількість втрат від «великих» дихань, для даного курсового проекту більше всього втрат буде в липні місяці.

## Графік залежності втрат за одне «велике» дихання відносно часу простоювання резервуара між операціями з його випорожнення та заповнення



З рисунка видно, що чим більший час простоювання резервуара перед заповненням, тим більші втрати від «великих» дихань.

## Гістограма залежності втрат за одне «велике» дихання від коефіцієнта заповнення резервуара при його наступному наповненні



З рисунка , видно, що чим більший коефіцієнт заповнення резервуара, тим більші втрати від великих дихань.

# Методи скорочення втрат від випаровування

В даний час в якості засобів, що зменшують втрати нафти від випаровування і відповідно забруднення навколишнього середовища застосовують:

- покриття, плаваючі на поверхні нафти;
- системи уловлювання легких фракцій;
- водяне зрошення резервуарів;
- фарбування резервуарів;
- організаційно – технічні заходи.

## Перевірка на працездатність газової обв'язки резервуарного парку, де зберігається нафта

Одним із заходів скорочення втрат нафтопродуктів від випаровування є газова обв'язка резервуарів . Ефективність газозрівнювальних систем (ГО) залежить від збігання в часі операцій закачування і відкачування нафтопродуктів.

ГО містить у собі газові простори резервуарів, індивідуальні газопроводи (газоходи) від них (відводи) до спільного для двох або більше резервуарів газопроводу (колектора) і обладнання газопроводів (вогневі запобіжники, компенсатори, засуви, дренажні ємкості, пристрої заземлення).



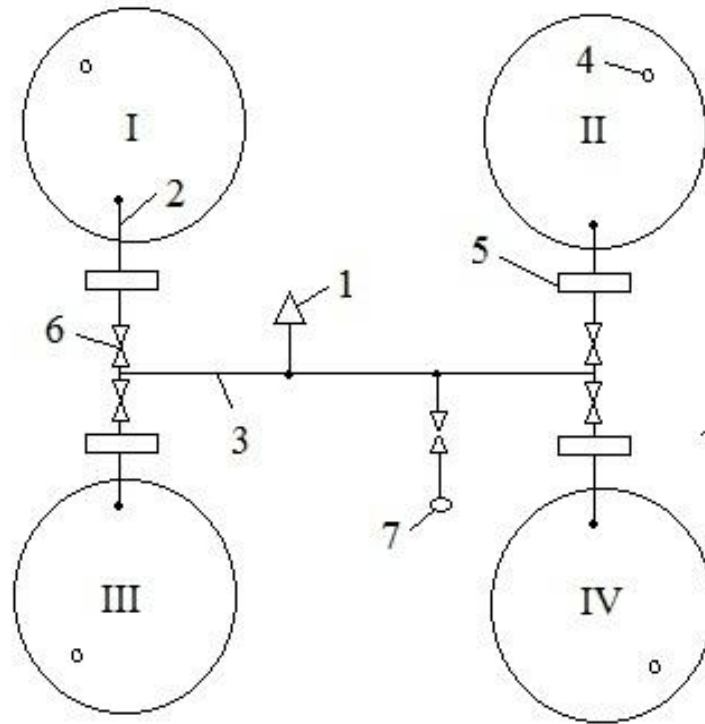


Рисунок 6.4 - Схема резервуарного парку згідно завдання КП

*1 – механічний дихальний клапан; 2 – відвід; 3 – колектор;  
 4 – запобіжний клапан; 5 – вогневий запобіжник;  
 6 – засув (заслінка); 7 – дренажна ємність*

Загальні втрати тиску в газовій обв'язці

$$\Delta P = \Delta P_{\epsilon_L} + \Delta P_{\epsilon_{MO}} + \Delta P_{\chi_L} + \Delta P_{\chi_{Mc}}$$

$$\Delta P = 636,3 \text{ Па}$$

Запас тиску, що може бути використаний у випадку перетікання газоповітряної суміші з резервуара в резервуар, дорівнює

$$\Delta P_{\text{н}} = 2000 + 250 = 2250 \text{ Па.}$$

Отже, при розрахунку загальні втрати тиску в ГО менші від запасу тиску, що може бути використаний у випадку перетікання газоповітряної суміші, то система за даних умов працездатна.

# Висновки

- **Важливим є, що на сьогоднішній день створено чимало різноманітних методик визначення втрат нафти від випаровування, та все ж вони не можуть дати ідеально точних значень. Попри те, досить значних результатів досягли роботи видатних вчених В.І.Чернікіна та М.М.Константинова.**
- **В результаті проведеного аналізу можна зробити висновки, що величини втрати нафти від випаровування мають тенденцію до росту зі збільшенням температури повітря та часу простоювання резервуарів.**
- **На сьогодні існує безліч проектів систем щодо зменшення втрат нафти і нафтопродуктів від випаровування. Усі вони мають ряд своїх переваг та недоліків. В Україні набув популярності метод використання газових обв'язок, головним плюсом якого є досить висока ефективність, що коливається в районі 95%.**