

Міністерство освіти і науки України  
Східноукраїнський національний університет  
імені Володимира Даля

Кафедра "Хімічної інженерії та екології"

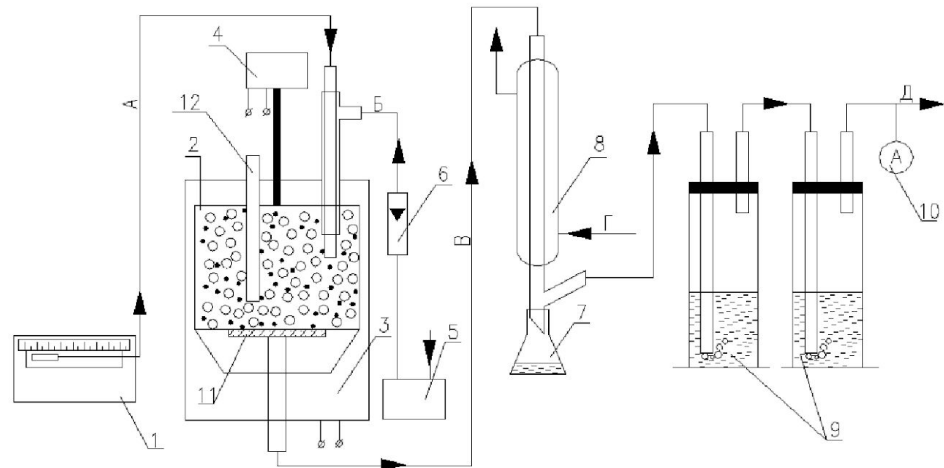
кваліфікаційна магістерська робота на тему:

Удосконалення процесів знешкодження рідких відходів  
виробництв оцтової кислоти потужністю 150 тис. т/рік

Здобувач вищої освіти гр. ПЕО – 17адм  
Керівник к.т.н., доц.

Чеботов Є.С.  
Зубцов Є.І.

2019 р.



РМ-45.02.ДД

Принципова схема лабораторної установки процесу каталітичного окиснення відходів виробництва оцтової кислоти за технологією аерозольного каталізу: 1 – шприцевий дозатор відходів; 2 – реактор; 3 – піч; 4 – магнітний пристрій; 5 – компресор; 6 – ротаметр; 7 – приймач конденсату; 8 – водяний холодильник; 9 – склянки Дрекселя; 10 – точка відбору газових проб; 11 – фільтр; 12 – кипення для термопар. А – відходи; Б – повітря; В – продукти реакції; Г – вода; Д – в атмосферу.

Окиснення відходів при відсутності каталізатора в реакційному обсязі (витрата відходів 0,1 мол/хв, частота коливань 6 Гц, амплітуда 8 мм, реакційний обсяг 42 см<sup>3</sup>, обсяг інерту 20 см<sup>3</sup>)

№досл.	№оп.	G <sub>вход</sub> , л/год	α	t, °C	τ, сек	Склад газової фази			G <sub>CO2</sub> , г/год	X <sub>CO2</sub> , %	W <sub>по CO2</sub> , кг/м <sup>3</sup> реак. об. * год
						O <sub>2</sub> , % об.	CO, ppm	CO <sub>2</sub> , % об.			
1	1	30	1,0	400	1,4	0,8	5669	17,4	10,3	97,9	244,1
	2	48	1,6		0,9	8,5	4260	11,0	10,4	93,1	236,9
	3	71	2,3		0,6	14,0	2514	6,5	9,1	86,6	215,8
	4	95	3,1		0,5	16,6	2002	4,0	7,5	71,3	177,7
	5	120	3,9		0,4	18,0	1791	2,9	7,3	69,8	174,0
2	6	48	1,6	550	0,7	9,9	12300	10,5	9,9	94,6	235,7
	7	71	2,3		0,5	13,0	7800	6,8	9,5	90,6	225,8
	8	95	3,1		0,4	15,8	6332	4,6	8,6	82,0	204,4
	9	120	3,9		0,3	16,5	3630	3,3	7,8	74,3	185,2
3	10	71	2,3	600	0,5	15,3	8641	5,2	7,3	69,3	172,7
	11	95	3,1		0,4	16,4	6793	4,0	7,5	71,3	177,7
	12	120	3,9		0,3	17,3	4722	3,4	8,0	76,6	190,8

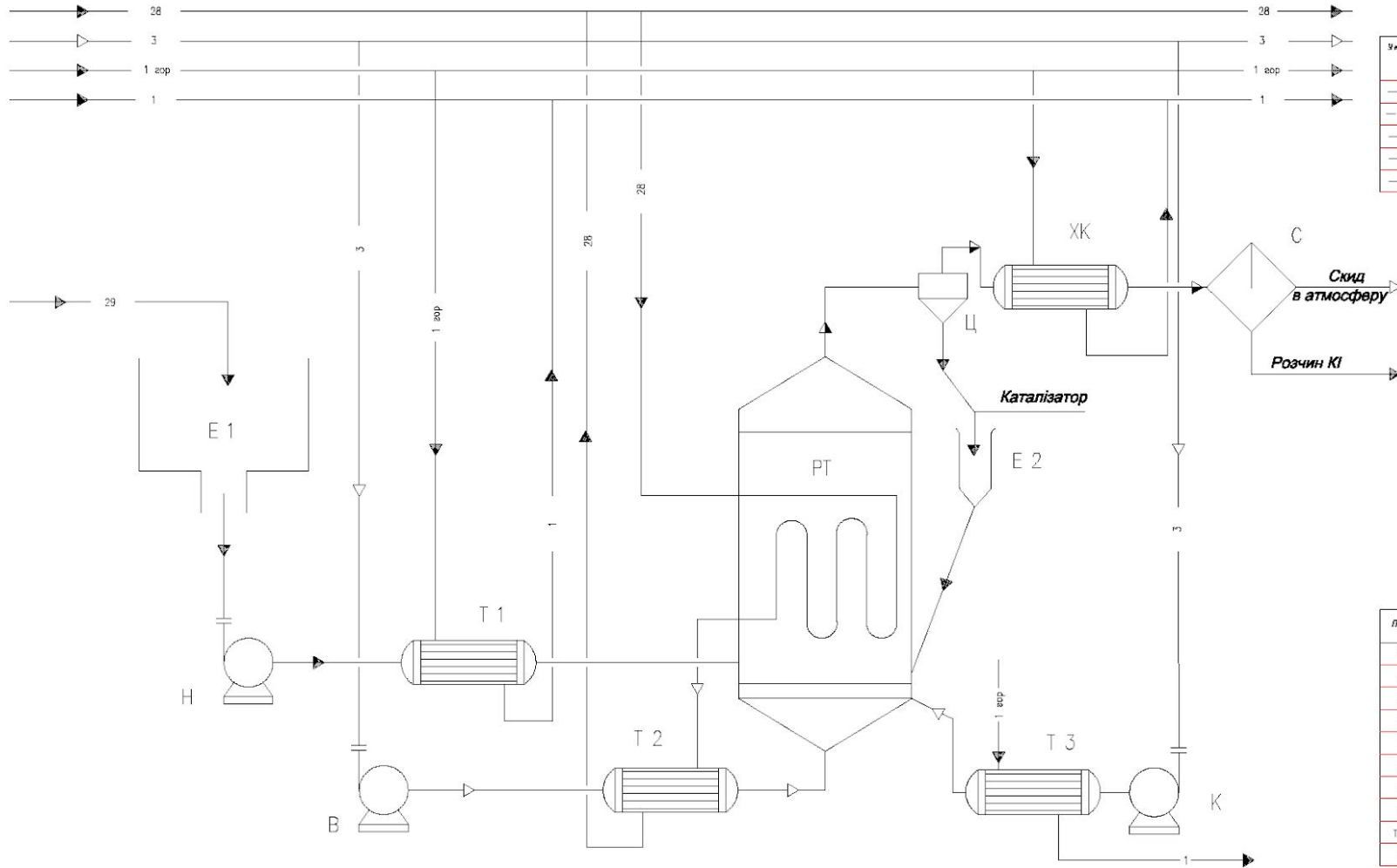
Експериментальні дані окиснення відходів з мінімальною кількістю каталізатора в реакційному обсязі (витрата відходів 0,1 мол/хв, повітря 95 л/год, частота коливань 6 Гц, амплітуда 8 мм, реакційний обсяг 42 см<sup>3</sup>, обсяг інерту 20 см<sup>3</sup>,  $\alpha = 3,09$ , при  $t = 500^{\circ}\text{C}$ , час контакту  $\tau = 0,39$  сек, при  $t = 450^{\circ}\text{C}$  -  $\tau = 0,42$  сек, при  $t = 400^{\circ}\text{C}$  -  $\tau = 0,45$  с)

№доп. №оп.	t, °C	Склад газової фази		G <sub>CO2</sub> , г/год	X <sub>CO2</sub> , %	W <sub>но CO2</sub> , кг/м <sup>3</sup> <sub>реак. об.</sub> ·ГОД	
		CO, ppm	CO <sub>2</sub> , % об.				
1	500	1	2795	4,2	7,8	74,9	186,6
		2	3561	4,5	8,4	80,2	199,9
		3	3436	4,2	7,8	74,9	186,6
		4	2827	4,4	8,2	78,4	195,5
2	450	5	4115	5,0	9,3	89,1	222,2
		6	3602	4,8	8,9	85,5	213,3
		7	4276	4,9	9,1	87,3	217,7
		8	4296	5,0	9,3	89,1	222,2
3	400	9	3657	5,1	9,5	90,9	226,6
		10	3140	5,0	9,3	89,1	222,2
		11	4051	5,2	9,7	92,6	231,1

Експериментальні дані окиснення відходів з каталізатором нанесеним на інерт і в реакційному об'ємі (витрата відходів 0,1 мол/хв, повітря 95 л/год, частота коливань 6 Гц, амплітуда 8 мм, реакційний обсяг 42 см<sup>3</sup>, обсяг інерту 20 см<sup>3</sup>,  $\alpha = 3,09$ ,  $t = 500^{\circ}\text{C}$ , час контакту  $\tau = 0,39$  с)

№с.	№ оп.	m <sub>кат</sub> , г	CO <sub>2</sub> , % об.	G <sub>CO2</sub> , г/год	X <sub>CO2</sub> , %	W <sub>но CO2</sub> , кг/м <sup>3</sup> <sub>реак. об.</sub> ·ГОД
1	1	0,3	3,6	6,7	64,2	160,0
	2		3,8	7,1	67,7	168,8
	3		4,2	7,8	74,9	186,6
	4		4,3	8,0	76,6	191,1
2	1	0,4	4,8	9,0	85,6	213,3
	2		4,0	7,5	71,3	177,7
	3		4,8	9,0	85,6	213,3
	4		4,8	9,0	85,6	213,3
	5		4,0	7,5	71,3	177,7

Концентрація CO в обох серіях варіювалася в інтервалі від 1265 до 1614 ppm, що в ~ 2 рази нижче чим при проведенні процесу з не запыленим інертним.

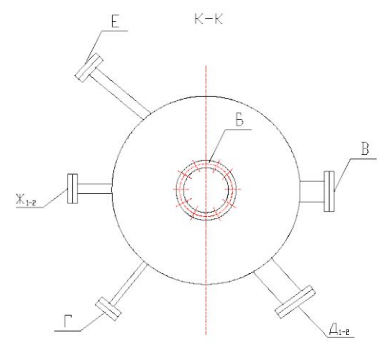
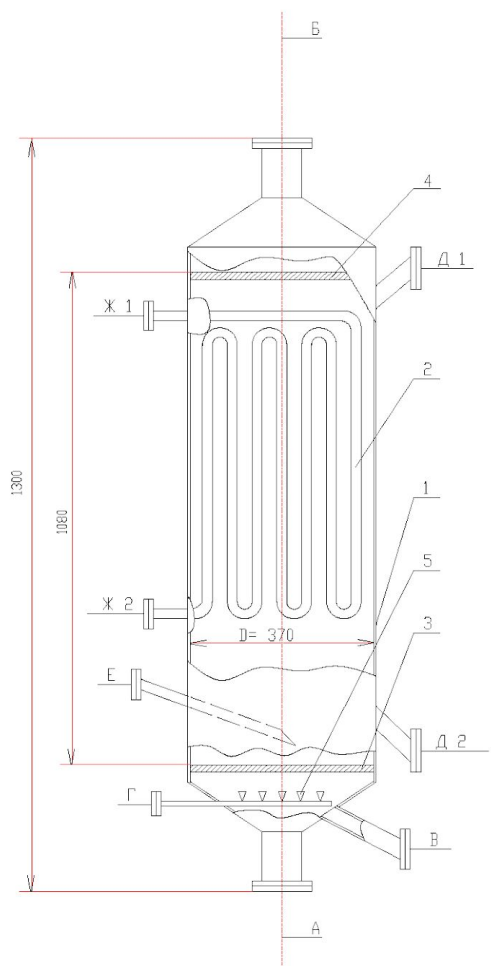


Умовні графічні позначення	Найменування сервісів у трубопроводі
— 1 — 1 —	Вода оборотна
— 1 впр — 1 впр —	Вода гаряча
— 3 — 3 —	Повітря
— 28 — 28 —	Конденсат
— 29 — 29 —	Сировина

Позн.	Найменування
PT	Реактор
E1	Емність
E2	Бункер
С	Сепаратор
Н	Насос
В	Повітрядудка
К	Компресор
ЖК	Холодильник
П-3	Теплообмінник
Ц	Циклон

Матеріальний баланс процесу окиснення кубових залишків

Прихід				Витрата			
КОМПОНЕНТИ	кг/ГОД	%	м <sup>3</sup> /ГОД	КОМПОНЕНТИ	кг/ГОД	%	м <sup>3</sup> /ГОД
CH <sub>3</sub> COOH	4,43	1,54	1,65	CO <sub>2</sub>	65,2805	22,83	33,23
CH <sub>3</sub> I	0,036	0,01	0,0063	H <sub>2</sub> O	27,2675	9,53	33,93
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	4,43	1,54	0,7	HI	0,0321	0,01	0,0063
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	26,82	9,35	8,11	N <sub>2</sub>	193,399	67,63	152,12
Повітря:							
O <sub>2</sub>	57,7685	20,14	40,44				
N <sub>2</sub>	193,399	67,41	152,12				
Σ	286,8835	100	203,03		285,9791	100	219,3



ТАБЛИЦЯ ШТУЦЕРІВ

Назва	Найменування	К-сть	Пробний діаметр	Інв. пробний РМ/№
А	Вхід повітря	1		
Б	Вхід продукції	1		
В	Добоводко повітря	1		
Г	Вхід води/пару	1		
Д1,2	Забілювальне по розділювачу вуглею	2		
Е	Вхід каталізатору	1		
Ж1,2	Вхід по вихід концентрату	2		

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

- Апарат призначений для окислення крובних вуглеводів, що містяться в доводочній масі призначеної реакції в відносній частині маси
- Система, м<sup>3</sup> 0,02
- Тип: робочий, РРЗ; розподільчий, РРЗ 0,14
- Температура: робоча, °С 0,2; розподільча, °С 92,9
- Середовище: індустриальний газ, реакційні газу, каталізатор, інерт-скелет пористий
- Характеристики середовища: відносність вуглеводів, АС-71 по ГОСТ 12.1011-78 (по водню); відносність вуглеводів; швидкість, з яких визначено по ГОСТ 12.1007-75

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

- Виготовлення, випробування, приміщення і пасивну апарату продукції здійснювати згідно з вимогами ГСТУ 3-71-591-2000 "Послужби при виготовленні, зберіганні, перевезенні та використанні продукції".
- Апарат належить до серії "Державна стандартизація України".
- Основний матеріал апарату - сталь 12Х18Н10Т, матеріал циліндричної частини - сталь РРЗС по ГОСТ 3200-79.
- Варку продукції здійснювати згідно з ГСТУ 3-120-2001 "Забезпечення надійності металевих матеріалів в машинстві при напруженні металургійними випробуваннями та експлуатаційними процесами".
- Діагональ розподільчої частини по ширині не більша ніж 100 мм.
- На місці монтажу апарату забезпечити.
- Вибрану протекцію покриттям апарату на фундаменті зробити по проекту, що фіксує складні всі апарату, вимоги по конструкції.
- Апарат призначений для роботи на відносному повітря, і складність не більше в масі і температурі не менше 25 °С по найбільшій частині продукції.

Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Маса	Найменування по таблиці матеріалу	Примітка
1		Корпус	1			
2		Вбудований теплообмінник	1			
3		Отвори решітки	1			
4		Відблинок	1			
5		Пристрій вводу сировини	1			

Показники	Одиниці вимірювання	Діюче виробництво	Проектоване виробництво	Зміна показників, %
Річний обсяг виробництва продукції:				
-у натуральному виразі	тис. т	150	150	0
-у вартісному виразі	тис. грн	250500	250500	0
Річна собівартість виробництва продукції	тис. грн	199663,5	199017,45	- 0,3233
Річний прибуток від виробництва продукції	тис. грн	50836,5	51482,55	1,271
Ціна одиниці продукції	грн / т	1670	1670	0
Собівартість одиниці продукції	грн / т	1331,09	1326,783	- 0,3233
Прибуток на одиницю виробленої продукції	грн / т	338,91	343,217	1,271
Рентабельність витрат на вир-во продукції	%	25,46	25,87	0,410
Вартість основних виробничих фондів	тис. грн	123928,39	124058,6	0,105
Фондовіддача	грн/грн	2,0213	2,0192	- 0,104
Чисельність працівників	осіб	148	148	0
Продуктивність праці робітників	тис. т/люд.	1,24	1,24	0
Рентабельність основних виробничих фондів	%	41,02	41,49	0,47
Річний економічний ефект від зниження собівартості	тис. грн	-	646,05	
Еколого-економічний збиток	грн.	232,31	56,72	- 175,6
Плата за забруднення навколишнього середовища	грн.	39645,63	9711,21	- 75,51
Усунений еколого-економічний збиток	грн.	-	175,6	-
Загальний еколого-економічний ефект проекту	тис. грн.		656,63	