

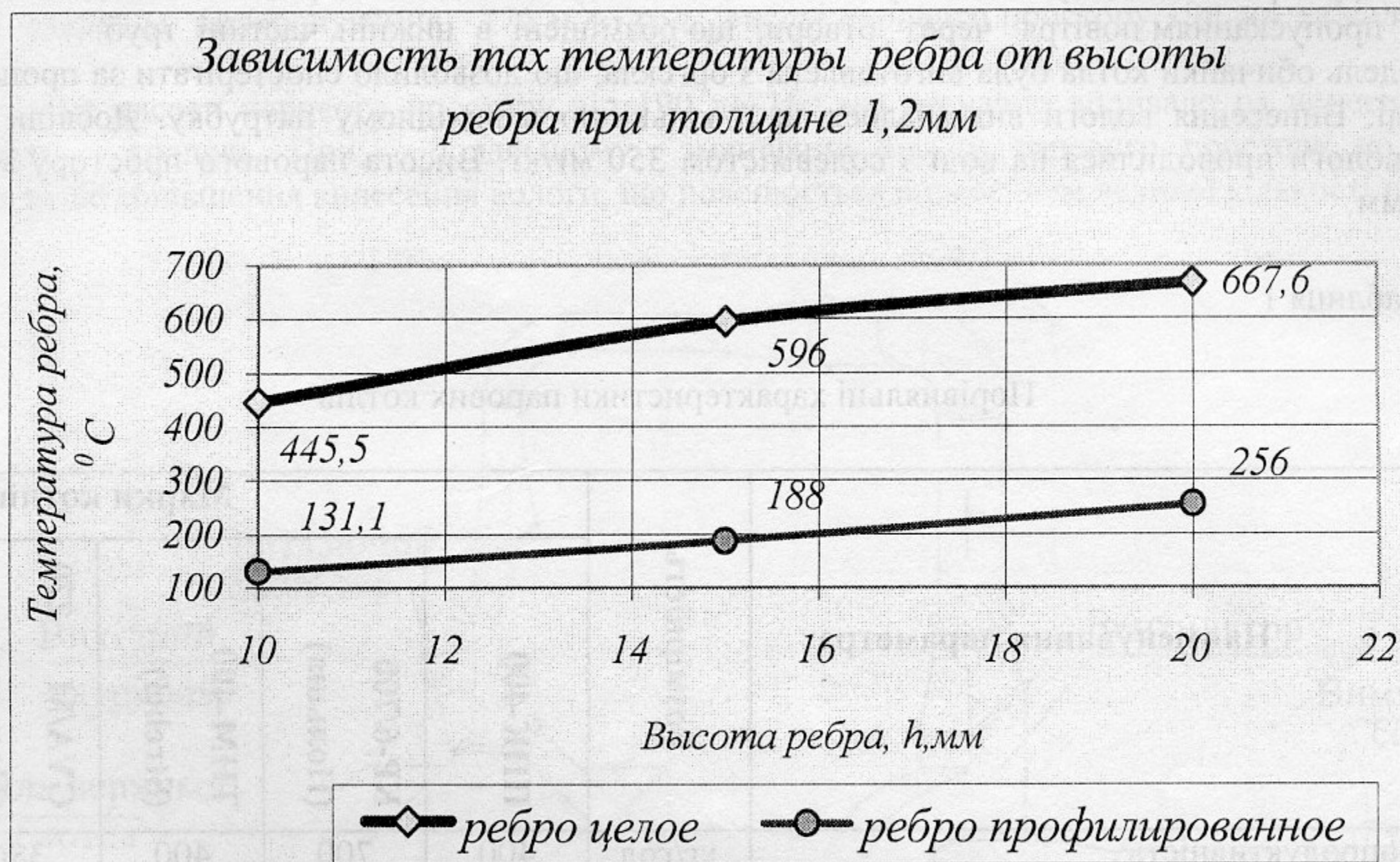


Рис.6. Изменение максимальной температуры ребра в зависимости от высоты ребра толщиной $s = 1,2$ мм целого и профилированного

Ребро толщиной 1,2 мм с профильным очертанием имеет температуру до 260 °C при высоте 20 мм, и, соответственно, ребра высотой до 20 мм можно рекомендовать в конструкциях специализированных газовых бытовых котлов.

Литература:

1. В.П.Исаченко, В.А.Осипова, А.С. Сукомел, Теплопередача.— Москва, ЭНЕРГОИЗДАТ, 1981.— 417с.
- 2.Теплотехника/ Под ред. А.П. Баскакова.— Москва, ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1991.— 224с.
- 3.Расчет температурных полей узлов энергетических установок /Под ред. И.Г.Киселева.— Ленинград, “Машиностроение”, 1978.— 192с.
4. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод)/ Под ред. Н.В.Кузнецова, В.В. Митора, И.Е. Митора, Э.С.Карасиной.— Москва, ЭНЕРГИЯ, 1973.— 296с.
- 5.В.М.Легкий, А.С.Макаров Теплообмен на термическом начальном участке плоскопараллельного канала при ламинарном движении воздуха. В сб. Теплофизика и теплотехника, вып. 22, 1972г. “НАУКОВА ДУМКА”.— С.100-104.

УДК 697.432.6: 531.41

Сенчук М.П., канд.техн.наук, ДНДІСТ
Солодовникова О.М., інж., ДНДІСТ
Сенько П.М., інж., ДНДІСТ

ПРО ВИНЕСЕННЯ ВОЛОГИ ПАРОЮ В ПАРОВИХ ЖАРОТРУБНИХ КОТЛАХ

Для виробничих і опалювальних потреб промисловості і сільського господарства сучасний ринок поставляє вітчизняні і закордонні котли малої потужності (від 0,05 до 1,0 т/год і вище). Крім парових водотрубних котлів Е-1-9 широке розповсюдження отримали жаротрубні котли, що виробляють насичену і перегріту пару. Жаротрубні котли характеризуються простотою конструкції і технології виготовлення, повною заводською готовністю (поставляється єдиним блоком на опорній рамі з усім необхідним котельно-допоміжним устаткуванням). Якість пари, що виробляється в котлах, залежить від їхніх конструктивних особливостей: висоти й об'єму парового простору, які визначають питоме навантаження парового простору та дзеркала випаровування, гідродинаміку водяного об'єму.

У таблиці 1 наведені порівняльні характеристики деяких закордонних котлів і котла КП-0.4, розробленого ДНДІСТ.

Наведені в таблиці 1 котли мають висоту парового простору від 180 до 360 мм, при яких забезпечується вологість пари в межах від 5% до 15% при нормованому солевмісті котлової води.

Для вивчення процесів винесення вологи парою в інституті був виготовлений експериментальний стенд, що представляє собою повномасштабну модель парового простору котла КП-0,4 із верхнім рядом

димогарних труб, розміщених у водяному об'ємі. Схема стенда подана на рис. 1. Імітація пароутворення досягалася пропусканням повітря через отвори, що розміщені в нижній частині труб.

Модель обичайки котла була виготовлена з оргскла, що дозволило спостерігати за процесом утворення піни в котлі. Винесення вологи визначалося за її кількістю в вихідному патрубку. Досліди з визначенням винесення вологи проводилися на воді з солевмістом 350 мг/кг. Висота парового простору змінювалася від 140 до 190 мм.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики парових котлів

№ п/п	Найменування параметра	Розмірність	Марки котлів				
			ППК-400	КР-6/700 (Польща)	ТНМ-400 (Strebel)	GVA/M 270 (Польща)	КП-0,4 (ДНДІСТ)
1	Паропроодуктивність	кг/год	400	700	400	386	400
2	Тиск пари	МПа	0,3	0,6	0,6	1,17	0,3
3	Температура насиченої пари	°С	143	164,5	164,5	186	143
4	Температура перегрітої пари	°С	170	-	-	-	170
5	Паровий об'єм	м ³	0,108	0,122	0,21	0,2	0,27
6	Висота парового простору	м	0,177	0,217	0,243	0,2	0,359
7	Питоме навантаження парового простору	кг/ м ³ год	2316	1595	531	328	1290
8	Питоме навантаження дзеркала випаровування	кг/ м ² год	259	164	65	55	434
9	Габарити: ширина	м	1,2	1,5	1,5	1,5	1,1
	довжина		2,05	2,65	2,1	2,04	2,2
	висота		2,05	2,0	2,0	1,7	2,0

Швидкість повітря на виході з котла складала 4,1-5,0 м/с. Результати досліджень наведені в таблиці 2 та на рис.2.

У дослідах спостерігалися процеси утворення бульбашок повітря та піни при різному навантаженні парового простору та різній концентрації солей у воді. Відмічено, що по висоті жаротрубного котла можна виділити такі три зони: зона барботажу (пара розподілена в рідині у вигляді бульбашок або факелів), зони піни та зони бризок (рис.2). При невеликому навантаженні дзеркала випаровування (до 270 м³/м³ год) наявна тільки зона барботажу (рис.2, I). Повітря барботує крізь шар води у вигляді окремих бульбашок, винесення вологи дрібними краплями з парового простору не перевищувало 5%. З збільшенням навантаження дзеркала випаровування до 290 м³/м³ год бульбашки повітря переходили у факели, які при проходженні крізь воду руйнувалися і переходили у потік, що утворював повітряно-рідинний шар у вигляді пористо-плівкової піни, у котрій окремі бульбашки повітря зв'язані між собою плівками рідини, що їх розділяють (рис.2, II). Шар піни, що утворювався, був стабільний тільки при інтенсивній витраті повітря. При зниженні навантаження шар піни руйнувався. У цьому режимі роботи винесення вологи з парового простору дорівнювало 16-40%. З подальшим зростанням навантаження дзеркала випаровування до 308-364 м³/м³ год спостерігалось збільшення зони піни. Піна заповнювала весь паровий простір і виносилась у вихідний патрубок (рис.2, III), винесення вологи досягало 97-155%.

З підвищенням солевмісту води і наявності у воді твердих частинок (наприклад, продуктів корозії металу) стабільність піни значно підвищувалась і збільшувалось винесення вологи в вихідний патрубок, навіть, при меншій швидкості повітря. Так, при солевмісті води близько 5000 мг/кг у сепараційному просторі спостерігалось утворення стійкої піни, що заповнювала весь об'єм. Навіть при зниженні швидкості повітря на виході до 2,7 м/с винесення вологи у вигляді піни складало біля 340% при висоті парового простору 160 мм.

З таблиці 2 видно, що кращий результат (відсутність винесення вологи) був отриманий при питомому навантаженні дзеркала випаровування 276 м³/м²год, висоті парового простору 190 мм та солевмісті води 350 мг/кг.

Зменшення висоти парового простору від 190 до 160 мм незначно впливало на винесення вологи у вигляді окремих крапель. При подальшому зменшенні висоти парового простору до 150-140 мм спостерігалось різке збільшення винесення вологи, що пояснюється винесенням великої кількості піни з котла.

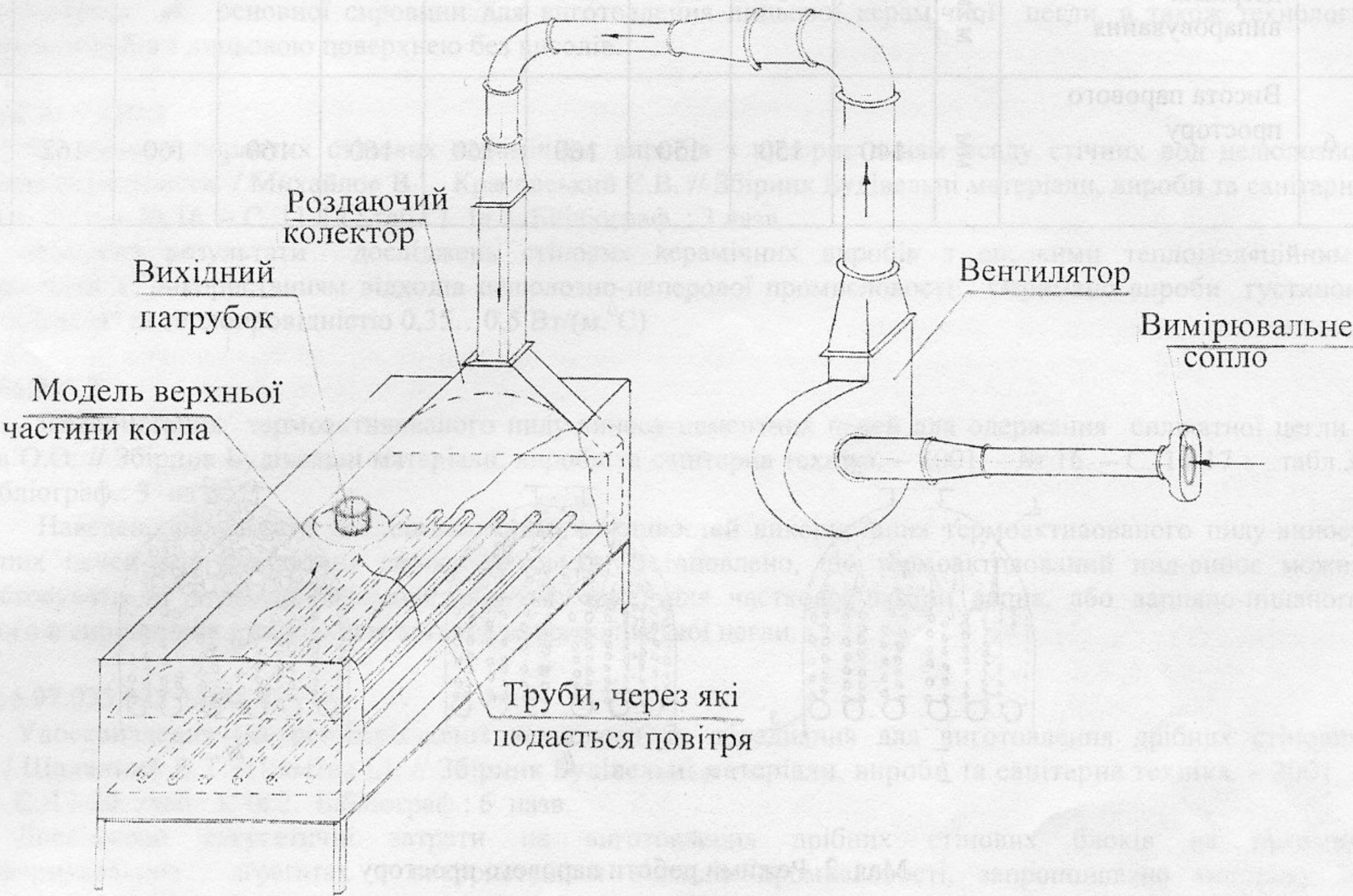


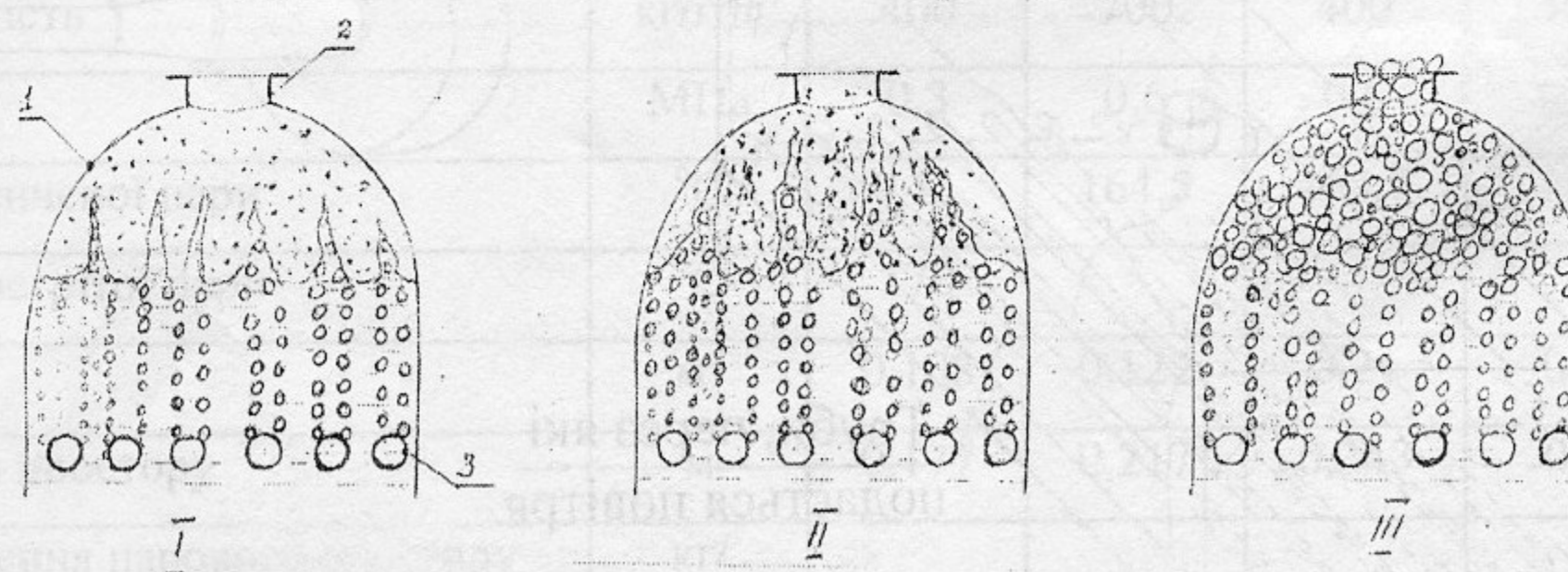
Рис.1. Схема стенда по дослідженню винесення вологи в моделі парового простору котла

Таблиця 2

Результати дослідження винесення вологи на моделі парового котла

№ п/п	Найменування параметра	Розмірність	Номери замірів									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Витрата повітря	кг/год	262	318	318	262	318	262	262	318	262	262
2	Кількість вологи, що виноситься	л/год	408	443	310	17	39	17	16	39	29	0
3	Винесення вологи	%	155	139	97	6	12	6	5	12	10	0

4	Питоме навантаження парового простору	$\text{м}^3/\text{м}^3\text{год}$	3177	3494	3494	2628	3192	2628	2628	3192	2628	2047
5	Питоме навантаження дзеркала випаровування	$\text{м}^3/\text{м}^2\text{год}$	308	364	364	291	354	291	291	354	291	276
6	Висота парового простору	мм	140	150	150	160	160	160	160	160	162	190



Мал. 2. Режими роботи парового простору

1 - модель верхньої частини котла; 2 - вихідний патрубок; 3 - труби, через які подається повітря

I - винесення дрібних крапель за рахунок їхнього витання в потоці пари (до 5% винесення вологи);

II - винесення окремих великих крапель за рахунок їхнього підкидання (до 40%);

III - винесення піни при повному заповненні парового простору (більше 100%).

Висновки:

1. У дослідженнях на повномасштабній моделі жаротрубного котла показано, що при зниженні висоти парового простору або збільшенні навантаження дзеркала випаровування винесення вологи зростає.

2. Для прийнятої конструкції парового простору котла існує гранична його висота (в досліді – 190 мм при солемісті 350 мг/кг), яка забезпечує мінімальну вологість пари.

3. Отримання сухої пари при понижений висоті парового простору можливе при використанні складних схем докотлової обробки живильної води, проведенні частіших продувок, з метою зниження солемісту котлової води, встановленні спеціальних сепараційних пристроїв, а також шляхом дроселювання насиченої пари високого тиску.

Література:

1. Кутателадзе С.С., Стырикович М.А. Гидравлика газо-жидкостных систем. - М.: Госэнергоиздат, 1958.
2. Розен А.М., Голуб С.И., Давыдов Н.Ф., Гостишин Г.И. Некоторые закономерности капельного уноса // Доклады АН СССР - М., 1969. - Т.187, № 2. - С.1277-1280.