

Харківський авіаційний інститут
ім. М.Є. Жуковського (ХАІ)

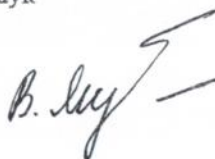
Лось Віктор Юрійович

УДК 621.694: 621.517:621.176

ДОСЯГУВАНІ ПАРАМЕТРИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ
РІДИННО-ГАЗОВИХ ЕЖЕКТОРІВ (РГЕ)

05.14.05-теоретична теплотехніка

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Харків-1997

116 000

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі теплофізичних основ двигунобудування (ТОД) ХАІ, Міністерство освіти України.

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор **Фролов Сергій Дмитрович**, ХАІ, завідуючий кафедрою ТОД.

Науковий консультант - кандидат технічних наук, доцент **Селіванов Вадим Григорович**, ХАІ, доцент кафедри ТОД.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Дикий Микола Олександрович**, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, кандидат технічних наук, доцент **Спесівцев Віктор Васильович**, ХАІ, доцент кафедри двигунів літальних апаратів.

Провідна установа - ЗМКБ "Прогрес", відділ ГДР і ПР, Міністерство промислової політики (м. Запоріжжя).

Захист відбудеться "26." 12 1997 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 02.27.04 при ХАІ за адресою: 310070, м. Харків, вул. Чкалова 17, ауд. № 202 л.к.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ХАІ за адресою: 310070, м. Харків, вул. Чкалова 17.

Автореферат розісланий "25" 11 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради



Незим В.ІО.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00737625 (U)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

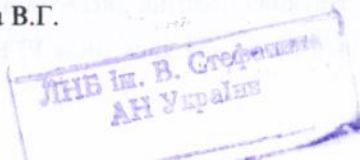
Актуальність теми. Рідинно-газові ежектори (РГЕ) застосовуються як повітровідсмоктуючі пристрої конденсаторів парових турбін, у ряді технологічних схем очистки промислових стоків, для аерації та озонування рідин і т.д. РГЕ можуть бути використані в перспективних технологічних процесах, наприклад, для регенерації води у контактних парогазових установках (КПГУ), працюючих за циклом STIG, для компримування пари кріорідин на випробувальних стендах турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів (ТНА РРД) тощо.

РГЕ відрізняються від інших перетворювачів енергії конструктивною простотою, невисокою металоємкістю, відсутністю рухомих елементів, що підвищує термін їх служби, можуть виготовлятися із різноманітних матеріалів і використовуватись з агресивними та забрудненими середовищами. РГЕ не потребують спеціальних фундаментів для їх встановлення і можуть бути розміщені у важкодоступних місцях.

Незважаючи на конструктивну простоту, фізичні процеси, що мають місце в РГЕ, досить складні і різноманітні. Вивчення цих процесів було предметом багатьох досліджень, але до цього часу загальної теорії РГЕ не існує. Тому проблема адекватного прогнозування досягваних параметрів та характеристик РГЕ є досить актуальною як для традиційних, так і для нових технічних застосувань.

Робота виконана на кафедрі теплофізичних основ двигунобудування ХАІ у відповідності з д/б НДР Г5-205-44/92 «Розробка систем вводу і регенерації води (СВРВ) парогазових установок (ПГТУ), акустичних та оптичних пристроїв для їх діагностики» з 1993 по 1996 рр.

Експериментальне дослідження РГЕ та два технічних застосування виконувались на основі консультацій кандидата технічних наук, доцента Селіванова В.Г.



Мета роботи: розробка методики розрахунку досягваних параметрів РГЕ і геометрії їх проточної частини, а також методики прогнозування характеристик РГЕ та оцінка на їх основі очікуваних техніко-економічних показників нових технічних застосувань РГЕ.

Основні задачі дослідження:

- вибір раціонального теоретичного підходу та розробка на його основі методик розрахунку досягваних параметрів та характеристик РГЕ і реалізуючих їх програм;
- експериментальна апробація запропонованих методик;
- експериментальне дослідження одного із типів РГЕ для вивчення впливу режимних параметрів на ефективну довжину камери змішування (КЗ) РГЕ і встановлення рекомендацій для вибору оптимальної довжини КЗ;
- узагальнення результатів експериментального дослідження і отримання емпіричних кореляцій залежності коефіцієнтів втрат в елементах РГЕ від режимних параметрів;
- використання розроблених методик для різних технічних застосувань.

Методологія дослідження. Математичне моделювання РГЕ ґрунтується на термодинамічній рівноважній моделі течії гетерогенних середовищ. Особливості реальних процесів враховуються за допомогою коефіцієнтів швидкості та відновлення повного тиску в елементах РГЕ. Для розрахунку досягваних параметрів РГЕ використовуються, запропоновані у цій роботі, рекомендації по вибору оптимальної довжини КЗ, а для розрахунку характеристик -встановлена залежність довжини перемішування від режимних параметрів. Адекватність запропонованих методик перевіряється дослідним шляхом.

Обґрунтування теоретичної та практичної цінності дослідження та його наукова новизна. Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у тому, що запропоновані єдині для двох типів РГЕ (РГЕ без фазово-

го переходу, в яких під газом розуміється неконденсуючийся газ та РГЕ з фазовим переходом, в яких під газом розуміється бідна парогазова суміш, що складається із неконденсуючогося газу і пари у насиченому або перегрітому стані) методика розрахунку досягуваних параметрів і визначення геометрії проточної частини РГЕ, а також методика прогнозування їх характеристик, розроблені на основі рівноважної моделі потоку гетерогенного середовища з використанням інтегральних рівнянь законів збереження маси, імпульсу та енергії і заповненням мінімальної кількості емпіричних кореляцій.

Методики реалізовані у вигляді комп'ютерних програм, які не потребують великих затрат машинного часу. Для кожного типу РГЕ потрібно мати отримані у ході систематичного експериментального дослідження в діапазоні зміни режимних параметрів, характерних для певного технічного застосування РГЕ, емпіричні кореляції для коефіцієнтів швидкості активного сопла і КЗ, коефіцієнта відновлення повного тиску у дифузорі і для визначення оптимальної довжини КЗ. У даній роботі отримані вищезазначені кореляції для режимних параметрів, характерних для РГЕ без фазового переходу в системах компримування пари кріорідин при випробуваннях ТНА РРД і для очистки промислових стоків методом напірної флотації.

Реалізація наукових розробок. Запропоновані методики і реалізуючі їх програми були використані при проектуванні і дослідженні РГЕ для очистки стоків в НДІХіммаш (м. Сергіїв Посад). Їх застосування дозволило суттєво покращити роботу очисних споруд. Методики були використані для оцінки доцільності застосування РГЕ з фазовим переходом для регенерації води в КПГУ в ході виконання д/б НДР Г5-205-44/92. Експериментальний стенд з водо-повітряним ежектором, споруджений в процесі виконання даної роботи, інструкція по

проведенню і обробці експериментальних даних, а також комп'ютерні програми розрахунку досягнуваних параметрів та характеристик РГЕ використовувались для проведення лабораторних робіт по курсу «Термогазодинаміка гетерогенних потоків» на кафедрі 205 ХАІ.

Особистий вклад дисертанта у роботи, які опубліковані разом із співавторами. В роботах [1, 2, 3] автор приймав участь у розробці методик розрахунку РГЕ і проведенні патентного пошуку. Дисертант особисто розробляв розрахункові програми і проводив розрахунково-теоретичні дослідження. Як відповідальний виконавець д/б НДР Г5-205-44/92 автор приймав участь у виробленні заключних висновків по результатам НДР.

Основні наукові та прикладні результати пройшли **апробацію** на Третій Міжнародній конференції «Нові технології в машинобудуванні» (Рибачьє, 1994), на Міжнародній конференції «Тепломасоперенос і енергозбереження в теплотехнологіях і енергетиці» (Київ, 1997), на Міжнародній науково-технічній конференції «Удосконалення турбоустановок методами математичного і фізичного моделювання» (Харків, 1997). Реферат роботи [5] опубліковано у журналі «Експрес-новини: наука, техніка, виробництво» №5-6 за 1997р.

За темою дисертації **опубліковано** 5 друкованих праць, серед них: дві статті в збірниках наукових праць, один патент на винахід, одна доповідь на конференції, одна депонована стаття.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел із 75 найменувань, додатку до третього розділу. Зміст роботи викладено на 120 сторінках, 51 малюнку та 10 таблицях.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У першому розділі приведено огляд робіт, що стосуються питань розрахунку РГЕ і дослідження їх робочого процесу. Значний вклад в ці питання внесли вітчизняні вчені Ю.М. Васільєв, М.М. Зінгер, Л.Д. Берман, Г.І. Єфімочкін, Б.Е. Кореннов, а також закордонні-Каннінгем (R.G. Cunningham), Допкін (R.J. Dopkin), Лу Хончі (Lu Hongqi) та інші.

Відмічено, що існуючі емпіричні методи розрахунку РГЕ побудовані на узагальненні експериментальних даних і можуть використовуватись лише для тих режимів, конструкцій і робочих тіл РГЕ, які були експериментально досліджені. Ці методи не достатньо надійні, в ряді випадків дають суперечливі результати і ступінь їх достовірності для нових застосувань не зовсім визначена.

В основі теоретичних методів лежать два підходи. Перший ґрунтується на припущенні, що в КЗ утворилась термодинамічно і механічно рівноважна суміш рідини та газу (рівноважна модель). Визначення параметрів суміші проводиться по інтегральним рівнянням термодинаміки. Необоротні втрати враховуються за допомогою коефіцієнтів дисипації в елементах проточної частини РГЕ. При цьому ігнорується кінетика процесів в РГЕ, тому осьові розміри РГЕ визначаються експериментально. Другий підхід базується на уявленні про багатошвидкістний континуум (нерівноважна модель). Розрахунок течії рідини та газу проводиться за допомогою диференціальних рівнянь механіки гетерогенних середовищ. Цей підхід враховує кінетику процесів енергообміну між рідиною та газом, але він потребує додаткові відомості, що стосуються конкретизації структури течії, механізму її формування і перебудови і т.п.

Відмічено, що не існує єдиного обґрунтованого підходу по вибору довжини КЗ. В літературі не наводяться кількісні оцінки можливо-

го зниження тиску у КЗ через опір тертя. Не достатньо вивченими є РГЕ з малим значенням основного геометричного параметру. Відмічена практична необхідність розрахунку РГЕ для конденсації пари із бідної парогазової суміші на вихлопі КППУ і відсутність відповідних методик.

На основі огляду стану питання конкретизовано об'єкт дослідження і сформульовані мета та задачі дослідження.

Другий розділ присвячено розробці методик розрахунку досягнутих параметрів та характеристик РГЕ. За основу взято теорію Ю.М. Васільєва. Основним припущенням є утворення в КЗ рівноважної газопарорідинної суміші (суміші). Для РГЕ з пасивним парогазовим потоком отримані рівняння ежекції, які дають зв'язок параметрів потоків на вході в КЗ і в деякому перерізі КЗ (переріз 2-2), де утворилась рівноважна суміш. При їх виведенні вихідними є рівняння законів збереження маси, імпульсу, та енергії, для середовища, що знаходиться між цими перерізами і стінками КЗ, а також повинні бути визначені параметри на зрізі сопел, основним серед яких є тиск p_1 , який вважається однаковим для рідини та газу.

При розрахунках досягнутих параметрів p_1 вибирається згідно із функцією мети (забезпечення необхідної продуктивності по газу, максимального напіру чи ступіні конденсації пари в РГЕ і т.д.). В розрахунках характеристик p_1 визначається із рівняння

$$u = \frac{\varphi_{пг}}{\varphi_p} \cdot \frac{f_{пг}}{f_p} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{пг0}^*}{\rho_p} \cdot \frac{n}{(n-1)} \cdot \left(\frac{1}{p_{пг0}^*}\right)^{\frac{2-n}{n}}} \cdot p_1^{1/n} \cdot \sqrt{\frac{1 - \left(\frac{p_1}{p_{пг0}^*}\right)^{\frac{n-1}{n}}}{p_{пг0}^* - p_1}}$$

Тут u - коефіцієнт ежекції, який є відношенням масових витрат газу і рідини, $\varphi_{пг}$, φ_p - коефіцієнти швидкості сопла парогазу і рідини, $f_{пг}$,

f_p -площа зрізу сопла парогазу та рідини, $\rho_{пг0}^*$, $\rho_{р0}$ - густина парогазу і рідини на вході в сопла, n -показник адіабати парогазу, $\rho_{пг0}^*$, $\rho_{р0}^*$ -повні тиски парогазу і рідини на вході в сопла.

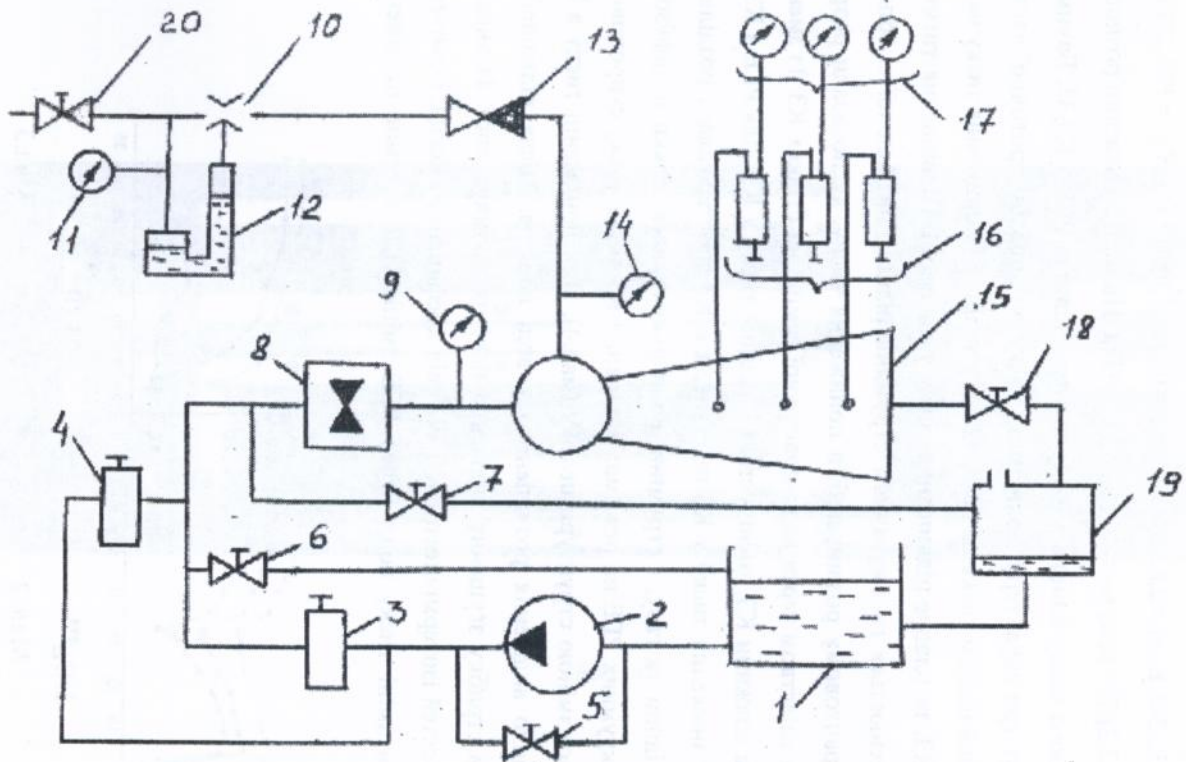
Для врахування дисипації енергії при змішуванні рідини та газу в рівняння збереження імпульсу вводиться коефіцієнт швидкості K_3 $f_{кз}$. Рівняння основних законів збереження доповнюються рівнянням нерозривності течії, термічним та калоричними рівняннями стану суміші і приводяться до двох алгебраїчних рівнянь відносно двох незалежних змінних - паровмісту суміші x_2 і температури суміші $T_{с2}$, які визначають решту параметрів суміші у перерізі 2-2. Якщо в перерізі 2-2 швидкість дорівнює або перевищує рівноважну швидкість звуку у суміші, то параметри на виході із КЗ приймаються рівними параметрам суміші за прямим стрибком згущення. При розрахунках течії суміші у дифузорі використовується коефіцієнт відновлення повного тиску.

У третьому розділі приводяться результати експериментального дослідження РГЕ на водо-повітряному стенді. Проточна частина РГЕ мала прямокутний поперечний переріз. Малим був основний геометричний параметр РГЕ $f_{кз}/f_p = 2,04$ - відношення площі перерізу КЗ до площі зрізу активного сопла. Для візуальних спостережень бокові стінки КЗ і дифузора були виготовлені із оргскла. На одній із них було виконано дренажні отвори для заміру тиску.

Стенові випробування РГЕ проводилися на установці, схематично зображеній на мал.1. Дослідний РГЕ 15 був встановлений горизонтально, вода подавалася до нього насосом 2 із баку 1, повітря відбиралося з атмосфери, відпрацьована водо-повітряна суміш відводилася у зливну ємкість 19.

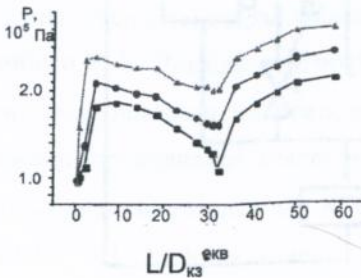
Витрата води m_p вимірювалася турбовитратоміром 8, витрата повітря m_r визначалася за допомогою сопла Вентурі 10, чашкового дифманометра 12 та зразкового мановакууметра 11. Регулювання витрати води здійснювалося запірними кранами 3 і 4, а також вентилями 5,6,7. Перед входом в РГЕ замірювався статичний тиск води p_{p0} (зразковий манометр 9) і повний тиск повітря p_{r0}^* (мановакууметр 14). Вимірювання розподілу тиску по проточній частині РГЕ проводилося за допомогою батареї зразкових манометрів 17, які через систему імпульсних трубок були з'єднані з дренажними отворами на боковій стінці. Для дренажування і продувки імпульсних трубок перед манометрами були встановлені відстойники 16. Температура повітря в лабораторії T_{r0}^* і температура води T_{p0} у баці I замірялася термометром. Регулювання протитиску за дифуззором p_{c4} здійснювалося вентиляем 18. Для запобігання попадання води в повітряну магістраль було передбачено незворотній клапан 13. Тиск повітря перед РГЕ регулювався за допомогою вентиля 20.

Проводилися дві серії дослідів. В першій серії (напірний РГЕ), при повністю відкритому вентилі 18, встановлювався певний повний тиск води на вході в РГЕ p_{p0}^* і знімалися покази всіх приладів, далі протитиск збільшувався до максимального значення, коли наступав зрив роботи РГЕ. Досліди повторювалися при других p_{p0}^* . Тиск повітря p_{r0}^* лишався близьким до атмосферного. У другій серії (вакуумний РГЕ) досліди проводилися аналогічно, але при цьому регулювався тиск p_{r0}^* . Досліди виконувалися для РГЕ з п'ятьма довжинами КЗ: КЗ-32, КЗ-24, КЗ-15, КЗ-12, КЗ-6 (число вказує відношення довжини КЗ до її еквівалентного діаметру).

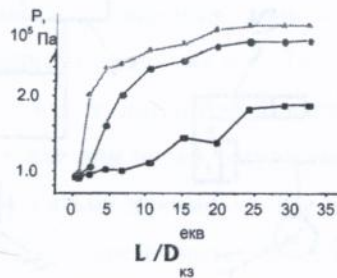


Мал. 1

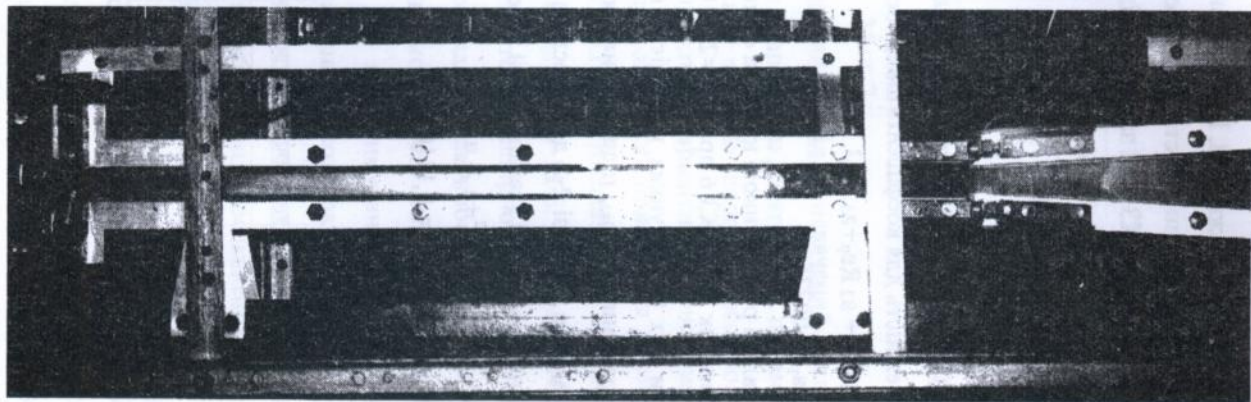
Слідуючими були діапазони режимних параметрів $p_{p0}^*=(2,3...9,7)\cdot 10^5$ Па, $T_{p0}=283...305$ К, $m_p=2,8...6,6$ кг/с, $p_{r0}^*=(0,05...1,0)\cdot 10^5$ Па, $T_{r0}^*=290...293$ К, $m_r=(0...7,2)\cdot 10^{-3}$ кг/с, $p_{c4}=(0,86...5,7)\cdot 10^5$ Па. На мал. 2 показано розподіл статичного тиску одного з напірних режимів для РГЕ з КЗ-32. Бачимо, що існує три характерні зони зміни тиску по довжині проточної частини: різкий підйом тиску на початковому участку і пониження тиску на решті КЗ, та плавне підвищення тиску у дифузорі. Підвищення тиску в КЗ пояснюється гальмуванням струмину рідини, витікаючої із сопла, при її раптовому розширенні, а пониження тиску, як показали розрахунки, є слідством тертя водо-повітряної суміші на стінках КЗ. Із зменшенням довжини КЗ, зменшується і падіння тиску у КЗ. Для РГЕ з КЗ-6 (мал.3) зниження тиску у КЗ відсутнє, а в КЗ спостерігалась роздільна течія рідини та газу, і струмина води руйнувалася тільки в дифузорі. Для вакуумних РГЕ на режимах запірання КЗ зміна тиску супроводжувалася зміною структури потоку (мал.4). При пониженні тиску в КЗ проходило виділення розчиненого у воді повітря. Після підвищення тиску в стрибку згущення виділення повітря закінчувалося. Із аналізу залежностей ізотермічного ККД РГЕ від коефіцієнту ежекції, відмічено, що при зміні тиску води перед РГЕ змінюється взаємне положення



Мал. 2



Мал.3



Мал. 4

максимумів кривих ККД для різних довжин КЗ. Ця обставина, а також характер зміни тиску по довжині проточної частини, приводять до висновку, що вибір оптимальної довжини КЗ РГЕ залежить від тиску рідини перед РГЕ (мал.5) і визначається поліномом

$$L_{КЗ}/D_{КЗ}^{екв} = a_1 + a_2 P_{p0}^* + a_3 (P_{p0}^*)^2, \quad (1)$$

де $a_1=0,17207$, $a_2=3,36148$, $a_3=-0,19054$.

В діапазоні чисел Рейнольдса $Re_p=(2...7)10^5$ для струмни води, насиченої повітрям, отримана залежність для коефіцієнта швидкості сопла

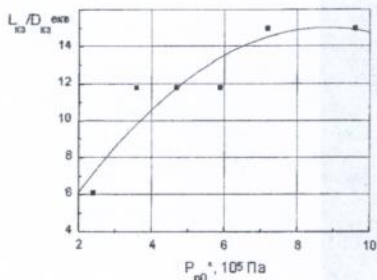
$$\varphi_p = a_1 + a_2 Re_p + a_3 Re_p^2, \quad (2)$$

де $a_1=0,99867$, $a_2=-0,04268$, $a_3=0,00275$.

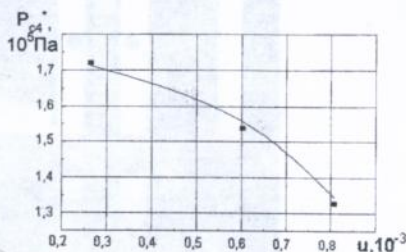
На мал.6,7 представлені розрахункові криві та експериментальні точки дросельних характеристик РГЕ з КЗ-6 при $P_{p0}^*=2,4 \cdot 10^5$ Па (мал. 6) і $P_{p0}^*=4,7 \cdot 10^5$ Па (мал.7). При цих розрахунках коефіцієнт швидкості КЗ приймався $\varphi_{КЗ}=1$. Для подовжених КЗ $\varphi_{КЗ}$, підрахований як відношення ізоентропної швидкості суміші в перерізі 2-2 до її дослідного середньомасового значення, показаний на мал.8 і узагальнений залежністю

$$\varphi_{КЗ} = a_1 + a_2 \cdot u + a_3 \cdot u^2 + a_4 \cdot u^3; \quad (3)$$

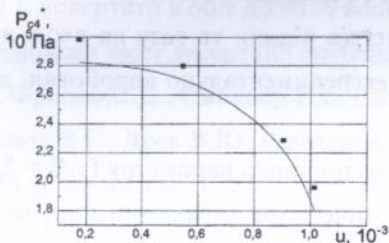
де $a_1=0,58432$, $a_2=-0,44425$, $a_3=0,8272$, $a_4=-0,11102$.



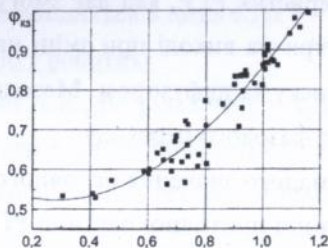
Мал. 5



Мал. 6



Мал. 7



Мал. 8

Четвертий розділ присвячений технічним застосуванням РГЕ.

Приводяться розрахунки досягнутих параметрів та характеристик РГЕ для конденсації пари із парогазового потоку у вихлопному тракці КПГУ. Аналізуються варіанти використання РГЕ у складі КПГУ. Обґрунтовується можливість повернення в оборот до 80% води, що вводить у цикл КПГУ. Показано, що за рахунок енергії рідини можна компенсувати гідроопір РГЕ. Приводяться розрахунки РГЕ для очищення стоків методом напірної флотації. При проектуванні були використані рекомендації для вибору довжини КЗ, отримані в даній роботі. Показана можливість використання РГЕ в якості струминного компресора для компримування пари кріорідин при випробуваннях ТНА РРД. Оцінені енергозатрати запропонованих технологічних схем.

У додатку до третього розділу приведені профілі статичного тиску по довжині проточної частини досліджених РГЕ, а також таблиці основних вимірюваних величин.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ.

1. У відповідності із запропонованим підходом розроблена методика розрахунку досягнутих параметрів РГЕ, яка дозволяє для заданих параметрів рідини та газу на вході в РГЕ визначити оптимальну геометрію їх проточної частини, що забезпечує необхідні параметри

рідинно-газової суміші на виході із РГЕ, а також методика розрахунку характеристик РГЕ, яка дає змогу для РГЕ заданої геометрії визначати параметри на виході при зміні параметрів рідини та газу на вході або протитиску за дифузором. Методики експериментально апробовані для РГЕ без фазового переходу.

2. Для малого значення основного геометричного параметру $f_{кз}/f_p = 2,04$ по довжині проточної частини РГЕ відмічені три характерні зони зміни тиску: зона різкого підвищення тиску на початку КЗ, яка визвана гальмуванням рідини при її раптовому розширенні; зона зниження тиску на решті довжини КЗ, яка пояснюється опором тертя двофазного потоку на стінках КЗ, та зона плавного підвищення тиску у дифузорі. Для вакуумних РГЕ на режимах запірання КЗ в залежності від проти тиску за дифузором остання зона переміщувалась по довжині КЗ, а вказані характерні зони супроводжувались зміною структури потоку (мал.2).

3. Запропоновано признак експериментальної ідентифікації оптимальної довжини КЗ, який полягає у тому, що під оптимальною розуміється така довжина КЗ, в межах якої утворюється рівноважна рідинно-газова суміш і при цьому серед інших довжин КЗ відмічається максимальний ізотермічний ККД РГЕ. Встановлено залежність оптимальної довжини КЗ від повного тиску рідини на вході в активне сопло РГЕ p_{p0}^* .

4. Для РГЕ з $f_{кз}/f_p = 2,04$ одержано вираз (1) для визначення оптимальної довжини КЗ від p_{p0}^* , а також залежність (3) коефіцієнта швидкості КЗ від коефіцієнта ежекції.

5. Для води, насиченої повітрям, отримано залежність (2) коефіцієнта швидкості сопла від числа Рейнольдса струмини .

6. Використання запропонованих методик дозволило довести техніко-економічну доцільність застосування РГЕ для компримування пари

кріорідин при випробуваннях ТНА РРД та можливість за допомогою РГЕ повертати в обіг до 80 % води, що вводиться в цикл КПГУ.

Основний зміст дисертації опубліковано у роботах:

1. Фролов С.Д., Сманцер В.В, Синявин А.В., Водолаженко А.В., Селиванов В.Г., Лось В.Ю. Регенерация воды в цикле контактной газопаровой установки (КПГУ)//Авиационно-космическая техника и технология: Тр.ХАИ.-Харьков,1996.-С.131-135.
2. Селиванов В.Г., Лось В.Ю. К расчету характеристик жидкостно-газового эжектора-конденсатора (ЖГЭК)// Авиационно-космическая техника и технология: Тр.ХАИ.-Харьков,1997.- С.200-202.
3. Фролов С.Д., Сманцер В.В., Костенко П.П., Селиванов В.Г., Лось В.Ю. Парогазотурбинная установка сложного открытого цикла. М. Кл.⁵ F 01 K21/04 Патент Украины №17390 А от 15.04.97 (заявл. 1.08.95, №95083619).
4. Лось В.Ю. Расчет жидкостно-газового эжектора-конденсатора в составе контактной парогазотурбинной установки// Совершенствование турбоустановок методами математического и физического моделирования: Материалы междунар. конф.-Харьков,1997.(принята к публикации)
5. Экспериментальное исследование жидкостно-газового струйного компрессора (ЖГСК)/ Лось В.Ю. ; Харьк. авиац. ин-т.- Харьков,1996.- 11 с.- Библиогр.: 4 назв.- Рус. -Деп. в Укр ИНТЕИ 25.12.96.№:336- Ук 96.

Лось В.Ю. Досягувані параметри та характеристики рідинно-газових ежекторів (РГЕ).- Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.05-теоретична теплотехніка.-Харківський авіаційний інститут, Харків, 1997.

Захищається 5 наукових праць, в яких отримав подальший розвиток теоретичний метод дослідження РГЕ, що базується на термодинамічній рівноважній моделі течії двофазних середовищ. Основним є припущення, що у камері змішування (КЗ) утворилась однорідна, механічно і термодинамічно рівноважна суміш. Особливості реальних процесів враховуються за допомогою коефіцієнтів швидкості та відновлення повного тиску. На основі методу розроблені методики розрахунку досягуваних параметрів та характеристик РГЕ з парогазовим пасивним потоком, за допомогою яких вирішена задача регенерації води у контактній парогазовій установці, що працює за циклом STIG. В результаті експериментального дослідження РГЕ з малим значенням основного геометричного параметру встановлена залежність для визначення оптимальної довжини КЗ, уточнені коефіцієнти втрат в елементах РГЕ.

Ключові слова: ежектор, рідина, парогаз, камера змішування, коефіцієнт швидкості.

Лось В.Ю. Достижимые параметры и характеристики жидкостно-газовых эжекторов (ЖГЭ).-Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.05-теоретическая теплотехника.-Харьковский авиационный институт, Харьков, 1997.

Защищается 5 научных работ, в которых получил дальнейшее развитие теоретический метод исследования ЖГЭ, основанный на термодинамически равновесной модели течения двухфазных сред. Основным является предположение образования в камере смешения (КС) однородной, механически и термодинамически равновесной смеси. Особенности реальных процессов учитываются с помощью коэффициентов скорости и восстановления полного давления. На основе метода разработаны методики расчета достижимых параметров и характеристик ЖГЭ с парогазовым пассивным потоком, с помощью которых решена задача регенерации воды в контактной парогазотурбинной установке, работающей по циклу STIG. В результате экспериментального исследования ЖГЭ с малым значением основного геометрического параметра получена зависимость для определения оптимальной длины КС, уточнены коэффициенты потерь в элементах ЖГЭ.

Ключевые слова: эжектор, жидкость, парогаз, камера смешения, коэффициент скорости.

Los' V. Yu. Attainable parameters and characteristics of liquid-gas ejectors (LGE).-Manuscript.

Thesis for a candidate degree by speciality 05.14.05- theoretical heat engineering.- The Kharkov Aviation Institute, Kharkov, 1997.

Being defended are 5 scientific works in which the theoretical method researching of LGE based on the equilibrium thermodynamic model of two phases flow has received a further development. The main is an assumption of formation of homogeneous, mechanically and thermodynamically equilibrium two phase mixture in a mixing chamber (MC). Real flow processes features are taking into account by means of

430974

velocity coefficient and recovery full pressure coefficient. Based on such method the procedures of calculating of attainable parameters and characteristics of LGE with vapour-gas passive flow are developed and the problem of water regeneration in the scheme of contact vapour-gas turbine energy equipment working on STIG cycle was solved. The dependence for define of optimum length of MC of LGE with little main geometrical parameter, coefficients of losses in the elements of LGE are obtained as the results of experimental investigation of LGE.

Key words: ejector, liquid, vapour-gas, mixing chamber, velocity coefficient.

Відповідальний за випуск професор Фролов С.Д.

Підписано до друку 17.11.97.

Формат 60x90 1/16. Папір офс.№2 Офс. друк.

Ум. друк. арк. 1,0 Тираж 100 прим. Замова № 75

Харківський авіаційний інститут
310070, Харків -70, вул. Чкалова, 17

Ротапінт друкарні ХАІ
310070, Харків -70, вул. Чкалова, 17