

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
116-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***23-24 лютого 2023 року  
м. Київ***

УДК 621.791.92

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОНКОЇ ТРУБНОЇ РЕШІТКИ ГРІЮЧОЇ КАМЕРИ ВИПАРНОГО АПАРАТУ

Є. С. ДЕРЯБКІНА, к.т.н., доц.,

П. І. МИСАК, магістр

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків,*

*E-mail: derjabkina@btu.kharkov.ua*

Удосконалення конструкції і зниження металоємності гріючої камери випарного апарату, що являє собою кожухотрубчатий теплообмінник, можливо забезпечити при заміні товстої трубної решітки ( товщиною 20 мм і більше) на тонку товщиною 2,5-3,0 мм з відбортованими отворами для кріплення трубного пучка[1].

Метою досліджень є розробка заходів і інструменту для забезпечення точності відбортовки, вибору типу зварного з'єднання і способу зварювання труб з відбортуванням отворів в тонкій трубній решітці.

Дослідження виконували на трубній решітці зі сталі 12X18H10T товщиною 2 мм і діаметром 1000 мм з 361 отворами для кріплення труб діаметром 32 x 2 мм і одиничних зразків з 1-2 отворами, відстань між центрами отворів - 48 мм, а між стінками -14 мм. Форма і висота відбортовки залежить від кроку розташування отворів в решітці, діаметру отвору під отбортовку. Розміри елементів відбортовки визначали розрахунком. Внутрішній радіус вигину R між суміжними отворами дорівнює 3,7 мм, радіус вигину по середній лінії дорівнює 4,95 мм. Кут нахилу відбортованої частини отвору  $15^{\circ}$ , а висота циліндричної частини отвору -2 мм. Діаметр свердлування отвору під відбортовку складає 23,5 мм, а висота відбортовки дорівнює 10,5 мм [2].

Для відбортовки отворів у тонкій решітці спроектований інструмент - протяжка (по типу металоріжучої протяжки, але без ріжучих зубів). Зуби на конічній і циліндричній поверхні протяжки округлені і відполіровані. Вісім зубів на конічній поверхні призначені для відбортовки отворів, а сім на циліндричній - калібрують отвори до діаметру 34 мм, свердлування отворів під відбортовку виконували на пакеті з 2-6 трубних решітках в кондукторі з накладним шаблоном. Протяжка закріплюється на штоку поршня гідроциліндру з тяговим зусиллям 6000 кН і ходом поршню 120 мм. У отворі решітки встановлюють протяжку, яка при прямому ході поршня відбортовує отвір, при зворотному ході - виводиться з отвору решітки. Така технологія свердлування отворів і послідовність їх відбортовки (від центру до країв в діаметрально розташованих напрямках), забезпечує совісність отворів і мінімальні прогини решітки.

Дослідження по вибору типу зварного з'єднання труб з тонкою трубною решіткою виконували на нахлесточних зварних з'єднаннях, вибраних по

аналогії кріплення труб у товстій трубній решітці без виступу і з виступом на 2-3 мм труби над відбортовкою трубної решітки. Зварні з'єднання виконуються ручним і автоматичним аргонодуговим зварюванням вольфрамовим електродом, який не плавиться, з присадкою і без неї.

Якість зварних з'єднань оцінювалася зовнішнім оглядом швів і механічними випробуваннями на зріз зварних з'єднань і прогином трубної решітки. Прогин трубної решітки визначали щупом, що поміщається між трубної решіткою і опорою.

Максимальну міцність (6660 кН) мають нахлесточні з'єднання при виступанні труби на 2-3 мм над відбортовкою, виконані без присадки автоматичним зварюванням в аргоні електродом, який не плавиться. Однак у цьому зварному з'єднанні є щілинний зазор (0,5-1,0 мм) між трубою і відбортовкою, який обумовлює концентрацію напружень і ймовірність щілинної корозії і тріщин у корені зварного шва. Зазор можливо виключити при заміні нахлесточного зварного з'єднання стиковим швом торців відбортовки отворів і труби. Встановлена можливість приварювання труби встик до відбортовки отворів автоматичним зварюванням в аргоні без присадки електродом, який не плавиться.

Механічні випробування на розривання показали, що при стиковому з'єднанні забезпечується достатньо висока міцність (6790 кН), величина якої практично рівноцінна міцності кріплення труби в товстій трубній решітці (6840 кН). У стиковому з'єднанні одиночної трубної решітки середня величина прогину складає 0,2 мм.

Для забезпечення стабільного якісного формування стикового шва, що з'єднує торці труби і відбортовки, спроектована зварювальна установка, що складається з пальника, механізму її кругового переміщення, системи змінного підведення струму і аргону, що забезпечує точність горизонтального розташування підігнутого кінця електроду відносно стику, який зварюють. Запалювання дуги і час обертання голівки синхронізовано і здійснюється автоматично. Задовільне формування стикового шва встановлено при зварювальному струмі 70-75 А, напрузі дуги -10-11 В, швидкості зварювання - 11,0-12,0 м/год., витраті аргону у пальнику -8-10 л/ хв.

Впровадження результатів досліджень дає підставу для використання тонких трубних решіток, що дозволить забезпечити суттєве зниження металоємності і скоротити витрати дефіцитної високолегованої сталі на виготовлення гріючої камери випарного апарату.

### Список використаних джерел

1. Орлик Г.В. Удосконалення технології зварювання теплообмінних апаратів / Г. В. Орлик, А. Г. Орлик, А. Ю. Сапожніков // Альманах сучасної науки та освіти. - - 2016. - № 12 (114). - С.71-74.

2. Дерябкіна Є.С. Спосіб кріплення труб до тонкої трубної решітки кожухотрубчатого теплообмінника /Дерябкіна Є.С. // Збірник наукових праць «Машинобудування». – Харків: «УПА», 2019. – Вип.23. – С. 107-114.