

УДК: 21.983.3.001 – 621.983.7.004

**Маковей В. О.
Мельник В. С.**

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРУБОК З ГВИНТОПОДІБНИМ ПРОФІЛЕМ

Інтенсифікація теплообміну в каналах є ефективним способом підвищення коефіцієнта корисної дії (ккд), зменшення габаритних розмірів та металоємкості теплообмінних апаратів. При розробці нових теплообмінних апаратів намагаються досягнути високої інтенсивності теплопередачі при мінімальній витраті енергії на прокачування теплоносіїв. Аналіз робіт в цьому напрямку показує, що найбільш ефективними виявились гвинтоподібні трубки – турбулізатори [1, 2]. Масового виробництва їх у теперішній час не існує. Відповідно ГОСТ 27590, ТУ 400-28-27-90Е и ТУ 400-28-132-90 у теперішній час масово виробляються промисловістю водно-водяні теплообмінники для підігріву води. Теплообмінник використовується в системах опалення та гарячого водозабезпечення будинків різного призначення. В якості поверхні теплообміну використовуються головним чином латунні трубки діаметром 16×1 мм, довжиною 2 та 4 м, максимальний робочий тиск 1 МПа та максимальна температура теплоносія 150° С. В дослідних зразках теплообмінників встановлюють профільні трубки, що збільшує коефіцієнт теплопередачі на 30–50 %. Виникає необхідність масового виробництва профільних трубок довжиною 2–4 м.

Відомим способом виготовлення гвинтоподібних трубок є роликве обкочування на оправці з використанням одно та трьох роликвих обкатних головок. Технологія виробництва одно західних гвинтоподібних труб одно роликвим обкочуванням описана в роботі [3]. Дослідне виробництво таких трубок виконувалось на токарно-гвинторізному верстаті 16К20 із застосуванням обкатної головки, що кріпилась в різцетримачі, та оправки, яка встановлювалась в середину труби і закріплювалась з одного боку разом з трубою в трьохкулачковому патроні верстату, а з іншого – підпиралась центром задньої бабки верстата. Технологія виробництва трьох західних гвинтоподібних трубок трьох роликвою обкатною головкою наведені в роботі [4]. В якості основного деформуючого інструменту використовується трьох роликва обкатна головка на базі трьох кулачкового патрону, яка закріплена на супорті токарного верстату.

Існуючі технології виготовлення гвинтоподібних профілів на трубках в даний час малопродуктивні, потребують гвинтових оправок або спеціального обладнання, що значно збільшує собівартість виготовлення таких трубок. Тому розробка високопродуктивної та універсальної технології виготовлення гвинтоподібних трубок різних діаметрів 16–20 мм с товщиною стінки 1 мм та довжиною 2–4 м є досить актуальною.

Недоліком наведених способів є відсутність досліджень по встановленню оптимальних параметрів процесу обкочування гвинтових канавок на трубках без використання оправок, впливу його на якість виробів та відсутність високопродуктивних універсальних верстатів для виготовлення трубок теплообмінників.

Метою роботи є удосконалення технології отримання гвинтоподібних трубок без використання оправок та будь яких наповнювачів, перевірка можливості виготовлення довгомірної гвинтоподібної трубки при одно та багато перехідному деформуванні.

Проаналізувавши результати проведених досліджень, які представлено в статті [4], було розроблено нову технологію отримання гвинтоподібних профілів на трубках, що базується на використанні трьох роликвої обкатної головки сумісно з одно роликвою обкатною головкою. Данна технологія дозволяє отримати трубки з гвинтоподібним профілем великої довжини.

Проведено ряд експериментальних досліджень по отриманню гвинтоподібних трубок роликвим обкочуванням без оправки та встановлена можливість виготовлення якісних гвинтових профілів на трубках теплообмінників з латуні діаметром 16×1 мм глибиною до 1,5 мм за 1 прохід, що достатньо для підвищення теплопередачі на 30–50 %.

В якості деформуючого інструменту використовуються трьох роликів обкатна головка та одно роликів обкатна голова. Дане оснащення встановлюється на токарно гвинторізний верстат 16К20. Фотографія оснащення, встановленого на верстат, представлено на рис. 1.

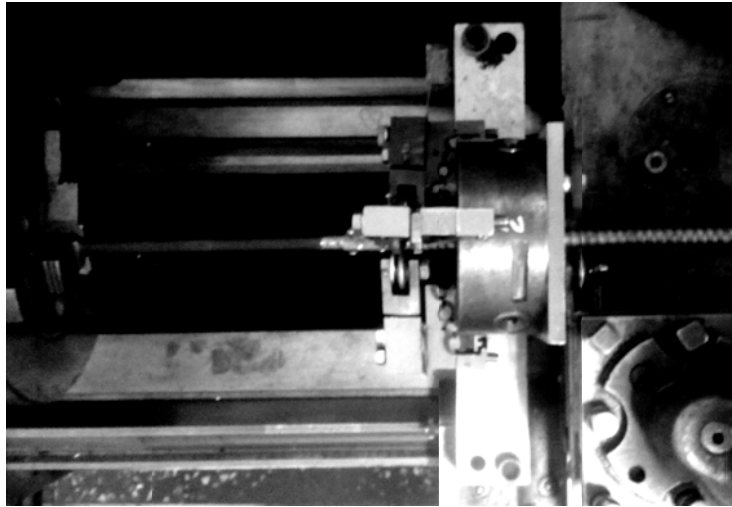


Рис. 1. Фотографія оснащення, встановленого на токарно-гвинторізному верстаті 16К20

Принципова схема даного оснащення представлена на рис. 2.

Воно включає трьох роликів обкатну головку 7, яка кріпиться на супорті 8 токарно гвинторізного верстату, та одно роликів обкатну головку 4, що розміщена у різцетримачі 9 даного верстату. Трубка 1 розміщується між роликами 5 головки 7 та фіксується на стержні – подовжувачі 2, який закріплений в патроні верстату. Так як області деформування трьох роликів обкатної головки 7 та одно роликів обкатної 4 знаходяться на значній відстані, то необхідно використовувати стержень – подовжувач 2, який допомагає мінімізувати відхід та запобігає скручуванню трубки.

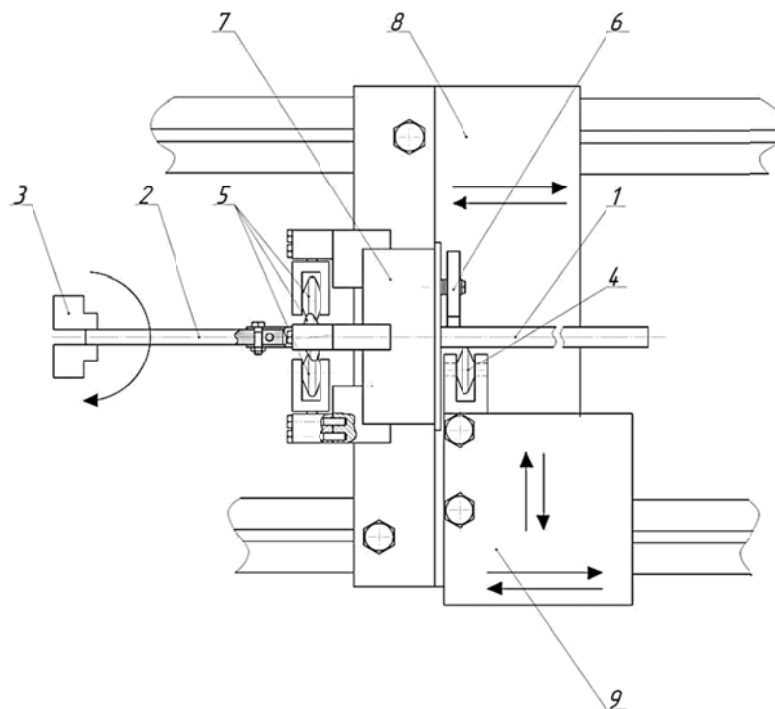


Рис. 2. Принципова схема роботи даного оснащення:

1 – трубка – заготовка, 2 – стержень – подовжувач, 3 – трьох кулачковий патрон, 4 – одно роликів обкатна голова, 5 – ролики трьох роликів обкатної головки, 6 – упор, 7 – трьох роликів обкатна голова, 8 – супорт токарно-гвинторізного верстату, 9 – різцетримач

Технологія реалізується наступним чином:

1. До трубки – заготовки 1 прикріплюється стержень – подовжувач 2, після чого він разом з трубкою – заготовкою 1 закріплюється в трьох кулачковому патроні 3 верстата, як показано на рис. 2.

2. На наступному етапі відбувається втискання ролика одно роликової обкатної головки 4 в трубку – заготовку 1 на глибину 0,2–0,5 мм, в цей час ролики 5 трьох роликової обкатної головки 7 відведені від трубки – заготовки 1, головка 7 налаштована на одно – західний профіль.

3. Після втискання ролика обкатної головки 4 в трубку – заготовку 1 верстат вмикається в режимі нарізання різьби з кроком 8 мм, що призводить до отримання попередньо спрофільованого гвинтоподібного профілю. Для уникнення прогину труби під дією одно роликової обкатної головки 4 використовується упор 6, який виконує функцію люнета та закріплений на трьох роликовій обкатній головці 7.

4. Після попереднього профілювання одно роликовою обкатною головкою верстат вмикається, ролики 5 головки 7 втискаються в попередньо спрофільовану канавку на глибину 0,5 мм і починається кінцеве формування профілю.

Таким чином відбувається попереднє формування гвинтової канавки на глибину 0,5 мм одно роликовою головкою та подальше її профілювання на глибину 1 мм трьох роликовою головкою.

Труба отримана за даною технологією представлена на рис. 3.

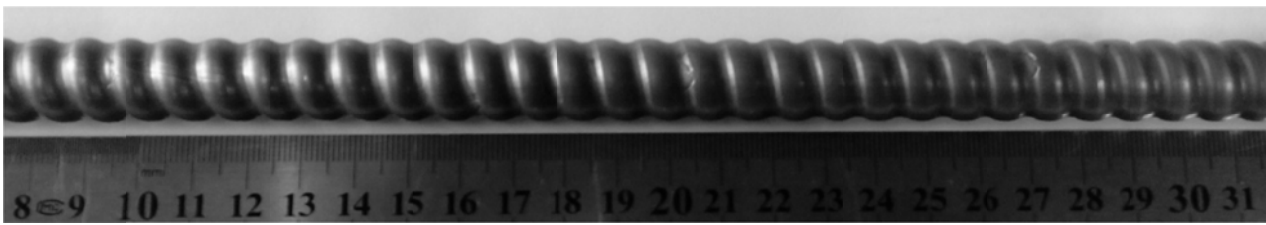


Рис. 3. Фотографія довгомірної гвинтоподібної труби, виготовленої за один прохід

Подальше деформування труби не призводить до позитивного ефекту. Геометричні розміри такої труби представлено в табл. 1, для зручності опрацювання результатів дана труба розбита на три характерні зони, які зображені на рис. 4.

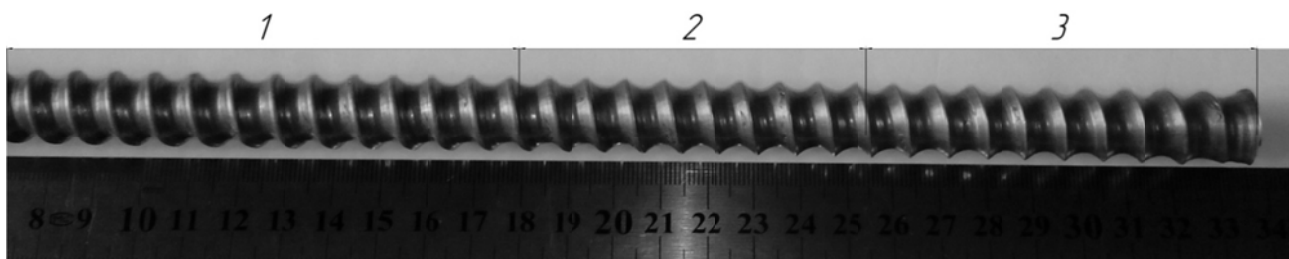


Рис. 4. Труба з гвинтоподібним профілем після декількох переходів

Таблиця 1

Результати аналізу геометричних параметрів труби після багато переходного деформування

| № зони | Діаметр виступів, D_B , мм | Діаметр западин, d_3 , мм | Глибина канавки, h , мм | Ширина канавки, B , мм | Крок гвинтового профілю, t , мм | Радіус заокруглення виступів, R_B |
|--------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 зона | 16 | 13 | 1,5 | 7 | 8 | 1 |
| 2 зона | 16 | 12,5 | 1,75 | 8,3 | 8 | 0,4 |
| 3 зона | 16 | 12 | 2 | 8,3 | 8 | 0,25 |

Дані, які приведені в таблиці показують, що використання багато перехідного деформування (більше 5 проходів) при профілюванні гвинтоподібного профілю на таких трубках призводить до неоднорідності геометричних розмірів по довжині трубки. Так, якщо діаметр виступів та крок профілю зберігається сталим на всій довжині трубки, то інші параметри змінюються. Глибина та ширина канавок збільшується, а радіус заокруглень виступів зменшується.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено нову технологію профілювання гвинтоподібних труб довжиною до 2 м за допомогою одно та трьох роликів головок, які працюють одночасно.
2. Отримано якісну довгомірну трубу з гвинтоподібним профілем діаметром 16 мм довжиною 1 м. Довжина труби обмежується можливостями наявного обладнання.
3. Встановлено, що профілювання гвинтоподібних трубок за багато проходів приводить до зміни розмірів вздовж довжини трубки, при цьому трубка скорочується.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теплоаеродинамічна ефективність гвинтоподібних труб з рівно розвинутою поверхнею / Л. В. Демчук, В. А. Рогачов, О. М. Терех, О. І. Руденко // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2011 – № 5/8 (53) – С. 26–29.
2. Теплообмін пучків труб з рівно розвинутою поверхнею / С. М. Письменний, В. А. Рогачов, О. М. Терех, В. І. Коньшин, Д. С. Омельчук // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий* – 2013 – № 1/8 (61) – С. 30–33.
3. Профілювання гвинтоподібних труб обкочуванням / В. О. Маковей, Ю. П. Бородій, А. В. Кліско, П. Ю. Проценко // *Вісник Київського політехн. ін-та. Машинобудування*. – 2010. – № 60. – С. 55–60.
4. Маковей В. О. Перспективи удосконалення технологічних процесів профілювання гвинтових канавок на трубах / В. О. Маковей, В. С. Мельник, П. Ю. Проценко // *Вісник НТУ «ХПИ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ «ХПИ», 2014. – № 44 (1087). – С. 93–103.

REFERENCES

1. *Teploaerodinamichna effektivnist' gvintopodibnih trub z rivno rozvinenoju poverhneju* / L. V. Demchuk, V. A. Rogachov, O. M. Tereh, O. I. Rudenko // *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij*, 2011 – № 5/8 (53) – S. 26–29.
2. *Teploobmin puchkiv trub z rivno rozvinenoju poverhneju* / S. M. Pis'mennij, V. A. Rogachov, O. M. Tereh, V. I. Kon'shin, D. S. Omel'chuk // *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij* – 2013 – № 1/8 (61) – S. 30–33.
3. *Profiljuvannja gvintopodibnih trub obkochuvannjam* / V. O. Makovej, Ju. P. Borodij, A. V. Klisko, P. Ju. Procenko // *Visnik Kiivs'kogo politehn. in-ta. Mashinobuduvannja*. – 2010. – № 60. – S. 55–60.
4. *Makovej V. O. Perspektivi udoskonalennja tehnologichnih procesiv profiljuvannja gvintovih kanavok na trubah* / V. O. Makovej, V. S. Mel'nik, P. Ju. Procenko // *Visnik NTU «HPI»*. Serija: Novi rishennja v suchasnih tehnologijah. – Harkiv : NTU «HPI», 2014. – № 44 (1087). – S. 93–103.

Маковей В. А. – канд. техн. наук, доц. НТУУ «КПІ»

Мельник В. С. – аспірант НТУУ «КПІ»

НТУУ «КПІ» – Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев.

E-mail: makovei@ukr.net; v.s.melnyk@i.ua