

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Механіко Машинобудівний Інститут

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 621.983.7

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ **В.А. Тітов**
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2016р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 8.05050203 «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування»

(код і назва спеціальності)

на тему: _____

Виконав (-ла): студент (-ка) –VI курсу, групи МД-41м

(шифр групи)

Рекало Михайло Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник Маковей В.О., к.т.н., доц.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____

(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2016 року

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Перелік умовних позначень..... | 3 |
| ВСТУП..... | 4 |
| РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ З ОТРИМАННЯ ГВИНТОВИХ ТА КІЛЬЦЕВИХ КАНАВОК НА ТОНКОСТІННИХ ТРУБАХ ТА ЇХ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ..... | 8 |
| 1.1. Використання профільованих труб в якості теплообмінних поверхонь..... | 8 |
| 1.2. Відомі способи та пристрої для отримання труб з гвинтовим профілем..... | 14 |
| 1.2.1. Виготовлення гвинтоподібних труб та з кільцевими канавками роликів обкочування з використанням оправки..... | 14 |
| 1.2.2. Формування профільованих труб рідинним, еластичним та еластично-сипучим середовищами..... | 26 |
| 1.2.3. Виготовлення гвинтоподібних труб без використання оправки..... | 39 |
| Висновки по першому розділу..... | 44 |
| РОЗДІЛ 2. ВИБІР НАПРЯМКІВ, МЕТОДІВ ТА МЕТОДИК ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 47 |
| 2.1. Методика вимірювання твердості на мікротвердомірі ПМТ-3... .. | 47 |
| 2.2. Методика моделювання процесу роликів обкочування в програмі DEFORM-3D, яка базується на методі скінчених елементів..... | 54 |
| Висновки по другому розділу..... | 63 |
| РОЗДІЛ 3. ПРОВЕДЕННЯ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ РОЛИКОВОГО ОБКОЧУВАННЯ..... | 64 |
| Висновки по третьому розділу..... | 78 |

| | |
|--|----|
| РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОПОДІБНИХ ТРУБ..... | 81 |
| 4.1. Вибір оптимальної трубчастої заготовки | 81 |
| 4.2. Верстат для обкочування гвинтоподібних труб | 83 |
| 4.3. Основні принципи проектування технологічних процесів | 84 |
| 4.4. Розробка технології та оснащення для виготовлення гвинтоподібних труб роликівим обкочуванням..... | 85 |
| 4.5 Вибір технологічного режиму роликового обкочування..... | 95 |
| Висновки по четвертому розділу..... | 96 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 97 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 98 |

РЕФЕРАТ

Атестаційна робота, яка складається з аркушів плакатів та тексту роботи на 102 сторінці, в тексті зазначено 74 рисунків, 2 таблиць. В даній атестаційній роботі використано 45 найменувань бібліографічних посилань.

Метою роботи була розробка технології виготовлення та оснащення для отримання труб з гвинтовою поверхнею, без використання оправки, також проведено математичне моделювання даного процесу та зроблено порівняння з реальним експериментом.

Був проведений огляд літературних джерел та виявлені напрямки для подальшого удосконалення процесу та пріоритети в розвитку цього напрямку.

Проведено чисельне моделювання методом скінчених елементів процесу пластичного формування роликівим обкочуванням гвинтоподібних труб без оправки для встановлення впливу геометричних параметрів роликів на напружено-деформований стан, який виникатиме в процесі формування такої труби при різних глибинах втискування h ролика в трубу.

Проводилось ряд досліджень, а саме: отримання заготовок роликівим обкочуванням на токарному верстаті без використання оправки або піску в якості внутрішнього протитиску, вимірювання твердості отриманих труб та їх геометричних параметрів. В процесі досліджень була використана наступні обладнання та оснащення: токарно-гвинторізний верстат марки 16К20 та спеціально розроблене оснащення для роликового обкочування, мікротвердомір ПМТ-3.

Головну увагу було приділено експериментальним роботам по роликовому обкочуванні на токарно-гвинторізному верстаті, направленим на отримання гвинтоподібних труб з оптимальними глибинами гвинтових канавок, та пошуку і розробці технологій та оснащення для їх виготовлення.

Був проведений огляд літературних джерел та виявлені напрямки для подальшого удосконалення процесу та пріоритети в розвитку цього напрямку.

У роботі наведені результати власних досліджень тонкостінних трубчастих заготовок з латуні Л68, отриманих пластичною деформацією методом роликового обкочування на токарно-гвинторізному верстаті. Проведено вимірювання геометричних параметрів отриманих труб та їх твердість після деформування, розглянута можливість отримання труб з гвинтовою поверхнею без утворення тріщин в залежності від глибини гвинтових канавок. Розроблені технологічні схеми та пристрої для отримання цих труб.

Для промислового виготовлення труб з гвинтовою поверхнею необхідно працювати в напрямку розвитку методів роликового обкочування та гідроформування.

THE ABSTRACT

Attestation issue wich consists of sheets of the posters and text of operation on 102 pages, 74 drawing, 2 tables. In given attestation work is used 45 names of the bibliographic references.

The aim was the development of manufacturing technology and equipment for tubes with helical surface also conducted mathematical modeling of the process and made comparisons with the real experiment

Literature review and identified areas for further improvement of the process and priorities in the development of this area was carried out.

A numerical simulation method of finite elements of the plastic molding process roller screw running pipes without mandrels to determine the influence of

the geometric parameters of the rollers on the stress-strain state, occur during the formation of a pipe at various depths h pressing roller into the pipe.

Performance is demonstrated on several studies, namely: a roller running blanks for lathe without mandrel using arbor or sand as internal backpressure, hardness measurements obtained tubes and their geometrical parameters. In the research used the following on equipment and appliance will: a screw-cutting lathe 16K20 stamps and specially designed equipment for roller running, microhardness NLT-3.

Special attention was given to experimental work on roller running on screw-cutting lathe, aimed at a spiral pipes with optimum depth screw grooves, and search and development of technologies and equipment for their manufacture. An inventory of the literature and identified areas for further improvement of the process and priorities in the development of this direction.

The paper presents results of own investigations of thin-walled tube of stainless steel billets brass L68 obtained plastic deformation by roller running on a screw-cutting lathe. The measured geometrical parameters obtained tubes and their hardness after deformation, and consider a tube with a screw surface without cracks, depending on the depth screw grooves. The technological scheme and equipment for these tubes.

For industrial production of pipes with helical surface to work towards the development of methods running roller and hydro forming.

РЕФЕРАТ

Аттестационная работа, которая состоит из листов плакатов и текста работы на 102 странице, в тексте указано 74 рисунков, 2 таблиц. В данной аттестационной работе использованы 45 наименований библиографических ссылок.

Целью работы была разработка технологии изготовления и оснастки для получения труб с винтовой поверхностью, также проведено математическое моделирование данного процесса и сделано сравнение с реальным экспериментом.

Был проведен обзор литературных источников и выявлены направления для дальнейшего совершенствования процесса и приоритеты в развитии этого направления.

Проведено численное моделирование методом конечных элементов процесса пластического формования роликовым обкатыванием винтовых труб без оправки для установления влияния геометрических параметров роликов на напряженно-деформированное состояние, возникающее в процессе формирования такой трубы при различных глубинах вдавливания h ролика в трубу.

Проводилось ряд исследований, а именно: получение заготовок роликовым обкатыванием на токарном станке без использования оправки или песка в качестве внутреннего противодействия, измерения твердости полученных труб и их геометрических параметров. В процессе исследований была использована следующая аппаратура и оснастка: токарно-винторезный станок марки 16К20 и специально разработанная оснастка для роликового обкатывания, микротвердомер ПМТ-3.

Главное внимание было уделено экспериментальным работам по роликовому обкатыванию на токарно-винторезный станок, направленным на получение винтовых труб с оптимальными глубинами винтовых канавок, и поиске и разработке технологий и оснастки для их изготовления. Был проведен обзор литературных источников и выявлены направления для дальнейшего совершенствования процесса и приоритеты в развитии этого направления.

В работе приведены результаты собственных исследований тонкостенных трубчатых заготовок из латуни Л-68, полученных пластической деформацией методом роликового обкатывания на токарно-винторезном станке. Проведены измерения геометрических параметров полученных труб и их твердость после деформирования, рассмотрена возможность получения труб с винтовой поверхностью без образования трещин в зависимости от глубины винтовых канавок. Разработаны технологические схемы и устройства для получения этих труб.

Для промышленного изготовления труб с винтовой поверхностью необходимо работать в направлении развития методов роликового обкатывания и гидроформирования.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1) На основі аналізу існуючих способів отримання канавок на трубах розроблені та обгрунтовані можливі способи отримання гвинтоподібних труб;

2) В процесі виконання роботи розроблені методики експериментального та чисельного досліджень процесів виготовлення гвинтоподібних труб обкочуванням роликками без використання оправок

3) Проведено чисельне моделювання методом скінчених елементів процесу пластичного формування роликковим обкочуванням гвинтоподібних труб без оправки для встановлення впливу геометричних параметрів роликів на напружено-деформований стан, який виникатиме в процесі формування такої труби при різних глибинах втискування h ролика в трубу.

4) З урахуванням результатів моделювання процесів обкочування гвинтових канавок на трубах проведені експерименти по виготовленню труб з латуні Л68 з гвинтовими канавками роликковим обкочуванням двома головками одно- та трьох роликковою без використання оправки на токарно-гвинторізному верстаті.

5) Розроблені рекомендації з проектування технологічних процесів і конструкцій оснащення для запропонованих схем процесів формування одно-західних гвинтоподібних труб роликковим обкочуванням без оправки.