МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті

Кафедра прикладної механіки

РЕФЕРАТ

для участі у Всеукраїнському конкурсі рефератів матеріалознавчої тематики серед студентів 1-3 курсів вищих навчальних закладів з дисципліни «Матеріалознавство»

на тему «Огляд технології волочіння»

Виконав:

Студент 1 курсу, групи ПМ-22

Пучка Сергій Сергійович

Перевірила:

Кандидат технічних наук,

доцент кафедри прикладної механіки,

Макруха Тетяна Олександрівна

м. Кропивницький – 2023

ЗМІСТ:

Вступ ……. 3

1. Загальні відомості (технологія, устаткування, використовувані матеріали) …….. 5

1.1. Технологія процесу волочіння…….. 6

1.2. Устаткування для процесу волочіння…….. 8

А) Волочильні стани …… 8

Б) Ланцюгові волочильні стани періодичної дії …… 9

С) Барабанний стан одноразового волочіння безперервної дії.. 9

Д) Барабанний стан багаторазового волочіння …….. 10

1.3. Використовувані матеріали для процесу волочіння…… 11

1.4. Приклади продукції, отриманої із застосуванням процесу волочіння……. 12

2. Переваги та недоліки методу волочіння ……. 14

3. Сучасні технології волочіння в Україні та світі …….. 16

Висновки ……. 19

Список джерел інформації…… 20

ВСТУП

Обробка металу волочінням знаходить широке застосування в металургійній кабельній і машинобудівній промисловості.

Волочіння було відоме ще у 5–3 тис. до н. е. у Стародавньому Єгипті і Месопотамії (доказом чого є знайдені мідні і золоті дроти, прикраси). На території України, поблизу м. Феодосія (АР Крим), знайдено золоті ювелірні вироби, а у Нижній Наддніпрянщині – дротові вироби, каміння з отворами для волочіння, які відносяться до 4 ст. до н. е. У Київській Русі у 9–13 ст. волочіння застосовувалося під час виготовлення дротів для ювелірних виробів, ланцюгів, цвяхів, кілець для кольчуг, заклепок, замків, щіток, шпильок. Значна кількість дроту експортувалась. Від 17 ст. відомі волочильні стани з водяним, а від 18 ст. – із паровим приводами. Дротове виробництво розвинулось вже на початку 18 ст., про що свідчать такі вироби як холодна зброя, залізні канати, текстильне виробництво, золотоканительна справа тощо.

Постійно удосконалювалося устаткування. Для потреб електротехніки створено кабельне виробництво вольфрамових ниток, інтенсифіковано випуск канатів для шахт, мостів тощо.

У 1-й пол. 20 ст. в Україні значну кількість труб виготовляли методом волочіння. 1930 – 1940 рр. споруджено нові і модернізовано діючі підприємства (Нікопольський південнотрубний завод, Дніпропетровський та Нижньодніпровський трубопрокатні заводи); виробництво сталевого троса розпочато на Одеському сталедротово-канатному заводі (нині «Стальканат»), дроту з міді й алюмінію – на заводах «Укркабель» Київ), «Південкабель» (Харків), «Одескабель», «Азовкабель» (м. Бердянськ Запоріз. обл.).

1950-1980 рр. освоєно нові технології, впроваджено технологію сухого волочіння, встановлено високопродуктивне волочильне устаткування із суміщенням термічної обробки, цинкування тощо. Збудовано нові цехи на Костянтинівському металургійному заводі і Харцизькому трубному заводі (Донецька область). Для зварювання було організовано випуск сталевого порошку і кремнемарганцевого дроту, дроту з кольорових металів.

Розвиток техніки волочильного виробництва сприяв створенню різних методів волочіння, які використовують у сучасній практиці: суцільно круглого профілю крізь конічну волоку; суцільного профілю крізь фасонну волоку; крізь конічну волоку порожніх профілів (труб) осаджування; на стрижні, на закріпленні оправці, зокрема з плаваючою оправкою; суцілільних і порожніх профілів із протинатягом. Відомі також методи волочіння крізь волоки з рухомими контактними поверхнями. [2]

1. Загальні відомості методу волочіння

Обробка металу волочінням знаходить широке застосування в металургійній кабельній і машинобудівній промисловості. Волочінням можна виготовляти порожнисті і суцільні вироби часто складного поперечного перетину, виробництво яких іншими способами не завжди представляється можливим (наприклад, тонкі вироби, прутки значної довжини).

Проте найпопулярнішим виробом, який виготовляється методом волочіння, є дріт. На сьогодні практично жодна галузь промисловості не може функціонувати без застосування дроту.

Табл. 1. Виробництво дроту холоднотягнутого [5]

(тис.т)

Назва / роки	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Дріт із заліза або сталі нелегованої з вмістом вуглецю менше 0,25 мас.%, уключаючи дріт гофрований (крім дроту скрученого, колючого (для загорожі), подвійного, пилкоподібного, електричного ізольованого)	209,2	203,9	191,9	203,4	213,0

Табл. 2. Динаміка імпорту металургійної сировини, напівфабрикатів і металопродукції у 2015-2019 рр., тис. т [7]

(тис.т)

Назва / роки	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Дріт	7	8.3	13	15.7	14.3

1.1. Технологія процесу волочіння

Технологічний процес отримання фасонних деталей і заготовок у спосіб пластичного деформування в холодному або гарячому стані називають обробкою металів тиском. При цьому використовують одну з основних властивостей металів - здатність до пластичного деформування (пластичність). Пластичністю називають також здатність металів остаточно змінювати форму, деформуватись без руйнування під дією зовнішніх зусиль. Обробка тиском дозволяє отримувати вироби різного призначення і форми у вигляді заготовок для подальшої обробки різанням, а також готових деталей високої точності виготовлення і якості поверхні. Процеси обробки тиском поділяють на шість основних видів:

1) прокатування;
2) волочіння;
3) пресування;
4) кування;
5) об'ємне штампування;
6) листове штампування.

Застосування того чи іншого виду обробки тиском зумовлене можливостями формоутворення виробів і підвищення механічних властивостей металу внаслідок пластичного деформування, технологічною та економічною доцільністю. [1]

Волочіння – протягування прокатних або пресованих заготовок через отвір із збільшенням довжини і зменшенням поперечного перерізу.

Заготовки протягують в холодному стані.

Продукція волочіння**:** дріт (до 0,01 мм в діаметрі), калібровані прутки, тонкостінні труби. Волочіння надає виробам гладенької поверхні і точних розмірів.

Волочіння полягає у протягуванні вальцьованих або пресованих заготовок крізь отвір, поперечний переріз якого менший за поперечний переріз заготовки, а конфігурація отвору формує заданий профіль виробу (рис. 1).

Інструментом для волочіння є волока. Вона має робочий отвір, що складається з чотирьох зон: вхідної або мастильної I, деформувальної II, калібрувальної III та вихідної IV.

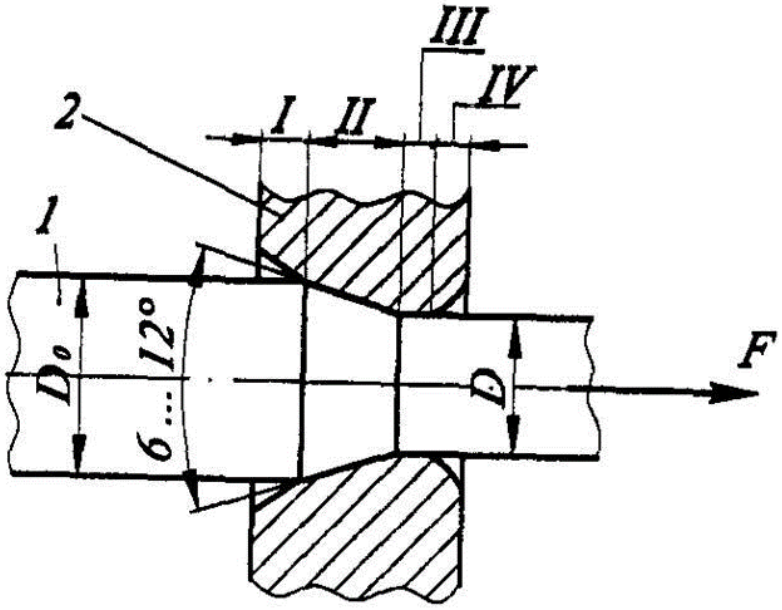

Рис. 1. Схема волочіння:

1 - заготовка; 2 – волока.

Зони: I- вхідна, II – деформувальна, III – калібрувальна, IV – вихідна.

D_o і D - діаметри заготовки до і після волоки; F – тягова сила

Кут конуса деформувальної зони становить від 6 до 12°. Калібрувальна зона довжиною від 2 до 10 мм остаточно формує заданий профіль, його розміри та забезпечує високу якість обробленої поверхні.

Напруження розтягу має бути менше від 0,6σм (де σм – границя міцності оброблюваного матеріалу), щоб уникнути руйнування заготовки. Волоки застосовують із полірованими отворами й змазаними контактними поверхнями заготовки, що істотно зменшують сили тертя та підвищують якість обробки. Для змащення використовують мильний порошок, графіт, водяні емульсії на основі мила й мінеральної оливи. [3]

1.2. Устаткування для процесу волочіння

Інструмент – волока, в якій зроблено отвір – вічко, що поступово звужується по довжині. Виготовляють волоку із інструментальних сталей, твердих сплавів і технічних алмазів.

Обладнання – волочильний стан; складається з волоки і тягнучого пристрою, з допомогою якого заготовка протягується через отвір (барабанні, ланцюгові, гідравлічні).

Перед волочінням кінець заготовки загострюють, змащують для зменшення тертя. При волочінні заготовки зміцнюються, втрачаючи пластичність. Для повернення пластичності проводять відпал.

До волоку, як інструменту, пред'являються такі вимоги:

- теплопровідність,
- твердість,
- опір вигину та удару.

Крім того, відповідно до вимог, матеріал для виготовлення волок - спеціальна інструментальна сталь, металокераміка, технічні алмази, що впливає на вартість волоки.

А) Волочильні стани

Волочильним станом називають машину, що призначену для волочіння металів. Волочильний стан складається з тягового пристрою, приводу й інструменту. Волочильний стани поділяють, залежно від траєкторії тягового пристрою, на:

- періодичної дії з прямолінійним рухом заготовки;
- безперервної дії з намотуванням заготовки.

Волочильні стани з прямолінійним рухом заготовки (ланцюгові, рейкові та інші) застосовують для волочіння й калібрування прутків, труб і фасонних виробів, які не можна намотувати в бунти. На сучасних станах можна одночасно обробляти 4...8 заготовок довжиною до 8 м. Тягова сила цих станів доходить до 1,5 МН.

Б) Ланцюгові волочильні стани періодичної дії

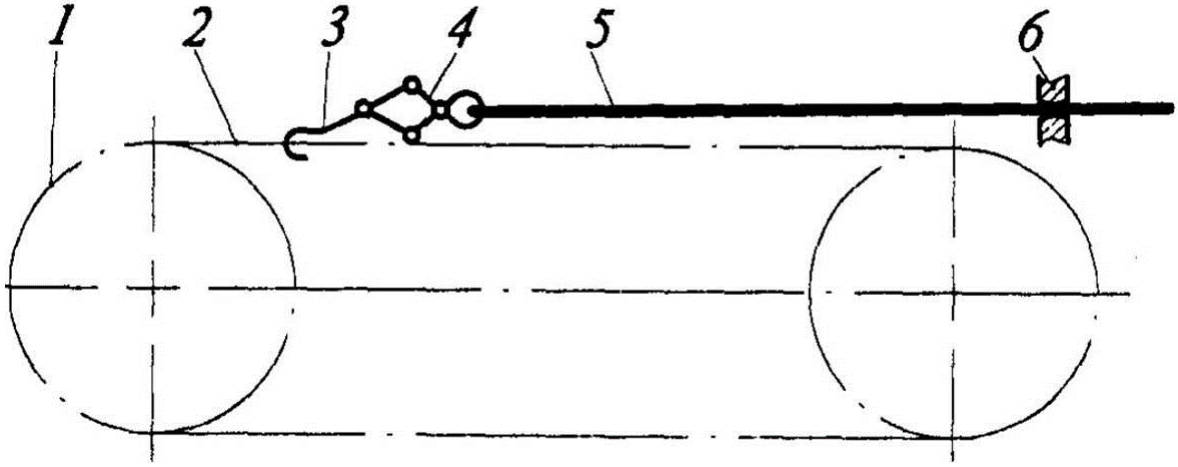

Рис. 2. Схема ланцюгового волочильного стану періодичної дії.

Тягова зірка 1 рухає замкнутий шарнірно-пластинчастий ланцюг 2. За допомогою гака 3 і кліщів 4 ланцюг протягає заготовку 5 крізь отвір волоки 6. Після виходу заготовки з волоки тягова сила зменшується, гак під дією противаги зіскакує з ланцюга й повертається в початкове положення.

С) Барабанний стан одноразового волочіння безперервної дії

Барабанний стан одноразового волочіння складається з вертлюга 1 з насадженою вихідної заготовкою 2 (рис. 3). Кінець заготовки 2 проводять крізь отвір волоки 3 та закріплюють на барабані 4, який обертається від електродвигуна Д редуктором 6 і зубчастою передачею 5. Після волоки дріт намотується на барабан 4.

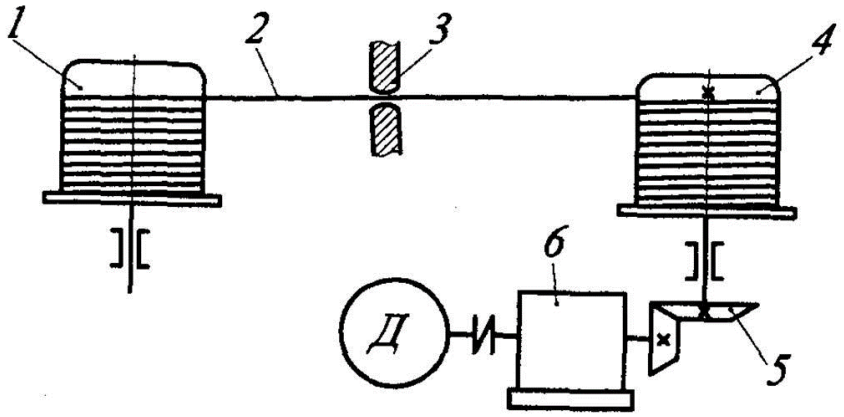

Рис. 3. Схема барабанного стану одноразового волочіння

Д) Барабанний стан багаторазового волочіння

Барабанні стани багаторазового волочіння призначені для виробництва тонкого дроту, який проходить через значну кількість послідовно розташованих волоків (до 20 і більше) (рис. 4). Кінець дроту 1 пропускають крізь отвір першої волоки 2, намотують кілька витків на барабан 3, потім пропускають крізь отвір другої волоки, намотують на другий барабан і закріплюють на приймальному барабані 4. Електродвигун Д через редуктор 6 і зубчасті передачі 5 надає обертальний рух барабанам. Швидкість дроту в останніх волоках досягає від 50 до 60 м/с.

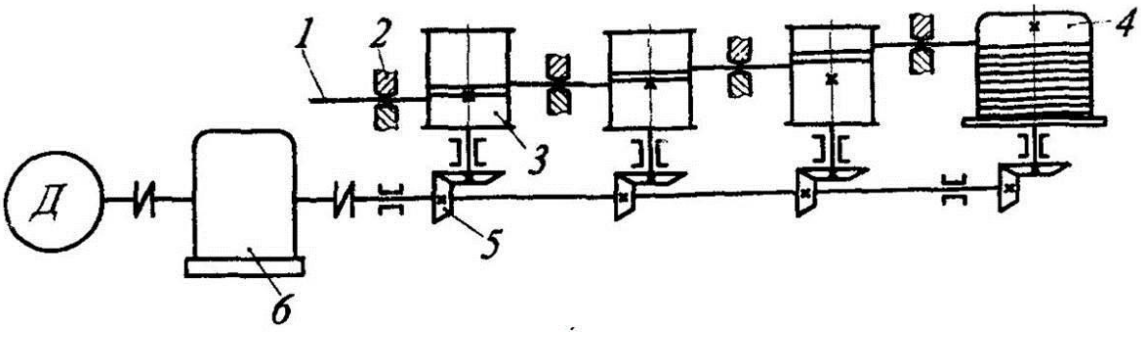

Рис. 4. Схема барабанного стану одноразового волочіння [3]

1.3. Використовувані матеріали для процесу волочіння

Волоки виготовляють з інструментальних сталей, твердих сплавів, а для волочіння дуже тонкого дроту – з технічних алмазів.

Вихідними заготовками для волочіння є дріт, сортовий прокат круглого, квадратного або шестикутного профілю та труби зі сталей, кольорових металів та їх сплавів. Волочінням виробляють дріт діаметром від 0.002 до 10 мм, фасонні профілі, калібрують (підвищують точність розмірів і якість поверхні) прутки діаметром від 3 до 150 мм і труби.

Як початковий матеріал для волочіння застосовують катані і пресовані заготовки.

Під час виробництва алюмінієвого, мідного і іншого дроту як початкову заготовку використовують катанку, яку отримують безпосередньо з плавильної печі через кристалізатор і безперервний прокатний стан.

Незалежно від способу отримання початкова заготівка перед волочінням проходить ретельну попередню підготовку, яка полягає в проведенні того або іншого виду термічної обробки, видаленні окалини і підготовці поверхні для закріплення і утримання на ній мастила в процесі волочіння. Ці попередні операції забезпечують нормальне виконання пластичної деформації у волочильному отворі, сприяють отриманню високої якості поверхні виробу, зменшують зусилля і енергію на волочіння і знижують знос волочильного інструменту. [4]

1.4. Приклади продукції, отриманої із застосуванням процесу волочіння

Волочінням отримують дріт усіх видів, прутки з високою точністю поперечних розмірів і труби різноманітних перетинів.

Сортамент сучасних виробів, що виготовляються волочінням, вельми різноманітний (рис.5):

- сталевий дріт діаметром від 0,002 до 10 мм,
- 2 калібровані сталеві труби із зовнішніми діаметрами від капілярних до 500 мм,
- 3 калібровані сталеві прутки з діапазоном діаметрів від 3 до 150 мм;

З кольорових металів волочінням виготовляють:

- дріт круглого, прямокутного і сегментного перетинів;
- прутки різних перетинів, труби круглого і прямокутного перетинів.

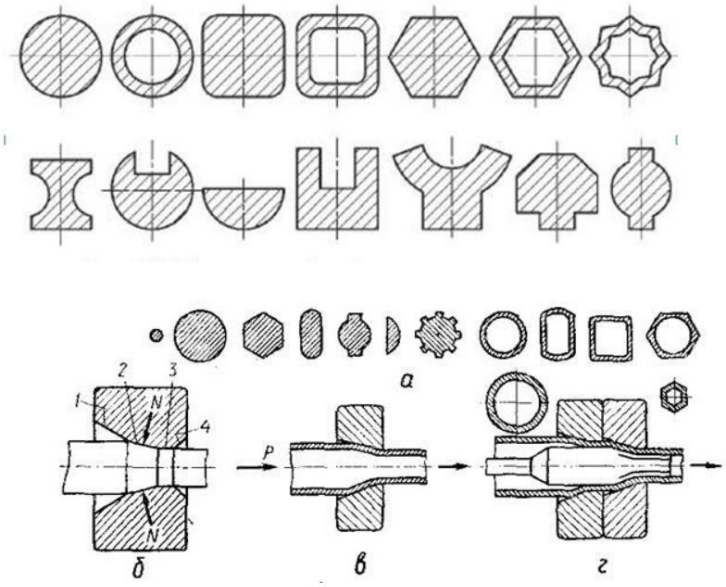

Рис. 5. Профілі отримані волочінням:

а - сортамент профілів;

6 - суцільного,

в - трубчастого перерізу.

У прутка з вихідної площею поперечного перерізу F1 загострюється передній кінець, який пропускають через очко волоки. До переднього кінця прикладають зусилля волочіння Р.

$P= p*F_2* \ln(F_1/ F_2) *(1+f* \operatorname{ctg} \alpha)$,

де F_1, F_2 - площі перерізу вихідної заготовки і заготовки після волочіння відповідно, p - опір металу деформації, f - коефіцієнт тертя, α - напівкут робочого конусу.

Волоки виготовляють з твердих сплавів ВК2, ВК6, ВК8 і ін., технічних сортів алмазу (для виробництва дроту діаметром 0,6 мм), інструментальної сталі У8-У12 і стали ШХ15, Х12М. [4]

2. Переваги та недоліки методу волочіння

Волочіння широко застосовується в металургійній кабельній і машинобудівній промисловості. Волочінням можна виготовляти порожнисті і суцільні вироби часто складного поперечного перетину, виробництво яких іншими способами не завжди представляється можливим (наприклад, тонкі вироби, прутки значної довжини).

При волочінні ряду профілів (квадратного, трикутного, шестикутного і ін.) використовують складені волоки), які відрізняються високою універсальністю, оскільки в одній і тій же волоці, міняючи профіль отвору відповідною перестановкою окремих пластин, можна отримувати різні розміри профілю.

Волочінням обробляють сталі різноманітного хімічного складу, прецизійні сплави, а також практично всі кольорові метали (золото, срібло, мідь, алюміній, і ін.) і сплави на їх основі.

Вироби, отримані волочінням, мають високу якість поверхні і високу точність розмірів поперечного перетину. Якщо виробу потрібно додати в основному ці характеристики, то такий вид обробки називають калібруванням. Волочіння дозволяє отримувати вироби з високим класом точності і високою чистотою поверхні. Наприклад, сталевий дріт діаметром 0,006 мм по 2-у класу точності має допуск -0,001. Чистота поверхні після волочіння зазвичай відповідає 7 - 9-у класу по ГОСТ 2789-73.

Волочіння найчастіше виконують при кімнатній температурі, коли пластичну деформацію більшості металів супроводжує наклеп. Цю властивість в сукупності з термічною обробкою, використовують для підвищення деяких механічних характеристик металу. Так, наприклад, арматурний дріт діаметром 3...12 мм з вуглецевої конструкційної сталі (0,70...0,90%С) при виробництві його волочінням, забезпечує межу міцності 1400... 1900 Мпа і межу текучості 1200... 1500 Мпа.

Внаслідок наклепу волочіння може забезпечити металу значне підвищення межі міцності. Наприклад, сталь, що містить 0,5% вуглецю після гарячого прокатування, має межу міцності близько 70 кг/мм2 (700 Мн/м²), а після волочіння -близько 160 кг/мм² (1600 Мн/м²).

Волочіння вигідно відрізняється від механічної обробки металу різанням (струганням), фрезеруванням, обточуванням, оскільки при цьому відсутні відходи металу у вигляді стружки, а сам процес помітно продуктивніше і менш трудомісткий. [4]

Таким чином, волочіння у порівнянні з іншими методами має ряд переваг, зокрема**:**

1. Висока продуктивність.
2. Точна і чиста поверхня (не потребує механічної обробки).
3. Не потрібний нагрів.
4. Метод піддається автоматизації.
5. Порівняно низькі витрати на обладнання.
6. Змінюючи волоку, легко перейти на інший діаметр вироби.

Отже, виробництво із застосуванням методу волоки має високу прибутковість при низькій конкурентоспроможності.

Серед недоліків волочіння можна визначити наступні:

1. Висока вартість волоки.
2. Необхідність термообробки.
3. Низька номенклатура виробів (виходить тільки дріт, прутки і тонкостінні труби).

Крім того, для виготовлення волок використовується спеціальна інструментальна сталь, металокераміка, технічні алмази, що значно збільшує вартість волоки. [7]

3. Сучасні технології волочіння в Україні та світі

На сьогодні не тільки в Україні, але й у світовому масштабі зростає необхідність удосконалення існуючих технологічних процесів з метою заощадження матеріальних, енергетичних, трудових та екологічних ресурсів.

Волочіння є високоефективним процесом обробки тиском і набуло широкого поширення для виготовлення металевого дроту різного призначення. Зварювальний дріт з маловуглецевих сталей є одним із поширених видів метизної продукції і використовується для напівавтоматичного або автоматичного зварювання в середовищі захисних газів при виготовленні стальних конструкцій.

Як показує досвід вітчизняного виробництва, існують певні ризики виготовлення неякісної продукції та виникнення технологічних відмов, що пов’язані з особливостями вихідної сировини та реалізації процесу волочіння на підприємстві.

Ефективність технологічного процесу виробництва зварювального дроту маловуглецевих сталей залежить від багатьох факторів. Основні чинники, які впливають та формують показники якості обмідненого дроту можна умовно поділити на три групи: показники якості сировини, показники якості, що нормуються при виробництві дроту та показники якості пов’язані із технологічною спадковістю. На сьогоднішній день практично відсутні системні дослідження впливу якості сировини на якість готової продукції. Якість сировини є першочерговим фактором, який впливає на якість кінцевого продукту. Катанка для виробництва обмідненого дроту повинна мати стабільний хімічний склад, відсутність поверхневих дефектів, відсутність у мікроструктурі різноманітних включень та надтвердих складових, що є причиною її обривності в процесі волочіння. Сучасна технологія передбачає виробництво зварювального дроту без операції проміжного відпалу. Досить часто виготовити дріт без операції проміжного відпалу із необхідним характеристиками є неможливим. В зв’язку з цим пред’являються чіткі вимоги до катанки та виникає гостра

необхідність у максимальному використанні пластичності матеріалів маловуглецевих сталей. Тому раціональне проектування технологічного процесу волочіння дроту без операції проміжного відпалу є актуальним питанням, вирішення якого дозволить значно скоротити процес виробництва та збільшити продуктивність.

Автор роботи [8] пропонує підвищення ефективності процесу волочіння зварного маловуглецевого дроту шляхом раціонального проектування технології виробництва з використанням максимального ресурсу пластичності матеріалу та прогнозування показників якості готового продукту. Як результат, застосування запропонованого підходу на підприємстві ПрАТ «ПлазмаТек» (м. Вінниця) забезпечило раціональне планування виробництва дроту різних діаметрів для кожної партії катанки та сприяло уникненню виготовлення неякісної продукції. Прогнозування механічних властивостей зварювального дроту підвищило ефективність виробництва зварювального дроту за рахунок отримання продукції з прогнозованими характеристиками якості, уникнення технологічних відмов та раціонального планування виробництва, зменшення часу на технологічну підготовку (до 100%), економії матеріальних та енергетичних ресурсів (до 10%).

Над питаннями створення наукових основ технологічного управління параметрами точності деталей, оброблених деформуючим протягуванням, працював і автор роботи [9], які полягають в розробці математичних та експериментально аналітичних моделей, що забезпечують встановлення причин утворення геометричних похибок та шляхів технологічного управління їх величиною, визначення особливостей деформування різнотовщинних заготовок та обробці деталей з малими натягами, а також розробці науково-обґрунтованих схем, способів протягування, інструментів та технологічних рекомендацій, що забезпечують необхідну точність обробки.

Перспективними напрямками досліджень для подальшого вдосконалення програмного комплексу для автоматизованого проектування технології волочіння порошкового дроту є підвищення інформаційного забезпечення з механічних властивостей як порошкового матеріалу, так і металевої оболонки.

Автор роботи [9] сформулював критерії оптимізації і розробив алгоритм з автоматизованого проектування технологічних режимів волочіння, що дозволяє визначати мінімальну кількість проходів при одночасному забезпеченні цілісності оболонки і необхідної щільності порошкового сердечника.

ВИСНОВКИ:

1. Проаналізовано метод волочіння та його застосування у промисловості.
2. Зроблено аналіз різновидів устаткування для методу волочіння.
3. Визначено переваги та недоліки методу волочіння. Зокрема зроблено висновок, що виробництво із застосуванням методу волоки має високу прибутковість при низькій конкурентоспроможності. Крім того, саме метод волочіння відрізняється високою універсальністю, оскільки в одній і тій же волоці, міняючи профіль отвору відповідною перестановкою окремих пластин, можна отримувати різні розміри профілю. Вироби, отримані волочінням, мають високу якість поверхні і високу точність розмірів поперечного перетину.
4. Проаналізовано сучасні пропозиції щодо покращення застосування методу волоки у промисловості.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Боброва Т. Б. Основи матеріалознавства. Навчальний посібник. Українсько-швейцарський проект «Публічно-приватне партнерство для поліпшення сантехнічної освіти в Україні». / Високос С. М., Глушко Ю. Ю., Пеховка М. В., Сашко В. О., Терещенко Т. М. 2019 рік. – С. 31-32.

2. Жадкевич М. Л. // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. – Режим доступу: https://esu.com.ua/article-27848

3. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О.В., Похиленко Г.М. Технологія обробки металів і сплавів тиском / Методичні вказівки до занять з навчальної практики з дисципліни "Технологія конструкційних матеріалів" для студентів факультетів конструювання та дизайну, механіко –технологічного, лісогосподарського та навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження / Навчальне видання. – С. 43-47.

4. Авраміді Ю.Г. / vseosvita.ua [Електронний ресурс] / Лекція 40. Тема 9.1 Сутність процесу волочіння. Сортамент продукції. Початковий матеріал./

5. Державна служба статистики України «Статистичний збірник промисловість України у 2016–2020 роках», 2021 р. – С. 243.

6. ІнфографікаGMK Center

7. ni.biz.ua[Електронний ресурс]

8. Слободянюк Ю.О. Дисертація підвищення ефективності волочіння зварювального дроту з маловуглецевих сталей на основі теорії деформовності . / Науковий керівник Грушко О.В., доктор технічних наук, професор Вінниця – 2019.

9. Немировський Я.Б. Дисертація наукові основи забезпечення точності при деформуючому протягуванні. / Науковий консультант Посвятенко Е.К., заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор Київ – 2018.

10. Грибков Е.П., Мережко Д.В. Програмний комплекс для автоматизованого проєктування технології волочіння порошкового дроту. / Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції 21-23 квітня 2022 року. – С. 91-94.

11. ДСТУ EN 1977:2009 Мідь та мідні сплави. Заготівка мідна для волочіння (катанка). Технічні умови (EN 1977:1998, IDT)

12. ДСТУ EN 10016-2:2006 Катанка з нелегованої сталі для волочіння та (або) холодного прокатування. Частина 2. Спеціальні вимоги до катанки загальної призначеності (EN 10016-2:1994, IDT) – 8с.