

ДЕРЖАВНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

На правах рукопису

МАКЕДОНОВ Сергій Іванович

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА  
НЕРЖАВІЮЧИХ ТРУБ НА СТАНАХ ХПТ  
ШЛЯХОМ СПЕЦІАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНСТРУМЕНТА,  
РОЗРОБКИ І ВПРОВАДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАСТИЛ**

Спеціальність 05.03.05 «Процеси і машини  
обробки тиском»

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ

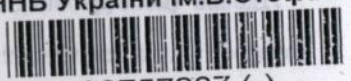
1996

329.77  
20.72

Нв.36.250

Роботу виконано у Державній металургійній академії України та на Нікопольському ЛННБ України ім.В.Стефаніка

Науковий керівник: доктор



Гуцул А.В. 00757287 (-)

Офіційні опоненти: доктор технічних наук  
Кузнецов Е.Д.  
кандидат технічних наук  
Король М.М.

Ведуче підприємство: ВАТ Нижньодніпровський трубопрокатний завод.

Захист дисертації відбудеться "17" ~~листопада~~ грудня 1996 р.  
о 12<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої Ради Д.03.11.01 при Державній металургійній академії України.

Адреса: 320635, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Державної металургійної академії України.

Автореферат розіслано "16" листопада 1996 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої Ради доктор  
технічних наук, професор

М.М. Саф'ян

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Подальший розвиток багатьох галузей народного господарства атомної, електронної та інших, потребує великої кількості нержавіючих труб з високою якістю поверхні.

Одержати такі труби, як правило, можна тільки опосередком холодної прокатки на станах ХПТ і ХПТР.

Питання якості поверхні труб в багатьох випадках залежить від якості поверхні оправок станів ХПТ, а також ефективності технологічного мастила.

Пристосовані на цей час оправки станів ХПТ обробляються на кінці абразивними матеріалами (шліфування, полірування). Внаслідок змінюються фізико-механічні, міцнісні та ін. властивості поверхневого шару, а залишені на поверхні млякі риси не забезпечують чистоти внутрішньої поверхні труб і виявляються ініціаторами налипання металу на поверхню оправок.

В той же час залишається низькою продуктивність станів ХПТ, що пов'язано з властивістю нержавіючих сталей інтенсивно нагартовуватись у процесі деформації при температурах холодної прокатки.

Підвищення продуктивності станів ХПТ можливе застосуванням беземульсійної та теплої прокатки труб, що потребує додаткових витрат на модернізування станів ХПТ, а також розробки спеціальних технологічних мастил.

У зв'язку з вищевикладеним дослідження спрямовані на підвищення якості поверхні та експлуатаційної стійкості оправок станів ХПТ, розробку ефективних технологічних мастил, працюючих при температурах беземульсійної та теплої прокатки, а також підвищення якості поверхні нержавіючих труб та продуктивності станів ХПТ, виявляються актуальними.

Мета роботи. Підвищення якості поверхні нержавіючих труб та продуктивності станів ХПТ шляхом змінення умов деформації застосуванням електрохімічного полірування-оксидування поверхні оправок у сполученні з ефективним технологічним мастилом.

Наукова новизна. Вперше сформульована та розглянута задача прокатки труб холодним беземульсійним та теплим способами з застосуванням оправок із зглажуванням мікрорельєфом поверхні без хромового покриття. Пропонується проводити прокатку труб із пристосуванням електрохімічного полірування інструменту з подальшим його окси-

дуванням у якості покриття.

Виявлено, що у результаті застосування при прокатці оправок, що підлягли електрохімічному поліруванню з послідовним нанесенням окисної плівки, забезпечується поліпшення умов терті та деформації, зниження енергосилових параметрів процесу прокатки.

У результаті теоретичних та експериментальних досліджень виявлено, що підвищення експлуатаційної стійкості прокатних оправок та якості внутрішньої поверхні труб, можна досягти застосуванням електрохімічного способу полірування та оксидування інструмента.

Вивчений механізм формування окисного покриття на прокатних оправках, хімічний склад покриття та надане пояснення його підвищеної стійкості.

Розроблено та досліджене нове безграфітове технологічне мастило для беземальованої та теплої прокатки нержавіючих труб на станах ХПТ.

Досліджена можливість беземальованої та теплої прокатки нержавіючих труб на станах ХПТ без мідного підмастилового покриття.

Показана можливість одержування особлякених труб з високою (9-10 кл.) чистотою поверхні сполученням обробки інструмента, спеціальної обробки заготовки та застосування вискоелективного мастила.

Практична цінність. Розроблений новий технологічний процес підготовки поверхні оправок станів ХПТ перед прокаткою, полягає в електрохімічному поліруванні з одночасним нанесенням захисної окисної плівки на поверхню оправки. Це забезпечує підвищення експлуатаційної стійкості оправок під час холодної прокатки у 2-3 рази; при беземальованій та теплій прокатці нержавіючих труб у 4-5 разів. Якість внутрішньої поверхні полідується на 1-2 класи.

Запропоноване та впроваджене ефективне технологічне мастило на основі солей водорозчиненого полімера для беземальованої й теплої прокатки нержавіючих електрополірованих та інших труб. Впроваджена технологія її нанесення на труби та режими сушки. Досліджені фізико-хімічні властивості мастила та визначений температурний інтервал її ефективності при прокатці.

Виробована та впроваджена технологія беземальованої прокатки нержавіючих труб без мідного підмастилового покриття.

Застосування цього мастила надало змогу удосконалити технологію беземульсійної прокатки нержавіючих труб на стані ХПТ-90-4В (тандем).

Досягнуто зниження брака з міжкристалітною корозією на 4-5%, підвищена стійкість прокатних калібрів у 2-3 рази та підвищена продуктивність станів ХПТ на 15-20%.

Реалізація роботи у промисловості. Запропонований і впроваджений новий засіб підготовки поверхні оправок станів ХПТ в умовах Нікопольського Південнотрубного заводу.

Створено установку електрохімічного полірування-окисдування оправок станів ХПТ.

Вперше у вітчизняній практиці на Південнотрубному заводі освоєна технологія беземульсійної і теплої прокатки нержавіючих труб на станах ХПТ з використанням ослевого мастила на основі водорозчиненого полімера.

Застосування данного мастила забезпечило спроможність виробництва електрополірованих труб для атомної енергетики з нержавіючих марок сталей.

Використання безграфітового мастила з водорозчинним полімером дало змогу освоїти роботу нового 4-х валкового прокатного стану ХПТ-90-4В ("тандем").

Впровадження розробок у виробництво дало змогу отримати економічний ефект по Нікопольському Південнотрубному заводу (ПТЗ) понад 1 мільон карбованців у цінах 1989-1991 років.

Апробація. Матеріали дисертації докладено на:

- Всеукраїнській науково-технічній конференції "Нові технологічні процеси прокатки, як засіб інтенсифікації виробництва і підвищення якості продукції, м.Челябінськ, 1989р.;
- Всеукраїнській зустрічі "Досвід виробництва нержавіючих труб для атомної енергетики", м.Москва, 1989р.;
- Всеукраїнській конференції молодих вчених "Проблеми трубного виробництва", м.Дніпропетровськ, 1990р.;
- науково-технічних семінарах ПТЗ, 1988-1990р.р.;
- науково-технічному семінарі "Тертя, знос і мастила при ОМТ" кафедри ОМТ ДМетІ, 1989, 1990р.р.;
- об'єднаному семінарі кафедри ОМТ ДМетІ та ГЧМ, м.Дніпропетровськ, січень 1991р., березень 1992р., березень 1993р., червень 1995р.

Публікації. Основний зміст роботи надруковано у 10 печатних трудах, у тому числі захищено 2 авторськими свідоцтвами.

Обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 5 глав, висновків, списку літератури із 65 найменувань, і додатка і вище 140 сторінок основного друкованого тексту, 26 малюнків, 17 таблиць.

Експериментальна частина роботи виконана за участю: С.В.Мащери, Л.В.Гречаник, С.М.Кекуха, 3-я глава дисертації виконана під керівництвом д.х.н., професора В.М.Козлова, науковий консультант к.т.н. В.М.Штанько.

### ЗМІСТ РОБОТИ

Як виникає із аналізу вітчизняної і зарубіжної літератури, поліпшення умов деформації і якості поверхні нержавіючих труб під час прокатки на станах ХПТ вимагає використання спеціального виду поверхняної обробки інструмента (оправок), розробки ефективних технологічних мастил.

На трубних заводах країни для прокатки нержавіючих труб на станах ХПТ використовуються оправки, які перед прокаткою підлягають механічній обробці абразивними матеріалами (підрування). Сформований при цьому мікрорельєф поверхні, а також змінення фізико-механічних, міцностних та інших властивостей поверхняного шару, сприяють підвищенню коефіцієнта тертя, енергосилових параметрів, а також молекулярному схватуванню тертяних поверхонь. Це обусловлює зниження експлуатаційної стійкості прокатних оправок і якості внутрішньої поверхні труб.

До теперішнього часу використання других засобів поверхняної обробки оправок (наплення зносостійкого матеріалу, поверхняно-іскрова обробка, нанесення гальванічних та інших покриттів) не знайшли широкого використання.

В роботі запропоновано покращити експлуатаційні характеристики прокатного інструменту використанням електрохімічного підрування, а також нанесенням на поверхню зносостійкого окисного шару. Використання даних процесів стримувалось, по-перше, відсутністю конкретних електродитів підрування інструментальних сталей, по-друге, відсутністю технології ведення процесів підрування і окисдування водночас, а також обладнання, необхідного для цих цілей.

Поряд з проблемою якості труб стоїть питання збільшення випуску нержавіючих труб з підвищеною якістю поверхні. Лого можна вирішити використанням теплої та беземульсійної прокатки (прокатки труб на станах ХПТ без охолодження осередку деформації). Однак, питання не вирішувалося із-за відсутності ефективного технологічного мастила. Використання технологічного мастила на графітовій основі стало неможливим для виробництва електрополірованих труб із-за значного браку по міжкристалічній корозії, труднощів виводження мастила та інших технологічних труднощів.

Одержання труб з підвищеною чистотою поверхні також потребує особлі технології при комплексному сполученні спеціальних технологічних мастил, спеціальної обробки поверхні інструменту та особлі підготовки труб перед прокаткою, особливо перед виходом на готовий розмір.

У зв'язку з вищевисловленим, рішення поставлених задач здійснювалось, перед усім, шляхом теоретичних і експериментальних досліджень впливу електрохімічного полірування і окисдування на експлуатаційні характеристики оправок станів ХПТ, енергосилові параметри прокатки і якість нержавіючих труб. Водночас з розробкою технології підготовки поверхні прокатного інструменту розроблялося нове ефективне мастило для беземульсійної теплої прокатки труб. Як на прямок розробки складу мастила вибрано використання різноманітних хімічних речовин, які забезпечували б вирішення тої чи іншої вимоги до мастила: утворення полімерних і фосфатних плівок, обумовлення певної температури плавлення та ін. Розроблена технологія нанесення на поверхню труб і режими сушки.

На основі отриманих результатів запропонована технологія виробництва труб з високою якістю поверхні (9-10 клас чистоти).

Підвищення якості поверхні труб і продуктивності станів ХПТ електрохімічним поліруванням-окисдуванням поверхні прокатного інструменту і трубної заготовки.

Стан чистоти третювих поверхонь (деформуемий метал і прокатний інструмент) чинить значний вплив на багато важливих параметрів процесу прокатки. Від величини мікроступів третювих поверхонь заготовки і інструменту в процесі деформації залежить опір зрушення, коефіцієнт терті, енергосилові параметри, ефективність пластичної течії металу та ін.

У роботі поданий аналіз можливих контактних поверхонь (деформуваний метал-Інструмент), Існуючих під час прокатки труб, а також процесів, які протікають під час деформації в місцях контакту в залежності від виду мікропрофілю поверхні.

Показано, що при підвищенні величини мікроставупів поверхні збільшується ризик налипання металу на прокатний Інструмент за рахунок молекулярного схватування в крапках контакту вершин. Це пояснюється тим, що мікроставупи поверхні виконують роль ріжучого абразива, утворюючи місцеву додаткову деформацію, таким чином, у процесі прокатки відбувається деформація різанням поверхні металу упродовження мікроставупами Інструменту. В той же час в процесі деформації з ростом контактної поверхні тертьових поверхонь зростає можливість руйнування окисних плівок та виходу на поверхню "свіжих" частин металу, як наслідок, це обумовлює налипання металу на прокатний Інструмент, погіршує якість виготовляємих труб.

Відмічено, що для ефективності протікання процесу пластичної деформації, особливо в осередку холодної прокатки та волочіння, велике значення поряд з якістю поверхні Інструменту набуває шорхуватість деформованої труби. Дослідженнями при безоправочному волочінні труб м/с ІХІВНІОТ за маршрутами І8хІ — І4хІ І 25х2 — 20х2 встановлено, що незалежно від маршруту, при підвищенні класу чистоти з 6 по 9 зусилля волочіння значно зникалися.

На підставі експериментальних досліджень зроблений висновок про доцільність поліпшення умов деформації металу під час прокатки І волочіння за рахунок зниження в осередку деформації шорхovatості поверхні Інструменту та деформованого металу.

Особлива увага приділена вивченню стану поверхні прокатного Інструменту (оправок станів ХПТ) залежно від заходу його поверхняної обробки (шліфування, полірування абразивними матеріалами, електрохімічного полірування та Інш.). Відмічено, що для механічної обробки абразивними матеріалами характерна деформація тонких поверхняних шарів оправки, в наслідок якої змінюється їх кристалітна структура, збільшується активність у фізичному І хімічному відношенні, змінюються фізичні, міцнісні та Інші властивості, що підтверджується експериментально.

ЯкІсні змінення робочого поверхняного шару оправки, які з'являються під час механічної обробки, його напружений стан та Інші фактори в умовах високого тиску осередку деформації сприяє з'явленню мікротріщин, раковин та Ін. дефектів поверхні Інструменту (опра-

вок).

Наслідки аналізу дають змогу зробити висновок про неоднорідність і "дефектність" робочого поверхняного шару, утворюваного у процесі механічної обробки абразивними матеріалами.

Показано, що поліпшення антифрикційних властивостей тертьових поверхонь та утворення сприятливих умов для підвищення якості прекатуємих труб можливо використанням електрохімічного полірування поверхні інструменту, а також труб. Крім цього це знизить можливий ризик налипання металу на прокатний інструмент (оправку), а також поліпшить якісні характеристики поверхні труб.

З метою отримання високоякісної поверхні, у роботі рекомендується застосовувати в якості поверхняної обробки оправок електрохімічне полірування поверхні інструменту та нанесення окисних плівок, які постають одночасно розподільним шаром проміж металом і інструментом у процесі прокатки.

На базі експериментальних досліджень розроблений електроліт і технологія електрохімічного полірування-окисдування оправок станів ХПТ. Електроліт уявляє суміш сірчаної та фосфорної кислот з добавками карбоксиметилцелюлози і сірчанокислої міді.

Визначені технологічні параметри процесу: електрохімічне полірування - щільність току 150-200 А/дм<sup>2</sup>, <sup>час</sup> експозиції 1-2 хв., температура електроліту 30-50°C; окисдування - щільність току 250-300 А/дм<sup>2</sup>, час експозиції 1-2 хв.

Головною позитивною якістю розробленої технології є поєднання процесів електрохімічного полірування та анодного окислення поверхні, протікаючих у одному електроліті. У процесі електрохімічного полірування досягається згладжування мікрорельєфу поверхні та підвищується клас чистоти на 1-2 класи, а в другій половині процесу відбувається окисдування з утворенням окисної плівки.

В результаті аналізу процесів, протікаючих на поверхні інструменту, з'ясований механізм згладжування мікрорельєфу поверхні під час електрохімічного полірування з наступним утворенням окисної плівки під час окисдування.

Дослідженнями поверхні підтверджено, що в ході електрохімічного полірування утворюється однорідний пологообразний мікрорельєф без слідів різання абразивом. Це підтверджується поліпшенням чистоти поверхні оправки на 1-2 класи. Водночас з поліпшенням мікрорельєфу відбувається з'єм наклепаного дефектного шару, що обумовлює поліпшення міцностних, фізичних та інших властивостей,

енергосилових та інших параметрів прокатки.

Разом з поліпшенням мікрорельєфу на поверхні утворюється міцна, зносостійка плівка окислу, що з'явилося підсумком розробок.

Вивчення хімічного складу окисної плівки дало підстави стверджувати про належність у її складі окислів заліза, хрому, міді, одержаних електрохімічним шляхом.

На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень, а також з урахуванням технологічних особливостей процесу утворена та впроваджена в виробництво нержавіючих труб ТВЦ-5 ПТЗ установка електрохімічного полірування-окисдування оправок станів ХПТ та ХПТр.

Засіб обробки поверхні оправок має значний вплив на антифрикційні властивості. Від засобу поверхньої обробки залежить характеристика мікрорельєфу. Дослідженнями поверхні оправок, підлягаючих механічній обробці абразивними матеріалами (шліфуванню, поліруванню) та електрохімічному поліруванню встановлено, що в наслідок анодного розчинення високочастотні нерівності згладжуються, радіус округлення верхівок, а отже і площа опорної поверхні збільшується. В свою чергу це є однією із основних причин поліпшення фрикційних властивостей електрохімічно полірованих оправок.

Дослідженнями антифрикційних властивостей поверхні зразків на машині тертя СМТ-1-2070 встановлено, що у випадку електрохімічного полірування-окисдування незалежно від виду застосовуемого технологічного мастила, коефіцієнт тертя нижчий, ніж при їх механічній обробці.

Від антифрикційних властивостей поверхні прокатного інструменту залежить енергосилові параметри процесу прокатки, що впливає на експлуатаційну стійкість оправок, а також якість прокатуємих труб. Їх вплив на енергосилові параметри прокатки труб добре видний у ході замірів валкових і осьових зусиль прокатки на стані ХПТ-32 за допомогою месдоз. Так у ході промислових експериментів під час прокатки труб м/с 08Х18Н10Т за маршрутом 45x3,2 → 28x1,4мм беземульсійним засобом встановлено, що при прокатці на оправках, підлягаючих електрохімічному поліруванню-окисдуванню осьові і валкові зусилля зменшуються відповідно на 30 і 17,8% в порівнянні з'обробленими механічно.

У роботі приведені порівняльні дані з величини коефіцієнту тертя в залежності від способу обробки, подані фотографії зовнішнього вигляду поверхні залежно від способу обробки поверхні.

Впровадження процесу електрохімічного полірування-окисдування оправок станів ХПТ здійснено в умовах трубоволочильного цеху №5 Нікопольського Південнотрубного заводу при прокатці нержавіючих електрополірованих труб.

Аналіз результатів порівнянних даних при прокатці нержавіючих труб на станах ХПТ-32 з застосуванням електрохімічного полірування-окисдування поверхні оправок показав підвищення їх експлуатаційної стійкості при холодній прокатці нержавіючих труб у 2-3 рази, при беземульсійній і теплої прокатці у 4-5 разів у порівнянні з механічною обробкою поверхні абразивними матеріалами.

Дослідженнями встановлено, що під час прокатки нержавіючих труб на оправках оброблених електрохімічним поліруванням-окисдуванням, якість внутрішньої поверхні труб поліпшується на I клас.

Проведений комплекс досліджень підтвердив раніше зроблений висновок про доцільність використання при прокатці труб на станах ХПТ оправок, зроблених електрохімічним поліруванням-окисдуванням.

#### Розробка, дослідження та використання ефективного технологічного мастила для теплої і беземульсійної прокатки труб.

Аналіз підходу до вибору технологічних мастил для беземульсійної і теплої прокатки нержавіючих труб обумовив вибір мастила на основі сольових евтектик з додатком плівкоутворюючих полімерів, забезпечуючих потрібні параметри: термостабільність, відсутність механічних домішок, високі мастильні якості, які в наслідок використання неорганічних солей та водорозчиняемого полімера.

На базі теоретичних і експериментальних досліджень запропоноване безграфітове сольове технологічне мастило для прокатки нержавіючих труб на станах ХПТ включає: хлористий натрій, азотно-кислий натрій, гексаметафосфат натрію, поліакрламід.

Експериментально досліджена залежність властивостей сольового мастила від концентрації та змісту увійшовших до його компонентів.

У роботі надано обґрунтування вибору компонентів, які входять до змісту мастила з обліком їх фізико-хімічних якостей і можливості розплавлятися в осередку деформації при температурі беземульсійної і теплої прокатки, а також утворювати на поверхні металу рівномірну плівку солі. Показано, що для ефективності застосування сольових мастил необхідна наявність еластичних плівок, які утоньшуються при деформації без руйнування. Такі плівки є носіями соляно-

го мастила, опиняючись в осередку деформації, плавляться, утворюючи соляну евтектику.

За підсумками досліджень фізико-хімічних властивостей мастила розроблені оптимальні технологічні параметри його нанесення та режими сушки. Експериментально встановлено, що найбільш ефективною є сушка спрямована підпрітими повітрям ( $60-80^{\circ}\text{C}$ ) протягом 20-30 хвилин. При цьому на поверхні утворюється рівномірний суцільний шар мастила з доброю адгезією до металу.

У роботі досліджені антифриційні якості соляного мастила. Встановлено, що мастило на основі неорганічних солей, солей сірчанокислої міді та водорозчиняемого полімеру володіє більш вищим коефіцієнтом тертя (0,081) у порівнянні з аналогічним графітованим (0,062) та ін., однак перевернує останнє за рівномірністю розподілу адгезії до металу, простоті видучення та іншим факторам. Вплив соляного мастила на енергосильові параметри вивчали під час прокату нержавіючих труб із сталі І2ХІ8НІ0Т за маршрутом  $95 \times 9,0 \rightarrow 57 \times 6,0$  мм на стані ХПТ-90.

Аналіз результатів вимірювань осьових та валкових зусиль за допомогою месдоз показав, що при однакових режимах роботи стану у випадку беземульсійної прокатки зусилля на І6 і І2% відповідно менші ніж при холодній.

У роботі досліджена можливість прокатки нержавіючих труб на соляному мастилi без мідного підмастильного покриття.

Наслідки промислової прокатки нержавіючих труб на станах ХПТ-55 і ХПТ-90 показали поліпшення чистоти поверхні труб на один клас у порівнянні з прокаткою на мідному підмастильному покритті. Це пояснюється його руйнуванням під час укорочення режиму прокатки.

Відмічено зниження зусиль при прокатці труб без мідного підмастильного покриття. Це пояснюється тим, що при інтенсифікації процесу (подача понад 18 мм) зростає температура осередку деформації і відбувається відновлення йонів міді, які знаходяться у мастильній плівці (термоміднення). При цьому поверхня інструмента і труби у зоні контакту вкривається тонким шаром міді, який має добру адгезію до металу.

У роботі показано, що для забезпечення найбільшої ефективності беземульсійної та теплої прокатки велике значення набуває вибір температурного режиму. При цьому обов'язковою умовою є облік виділення тепла під час тертя, деформації металу та інших факторів, ма-

маючих сильний вплив на температурний режим.

При прокаті нержавіючих труб на двухвалкових станах ХПТ стабілізація теплового режиму на протязі осередку деформації була досягнена у результаті використання калібровки ДТІ, яка забезпечує максимальну деформацію на початку осередку обжимної ділянки.

Експериментально встановлено, що найбільш припустимою умовою для ефективної роботи соляного мастила ( $360-380^{\circ}\text{C}$ ) при теплій прокаті є нагрівання труби перед осередком деформації до температури  $120\pm 20^{\circ}\text{C}$ . В цьому випадку сполучений розігрів металу на початку осередку деформації склав  $300^{\circ}\text{C}$ , що є достатнім для розплавлення соляного мастила на початку обжимної ділянки. Підвищення температури металу вище  $120^{\circ}\text{C}$  призводить до згублення мастильних властивостей, зниження якості поверхні труб.

Екологічні дослідження мастила проводили при беземульсійній і теплій прокаті нержавіючих труб при температурі у діапазоні  $150-200^{\circ}\text{C}$ . Наслідки досліджень підтвердили нетоксичність мастила.

Соляне мастило з водорозчинним полімером виводжене при теплій і беземульсійній прокаті нержавіючих електрополірованих та інших видів труб в умовах ТВЦ-5 ПТЗ.

#### Розробка технології отримання особоякісних труб (9-10 клас чистоти поверхні).

На підставі проведених досліджень по електрохімічному поліруванню і технологічним мастилам запропонована нова технологія одержання труб підвищеної якості поверхні.

Показано, що якість поверхні труб, виготовляємих на станах ХПТ, в значній мірі залежить від попередньої підготовки поверхні заготовки, якості інструменту, умов деформації. Відмічено, що в тепершній час поверхня заготовки не забезпечує одержання особоякісної поверхні труб внаслідок присутності дефектів, а також використання поверхняної обробки різанням (розточка та обточка заготовки) яка сприяє зміненню фізичних, міцностних та інших властивостей поверхні.

У роботі запропоновано для одержання особоякісних труб 9-10 класу чистоти використовувати електрохімічне полірування поверхні труб.

Використання цієї технології в технологічному циклі виготовлення труб передбачає послідовність технологічних операцій.

1. Одержання трубної заготовки шляхом гарячої прокатки.
2. Обточка і розточка заготовки по зовнішній і внутрішній поверхні.
3. Знежирення.
4. Термічна обробка.
5. Травлення з метою видалення окалини.
6. Електрохімічне полірування поверхні заготовки.
7. Тепла, беземальна прокатка електрохімічно полірованої заготовки на оправках, підданих електрохімічному поліруванню-оксидуванню поверхні з використанням соляного мастила з водорозчинювальним полімером (можливе використання жирних мінеральних мастил).
8. Знежирення.
9. Термічна обробка
10. Травлення.
11. Правка.
12. Електрохімічне полірування готових труб.

Використання даної технології дасть змогу виготовляти особливі труби для електронної, радіотехнічної та інших галузей промисловості.

#### ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Вивчені різні види поверхонь при прокатці труб на станах ХПТ (трубна заготовка-Інструмент) одержаних: різанням, абразивним шліфуванням, електрохімічним поліруванням, травленням і проведений аналіз їх можливих сполучень при прокатці.
2. Показано, що згладжений мікрорельєф оправок станів ХПТ і заготовки вимагає розробки спеціального мастила, що утримується на поверхні і забезпечує надійне екранування тертьових поверхонь.
3. Розроблені і впроваджені на Нікопольському Південнотрубному заводі технічні рішення, які забезпечують підвищення якості поверхні нержавіючих труб та стійкості прокатного інструмента:
  - 3.1. В області згладжування мікрорельєфу поверхні прокатного ін-

струмента:

- розроблений спеціальний електроліт електрохімічного полірування оксидування оправок станів ХПТ.

Склад електроліта ( мас. %):

сірчана кислота . . . . .	35-45
ортофосфорна кислота . . . . .	35-45
ПАС (карбоксиметилцелюлоза). . . . .	0,1-0,2
сірчанокисла мідь . . . . .	0,01-0,05
вода . . . . .	решта

- розроблений новий спосіб електрохімічної обробки сталевих оправок, забезпечуючий одночасне електрохімічне полірування і оксидування їх поверхні (А.с. РСРС №1574687).

- створений прилад електрохімічного полірування-оксидування.

Це забезпечило:

- зниження валкових та осьових зусиль деформації при беземульсійній прокатці нержавіючих труб відповідно на 30 і 17 % у порівнянні з механічною обробкою оправок;
- підвищення експлуатаційної стійкості оправок при холодній прокатці нержавіючих труб на станах ХПТ у 2-3 рази у порівнянні з їх механічною обробкою;
- підвищення стійкості оправок при беземульсійній та теплій прокатці у 4-5 разів;
- зменшення рівня шорховатості внутрішньої поверхні труб на І-2 класи.

### 3.2. В області застосування ефективного технологічного мастила:

- розроблене технологічне мастило на основі солей неорганічних кислот та водорозчиненого полімера для беземульсійної та теплої прокатки нержавіючих та електрополірованих труб.

Склад мастила ( вага % ):

азотнокислий натрій . . . . .	30-40
хлористий натрій . . . . .	2-5
гексаметафосфат натрію . . . . .	5- 10
поліакріламід . . . . .	0,1-0,5
сірчанокисла мідь . . . . .	0,5-2,0
вода . . . . .	решта

Це забезпечило:

- зниження валкових та осьових зусиль деформації при беземульсійній прокатці нержавіючих труб відповідно на 16 та 12% у порівнянні з холодною прокаткою;
- підвищення продуктивності станів ХПТ на 15-20%;

- зниження браку з міжкристалитної корозії на 4-5 %;
  - підвищення виходу гідного при виробництві електрополірованих труб на 5-8 %;
  - освоєння виробництва електрополірованих труб з нержавіючих труб у ТВЦ-5 ПТЗ;
  - можливість прокати нержавіючих труб без мідного підмасляного покриття;
  - підвищення стійкості прокатних калібрів станів ХПТ у 2-3 рази;
  - освоєння роботи 4-х валкового стану ХПТ-90 4В.
4. Розроблені електроліт та технологія електрохімічного полірування Інструмента та технологічне мастило для теплої та беземульсійної прокатки труб впроваджені в умовах ТВЦ-5 ПТЗ з економічним ефектом більше 1 млн. карбованців (у цінах 1989-1991 р.р.).
  5. Результати роботи можуть бути використані при розробці технології виробництва нержавіючих особоякісних труб, а також при впровадженні на трубних заводах країни та за її межами при прокатці вуглецевих, низьколегованих, нержавіючих та інших видів труб.
  6. На ПТЗ мастило впроваджене також при прокатці труб з титанових оплавів з економічним ефектом у 140,0 тис. карбованців (у цінах 1990 року).

#### ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНО У РОБОТАХ:

1. А.с. І490964 ССРС МКИ СІОМ І73302 Смазка для теплої прокатки металлов / Штанько В.М., Мацюра С.В., Гречаник Л.В., Македонов С.И. и др. Не публикуется.
2. Улучшение качества внутренней поверхности труб путем полирования - оксидирования оправок / Македонов С.И., Штанько В.М. // Сталь №12, 1989, с.60-61.
3. Повышение качества труб для атомной энергетики применением технологии электрохимического полирования - оксидирования оправок станом ХПТ и ХПТр / Македонов С.И., Штанько В.М. // Тезисы докл. Всесоюзной встречи "Опыт производства нержавеющей труб для атомной энергетики Москва, 1989, с.19-20.
4. Применение при теплої и беземульсионной прокатке нержавеющей электрополированных труб ослевой смазки с водорастворимым полимером / Штанько В.М., Гречаник Л.В., Македонов С.И., Кекух С.Н.

- //Тезисы докл. Всесоюзной встречи "Опыт производства нержавеющей труб для атомной энергетики" Москва, 1989, с. 10-11.
5. Повышение качества холоднодеформированных труб оксидированием поверхности оправок /Македонов С.И., Штанько В.М.// Нов. технолог. процессы прокатки, как средство интенсификации производства и повышения качества продукции //Тезисы доклада Всесоюзной научно-технической конференции, Челябинск, 1989, ч.2, с.112.
  6. Повышение качества холодно- и теплокатаных труб электрохимическим полированием-оксидированием инструмента /Македонов С.И., Штанько В.М., Козлов В.М.//Тезисы доклада Всесоюзной конференции молодых ученых "Проблемы трубного производства", Днепропетровск, 1990, с.30-31.
  7. Электрохимическое полирование-оксидирование поверхности прокатного инструмента в кислом электролите /Македонов С.И., Штанько В.М., Тенета М.В. //Электронная обработка материалов, 1990, №3, с. 41-43.
  8. А.С. СССР 1574687 МКИ С20Д 5/00 Способ электрохимической обработки ки стальных оправок /Македонов С.И., Костенко А.Г., Штанько В.М., и др. Б.И. №24, 1990.
  9. Получение на поверхности сталей 60С2ХФА, 4Х5МЭС анодных окисных пленок в кислом электролите совместного процесса электрохимического полирования-оксидирования и исследование их свойств /Македонов С.И., Тенета М.В., Козлов В.М.// Журнал прикладной химии, 1991, №8, с. 1761-1763.
  10. Особенности безмульсионной прокатки труб на станах ХПТ с применением солевой смазки /С.Н.Кекух, В.М.Штанько, А.А.Лисовский, С.И.Македонов, В.В.Орел// Сталь, №4, 1992, с.53-54.

С.И.Македонов "Совершенствование технологии производства нержавеющей труб на станах ХПТ посредством специальной обработки инструмента, разработки и внедрения эффективных технологических смазок".

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, специальность 05.03.05.: процессы и машины обработки давлением, Государственная металлургическая академия Украины, Днепропетровск, 1996г.

Защищается 8 научных работ и 2 авторских свидетельства в которых содержатся теоретические и экспериментальные исследования.

по влиянию поверхностной обработки оправок станков ХПТ на их антифрикционные свойства, условия трения и деформации, энергосиловые параметры процесса прокатки, эксплуатационную стойкость оправок и качество поверхности труб.

Разработан новый способ электрохимической обработки оправок с одновременным нанесением окисной пленки.

Разработана эффективная технологическая смазка для безэмульсионной и теплої прокатки нержавеющей труб на станках ХПТ.

Проведено промышленное внедрение новых разработок в технологические процессы производства нержавеющей и др. видов труб.

Ключевые слова: станы ХПТ, поверхностная обработка, микро-рельеф, оправка, коэффициент трения, электрохимическое полирование-окислирование, прокатка, смазка, технология, качество поверхности, производительность.

S.I.Makedonov "Improvement of Stainless Steel Pipe Manufacturing Technology in Cold-Rolling Mill Obtained Through the Tool Special Treatment and Elaboration and Implementation of Effective Technological Lubricats." Dissertation for Degree of Candidate of Science (Techn.) Speciality 05.03.05. Processes and machines rolling by pressure Metallurgical Academy of the Ukraine, Dnipropetrovsk. 1996

8 scientific works and 2 author's certificates that contain theoretical and experimental research on influence of cold-rolling mill mandrels' surface treatment on its antifriction properties, friction and deformation conditions, rolling power parameters, operating stability of mandrels and surface quality are defended.

New method of mandrel electrochemical treatment with simultaneous oxide plating was worked out.

Effective technological lubrication for emulsionless and warm rolling of stainless steel tubes in cold-rolling mills was worked out.

Industrial implementation of new methods in manufacturing processes of stainless and other types of tubes was carried out.

Key words: cold-rolling mills, surface treatment, microrelief, mandrel, coefficient of friction, electrochemical finish with oxide plating, rolling, lubrication, technology, surface quality, productive capacity.

*S.I. Makedonov*

**АВТОРЕФЕРАТ**

Відповідальний за випуск М. М. Саф'ян

Підписано до друку 14.11.96. Формат 60x84/16. Папір друкарський. Офсетний друк. Умовн. друк.  
арк. 0,93. Умовн. фарб.-відб. 0,93. Тираж 90. Замовлення N 1023. Замовлене.  
ЗАТ Видавництво «Поліграфіст», 320070, м. Дніпропетровськ, вул. Серова, 7.

437765

AB 36.250