

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
**Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК**

**УДК 006.323:006.91**

**ПОГОДЖЕНО** **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК **В.о. завідувач кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції**  
**Баль-Прилипка Л.В.** **Толок Г.А.**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р. «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему: «Розроблення ТУУ для виробництва колесобандажної продукції.  
Технічні умови та обґрунтування стандартизованих показників»

Спеціальність: **152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»**  
Освітня програма – **«Якість, стандартизація та сертифікація»**  
Орієнтація освітньої програма – **Освітньо-професійна програма**

**Гарант освітньої програми**  
**к.т.н., доцент** **Слива Ю.В.**  
**Керівник магістерської роботи**  
**к.т.н., доцент** **Слива Ю.В.**

**Виконав** **Овсійко Є.О.**

**КИЇВ – 2022**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. завідувач кафедри

стандартизації та сертифікації  
сільськогосподарської продукції,  
канд. техн. наук, доц.

Прядко О.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ  
Овсійку Сергію Олександровичу

Спеціальність: 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»

Освітня програма – «Якість, стандартизація та сертифікація»

Програма підготовки – Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Розроблення ТУУ для виробництва колесобандажної продукції. Технічні умови та обґрунтування стандартизованих показників»

затверджена наказом ректора НУБіП України № 1362 «С» від 03.10.2022р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1 листопада 2022 р.

Вихідні дані до магістерської роботи: 1) Положення про підготовку магістрів у НУБіП України; 2) Положення про підготовку і захист магістерської роботи 3)

Міжнародні та національні стандарти; 3) Словникові та довідникові джерела; 4)

Навчальна та наукова література; 5) Методичні вказівки про підготовку магістерської роботи; 6) Фахові періодичні видання; 7) Матеріали державної

статистики; 8) Електронні ресурси.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз вимог міжнародних, європейських та національних нормативних документів.

2. Вимоги національної системи стандартизації щодо розроблення і оформлення НД.

3. Розроблення ТУ У.

Дата видачі завдання «27» січня 2022 р.

Керівники магістерської роботи

Слива Ю.В.

Завдання прийняв до виконання

Овсійко С.О.

РЕФЕРАТ

# НУБІП України

Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів та висновків. Робота викладена на 86 друкованих сторінках, містить літературні джерела, додатки, таблиці, рисунок.

# НУБІП України

Мета роботи полягає в розробленні ТУУ для виробництва колесобандажної продукції. Технічні умови та обґрунтування стандартизованих показників»

У першому розділі проведено аналіз та вивчення практики виробництва

# НУБІП України

колесобандажної продукції. У другому розділі проведені дослідження, що стосуються вимог законодавчих та нормативно-правових актів України щодо виробництва

# НУБІП України

колесобандажної продукції, вивчення практики виробництва колесобандажної продукції, вибір найбільш ефективних елементів заготовки безперервнолита круга для виробництва колесобандажної продукції, вимоги національної системи стандартизації щодо розроблення і оформлення НД та розроблення ТУУ «Заготовка безперервнолита круга для виробництва колесобандажної продукції. Технічні умови та обґрунтування стандартизованих показників».

# НУБІП України

Ключові слова: НД, ТУ У, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, КОЛЕСОБАНДАЖНА ПРОДУКЦІЯ

# НУБІП України

# НУБІП України

<b>ВСТУП</b> .....	<b>1</b>
<b>1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Коротка характеристика</b> .....	<b>3</b>
<b>2 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Вимоги законодавчих та нормативно-правових актів України щодо виробництва колесобандажної продукції</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2 Вивчення практики виробництва колесобандажної продукції</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3 Вибір найбільш ефективних елементів заготовки безперервнолита круга для виробництва колесобандажної продукції</b> .....	<b>33</b>
<b>2.4 Вимоги національної системи стандартизації щодо розроблення і оформлення НД</b> .....	<b>39</b>
<b>2.5 Розроблення ТУУ Заготовка безперервнолита круга для виробництва колесобандажної продукції. Технічні умови та обґрунтування стандартизованих показників</b> .....	<b>48</b>
<b>2.6. Економічна ефективність</b> .....	<b>64</b>
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>76</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b> .....	<b>77</b>
<b>ДОДАТКИ</b> .....	<b>85</b>

## ВСТУП

В умовах розвитку міжнародної торгівлі і споріднених з нею видів діяльності уеніх окремих підприємств та галузей економіки на зовнішньому і внутрішньому ринках повністю залежить від того, наскільки їх продукція або послуги відповідають стандартам якості. Тому проблема забезпечення і підвищення якості продукції актуальна для всіх країн і підприємств. Від її вирішення в значній мірі залежить успіх і ефективність національної економіки. Основну роль в підвищенні якості продукції відіграє система вимірювань. Закон про єдність вимірювань визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань в Україні, регулює суспільні відносини у сфері метрологічної діяльності та спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань.

Метрологія, стандартизація, сертифікація становлять невід'ємну частину всієї діяльності людства і більшість вважає, що вони впливають майже на всі аспекти нашого життя. Такі слова як "якість", "стандарт", "міра", "сертифікація" мають різні значення для різних людей в різних контекстах. Тому важливо, щоб такі терміни розуміли відповідним чином.

Безсистемне і безконтрольне використання природних ресурсів, порушення і руйнування природоохоронних систем, забруднення навколишнього середовища, надмірне техногенне навантаження і викликані ним надзвичайні ситуації та аварії призвели до того, що екологічні проблеми стали одними з найактуальніших і найгостріших проблем сьогодення, як світового, так і державного та регіональних рівнів.

Надзвичайно важливу роль у сучасних умовах розвитку науки і техніки має застосування прогресивних методів та засобів екологічного контролю стану навколишнього середовища при вирішенні проблем охорони довкілля з метою забезпечення гармонізації принципів і методів охорони довкілля зі світовими вимогами.

Проведення екологічного контролю вимагає знань та володіння багатьма методиками аналізу, правильного відбору зразків для аналізу, підготовки і проведення досліджень, статистичної обробки результатів та проведення деяких інших операцій, що наведені у стандартах і нормативних документах. Комплекс метрологічного та нормативного забезпечення допомагає отримувати реальну інформацію про стан довкілля, визначати необхідні одиниці фізичних величин, проводити виміри вмісту інгредієнтів в об'єктах довкілля. Стандарти дають короткий узгоджений виклад інформації щодо сучасної технічної практики і служать засобом передачі технологічної інформації, характеризують технологію чіткою, стислою мовою і відображають погляди експертів з усього світу.

Стандарти сьогодні - це стратегічні ділові проблеми першого порядку, які стосуються таких життєво важливих турбот країни як якість, екологічна відповідність, доступ до світових ринків тощо.

**Мета дослідження:** розроблення ТУУ на виробництво колесобандажної продукції.

**Об'єкт дослідження:** колесобандажна продукція.

**Предмет дослідження:** Вивчення практики виробництва колесобандажної продукції.

**Матеріали дослідження:** законодавчі та нормативно-правові акти, нормативні документи, літературні джерела щодо металургії, важкої промисловості та розроблення ТУУ

**Методи дослідження:** при виконанні роботи застосовували загальноприйняті методи – аналізу, синтезу, порівняння та узагальнення.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Коротка характеристика

Залізниця є базовою галуззю економіки України. Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України на 2008 – 2020 роки пріоритетом в оновленні рухомого складу встановлене забезпечення залізниць України рухомим складом переважно «нового покоління». Зокрема, «Програмою...» передбачені такі завдання: екіпажна частина тягового рухомого складу повинна забезпечувати пробіг бандажів колісних пар до 1 млн. км., для цього поверхня кочення колеса повинна мати твердість не менше 320 НВ. Сучасні нормативні вимоги до бандажів локомотивів тягового складу залізниць передумовлюють використання високовуглецевих сталей (до 0,68% мас С), які при реалізації прийнятих у виробництві технологічних процесів набувають типової доєвтектоїдноферито - перлітну структуру. Такий структурний стан забезпечує твердість виробу для «Марки 3» 275 НВ у сполученні з тимчасовим опором руйнуванню 1000 - 1200 Н / мм<sup>2</sup> та ударною в'язкістю 20 Дж/см<sup>2</sup>.

Сполучення мікролегування високовуглецевих сталей з розробкою ефективних технологічних режимів термозміцнення, дозволяють створити технологічний процес, який надійно забезпечує досягнення завданих характеристик виробу. Результатами досліджень показано, що при ефективному вмісті мікролегуючої домішки 0,08...0,15 мас.% V та при використанні раціонального режиму термозміцнення бандажна сталь «Марки Т» набуває бейнітну структуру, яка забезпечує бажану твердість  $\geq 320$  НВ у сполученні з показниками тимчасового опору руйнуванню  $\geq 1078$  Н / мм<sup>2</sup> та ударною в'язкістю  $\geq 20$  Дж/см<sup>2</sup>.

За останні роки в роботах, що виконувались відділом проблем деформаційно-термічної обробки конструкційних сталей Інституту (ВКС ІЧМ НАН України), отримали подальший розвиток наукові уявлення про протікання бейнітного перетворення в вуглецевих сталях при безперервному охолодженні.

Встановлено, що утворення бейнітних структур в низьковуглецевих сталях можливе при швидкостях охолодження нижче критичних при наявності додаткових центрів зародження, якими можуть служити карбонітриди титану і нітриди алюмінію (рисунок 1.1) [1].

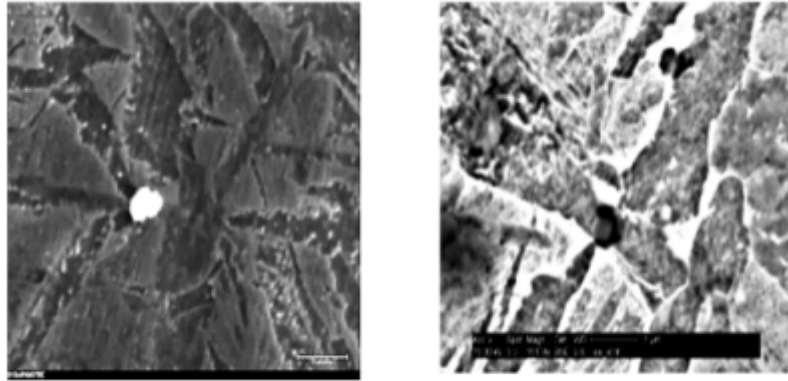


Рис. 1.1. Структура голчастого фериту, отримана з мікролегованої низьковуглецевої сталі в процесі бейнітного перетворення з використанням Ti (C, N) і AlN як центрів зародження голчастого фериту

Визначено основні фактори, що впливають на формування заданого структурного стану (рівномірної структури голчастого фериту з одночасним стимулюванням його інтрагранулярного зародження всередині аустенітного зерна при проміжному перетворенні вуглецевих і низьколегованих сталей):

- розмір аустенітного зерна;
- кількість, розподіл, морфологія часток; – центрів зародження;
- оптимальні швидкості охолодження.

Розроблено технологічний процес термічної обробки низьковуглецевих сталей масового призначення, який забезпечує можливість виробництва високоміцного холодостійкого прокату для кузовів вантажних вагонів нового покоління  $\sigma_t \geq 500$  Н/мм<sup>2</sup>, KCU-60  $\geq 29$  Дж/см<sup>2</sup> та  $\sigma_{-1} \approx 350$  Н/мм<sup>2</sup> без використання дорогих легуючих елементів (нікель, хром, ванадій, ніобій та ін.).



Матеріал	Границя плинності, $\sigma_p$ , Н/мм <sup>2</sup>	Границя міцності, $\sigma_b$ , Н/мм <sup>2</sup>	Відносне подовження, $\delta_5$ , %	Ударна в'язкість, КСУ, Дж/см <sup>2</sup>
	не менше			
Ст3 мікролег. термічнозмцнена	660	840	18	35 (при – 60 °С)
Ст3 мікролег. гарячекатана	355	470	40	90 (при – 70 °С)
Ст3 серійна гарячекатана	255	380	26	29 (при – 20 °С)
Сталь аналог 10ХСНД	390	530	18	29 (при – 70 °С)

Рис. 1.2. Механічні властивості сталі Ст3 в різному стані у порівнянні зі сталлю аналогом 10ХСНД

Також у ВКСТЧМ НАН України отримали розвиток напрями:

- розробка і впровадження нових процесів термічної обробки суцільнокатаних коліс, центрів, бандажів та інших виробів залізничного призначення, що забезпечують підвищення їх службових властивостей і зниження енерговитрат на їх виробництво;

- удосконалення існуючих та розробка нових марок сталей для виробництва суцільнокатаних коліс, центрів і бандажів, що забезпечують високі значення зносостійкості, втомної міцності, холодостійкості і підвищений опір термічному впливу;

- дослідження особливостей структуроутворення в процесі кристалізації та деформаційно-термічних обробок вуглецевих, мікро-, низько- і легованих сталей;

- розвиток методу оцінки ступеня деформаційного пророблення прокату з вуглецевих і низьколегованих сталей за зміною параметрів слідів дендритної структури;

- дослідження впливу структурної спадковості на формування однорідної і дрібнозернистої структури та комплекс механічних властивостей у вуглецевих і легованих сталях;

- проведення досліджень, спрямованих на визначення природи дефектів та причин їх утворення в різних видах металопродукції.

Залізничні колеса безпосередньо сприймають нормальні, динамічні та теплові навантаження при взаємодії з рейкою, умови їх роботи постійно ускладнюються з підвищенням швидкості руху та навантажень на вісь, тому вимоги до них постійно зростають.

Протягом багатьох десятирічь ВКС ІЧМ НАН України займався вирішенням технологічних і технічних завдань зі створення технологій та устаткування для колесо-бандажного виробництва, в тому числі для колесопрокатного цеху Нижньодніпровського трубопрокатного заводу. І до сьогоднішнього дня ВКС ІЧМ НАН України тісно співпрацює з основним вітчизняним виробником металопродукції залізничного призначення – ПАТ «ІНТЕРПЛАЙН НТЗ» у питаннях науково обгрунтованого вдосконалення технології виробництва для підвищення показників якості.

Характер роботи апаратів буває безперервним і періодичним (циклічним, переривчастим), а встановлення їх може бути стаціонарним (у приміщенні або на відкритому майданчику) і пересувним (тобто таким, що передбачає тимчасове використання апарата в різних місцях або під час його переміщення).

Усі види робіт з обладнанням, що працює під тиском, вищим 0,5 бар (0,05 МПа), мають відповідати вимогам НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском», які прийшли на заміну ДНАОП 0.00-1.07-94 «Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском». Докладний перелік обладнання, на яке поширюються та не поширюються дія Правил, наведено в їхніх загальних положеннях.

Залежно від розрахункового тиску, температури й характеру середовища, що міститься в посудинах, посудини поділяють на чотири групи згідно з рис. 1.2 (найчастіше для встановлення методів і обсягів контролю зварних з'єднань)

Формування колісних пар за стабільністю номенклатури, за спеціалізацією робочих місць та обладнання відноситься до масового виробництва. Однак на більшості підприємств залізничного транспорту через невелику програму формування колісних пар рівень організації виробничих процесів у колісних

цехах не відповідає вимогам масового виробництва, що характеризується високою продуктивністю праці та низькою собівартістю деталей. Найбільш прогресивною формою організації основного виробничого процесу є поточковий метод формування колісних пар, який характеризується суворою послідовністю виконання ремонту на спеціалізованих за видами робіт операціях.

У колісних цехах найбільшого поширення набули поточкові лінії з перервним рухом деталей, що виникає в результаті різної продуктивності обладнання, що застосовується, не синхронізованого по випуску. У зв'язку з цим між окремими операціями утворюються заділи, в яких колісні пари або їх

елементи простоюють в очікуванні чергової операції. Поточні лінії характеризуються тактом, тобто часом, що витрачається на формування однієї колісної пари. Такт визначається ставленням дійсного фонду часу випуску (кількість деталей) за аналізований період. Ритм – зворотне значення такту – характеризується кількістю деталей, що випускаються в одиницю часу.

Найважливішим показником, що характеризує організацію виробничого процесу у часі, є тривалість виробничого циклу, тобто час від початку остаточного процесу формування колісних пар. Цикл складається з технологічного, міжопераційного часу та часу перерв. Технологічний час витрачається на виконання основних операцій з ремонту та формування. Міжопераційний час витрачається на транспортування та остаточний міжопераційний контроль.

Елементи, що входять до складу циклу, мають наступний сенс. Штучний час - це повний час, що витрачається на виконання основної операції. Штучний час на виконання кожної операції складається з основного (машинного), допоміжного часу, часу на організаційно-технічне обслуговування робочого місця та часу на природні процеси та фізіологічні потреби та відпочинок. Основний та допоміжний час у сумі утворюють оперативний час. Час на протікання природних процесів - це час, що витрачається на сушіння, нагрівання, охолодження та інші процеси. Час на контроль та транспортування - час, що витрачається на виконання вхідного, міжопераційного та остаточного контролю.

вимірювання та дефектоскопії, та час на транспортування колісних пар у процесі їх ремонту. Час перерв складається з часу знаходження деталей в оборотних заділах (оборотні перерви); очікування на звільнення робочого місця; пролежування деталей у резервних (страхових) заділах (резервні перерви), які створюються всередині та поза колісним цехом з метою не допустити можливих перебоїв у роботі, пролежування деталей через організаційно-технічні неполадки у виробництві (випадкові перерви) та простій деталей у неробочий час (свята, обідні перерви і т. д.) (нережимні перерви).

Надійність є комплексною властивістю об'єкта, яка залежно від його призначення та умов застосування містить безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збережуваність чи певні поєднання цих властивостей.

Розрізняють три групи методів забезпечення й підвищення надійності обладнання: конструктивні, технологічні та експлуатаційні.

Одними з основних методів забезпечення й підвищення надійності обладнання є технологічні методи, при цьому на стадії виготовлення обладнання має забезпечуватися використання засобів зміцнення поверхонь тертя, дотримання точності й шорсткості поверхонь деталей, удосконалення методів контролю виготовлення та складання елементів обладнання, підвищення вимог до його зварювання й випробувань.

Розглянемо основні технологічні методи забезпечення й підвищення надійності обладнання.

Широкого застосування для поліпшення фізико-хімічних і фізико-механічних властивостей матеріалів набуло їх зміцнювальне оброблення, яке зміцнює матеріали пластичним деформуванням, термічним, хімічним обробленням тощо (ДСТУ 2474-94).

Крім зміцнювального оброблення, застосовують також суміщене зміцнювальне оброблення (зміцнювальне оброблення, яке виконують одночасно кількома методами, наприклад, хіміко-термічним обробленням тощо) і комбіноване зміцнювальне оброблення (зміцнювальне оброблення, яке

виконують послідовно кількома методами, наприклад, термічним зміцнювальним обробленням з подальшим поверхневим пластичним деформуванням).

Розрізняють поверхнєве зміцнення, тобто зміцнення змінуванням властивостей поверхневого шару заготовки або виробу, і об'ємне зміцнення – зміцнення внаслідок зміни властивостей по всьому перерізу заготовки або виробу.

В умовах експлуатації виготовленого обладнання впливу робочого й навколишнього середовища передусім піддаються поверхні деталей обладнання.

Зношення поверхонь тертя, зародження тріщин утомленості, корозія – це процеси, що відбуваються на поверхні деталі та в поверхневому шарі.

Показники якості поверхневого шару зазвичай об'єднують у дві групи: геометричні (шорсткість, хвилястість, мікрогеометрія, місцеві відхилення від заданої форми) і фізико-хімічні (хімічний склад, мікроструктура, наклеп, залишкові напруження, мікротвердість, електродний потенціал, електричні, магнітні, оптичні та інші властивості).

Геометричні показники якості поверхневого шару суттєво впливають на процес припрацювання деталей, міцність від утомленості, корозійну стійкість, характер обтікання деталей рідиною, газами й парами.

В останні десятиріччя досить успішно відпрацьовано вібраційне обкочування, за якого на поверхні деталі утворюють регулярну, заданої форми систему мікроканалів, що дає змогу оптимізувати, наприклад, площину контакту спряжуваних деталей, маслостійкість поверхонь тертя, а також зменшити час припрацювання цих поверхонь. Вібраційному обкочуванню зазвичай піддають поверхні, заздалегідь оброблені точінням.

Рейки виготовляють зі спокійної мартенівської сталі марок М74, М74Ф, М74Т, М76, М76Ф, М76Т, з киснево-конвертерної сталі марок К74, К74Ф, К74Т, К76, К76Ф, К76Т і з електросталі марок Е74, Е74Ф, Е74Т, Е76, Е76Ф, Е76Т

(цифри в позначці марки сталі вказують умовно середню масову частку вуглецю в сотих долях відсотка).

Літери М, К і Е, що стоять перед цифрами, вказують спосіб виплавлення сталі: М — мартенівська, К — киснево-конвертерна і Е — електросталь. У позначці марки вуглецевої сталі літери після цифр відсутні. Літери Ф і Т, що стоять після цифр, означають, що сталь містить добавки ванадію (Ф) і титану (Т).

Приклад позначки сталі: М76Ф — мартенівська сталь з середньою масовою часткою вуглецю 0,76 % і добавками ванадію.

Хімічний склад рейкових сталей повинен відповідати нормам, наведеним на рисунку 1.3.

У готовому прокаті допускають такі відхилення масової частки хімічних елементів, у відсотках: вуглецю  $\pm 0,02$ ; марганцю  $\pm 0,05$ ; кремнію  $\pm 0,02$ ; фосфору  $+0,005$ ; сірки  $+0,005$ ; алюмінію  $+0,005$ ; ванадію  $\pm 0,03$ ; титану  $+0,005$ .

Загальна витяжка під час прокатування рейок із зливка повинна бути не менше 35, з безперервної заготовки не менше 9,6.

Макроструктура рейок повинна відповідати вимогам ДСТУ 3123 або шкалам, узгодженим із споживачем.

Марка сталі	Масова частка хімічних елементів							
	Вуглець	Марганець	Кремній	Ванадій	Титан	Фосфор	Сірка	Алюміній
						не більше		
М74Ф	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	0,03 — 0,07	—	0,035	0,040	0,015
К74Ф	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	0,03 — 0,07	—	0,035	0,040	0,015
Е74Ф	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	0,03 — 0,07	—	0,030	0,025	0,015
М74Т	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	—	0,007 — 0,0025	0,035	0,040	0,015
К74Т	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	—	0,007 — 0,0025	0,035	0,040	0,015
Е74Т	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	—	0,007 — 0,0025	0,030	0,025	0,015
М74	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	—	—	0,035	0,040	0,025
К74	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	—	—	0,035	0,040	0,025
Е74	0,69 — 0,80	0,80 — 1,30	0,18 — 0,40	—	—	0,030	0,025	0,025
М76Ф	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	0,03 — 0,07	—	0,035	0,040	0,015
К76Ф	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	0,03 — 0,07	—	0,035	0,040	0,015
Е76Ф	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	0,03 — 0,07	—	0,030	0,025	0,015
М76Т	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	—	0,007 — 0,0025	0,035	0,040	0,015
К76Т	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	—	0,007 — 0,0025	0,035	0,040	0,015
Е76Т	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	—	0,007 — 0,0025	0,030	0,025	0,015
М76	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	—	—	0,035	0,040	0,025
К76	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	—	—	0,035	0,040	0,025
Е76	0,71 — 0,82	0,80 — 1,30	0,25 — 0,45	—	—	0,030	0,025	0,025

Примітка. Допускають залишковий вміст у рейковій сталі хрому, нікелю і міді, що не перевищує 0,15 % кожного, за сумарної масової частки цих елементів не більше ніж 0,30 %.

Рис. 1.3. Масова частка хімічних елементів (у відсотках)

У рейках допускають неметалеві включення у вигляді витягнутих у напрямку прокатки рядків глинозему, нітридів титану і ванадію, а також глинозему, зцементованого силікатами.

Довжина рядків не повинна перевищувати:

- 1,0 мм для рейок вищої категорії;
- 2,0 мм для рейок I і II категорій;
- 2,0 мм для рейок III категорії першої групи;
- 8,0 мм для рейок III категорії першої групи.

Довжина рядків крихкозруйнованих складних оксидів (алюмінатів, силікатів, шпінелей тощо) не повинна перевищувати:

- 1,0 мм для рейок вищої категорії;
- 4,0 мм для рейок категорій I і III першої групи;
- 8,0 мм для рейок категорій II і III другої групи.

Поверхня рейки повинна бути без розкачаних забруднень, пузирів-здуття, тріщин, розривів, плен, шпаківень, раковин, закатів, зморшок, підрізів, рябизни, рисок і відбитків.

На поверхні рейок допускають:

- поодинокі розкачані пузирі, волосовини і зморшки довжиною не більше ніж 0,5 м для рейок вищої категорії і не більше ніж 1,0 м для рейок I, II і III категорій, глибиною не більше ніж 1,0 мм, а в середній третині підшови не більше ніж 0,3 мм для рейок всіх категорій;

- поздовжні риси і подряпини глибиною не більше ніж 0,4 мм для рейок вищої категорії, не більше ніж 0,5 мм для рейок категорій I, II і III, а в середній третині підшови глибиною не більше ніж 0,3 мм для рейок всіх категорій;

- пологу зачистку плен, рябизни, поперечних рисок і подряпин в середній третині підшови і на поверхні головки рейок I, II і III категорій глибиною не більше ніж 0,5 мм, а в інших місцях - не більше ніж 1,0 мм для рейок всіх категорій, крім рейок вищої категорії;

- відбитки висотою до 5,0 мм на шийці рейки поза межами поверхонь спряження її з накладкою;

- вирублення із зачищенням абразивним інструментом відбитків на шийці в зоні її спряження з накладками у разі дотримання розмірів рейки і допустимих відхилів.

На поверхні рейок, призначених для зварювання, не допускаються розкачані пувирі і волосовини на довжині менше ніж 100 мм від торців.

Загартуванню піддають поверхню катання і бокові грані головок рейок вищої, I і II категорій.

Механічні властивості рейок під час випробовування на розтяг і ударну в'язкість мають відповідати нормам, наведеним на рисунку 1.4.

Категорія рейки	Механічні властивості				
	Тимчасовий опір, $\sigma_b$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	Границя текучості, $\sigma_{0,2}$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	Відносне видовження, $\delta$ , %	Відносне звуження, $\psi$ , %	Ударна в'язкість КСУ, Дж/см <sup>2</sup> (кгс·м/см <sup>2</sup> )
Не менше					
Вища	1290 (131)	850 (87)	10,0	30,0	15 (1,5)
I	1196 (122)	800 (82)	8,0	25,0	25 (2,5)
II	1137 (116)	740 (76)	6,0	25,0	15 (1,5)
III	900 (92)	—	5,0	—	—

Рис. 1.4. Механічні властивості рейок

Значення твердості на поверхні катання і за глибиною загартованого шару головки рейок вищої, I і II категорій повинні відповідати нормам, наведеним на рис. 1.5.

Коливання значень твердості, що їх визначають в різних точках на поверхні катання за довжиною однієї рейки, не повинні перевищувати НВ 30 для рейок вищої категорії і НВ 40 для рейок I і II категорій.

Твердість за глибиною загартованого шару рейки має бути постійна або знижуватися до значень. Підвищення твердості в окремих точках за глибиною



загартованого шару до HB 388 (HRCe 42,5) і до HB 401 (HRCe 43,5) на кінцях рейок довжиною до 200 мм не є дефектом.

Місце вимірювання	Значення твердості рейок категорій, HB (HRCe)		
	Вищої	I	II
Поверхня катання головки, середня частина довжини рейки	374 .. 401 (41,5 .. 43,5)	341 .. 388 (37,5 .. 42,5)	311 .. 388 (34,0 .. 42,5)
Поверхня катання головки на кінцях до 0,2 м від торця	374 .. 401 (41,5 .. 43,5)	341 .. 401 (37,5 .. 43,5)	311 .. 401 (34,0 .. 43,5)
В головці на глибині 5 мм від поверхні катання по осі, не менше	341 (37,5)	311 (34,0)	311 (34,0)
В головці на глибині 11 мм від поверхні катання по осі, не менше	321 (35,0)	302 (33,0)	302 (33,0)
В головці на глибині 13 мм від поверхні катання по викружках, не менше	321 (35,0)	302 (33,0)	302 (33,0)

Рис. 1.5. Значення твердості рейок

Поверхня головки нетермозміцнених рейок (категорія III) на їх кінцях зазнає загартування з індукційного або прокатного нагрівання на довжину від 50 мм до 80 мм, у цьому разі загартований шар повинен починатися на відстані не більше ніж 4,0 мм від торця і в поперечному перерізі не повинен розповсюджуватися нижче за початок закруглення вертикальних бокових граней головки до поверхні катання [2].

Під час загартування кінців потрібно забезпечити виконання таких вимог:

- твердість на поверхні катання HB 311 .. 401 (HRCe 34,0 .. 43,5);
- глибина загартованого шару - не менше ніж 5,0 мм;
- твердість на глибині 5,0 мм - не менше HB 302 (HRCe 33,0);
- плавний перехід від загартованого шару металу до незагартованого по поперечному перерізу і по поверхні катання головки;
- відсутність в загартованому шарі структур перегрівання, ділянок мартенситу, гартувальних тріщин.

Допускається, за узгодженням зі споживачем, виготовляти рейки без загартування одного або обох кінців.

Мікроструктура металу головки поверхнево-загартованих рейок повинна являти собою троостит, троостсорбіт або сорбіт загартування з переходом до сорбітоподібного перліту і вихідної перлітної структури.

У мікроструктурі загартованого шару головки на кінцях рейок до 0,2 м від торця допускається наявність локальних ділянок бейніту.

Нерозірвану ферритну сітку знеуглецьованого шару на глибині більше ніж 0,5 мм від поверхні катання і бокових граней головки рейок вищої категорії не допускають.

Під час випробовувань рейковий пробний зразок повинен витримувати удар вантажем масою 1000 кг, що падає з висоти, вказаної на рис. 1.5, без зламів і ознак зруйнованості.

## РОЗДІЛ 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Вимоги законодавчих та нормативно-правових актів України щодо виробництва колесобандажної продукції

а) Порухення вимог НПАДП 0.00-4.12-05 про порядок навчання і перевірки знань з питань охорони праці;

б) Можливість ураження електричним струмом при виконанні частини дослідних робіт на дільниці автоматичного наплавлення, що може бути пов'язано з порушенням правил електробезпеки, зокрема, не використанням індивідуальних та групових заходів захисту, відсутністю надійних огорожень струмоведучих частин обладнання, що може привести до електричних травм або летальних наслідків;

в) Небезпеки при нанесенні покриттів на деталі методом плазмового наплення струмоведучим дротом, зокрема підвищений рівень шуму при роботі наплавлення, електроофтальмія – потужне ультрафіолетове випромінювання від зварної дуги, інтенсивне інфрачервоне випромінювання, що може бути пов'язано з порушенням правил безпеки, не використанням індивідуальних засобів захисту та може призвести до захворювань органів слуху людини, органів зору та шкіри людини.

г) Небезпеки, які пов'язані з підготовкою дослідних зразків, зокрема можливістю отримання механічних травм при використанні відрізних кругів, шліфувально-полірувальних верстатів, унаслідок порушенням правил з охорони праці, зокрема невикористання спеціального одягу, використання несправного обладнання та інструменту, захаращеність робочого місця.

д) Небезпеки пов'язані з виділенням у навколишнє середовище аерозолів тугоплавких матеріалів і металів у вигляді окисних і нітрідних сполук, які утворюються унаслідок конденсації парів наплавленого матеріалу та його розбризування при потраплянні на поверхню виробу, що можуть привести до отруєння та хронічних захворювань органів дихання, внаслідок відсутності або

несправності місцевої витяжної вентиляції та не використання індивідуальних засобів захисту;

е) Можливість опіку, внаслідок непередбаченого торкання нагрітих деталей;

ж) Небезпеки, які пов'язані з використанням ПК при обробці результатів дослідження, зокрема негативний вплив електромагнітних полів та випромінювання ПК застарілих моделей.

з) Незадовільні параметри повітряного середовища на ділянці та дослідницькому приміщенні. Причинами цього є незадовільна робота системи опалення й кондиціонування, що може привести до зниження працездатності й загальних захворювань.

и) Незадовільне освітлення виробничих зон на ділянці наплення, внаслідок виходу з ладу або забрудненості освітлювальних приладів, що може призвести до погіршення зору або механічних травм.

к) Можливість загорання ділянці наплення, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, порушень технологічного процесу, що може призвести до пожежі.

л) Небезпеки, які пов'язані з умовами праці в надзвичайних ситуаціях. Зокрема укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту. Причинами пов'язаними з неправильним або взагалі відсутнім укриттям населення в надзвичайних ситуаціях можуть бути недосвідченість персоналу або неправильні дії керівництва, що може привести до важких травм, летальних наслідків і масштабних руйнувань.

а) організаційні заходи (проведення навчання з правил електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу на другу або третю групу з електробезпеки, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»).

технічні заходи (враховуючи, що електроживлення електрообладнання приміщення з ПК здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і

частотою 50 Гц. Відповідно до вимог «ПУЕ», електрообладнання в приміщенні з ПК, характеризується як електроустановки до 1000 В, тому згідно вимог глави 1.7 «ПУЕ», величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання приміщення з ПК у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

б) Для виключення уражень електричним струмом при автоматичному напівленні на інсталяції в дослідницькій лабораторії обладнання повинне відповідати правилам ПУЕ-2017 «Правила улаштування електроустановок», де передбачено:

- струмовідні частини електроустановки, не повинні бути доступними для випадкового прямого дотику до них, а доступні для дотику відкриті і сторонні провідні частини не повинні перебувати під напругою, що становить небезпеку ураження електричним струмом, як у нормальному режимі роботи електроустановки, так і в разі пошкодження ізоляції;

- для запобігання ураженню електричним струмом при непередбаченому торканні механізму подачі дроту, який знаходиться під напругою слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту від прямого дотику: розміщення поза зоною досяжності та надійне екранування або огороження цього механізму;

- для запобігання ураженню електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту в разі непрямого дотику: захисне заземлення; автоматичне вимикання живлення; зрівнювання потенціалів; обладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією; захисний електричний поділ кіл; ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, площадки; системи наднизької (малої) напруги; вирівнювання потенціалів;

- розміщення обладнання, установки для напівлення, її вузлів та механізмів, а також органів керування повинно забезпечувати вільний, зручний та безпечний доступ до них. Окрім того, розташування органів керування повинно забезпечувати можливість швидкого вимикання обладнання та зупинення всіх його механізмів

в) Для мінімізації негативного впливу підвищеного шуму при нанесенні покриттів методом наплавлення необхідно:

- використовувати антифони (типу ВІСНІИОС) ГОСТ 12.4.051-87 «Средства индивидуальной защиты органов слуха. Общие технические требования», які захищають слухові органи людини і в той же час дозволяють чути розмовну мову;

- стіни робочого приміщення, де розташовується установка плазмового напилення повинні бути покриті звукоізолюючим та звукопоглинаючим матеріалом (наприклад, гіпсова акустична плитка або плитка типу акмігран);

З огляду на те що, плазмова дуга – є інтенсивним джерелом світлового, ультрафіолетового, інфрачервоного випромінювання. Для захисту від шкідливого впливу променевої енергії необхідно:

- для захисту зору та лиця необхідно використовувати зварювальні маски або щитки зі світлофільтрами Э-200, Э-300, Э-400 згідно ДСТУ 2456-94 «Зварювання дугове. Вимоги безпеки». Крім того, рекомендується користуватися окулярами зі світлофільтрами типу В-2, В-3 для краткочасної роботи без маски (при запалюванні дуги, перевірці режиму роботи розпилювача).

- стіни приміщення, де знаходиться установка плазмового напилення повинні бути окрашені у матовий колір для запобігання потрапляння бликів у очі;

для захисту шкіри від впливу інтенсивного інфрачервоного випромінювання необхідно використовувати захисні костюми згідно ГОСТ 12.4.045-87 «Костюмы для защиты от повышенных температур. Технические условия».

г) Для виключення отримання механічних травм повинне бути передбачене проведення усіх необхідних інструктажів з охорони праці, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Дослідник повинен бути забезпечений спеціальним одягом та індивідуальними захисними засобами відповідно до ГОСТ 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты рук и ног. Классификация», або груповими засобами захисту згідно з ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация», до яких відносять брезентові захисні костюми, рукавиці брезентові, спеціальне взуття із захисними носками, шпідрики захисні або окуляри.

До порізки зразків абразивними колами допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли необхідні інструктажі з охорони праці і отримали допуск до самостійної роботи. При роботі з абразивними колами категорично забороняється:

- використовувати не за призначенням абразивні кола та інструмент;
- працювати без належного захисного одягу та обладнання;
- забороняється використовувати пошкоджені абразивні круги.

Отримання механічних травм найчастіше відбувається внаслідок захаращеності робочої ділянки та порушень правил експлуатації машин та механізмів. В зв'язку з цим обов'язковим є щоденний контроль за станом робочої зони зі сторони керівництва відповідно до ДСТУ 3273-95 «Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги».

д) Для захисту органів дихання необхідно видаляти аерозолі тугоплавких матеріалів і металів у вигляді окисних і нітрідних сполук (які виділяються у навколишнє середовище при напilenні) з робочого простору оператора установки плазмового напilenня за допомогою:

- використання місцевої витяжної вентиляції в режимі витоків, зі швидкістю руху повітря у робочому прорізі витяжної шафи не менш ніж 1,5 м/с;
- використання індивідуальних засобів захисту – респираторів згідно з ГОСТ 12.4.028-76 «Система безопасности труда. Респираторы ШВ-1 «Лепесток».

е) Для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних засобів захисту, зокрема брезентових рукавиць ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ «Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия».

ж) Загальні вимоги до техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин 2.2.2.542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплеїв терміналів, персональних електророзрахункових машин і організації робіт», а також нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки своєї праці і за створення небезпечного чи шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і поломку комп'ютера.

При роботі за комп'ютером шкідливими чинниками є:

- електростатичні поля;
- електромагнітне випромінювання;
- наявність потужних іонізуючих випромінювань;
- локальне стомлення, загальна втома;
- стомлюваність очей;
- небезпека ураження електричним струмом;
- пожежонебезпека.

Для забезпечення оптимальної працездатності і збереження здоров'я протягом часу роботи з комп'ютером повинні встановлюватися регламентовані перерви. Перед початком роботи необхідно переконатися, що монітори комп'ютера мають антиблокове покриття з коефіцієнтом відбиття не більше 0,5. Покриття повинне також забезпечувати зняття електростатичного заряду з поверхні екрана, іскріння та неіонізуючих випромінювань. Необхідно перевірити робоче положення комп'ютера відстань між стіною з віконними прорізами і столом має бути не менше 0,8 м. При невеликій кількості робочих місць бажано розташовувати столи біля протилежної стіни щодо віконних прорізів. Відстань



між робочими столами повинна бути не менше ніж 1,2 м. Не допускається знаходження другого робочого місця з боку задньої стінки комп'ютера. Оптимальними параметрами температури в кабінеті є 19...21 °С, допустимими 18...22 °С, відносна вологість повітря 62...55 %.

У приміщенні слід здійснювати наскрізне провітрювання для поліпшення якісного складу повітря, щодня проводити вологе прибирання.

Для зволоження повітря слід використовувати зволожувачі. У приміщенні повинно бути штучне і природне освітлення. Основний потік природного світла повинне бути ліворуч, не допускається праворуч, ззаду і спереду працює на

комп'ютері, на вікнах повинні бути завіси в два рази більше ширини вікна. Забороняється застосування для вікон чорні завіси.

Приміщення, де знаходиться комп'ютери відноситься до пожежонебезпечного приміщення категорії «Б», тому необхідно мати вуглекислотний вогнегасник типу ВВК-5 і вміти ним користуватися. Звернути увагу на заземлення, тому що в комп'ютері використовуються мікросхеми, чутливі до статичної електрики. Звернути особливу увагу на цілісність ізоляції всіх кабелів та роз'ємів, щоб не виявити несподівано під напругою щодо землі.

Забороняється самостійно відкрити комп'ютера, з-за високої напруги всередині.

Виключається робота з комп'ютером і його периферійними пристроями з відкритим корпусом, самостійно перемикає силові та інтерфейсні кабелі, проливати рідини і т.д. Робоче місце працюючого на комп'ютері передбачено обладнати спеціальними меблями; обертовим стільцем із змінною висотою сидіння і кута нахилу спинки. При роботі на комп'ютері працюючий повинен бути уважним, не відволікатися на побудову справи.

Під час роботи комп'ютера забороняється:

- залишати комп'ютер без нагляду;
- проводити ремонт;
- знімати корпус з комп'ютера

Тривалість безперервної роботи з комп'ютером без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2 годин. Під час регламентованої перерви з метою зниження нервно-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, усунення впливу гіподинамії та гіпокінезії, запобігання розвитку втоми доцільно виконувати комплекси вправ. Рівень шуму в приміщенні під час роботи комп'ютерів не повинен перевищувати 50 дБА. Конструкція відео монітора повинна передбачати заходи, що забезпечують хорошу розбірливість зображення, незалежну від зовнішнього освітлення.

Категорично забороняється використання на робочому місці електронагрівальних приладів з відкритим елементом, відкритим вогнем. Користування електронагрівальними приладами з закритими нагрівальними елементами дозволяється тільки у спеціально відведених для цього місцях. Недотримання вимог до мікроклімату приміщення може не тільки різко знижувати продуктивність праці, викликати втрати робочого часу через збільшення числа помилок у роботі, але і призводити до функціональних розладів або хронічних захворювань органів дихання, нервової та імунної системи.

## **2.2 Вивчення практики виробництва колесобандажної продукції**

Розвиток процесів виплавки і безперервного розливання сталі дозволили все більш широко застосовувати безперервно литу заготовку для виробництва труб без попереднього обтиску і обточування.

Значні успіхи в кінці 70-тих років в області безперервної розливки сталі забезпечило отримання високоякісних трубних заготовок круглого перерізу і застосувати їх на ППА з безперервним станом для отримання труб підвищеної якості по точності розмірів, стану зовнішньої та внутрішньої поверхні, механічним властивостям та структурі металу, маркам сталі.

Безперервно литу заготовку виготовляють в умовах ІНТЕРПАЙП – СТАЛЬ. Заготовка безперервнолита кругла для виробництва труб виробляється згідно ТУ У 27.1-05757883-212:2011. Заготовку виготовляють діаметром від 150

мм до 470 мм включно з вуглецевої і легованої сталі з хімічним складом у відповідності з утвердженим марочником сталей.

Результатами досліджень встановлено, що в поздовжньому напрямку максимальна величина осьової пористості досягла ширини 8 мм, розміри усадочної пори по довжині зразків різні, є ділянки поперечного перерізу зразків, де цей осьовий дефект відсутній.

Встановлено, що мікроструктура основного перерізу металу заготовки виробництва ІНТЕРПАЙП-СТАЛЬ крупнокристалічна (визначити розмір зерна не є можливим, оскільки він у кілька разів перевищує максимально припустимий за ГОСТ 5639), феритно-перлітна у вигляді грубого конгломерату фаз, відмашкетогоподібного типу. Така структура є типовою для безперервнолитого металу, характеризується неоднорідною фазовою будовою, різнозернистістю.

Визначено, що причиною появи дефектів - дрібних полон металургійного походження - на зовнішній поверхні труб, є незадовільна якість зовнішньої поверхні трубої заготовки. Після фізичного видалення (обточування) зовнішнього шару металу заготовки, утворення дефектів при прокатці не відбувається.

Перед порізкою мартенівського злитка на колісні заготовки на злиткорозрізному верстаті для запобігання прокручування на донну частину приварювали технологічний упор - платік, який потім видається за допомогою газового різача. У зв'язку з переходом виробництва залізничних коліс на БЛЗ виникла необхідність у встановленні впливу термічної дії при установці і подальшому видаленні платіку на якість металу колесо-бандажної продукції.

В результаті приварювання і видалення платіка відбувається деяка зміна геометрії БЛЗ та утворюються структури гартування, відбувається зростання зерна. За наявними структурними ознаками цей дефект структури можна класифікувати як перегрів. Глибина шару, перегрітого вище критичних температур, становить близько 2 мм, глибина шару, що має структурні особливості, пов'язані з термічним впливом, становить близько 60 мм. У гарячекатаній колесох

структура в місці нагрівання відрізняється збільшеною кількістю доєвтектоїдного фериту і зміненою морфологією перліту. Загальна глибина шару, що має структурні відмінності, становить близько 2 мм. У готовому колесі після термічної обробки формується рівномірна дрібнозерниста структура з пластинчастого перлітом, яка має несуттєві відмінності від металу, що не підлягав розігріву. Механічні властивості коліс, виготовлених із заготовок, підданих місцевому термічному впливу при установці і видаєнні технологічного упору, відповідають вимогам ГОСТ 10791-2011.

Бандажі - це частина локомотивних колісних пар, що часто змінюється.

Між бандажем і рейкою виникають високі контактні напруження, що іноді перевищують межу пластичності. Качення колеса по рейці супроводжується значним проковзуванням, що пояснюється поперечними переміщеннями коліс, впливанням у зв'язку з конічною поверхнею бандажів та боксуванням коліс при високих контактних напруженнях між бандажом та рейкою. Ці причини викликають значне зношування бандажів.

Бандаж виготовляють зі спеціальної сталі за ГОСТ – 398–71. Профіль бандажу виконаний відповідно до вимог ГОСТ 11018-76. Правильність профілю перевіряють спеціальним шаблоном. Бандаж насаджують на обід колісного центру в гарячому стані при температурі 250-320° С з натягом 0,3-1,7 мм.

Перед насадкою бандаж перевіряють магнітним дефектоскопом відсутність тріщин. Для попередження сповзання з колісного центру бандаж стопорять кільцем зі сталі спеціального профілю за ГОСТ 5267.10–90. Зібране колесо з колісним центром і кільцем бандажним напресовують на вісь зусиллям 110-150 тс.

Тепловозні бандажі проковчуються із спеціальної бандажної сталі. Новим бандажам у процесі виготовлення після механічної обробки надається певна форма зовнішньої поверхні – поверхні катання. Стандартна ширина таких бандажів – 140 мм, товщина нового бандажу – 75 мм.

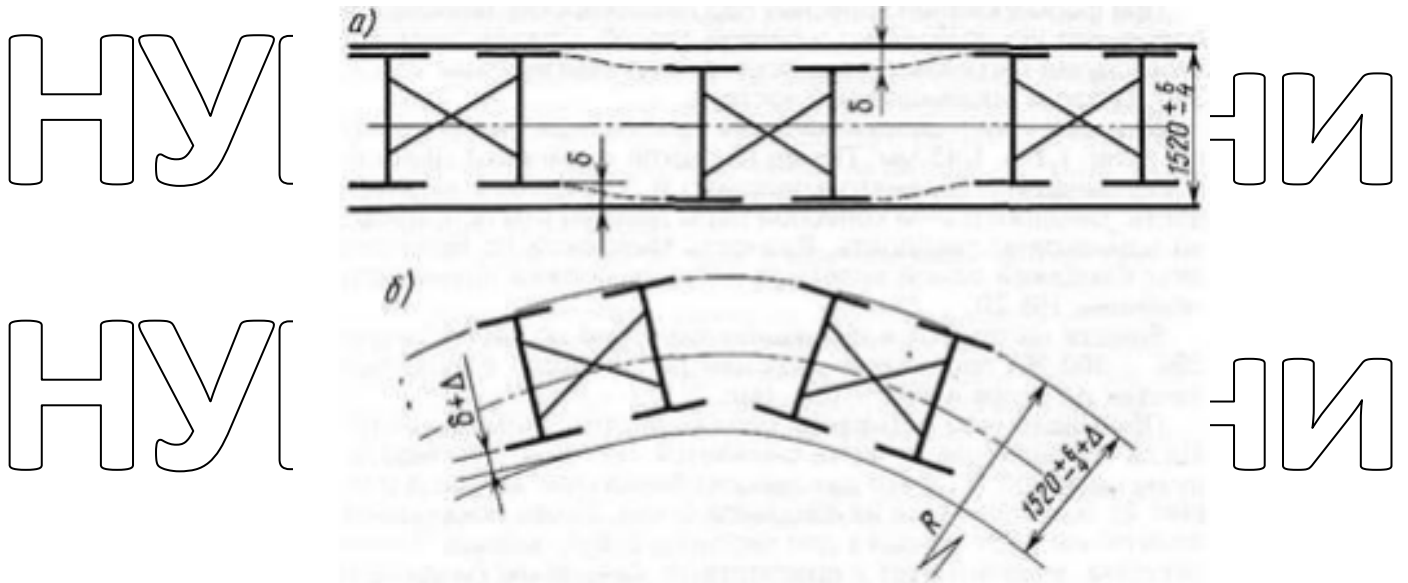


Рис. 2.1. Рух двовісного візка по прямій (а) ділянці шляху та в кривій радіусом  $R$

# НУБІП УКРАЇНИ

Нескладно підрахувати і максимальну величину  $\delta$ , яка при нових бандажах становитиме  $\delta = 26$  мм. Головне призначення конічної форми поверхні бандажу - забезпечувати синусоїдальну траєкторію переміщення колісної пари (у плані) у межах колійних зазорів без тривалого притискання гребенів колісних пар до однієї з рейок. Таку ж звивисту траєкторію руху по прямому шляху, схожу на синусоїду, має двовісний візок.

Деяко інша картина спостерігається при русі двовісного візка по кривій радіусом  $R$ . У цьому випадку на візок додатково діють відцентрові сили, які не тільки притискають гребені коліс до внутрішньої частини зовнішньої рейки, але й створюють певний поперечний перекис екіпажу. Для запобігання заклинювання гребенів бандажів усередині рейкової колії при перекосі екіпажу криві ділянки роблять із розширенням на величину  $\Delta$ . При радіусі кривої від 349 до 300 м  $\Delta = 10$  мм, при  $R = 300$  м  $\Delta = 15$  мм.

З рис. 2.1 видно, що шлях, що проходить одним колесом колісної пари по зовнішній рейці кривою, більший, ніж іншим колесом по внутрішній рейці. Отже, при циліндричній формі бандажа при русі в кривій неминуче прослизання колеса, що рухається зовнішньою рейкою, що призвело б до значної втраги

потужності тепловоза на подолання сил тертя ковзання коліс по рейках та їх підвищеному зносу. Отже, друге призначення конусності 1:10 робочої поверхні бандажу – полегшення проходження тепловозом кривих ділянок колії.

Повідкові (безщелепні) букси (рис. 2.2) застосовані на тепловозах 2ТЕ10В, 2ТЕ116 та ін. Такі букси повністю виключають тертя у вузлі. Корпус букси має своєрідну форму: у нього немає бічних напрямних площин. Корпус має дві пари клиноподібних вирізів для з'єднання з валиками гумометалевих втулок повідків. Повідки також за допомогою таких втулок приєднуються до рами візка. Така підвіска букси дає їй можливість пружного переміщення щодо рами у вертикальному та поперечному напрямках. Корпус має два опорні кронштейни для пружин ресорного підвішування. Сам корпус у разі грає роль балансира. До передньої кришки корпусу приварено кронштейн для кріплення фрикційного амортизатора.

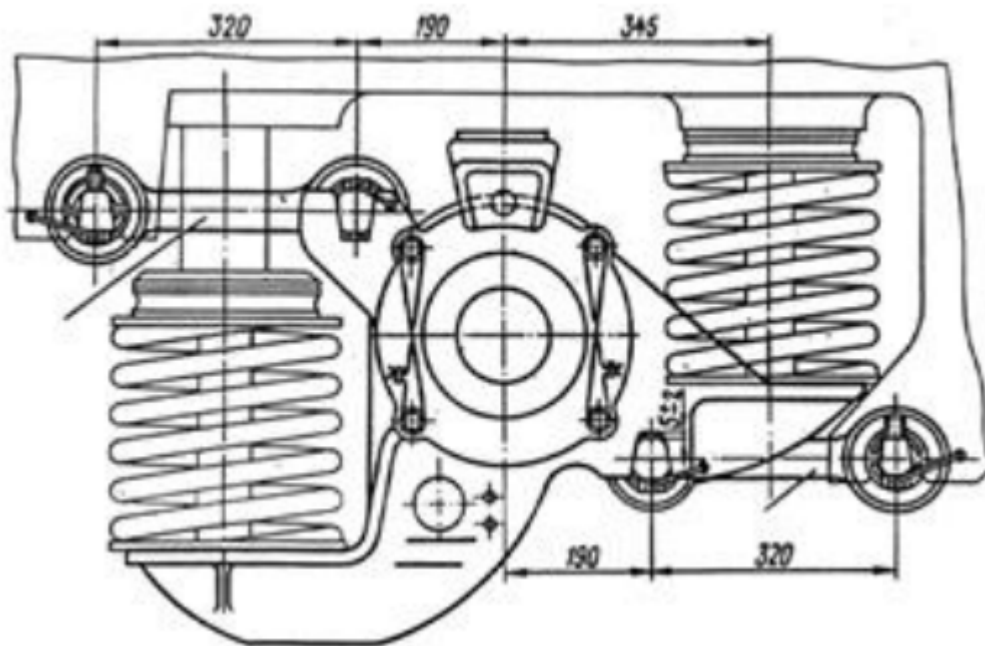


Рис. 2.2. Буксовий вузол тепловоза

У безщелепної букси відсутній упор ковзання: він замінений упорним шарикопідшипником. У зв'язку з цим відпала потреба у двох видах масла. Букса заповнюється консистентним маслом і не вимагає його заміни до поточного ремонту.

У ході дослідження зразків колісно-бандажних сталей за наведеними методиками було встановлено, що у виробках мікролегованих ванадієм при зміні швидкості охолодження від 4 0 С/сек до 40 0 С/сек формуються три типи структурних складових (рис. 2.3.) – ферито-перлітна (із рівновісним феритом), голчаста (бейнітна) та мартенситно-бейнітна. Параметри структури дослідних зразків мікролегованих ванадієм в залежності від швидкості їх охолодження наведено в табл. 2.1

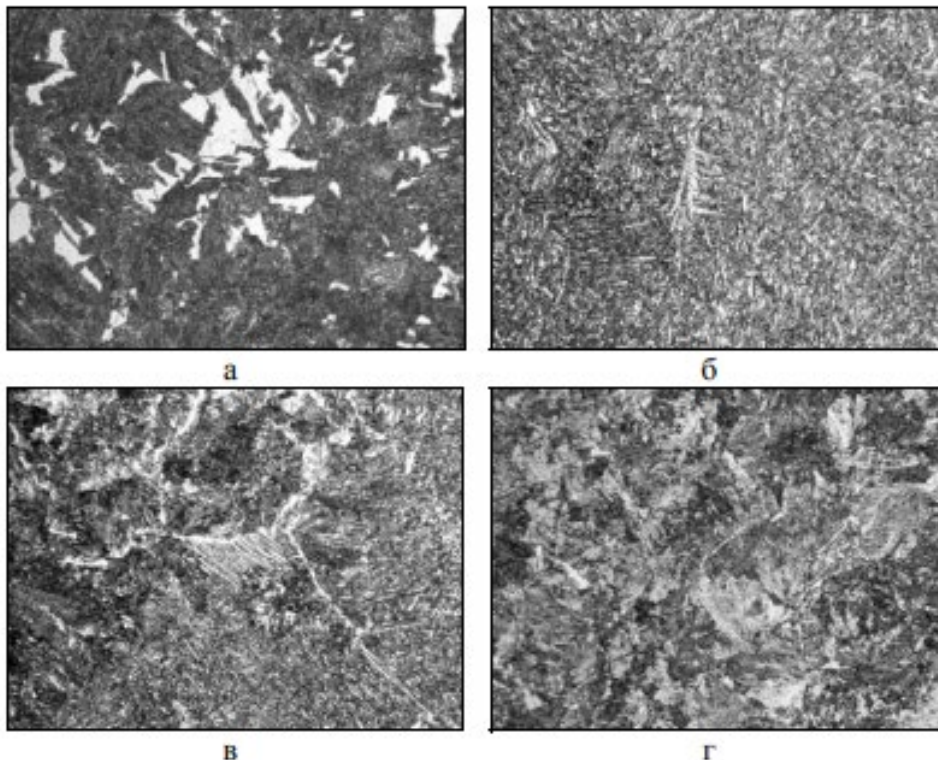


Рис. 2. 3. Типові мікроструктури мікролегованої колісно-бандажної сталі після її охолодження із швидкостями:

а) 38,50 С/сек.; 22% мартенсит + 78% бейніт ( $\times 1000 \times 0,4$ );

б) 240 С/сек.; 100% бейніт ( $\times 1000 \times 0,4$ );

в) 8,50 С/сек.; 50% ферито-перлітна складова + 50% голчастий ферит (бейніт) ( $\times 1000 \times 0,4$ );

г) 40 С/сек.; 97% ферито-перлітна складова + 3% голчастий ферит ( $\times 1000 \times 0,4$ ).

Таблиця 2.1

Параметри структури мікролегованих ванадієм дослідних зразків в залежності від швидкості їх охолодження

Швидкість охолодження, 0 С/сек	Співвідношення структурних складових, %			Розмір зерна, мм
	мартенсит	ферит (рівновісний) + перліт	гопчастиий ферит (бейніт)	
38,5	22	-	78	0,0210
24	-	-	100	0,0221
17	-	33	77	0,0241
8,5	-	50	50	0,0267
6,5	-	56	44	0,0292
5	-	96	4	0,0322
4	-	97	3	0,0363

Графічно дані табл. 2.2. про відсоткове співвідношення структурних складових наведено на рис.6. Аналіз результатів досліджень (табл.2.2., рис.2.4.) свідчить про те, що бажана голчаста структурна складова формується у дослідженій колісо-бандажній сталі в значимій кількості починаючи зі швидкості охолодження  $\sim 6 \dots 6,5$  0 С/сек. Кількість її зростає з прискоренням охолодження до  $\sim 15 \dots 17$  0 С/сек. І, як наслідок, при безперервному зменшенні ферито-перлітної складової, а при  $V_{охол.} = 24$  0 С/сек бейнітна складова займає 100% мікроструктурного поля виробу. Подальше зростання  $V_{охол.}$  до  $35 \dots 38,5$  0 С/сек супроводжується формуванням структурної складової зсувного походження в бейнітній матриці –мартенситу.

При цьому, залежність розміру зерна у дослідних зразках мікролегованих ванадієм від швидкості їх охолодження (рис. 2.5.), свідчить про те, що при



швидкостях охолодження до  $\sim 8,5$  0 C/сек. (50% ферито-перлітна складова + 50% голчастий ферит) розмір зерна зменшується інтенсивно. При домінуванні зсувно-дифузійного механізму (зміна кількості бейніту в структурі від  $\sim 70\%$  до 100%), а також при формуванні структури за зсувно-дифузійним та зсувним механізмами ( $V_{охол.} = 38,5$  0 C/сек – табл. 2) розмір зерна змінюється дуже повільно. Але, в цьому випадку, спостерігається активна зміна кількості і якості структурних складових (рис. 2.3, а, б, в).

Вивчено також залежність твердості дослідних зразків від швидкості їх охолодження у зіставленні марок сталей мікролегованих ванадієм та без мікролегуючих домішок (табл. 2.).

Аналіз табл.3 однозначно свідчить, що при методично однаковому забезпеченні гартування мікролегованих зразків та зразків без мікролегування, для мікролегованих ванадієм колісно-бандажної сталі твердість завжди характеризується підвищеними значеннями проти сталі серійного виробництва, що добре співвідноситься з природними причинами.

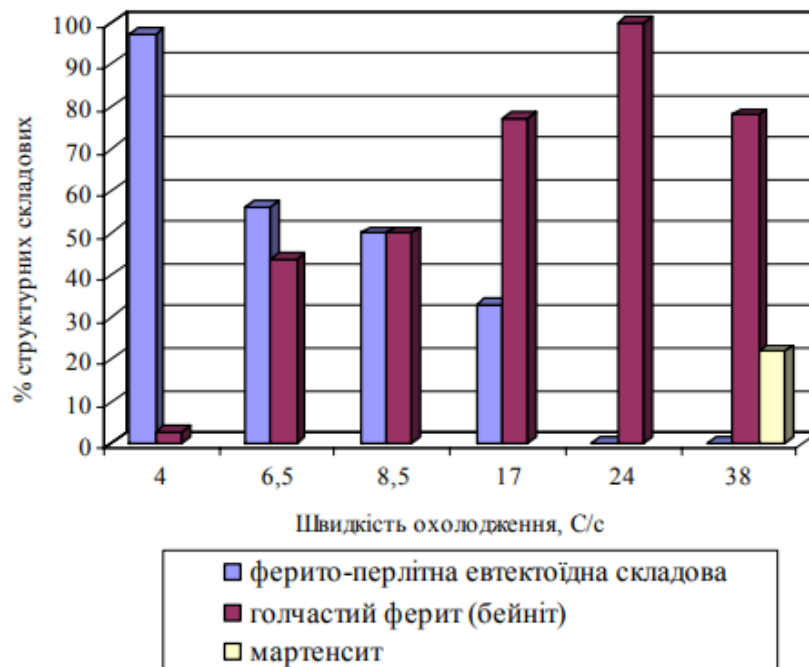


Рис. 2.4. Співвідношення структурних складових дослідних зразків мікролегованих ванадієм сталей в залежності від швидкості їх охолодження

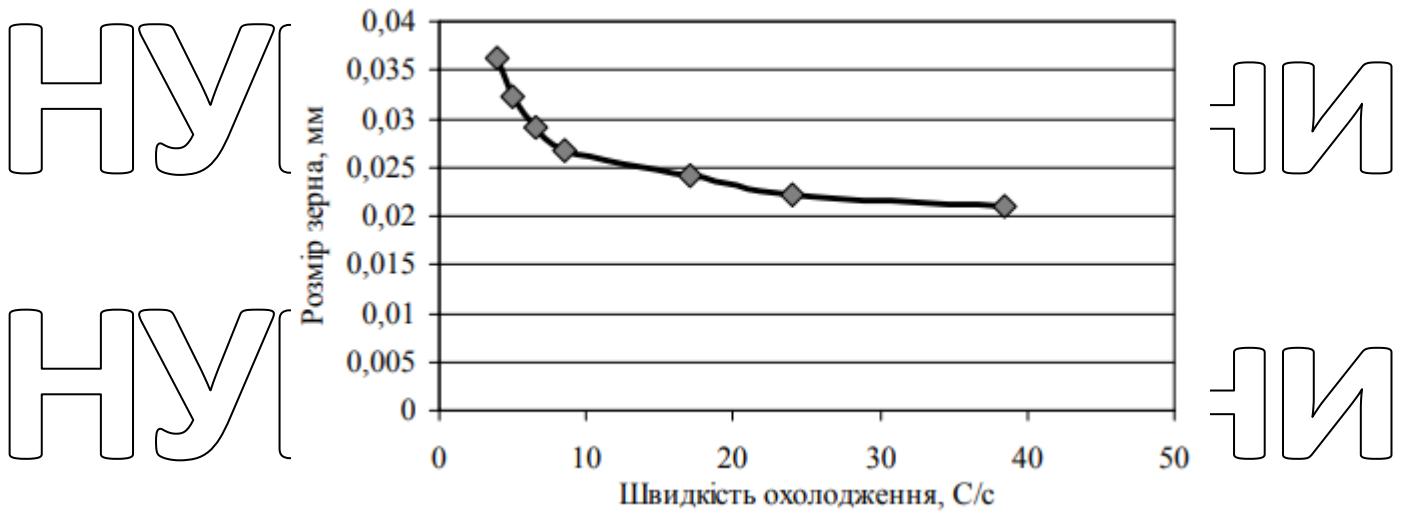


Рис. 2.5. Залежність розміру зерна мікрولهгованих ванадієм дослідних зразків від швидкості їх охолодження

Таблиця 2.2.

**Залежність твердості дослідних зразків від швидкості їх охолодження**

Швидкість охолодження, C/сек.	Твердість зразка HRC (HB)	
	Мікрولهгований ванадієм	Без мікрولهговання
4	32 (315)	24 (235)
5	32 (315)	24 (235)
7	33 (325)	26 (255)
9	34 (330)	27 (265)
11	35 (343)	29 (283)
14	34 (330)	30 (295)
17	35 (343)	32 (315)
24	42 (390)	34 (330)
38	45 (422)	42 (390)

При цьому, графічне відображення даних табл. 3 на рис. 8 свідчить про те, що характер зміни твердості у розглянутих випадках принципово не однаковий.

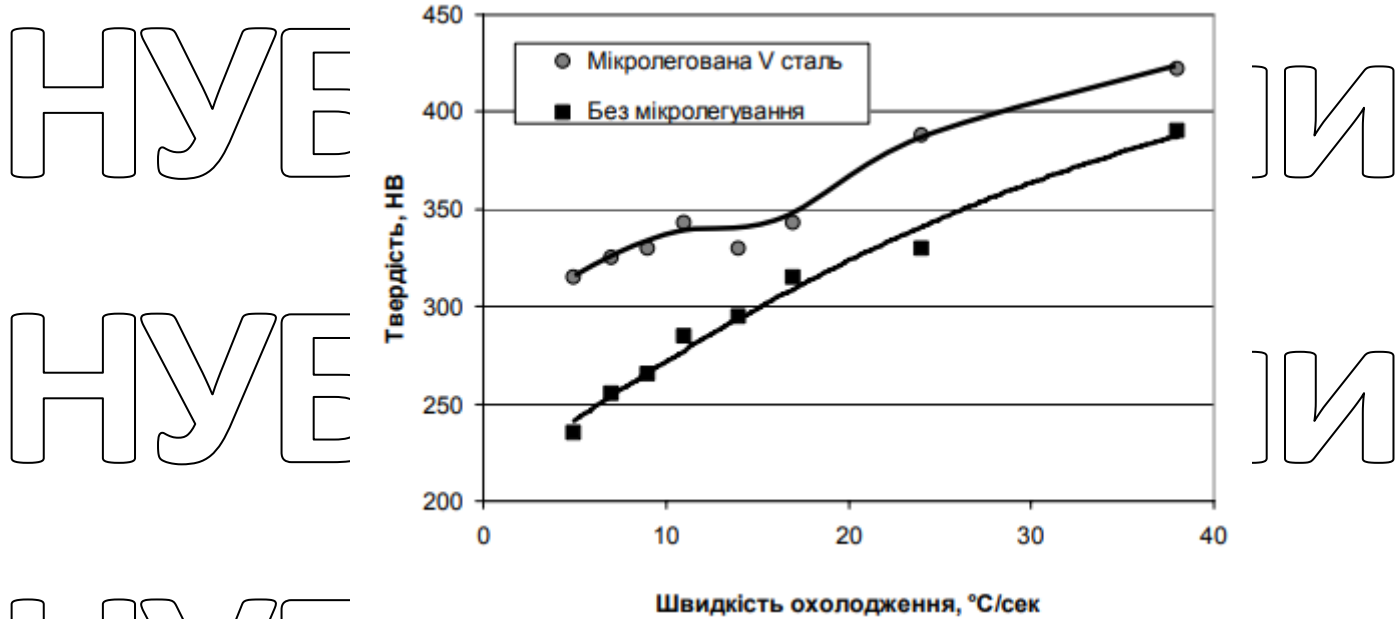
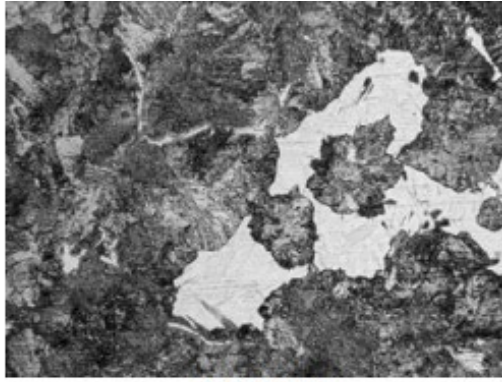


Рис. 2.6. Залежність твердості досліджених зразків від швидкості їх охолодження

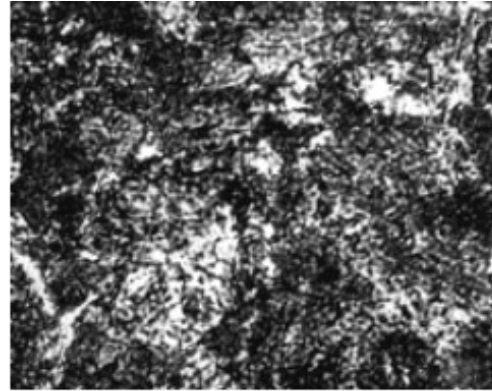
Для немодифікованої стандартної колісно-бандажної сталі типовою є монотонна зміна твердості з досягненням найвищого показника 390 НВ, який адекватно співвідноситься з відповідним показником мікролегованої сталі із структурою бейніт + мартенсит (рис. 2.3., а; табл. 2.2). При цьому, на кривій твердості мікролегованої сталі (рис. 2.6.) при швидкостях охолодження 6.5 –17.0 0 С/сек. спостерігається «зупинка», яка характеризується (відповідно рис.6) інтервалом існування однакового структурного стану зі зміною відсоткової частки бейнітної складової.

Ситуацію розв’язує гартувально-мікроструктурний аналіз, результати якого наведено на рис. 2.7.

НУ

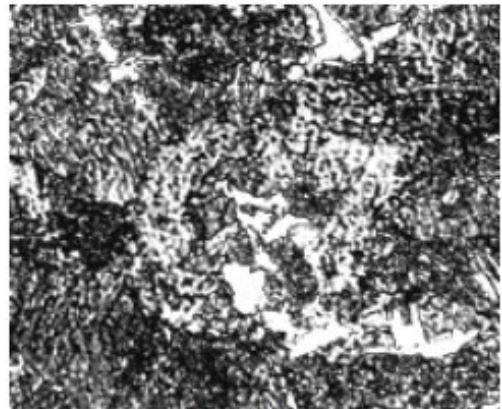


А) 390 HB

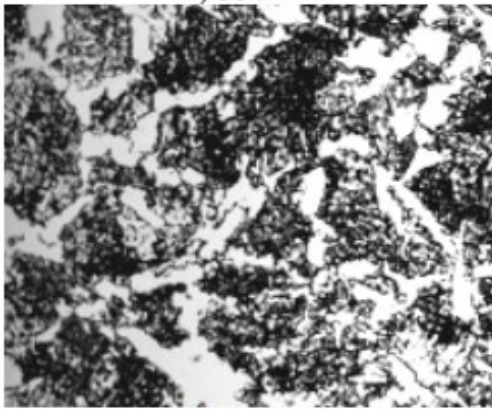


Б) 330 HB

НУ



В) 245 HB



Г) 225 HB

НУ

И

И

И

Рис. 2.7. Типові мікроструктури стандартної колісно-бандажної сталі без мікролегування ( $\times 1000$ ): А)  $V_{\text{охол.}} = 38,0 \text{ C/сек}$ , твердість 390 HB; Б)  $V_{\text{охол.}} = 24,0 \text{ C/сек}$ , твердість 330 HB; В)  $V_{\text{охол.}} = 6,5, 0 \text{ C/сек}$ , твердість 245 HB; Г)  $V_{\text{охол.}} = 4,0 \text{ C/сек}$ , твердість 225 HB.

Зміна структури колісно-бандажної сталі без мікролегуючих домішок з підвищенням швидкості охолодження розвивається шляхом підвищення ступеню «евтектоїдності», тобто за рахунок зменшення кількості феритної рівноважної складової без «голчастої» компоненти (рис. 2.7, в, г). При цьому твердість монотонно зростає (рис. 2.6.). Далі, через квазіевтектоїдний (рис. 2.7, в) стан (твердість 330 HB), структура набуває перлітно-мартенситного стану з характерною твердістю 390 HB (рис. 2.7, а).

### 2.3 Вибір найбільш ефективних елементів заготовки безперервнолита кругла для виробництва колесобандажної продукції

Технологія виробництва заготовок по низці «злиток – блюм – сортова заготовка» поступово витісняється більш прогресивною технологією із застосуванням машин безперервного лиття заготовок [43].

Найбільшим в Україні виробником круглої сталеві заготовки безперервнолитим способом є високотехнологічне підприємство ТОВ «МЗ «Інтерпайп Сталь», потужність якого становить 1,32 млн. тонн круглої сталеві заготовки на рік [46]. Тому подальший розгляд і аналіз технологічного процесу виробництва заготовок проведемо на базі обладнання даного підприємства.

У розливному відділенні ТОВ «МЗ «Інтерпайп Сталь» встановлено МБЛЗ №1 і МБЛЗ №2, які працюють в єдиному технологічному комплексі «дугова електросталеплавильна піч (ДСП) – установка ківш-піч (УКП) – вакууматор – МБЛЗ».

При нормальному ході безперервного розливання злиток, як правило, ріжуть на заготовки однієї заданої довжини. Ця довжина регламентується замовленнями прокатного виробництва (можливостями їх транспортних механізмів і умовами завантаження нагрівальних печей перед прокаткою). У разі виникнення дефектних ділянок в зливку при розливанні виникає необхідність оптимізації розкрою частини БЛЗ від останнього різку до початку області дефекту.

Згідно [47], виникаючу ділянку безперервнолитої заготовки (БЛЗ) вирізують на відстані 1000 мм вище і нижче спаю і бракують. Технологічну обрізь БЛЗ становлять головна обрізь (800 мм), хвостова обрізь (1000 мм) і ділянки змішування плавов. При розливанні методом «плавка на плавку» ділянку БЛЗ змішування плавов вирізають на відстані 1500 мм до і 1500 мм по області змішування плавов. У заключній фазі розливання, крім мінімізації відходів, виникає задача мінімізації часу розливання для запобігання зайвого переохолодження металу в проміжному ковці.

Незважаючи на багато переваг безперервного розливання, є низка проблем, вирішення яких пов'язане з великими труднощами. Так, при безперервному розливанні інструментальних, легированих сталей і сталей з низьким вмістом вуглецю, якість безперервнолитих зливоків не задовольняє вимогам за структурою та властивостями заготовок. Такі сталі мають підвищену чутливість до утворення тріщин [44].

Одною з найважливіших вимог до процесу безперервного розливання сталі є вимога максимізації виходу мірних заготовок з наявної кількості рідкого металу. В умовах стаціонарної фази процесу це завдання можна вважати вирішеним. На ряді МБЛЗ досягають виходу придатного металу в формі строго мірних заготовок до 96-97% [45]. Подальше збільшення виходу придатного металу пов'язане з удосконаленням алгоритму керування нестационарним кінцевим періодом розливання, тому що саме тут ще є резерв збільшення продуктивності багатоструменевих машин [43].

При закінченні розливання на багатоструменевих МБЛЗ виникає задача мінімізації сумарних немірних залишків металу з плавки. Так, на МБЛЗ ТОВ «МЗ «Інтерпайп Сталь» відходи придатного металу через розливання без мінімізації немірних залишків складають до 6% від плавки [47].

На підставі проведеного аналізу технології розливання і обладнання МБЛЗ встановлено, що при виробництві заготовок на МБЛЗ, на відміну від бломінгів, точність відрізання заготовки дуже висока. Але не дивлячись на це, відсутні системи узгодження алгоритмів розкрою на МБЛЗ і наступного циклу переділу заготовки, що в свою чергу викликає додаткові відходи придатного металу в обрізь при виробництві товарної продукції.

Більшість наявних розробок у цій галузі [54-57] орієнтовані на оптимізацію керування закінченням розливання тільки для випадку завдання однієї фіксованої мірної довжини заготовки.

На сьогоднішній день на МБЛЗ № 1-2 ТОВ «МЗ «Інтерпайп Сталь» використовують спосіб отримання максимуму мірних заготовок на

багатоструменевих МБЛЗ [47]. Відповідно до цього способу, з проміжної ємності метал подається у всі рівчаки машини (аж до моменту повного його витранання). Після цього одночасно перекривають стопори проміжної ємності, припиняють подачу рідкого металу в усі рівчаки і здійснюють порізку отриманих злитків (за показаннями датчика мірної довжини) на задані мірні і кратні міри довжини. Цей спосіб керування нестационарною фазою процесу має істотний недолік, що полягає в тому, що при такому розкрої немірні залишки, що залишаються, можуть досягати значних величин, а число їх в загальному випадку дорівнює числу кристалізаторів (струмків). Таким чином, виникають істотні втрати металу в процесі розливання, які зменшують вихід придатних злитків з МБЛЗ. Втрати придатного металу викликані з одного боку технологією виробництва, а з іншого – недосконалістю алгоритмів розкрою. Втрати придатного металу, в такому випадку, досягають 6% від маси плавки [47, 59].

Таким чином, однією зі специфічних особливостей розкрою металу на МБЛЗ є можливість зміни і розрахунку довжини заготовки в деякому інтервалі під певну продукцію, що значно збільшує число можливих варіантів розкрою. Якщо вдасться розкроїти безперервний злиток на довжини кратні мірної продукції, то створяться умови щодо істотного зниження сумарних втрат придатного металу в обріз на МБЛЗ і прокатних станах і підвищенню виходу мірного металопрокату.

На сьогоднішній день є багато робіт присвячених дослідженню розкрою злитка на однострумковій МБЛЗ в разі завдання допустимих довжин заготовок у вигляді однієї або декількох фіксованих мірних довжин [54-57].

Незважаючи на наявні роботи цікавим є застосування методу оптимального розкрою в умовах виробництва трубних і колісних заготовок на МБЛЗ.

Довжини, безперервно литих заготовок (БЛЗ) і використовуваних заготовок посаду при виробництві гарячекатаних безшовних труб на металургійному заводі "Інтерпайп НікоТьюб" наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

## Стандартизовані довжини заготовок і заготовки безперервного круга для виробництва колесобандажної продукції

Довжина БЗС до розкрою, м	7,2				9,6				11				11,8			
Кратність порізки	4	3	2	6	5	4	3	5	4	6	5	4	6	5	4	
Довжина заготовок посаду, м	1,8	2,4	3,6	1,6	1,92	2,4	3,2	2,2	2,75	1,97	2,36	2,95				

При складанні розкрійного плану на трубопрокатному виробництві, довжина заготовки посада вибирається залежно від конкретних вимог до готової продукції, умов прокату і наявності вихідної заготовки. Так, на редукційному стані металургійного заводу "ІнтерпайпНікоТьюб" довжини з заготовок посада в більшості випадках знаходяться в діапазоні від 2 до 3м., на калібрувальному – від 2 до 3,5м. При такому розкрої БЛЗ неодмінно виникають втрати придатного металу - відходи у вигляді обрізи.

В умовах економії енергетичних і матеріальних ресурсів, на сьогоднішній день, як ніколи раніше, назріла необхідність в розробці і реалізації нових напрямків оптимальних методів розкрою безперервного злитка під замовлення трубопрокатного і колесопрокатного виробництв. Якщо вдасться розкрити безперервний злиток на БЛЗ з довжинами кратшими мірі, що викроюються під певний вид продукції, то створяться умови щодо істотного зниження сумарних втрат придатного металу в обріз на МБЛЗ і передільних станах і підвищенню виходу мірного товарного металопрокату.



При реалізації розкрою безперервного злитка на багатострумковій МБЛЗ, особливо при закінченні розливання через не кратність залишкової маси металу в премоковшій масі мірної заготовки, неодмінно залишаються відходи придатного металу у вигляді немірних залишків на струмках, які в подальшому направляють на переплавку.

Втрати придатного металу викликані з одного боку технологією виробництва, а з іншого - недосконалістю алгоритмів розкрою. Як було зазначено вище, втрати придатного металу, в такому випадку, досягають 6% від маси плавки.

На рисунку 2.8 приведена діаграма втрат придатного металу при виробництві заготовки під замовлення для трубопрокатного виробництва довжиною  $L_3 = 11$  м (номінальна ємність сталювша  $P_{ст} = 160$  т).

Втрати придатного металу, в такому випадку, склали 5% від маси плавки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

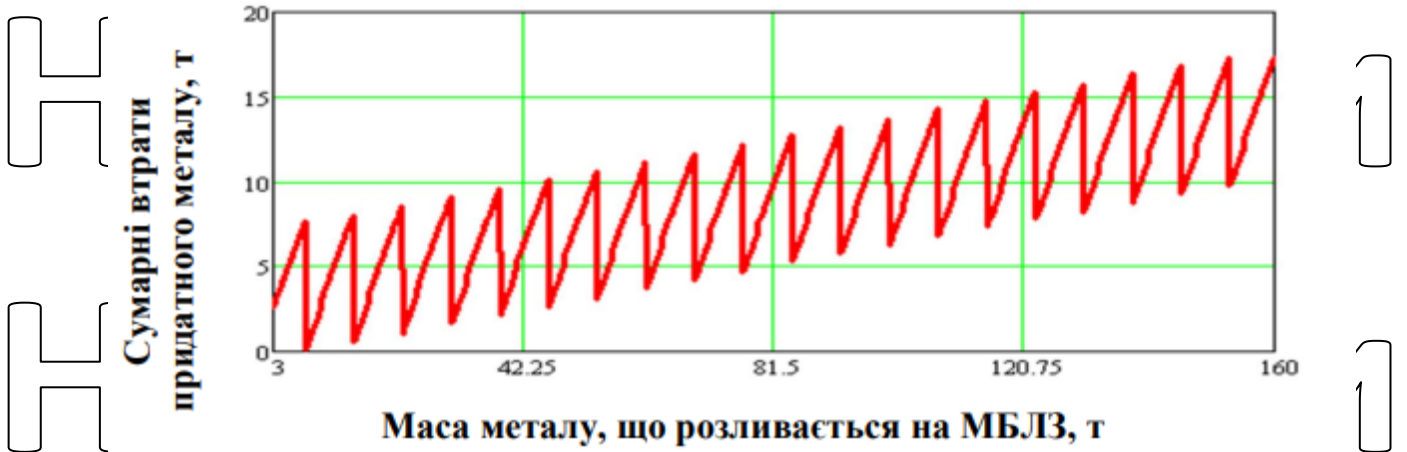


Рис. 2.8. Діаграма сумарних втрат придатного металу при виробництві заготовки під замовлення для трубопрокатного виробництва і готової товарної продукції

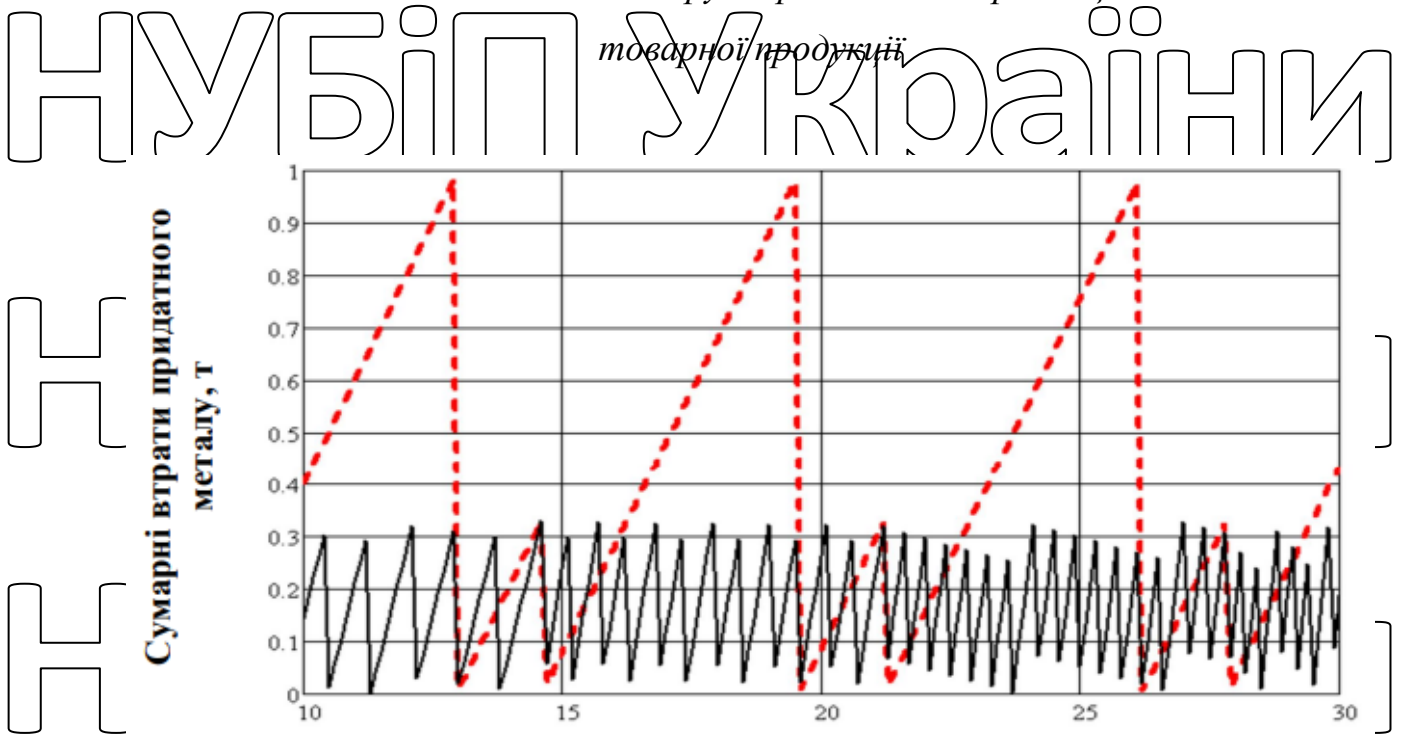


Рис. 2.9. Діаграма втрат придатного металу при виробництві заготовки під замовлення для трубопрокатного виробництва та готової товарної продукції:

1 – при існуючому розкрії,  
2 – наскрізний розкрій.

Узагальнюючи отримані результати, можна зробити висновок про ефективність застосування наскрізного розкрою безперервної заготовки МБЛЗ та прокатних станах.

## 2.4 Вимоги національної системи стандартизації щодо розроблення і оформлення НД

Залежно від об'єкта стандартизації, положень, які містить документ, та процедур надавання йому чинності, розрізняють такі нормативні документи:

- стандарти;
- кодекси ustalenoї практики (настанови, правила, зводи правил, державні класифікатори, каталоги тощо);
- технічні умови.

**Настанова, звід правил (правила)** - нормативний документ, що рекомендує практичні прийоми чи методи проектування, виготовлення, монтажу, експлуатації або утилізації обладнання, конструкцій чи виробів.

**Регламент** - прийнятий органом влади нормативний документ, що передбачає обов'язковість правових положень

**Технічний регламент** - регламент, що містить технічні вимоги або безпосередньо, або через посилання на стандарт, технічні умови, настанову чи їхній зміст. Примітка, Технічний регламент може бути доповнений технічною настановою, яка означає способи дотримання вимог регламенту, тобто вичерпним положенням.

**Технічні умови** - нормативний документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати виріб, процес чи послуга.

**Класифікатор** - документ, в якому відповідно до прийнятих ознак класифікації та методів кодування об'єкти класифікації розподілено на угруповання і цим угрупованням надано коди.

**Каталог** - систематичний звід, перелік будь-яких об'єктів, який дає змогу віднайти кожен об'єкт і певну ознаку відповідно до прийнятих правил його укладання. Каталог може містити характеристики, показники та інші дані щодо об'єктів, внесених до каталогу.

Стандарти, кодекси ustalenoї практики та технічні умови мають чинність відповідно до рівнів суб'єктів стандартизації, установлених законодавством.

Национальні стандарти, кодекси усталеної практики та державні класифікатори застосовують на добровільних засадах, якщо інше не встановлено законодавством. Порядок стосовно того, як застосовувати стандарти для забезпечення потреб оборони України визначає Міністерство оборони України відповідно до покладених на нього функцій. Порядок стосовно того, як розробляти та застосовувати стандарти для забезпечення потреб державної безпеки та мобілізаційної готовності визначають центральні органи виконавчої влади відповідно до покладених на них функцій.

Залежно від специфіки об'єкта стандартизації встановлено такі види

стандартів:

➤ засадничі (організаційно-методичні, загально технічні та термінологічні);

➤ на методи (методики) випробовування (вимірювання, аналізування, контролювання);

➤ на продукцію;

➤ на процеси; на послуги;

➤ на сумісність продукції, послуг чи систем у їхньому спільному використуванні;

➤ загальних технічних вимог.

Згідно з рівнями суб'єктів стандартизації в Україні розрізняють такі НД:

✓ національні;

✓ організацій.

НД національного рівня розробляють на об'єкти стандартизації державного значення та приймають на засадах консенсусу.

Міжнародні та регіональні документи у сфері стандартизації приймають на засадах пріоритетності та переважно через НД національно-го рівня. Прийняті установленим порядком міжнародні та регіональні документи це - складники чинного Національного фонду нормативних документів.

У сферах, де об'єкти стандартизації швидко змінюються або за потреби накопичення досвіду використання виробу чи стандарту, щоб випробувати положення стандарту чи обґрунтувати вибір із можливих запропонованих альтернатив певних положень, розробляють пробні стандарти.

Пробний стандарт - стандарт, прийнятий тимчасово органом стандартизації і доведений до широкого кола користувачів з метою накопичення потрібного досвіду у процесі його застосування і який може бути використаний як база стандарту.

Пробні стандарти розробляють, у разі потреби, також на основі проектів міжнародних та регіональних стандартів, які перебувають на завершальних етапах розроблення. Пробні стандарти можуть мати менший рівень консенсусу, зокрема його можна досягнути на рівні технічного комітету стандартизації чи навіть на рівні його робочої групи.

Як пробні стандарти можна застосовувати нові документи міжна-родної організації стандартизації:

- PAS - загальнодоступні технічні умови;
- TS - технічні умови;
- ІТА - галузеві технічні угоди.

У разі, коли неможливо завершити розроблення проекту стандарту як стандарту за умов, установлених ДСТУ 1.2, його оформлюють як технічний звіт. Звіт не є нормативний документ.

НД національного рівня на продукцію, процеси та послуги, для яких встановлено вимоги технічними регламентами та законодавством, потрібно будувати та викладати таким чином, щоб їх можна було використовувати для підтвердження відповідності зазначених продукції, процесів та послуг.

НД інших суб'єктів стандартизації, крім вище зазначених, розробляють на продукцію, процеси чи послуги, якщо національних стандартів немає чи якщо є потреба встановити вимоги, які перевищують чи доповнюють вимоги національних стандартів.

НД громадських організацій (наукових, науково-технічних та інженерних товариств і спілок) розробляють, якщо є потреба поширити результати фундаментального та прикладного досліджування чи практичного досвіду, одержаних у певних галузях науки чи сферах професійних інтересів.

НД на рівні суб'єктів господарювання та їхніх об'єднань розробляють на продукцію, процеси та послуги, використовувани на власні потреби, х дозволено застосовувати для продукції, процесів та послуг, призначених для самостійного постачання, якщо у них встановлено положення, що регулюють відносини між виробником (постачальником) і споживачем (користувачем) та за згодою останнього.

Кодекси ustalеної практики розробляють на устаткування, конструкції, технічні системи, ви роби тої самої чи подібної функційної визначеності, але які різняться конструктивним виконанням чи принципом дії, і для яких аспекти проектування, виготовлення чи встановлювання/монтажування, експлуатування чи утилізації є визначальні для їхнього безпечного функціонування (житлові, промислові будівлі та споруди, котли, пелудини, що працюють нд тиском, компресорне устаткування тощо). У кодексах ustalеної практики також зазначають правила та методи стосовно того, як розв'язувати завдання щодо організування та координування робіт зі стандартизації та метрології, а також як реалізувати певні вимоги технічних регламентів чи стандартів тощо.

Державні класифікатори належать до державної системи класифікації. Головними видами класифікаторів, що використовуються при розробленні стандартів є: ДК 004 і ДК 009.

ДК 004 - український класифікатор нормативних документів (УКНД) призначено для впорядковування і класифікації стандартів та інших нормативних документів зі стандартизації. Він є основа для побудови каталогів, покажчиків, реєстрів, тематичних переліків нормативних документів. Цей класифікатор установлює назви класифікаційних угруповань та їхні коди. Коди класифікаційних угруповань використовують для індексування нормативних

документів зі стандартизації усіх видів та рівнів приймання. Об'єкти класифікації цього класифікатора - стандарти різних видів і рівнів приймання та порівнянні до них нормативні документи. Ознаками класифікації є галузі стандартизації (перший рівень класифікації) та об'єкти стандартизації (другий рівень класифікації з подальшою деталізацією на третьому рівні). Класифікація - ієрархічна, трирівнева. Кожний наступний рівень класифікації не змінює значення попередніх рівнів. У загальному випадку код позиції класифікатора має таку структуру:

XX.XXX.XX

Де XX  
XX.XXX  
XX.XXX.XX

клас (від 01 до 99), група, підгрупа.

Клас кодують двозначним цифровим кодом. Код групи складається з коду класу та тризначного цифрового коду групи, відокремлених крапкою. Код підгрупи складається з коду групи та двозначного цифрового коду, відокремлених крапкою. Приклад:

13.020                      Захист довкілля

13.020.01                Довкілля та захист довкілля взагалі

13.020.10                Керування довкіллям

13.020.20                Економіка довкілля

13.020.30                Оцінювання впливу на довкілля

13.020.40                Забруднювання, боротьба з забруднюванням

13.020.50                Екологічне маркування

13.020.60                Життєвий цикл продукції

13.020.70                Проекти в сфері захисту довкілля

13.020.99                Інші стандарти стосовно захисту довкілля

Більшість груп, поділених на підгрупи, мають підгрупу з кодом, який закінчується на «99». Такі підгрупи містять стандарти на об'єкти, які не належать

ні до об'єктів загальних підгруп, ні до об'єктів конкретних підгруп відповідних груп.

Технічні умови (далі - ТУ) установлюють вимоги до продукції, призначеної для самостійного постачання, до виконання процесів чи надавання послуг замовникові і регулюють відносини між виробником (постачальником) і споживачем (користувачем). В ТУ встановлюють вимоги до якості, виконання, розмірів, сировини, складаних одиниць, безпеки, охоплюючи вимоги до торгового фірмового знака, термінології, умовних позначок, методів випробовування (вимірювання, контролювання, аналізування), пакування, маркування та етикетування, надавання послуг, а також визначають, за потреби, способи оцінювання відповідності встановленим обов'язковим вимогам.

Право власності на НД установлює та регулює чинне законодавство. У всіх нормативних документах, окрім національних, треба зазначати код згідно з «Єдиним державним реєстром підприємств і організацій України» (ЄДРПОУ) юридичної особи, якій належить право власності на відповідний документ.

Позначка нормативного документа складається з індексу, номера та року прийняття. Згідно ДСТУ 1.0-2003 встановлено такі індекси документів:

❖ для національного рівня:  
➤ «ДСТУ» - національний стандарт; «ДСТУ-П» - пробний стандарт;  
➤ «ДСТУ-Н» - настанова, правила, збір правил, кодекс установлені практики, які не прийнято як стандарт.

➤ «ДК» - державний класифікатор;  
➤ «ДСТУ-ЗТ» - технічний звіт.

❖ для інших рівнів:  
➤ «СОУ» - стандарт організації;  
➤ «ТУУ» - технічні умови, які не прийнято як стандарт;

➤ «СТУ» - стандарт наукового, науково-технічного або інженерного товариства чи спілки.



❖ У позначі НД громадських організацій (окрім наукового, науково-технічного або інженерного товариства чи спілки), зареєстрованих у Мін'юсті України, як індекс рекомендовано застосовувати скорочену назву відповідної організації. Індекси інших документів у сфері стандартизації, а також документів інших суб'єктів стандартизації цей стандарт не встановлює; їх надають суб'єкти, які ухвалили ці документи.

❖ Для позначання проектів документів застосовують індекс відповідного документа, сполучений із скороченням слова «проект» - «прр», яке розміщують перед індексом. Приклад:

Проект національного стандарту матиме позначку прДСТУ, а державного класифікатора - прДК.

Установлені індекси нормативних документів не можна застосовувати для позначання інших документів чи в скороченнях.

Правила надавання номера та позначання року:

- для національних НД - згідно з ДСТУ 1.5,
- для державних класифікаторів - згідно з ДСТУ 1.10,
- для технічних у мов - згідно з ДСТУ 1.3.
- для міжнародних чи регіональних стандарт, які приймаються

через національний стандарт, - згідно з ДСТУ 1.7000

❖ У позначі НД інших суб'єктів стандартизації рекомендовано після індексу НД зазначати коди державних класифікаторів:

➤ групу згідно з ДК 009 (перші три цифри кодової позначки виду економічної діяльності);

➤ через дефіс - код суб'єкта стандартизації, якому належить право власності на документ згідно з ЄДРПОУ;

➤ інші складники позначки НД встановлюють згідно з ДСТУ 1.3 суб'єкти, які схвалили ці НД.

❖ Позначку не змінюють (не транслітерують) якщо у позначі

чинного в Україні документа у сфері стандартизації використано поз-наку документа міжнародної чи регіональної організації (ISO, IEC, EN, ГОСТ чи іншої), а також якщо назву відповідного документа перекладено.

### **Позначення національних стандартів**

Повне позначення національних стандартів України, кодексів усталеної практики та інших нормативних документів загальнодержавного застосування, прийнятих національним органом стандартизації, складається з:

- індексу згідно з ДСТУ 1.0,
- реєстраційного номера, наданого йому при прийнятті (до п'яти цифр),
- відокремлених знаком «двокрапка» чотирьох цифр року прийняття.

Приклади: ДСТУ 3145:2001; ДСТУ 13472:2004.

❖ Якщо група стандартів утворює комплекс стандартів, то реєстраційний номер стандарту складають з номера комплексу і номера стандарту в комплексі, які сполучають крапкою:

ДСТУ ККККК.ННН:РРРР де ККККК - номер комплексу стандартів (від 1 до 99999);

ННН - номер стандарту в комплексі (від 1 до 999).

Приклади: ДСТУ 3.27:2000; ДСТ-2617.5:2004

❖ Якщо стандарт складено з кількох самостійних частин, їхні реєстраційні номери складають з номера стандарту і номера частини, відокремлених знаком «дефіс»:

ДСТУ НННН-ЧЧЧ-РРРР

де НННН - реєстраційний номер багато частинного стандарту;

ЧЧЧ - номер частини.

Приклад: ДСТУ 4287-25:2002

❖ Національні стандарти України - впровадження міжнародних чи регіональних стандартів, позначають згідно з ДСТУ 1.7.

❖ Національні стандарти, які затверджує Держбуд України, позначають відповідно до рекомендацій цього розділу з урахуванням положень

класифікації нормативних документів України в галузі будівництва, наведеної в ДБН А 1.1-1.

Якщо стандарт скасовано, його реєстраційний номер заборонено надавати іншим стандартам протягом тридцяти років з дня скасування.

### Позначення інших нормативних документів

Позначання стандартів, які затверджують (приймають) інші суб'єкти стандартизації, визначають нормативні документи цих суб'єктів.

Позначання державних класифікаторів - згідно з ДСТУ 1.10.

Позначання технічних умов - згідно з ДСТУ 1.3.

Позначає ТУ власник ТУ. У позначенні ТУ має бути:

- індекс документа - «ТУ»;
- скорочена назва держави - «У»;
- код продукції за ДК 016 (три перші знаки);
- код підприємства (організації) - власника ТУ згідно з «Єдиним державним реєстром підприємств і організацій України» (ЄДРПОУ) (вісім знаків);
- порядковий реєстраційний номер, що його надає власник ТУ (три знаки);

➤ рік прийняття (чотири знаки) для ТУ, прийнятих уперше чи на заміну чинних ТУ, - через двокрапку.

Приклад: ТУ У 27.1-21926977-001:2004

ТУ, що є частиною комплексу конструкторської документації, дозволено надавати подвійне дворядкове позначення; у першому рядку - позначення, складене, як зазначено вище, у другому рядку - згідно з ГОСТ 2.114.

ТУ на продукцію будівельного призначення позначають за правилами, установленними Держбудом України.

У позначенні ТУ на заміну чинних порядковий реєстраційний номер, що його надає власник ТУ, не змінюється.

У разі виготовлення та постачання продукції на території України за ТУ підприємств інших держав застосовують подвійне дворядкове позначення: у першому рядку - за 6.2, у другому - позначення вихідного ТУ.

Приклад:

ТУ У 25.2-23635128-005:2003

ТУ РБ 00959441.005-2001

**2.5 Розроблення ТУУ Заготовка безперервнолита круга для виробництва колесобандажної продукції. Технічні умови та обґрунтування стандартизованих показників**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДКП XX.XX.XX

УКНД XX.XXX.XX

НУБІП України

ПОГОДЖЕНО:

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Місце

Посада

ПП

ПП

НУБІП України

Заготовка безперервнолита круга для виробництва колесобандажної продукції

НУБІП України

Технічні умови

ТУ У 01.1-xxxxxxx-001:2021

НУБІП України

(Введено вперше)

Дата надання чинності: 2022 р.

Чинні до 2027 р.

ПОГОДЖЕНО:

НУБІП України

НУБІП України

ЗАРЕЄСТРОВАНО:

РОЗРОБЛЕНО:

ВБазі даних ТУ У

Посада

ПП

2022 р.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

НУБІП України

2022

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Справжні технічні умови поширюються на дослідну партію заготовлі безперервнолита круглого перерізу (далі - заготовлі) вуглецевої та легованої сталі, що виплавляється електросталеплавленням комплексом ТОВ "МОЗ "Дніпросталь" та призначених для виробництва колесобандажної продукції (коліє суцільнокатаних, центрів колісних бандажів, кільцевих виробів) в ПАТ "Інтерпайп НТЗ".

Приклад умовного позначення продукції при замовленні:

Заготовка безперервнолита (БЛЗ) діаметром 470 мм з вуглецевої сталі марки 2 по ДСТУ ГОСТ 10791:

БЛЗ 470—2—ТУ У 27.1-23365425-663:2011

Справжні технічні умови не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані або розповсюджені, а також використані при виготовленні продукції без дозволу виробника продукції ТОВ "МОЗ "Дніпросталь".

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Текст технічних умов має посилання на наступні НД:

ДСТУ Б А.3.2-12:2009 ССБП. Системи вентиляційні. Загальні вимоги

ДСТУ 9129:2021 Металопродукція. Правила приймання, маркування, пакування, транспортування та зберігання

ДСТУ 4179-2003 Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови (ГОСТ 7502-98, MOD)

ДСТУ ГОСТ 162:2009 Штангенглибиноміри. Технічні умови

ДСТУ ГОСТ 166:2009 Штангенциркулі. Технічні умови (ГОСТ 166:2009 (ISO 3599-76), IDT)

ДСТУ ГОСТ 10791:2016 Колеса суцільнокатані. Технічні умови (ГОСТ 10791-2011, IDT)

ДСТУ ГОСТ 12344:2005 Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення вуглецю (ГОСТ 12344-2003, IDT)

ДСТУ ГОСТ Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення сірки

12345:2004

(ISO 671-82,  
ISO 4935-89)

ДСТУ EN 10071:2003  
(EN 10071:1989)

(ГОСТ 12345-2001 (ISO 671-82, ISO 4935-89) IDT)

Сталь та чавун. Визначення марганцю. Метод  
потенціометричного титрування

ДСТУ ISO

4942:2014

(ISO 4942:1988)

ДСТУ ГОСТ  
12361:2004

Сталь та чавун. Визначення вмісту ванадію

Спектрофотометричний метод з N-ВРНА

Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення ніобію  
(ГОСТ 12361-2002, IDT)

ГОСТ 12.1.005-88

ГОСТ 12.1.018-93

ССБП. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря  
робочої зони

ССБП. Пожежовибухонебезпечність статичної електрики.  
Загальні вимоги

ГОСТ 12.2.003-91

ГОСТ 12.2.062-81

ДСТУ 7238:2011

ССБП. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки

ССБП. Обладнання виробниче. Огородження захисні.  
Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного  
захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація

ГОСТ 12.4.103-83

ССБП. Одяг спеціальний захисний, засоби індивідуального  
захисту ніг і рук. Класифікація

ГОСТ 17.2.3.02-78

Охорона природи. Атмосфера. Правила установки  
допустимих викидів шкідливих речовин промисловими  
підприємствами

ГОСТ 2216-84

Калібри-скоби гладкі регульовані. Технічні умови

ГОСТ 12359-99

(ISO 4945-77)

ДСТУ 7749:2015

Стали вугленеві, леговані та високолеговані. Методи  
визначення азоту

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Загальні вимоги до  
методів аналізу

ДСТУ 7750:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення  
загального вуглецю та графіту

ДСТУ 7751:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення  
сірки

ДСТУ 7752:2015 Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення фосфору

ДСТУ 7753:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення кремнію

ДСТУ 7754:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення

(ІСО 629-82)

марганцю

ДСТУ 7756:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення хрому

ДСТУ 7757:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення міді

ДСТУ 7758:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення нікелю

ДСТУ 7759:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення титану

ДСТУ 7760:2015

Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення

ванадію

ГОСТ 5378-88

Кутоміри з ноніусом. Технічні умови

ГОСТ 7565-81

Чавун, сталь та сплави. Метод відбору проб для визначення хімічного складу

ГОСТ 8026-92

Лінійки перевірочні. Технічні умови

ДСТУ 8921:2019

Сталь та чавун. Методи визначення кремнію

ДСТУ 8901:2019

Сталь та чавун. Методи визначення фосфору

ДСТУ 9059:2020

Сталь та чавун. Методи визначення хрому

ДСТУ 9152:2021

Сталь та чавун. Методи визначення молібдену

ДСТУ ISO 4946:2008

Сталь та чавун. Визначення міді спектрофотометричним

ISO 4946:1984

методом із застосуванням 2,2-дихіноліну

ДСТУ EN

Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення

ISO 10280:2002

титану

НУБІП України



ДСТУ EN 29658:2002-84 (EN 29658:1991) ДСТУ 9153:2021 ДСТУ 8920:2019	Сталь. Визначення алюмінію. Метод променевої атомноабсорбційної спектроскопії Сталь та чавун. Методи визначення бору Сталі та сплави. Методи визначення газів
ГОСТ 18360-93 ДСТУ 8919:2019 ДСТУ 8899:2019 СНіП 2.04.01-91	Калібри-скоби листові зі змінними губками для діаметрів більше 100 до 360 мм. Розміри Сталь. Метод фотоелектричного спектрального аналізу Сталь. Метод рентгенофлуоресцентного аналізу Внутрішній водопровід і каналізація будівель
СНіП 2.04.05-91 СНіП 2.09.04-87 СанПіИ 4630-88	Опацювання, вентиляція та кондиціонування Адміністративні та побутові будівлі Санітарні правила та норми охорони поверхневих вод від забруднення
СанПіИ 42-128-4690-88 ДСанПіИ 2.2.4-171-10 ДСанПіИ 2.2.7.029-99	Санітарні правила та норми утримання територій населених місць Державні санітарні правила і норми «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» Державні санітарні правила і норми «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення»
ДСН 3.3.6.037-99 ДСН 3.3.6.039-99	Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної
ДСН 3.3.6.042-99 ДСП 3.3.1.038-99	вібранні Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень Підприємства чорної металургії. Державні санітарні правила для підприємств чорної металургії
ДСП № 201-97	Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)

НРБУ-97

Наказ МОЗ України

Від 21.05.2007 №246

СП № 1042-73

від 04.04.1973 р.

Норми радіаційної безпеки України

Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій

Санітарні правила організації технологічних процесів і гігієнічних вимог до виробничого обладнання

ДБН В.1.4-1.01-97

ДБН В.1.4-2.01-97

Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві.

Регламентовані радіаційні параметри. Допустимі рівні

Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві.

ДБН В.2.5-28-2006

СОУ МПП 77.040-

191:2007

Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва

Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення

Заготовка безперервнолита для виготовлення сортового проката та трубних заготовок. Метод контролю макроструктури

### 3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

#### 3.1 Параметри та розміри

3.1.1 Заготовку круглого перерізу виготовляють діаметром від 385 мм до 470 мм.

Номинальний діаметр заготовки та граничні відхилення щодо нього повинні відповідати вимогам таблиці 1.

Таблиця 1 – Номинальний діаметр заготовки та граничні відхилення щодо нього

Номинальний діаметр D, мм	Граничні відхилення, %
385	±1,5
410	
450	
470	

3.1.2 Відповідно до замовлення заготовку постачають довжиною у межах від 6,20 м до 9,85 м включно. Граничні відхилення по довжині заготовки не повинні перевищувати  $\pm 25$  мм.

3.1.3 Овальність заготовки ( $O_3$ ), розраховується по формулі (1), не повинна перевищувати 1,5 %.

$$O_3 = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D} \times 100, \%$$

де  $D_{\max}$  – максимальний діаметр по перерізу, мм,

$D_{\min}$  – мінімальний діаметр по перерізу, мм,

$D$  – номінальний діаметр заготовки, мм.

При цьому найбільший і найменший діаметри повинні знаходитися в полі допусків по діаметру.

3.1.4 Кривизна заготовки на ділянці довжиною 1 м не повинна перевищувати 3 мм. Загальна кривизна заготовки на довжині 11700 мм не повинна перевищувати 25 мм.

3.1.5 Різання заготовки по довжині виконується вогневим різанням у гарячому або холодному стані. Косина розрізу заготовки при машинному різанні не повинна перевищувати  $1^\circ$ . При ручному різанні заготовки величина косини розрізу факультативна до 01.01.2013.

3.1.6 Заготовки поставляють по теоретичній чи фактичній масі.

3.2 Основні показники та характеристики

3.2.1 Виплавляння сталі виконується в дугових сталеплавильних печах. Сталь повинна бути оброблена на установці «під-ківш» з продуванням аргону і розкислена.

Сталь піддають глибокому вакуумуванню і розливають на машинах безперервного лиття (МБЛЗ).

Масова частка водню в рідкій сталі не повинна перевищувати 2,0 ppm (0,00020%).

3.2.2 Заготовку виготовляють із вуглецевої та легованої сталі з хімічним складом у відповідності із затвердженим марочником сталей ТОВ "МОЗ" Дніпросталь". Марка сталі вказується в замовленні.

3.2.3 На поверхні заготовок не повинно бути поздовжніх, поперечних та косо розміщених тріщин, поздовжніх вдавлень, складок, приливів.

На поверхні заготовок не повинно бути дефектів глибиною більше 2,0 мм;

Поясів, газових бульбашок, дрібних рисок, відбитків, дефектів механічного походження, сторонніх неметалевих включень.

3.2.4 На поверхні заготовок допускаються сліди хитання кристалізатора глибиною не більше 0,4 мм без супутніх їм тріщин.

3.2.5 На торцевих поверхнях заготовки не повинно бути тріщин, газових бульбашок та грубих хвилеподібних слідів від газового різання.

3.2.6 У макроструктурі заготовок не допускаються раковини, розшаровування, завороти кірка, газові бульбашки і тріщини, сторонні неметалеві та шлакові мікровключення.

Допустимі дефекти макроструктури не повинні перевищувати значень, вказаних в таблиці 2.

Таблиця 2 – Допустимі дефекти макроструктури

Найменування дефекту	Умовні позначення	Величина дефекту (бал, не більше)
Осьова пористість	(ОП)	2
Осьова ліквіація	(ОЛ)	2
Тріщини осьової зони	(ТО)	1
Ліквіаційні смужки та тріщини по перетину	(СП)	1
Точкова неоднорідність крайова	(ТНК)	1
Позаосьова хімічна неоднорідність (світла смуга)	(ПХН)	1

3.2.7 На вимогу споживача забрудненість металу заготовки неметалевими включеннями не повинна перевищувати норм, встановлених в замовленні. Виробнику дозволяється гарантувати забрудненість металу неметалевими включеннями у

відповідності з вказаними нормами без проведення контролю на основі дотримання технології виготовлення заготовок.

### 3.3 Маркування, пакування

3.3.1 Загальні правила маркування та пакування заготовки повинні відповідати

ДСТУ 9129 з наступними доповненнями:

3.3.1.1 Маркування наносять клеймуванням на торець кожної заготовки зі вказанням:

- номеру плавки (XXXXX);
- номеру заготовки по ходу розливання кожного струмка плавки (XXX);
- номеру струмка (X);
- діаметру заготовки (XXX);
- коду довжини (кратності) заготовки (XXX);
- коду марки сталі (XXX).

Коди довжини (кратності) заготовки, марки сталі та наскрізна нумерація струмка по двох МБЛЗ встановлюються в технологічних інструкціях.

3.3.1.2 Заготовку постачають без упаковки.

## 4 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, УТИЛІЗАЦІЯ

4.1 При здійсненні процесу виготовлення повинні дотримуватися вимог санітарних правил організації технологічних процесів СП № 1042 й ДСП 3.3.1.038.

4.2 Правила техніки безпеки та виробничої санітарії – у відповідності з чинними нормативними документами.

4.3 Персонал зайнятий у виробництві, повинен проходити інструктаж по правилам техніки безпеки і охорони праці.

4.4 Персонал повинен бути забезпечений спецодягом, спецвзуттям та засобами захисту рук у відповідності з ДСТУ 7238:2011 і ГОСТ 12.4.103.

4.5 Працюючі повинні проходити попередні (при вступі на роботу) і в подальшому – періодичні медичні огляди у відповідності з вимогами наказів МОЗ України від 21.05.2007 № 246.

4.6 Виробниче обладнання повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003, заземлене від статичної електрики по ГОСТ 12.1.018, загороджувальні та запобіжні пристрої – у відповідності з ГОСТ 12.2.062.

4.7 Освітленість виробничих приміщень повинна відповідати вимогам ДБН В 2.5-28.

4.8 Параметри шуму та вібрації не повинні перевищувати гранично прийнятних по ДСН 3.3.6.037 та ДСН 3.3.6.039.

4.9 Мікроклімат на робочих місцях повинен відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042.

4.10 Адміністративно-побутові приміщення повинні бути обладнані відповідно до вимог СНіП 2.09.04.

4.11 Виробничі приміщення повинні бути оснащені спеціальною приточно-втяжною вентиляцією відповідно з ДСТУ Б А.3.2-12, СНіП 2.04.05, опалюванням відповідно до СНіП 2.04.05.

4.12 Водопостачання та каналізація повинні відповідати вимогам СНіП 2.04.01.

4.13 Виробничі приміщення повинні бути забезпечені питною водою по ДСанПіН 2.2.4-171.

4.14 Вміст шкідливих речовин, що виділяється в процесі виробництва в повітря робочої зони, не повинно перевищувати ПДК з періодичністю контролю відповідно ГОСТ 12.1.005.

4.15 Рівень сумарної активності природних радіонуклідів продукції не повинен перевищувати 370 Бк/кг по ДБН В.1.4-1.01, ІРБУ. Періодичність контролю 1 раз в год. Контроль сумарної питомої активності природних радіонуклідів проводять по ДБН В.1.4-2.01.

4.16 Заходи по охороні оточуючого середовища повинні відповідати вимогам ДСН № 201, СанПіН 4630, ГОСТ 17.2.3.02.

4.17 Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами здійснюється згідно вимогам СанПіН 42-128-4690.

4.18 Утилізація відходів виробництва проводиться відповідно вимогам ДСанПіН 2.2.7.029.

## **5 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ**

5.1 Загальні правила приймання – відповідно з ДСТУ 9129:2021

5.2 Заготовку пред'являють до приймання партіями. Партія повинна складатися з заготовок однієї плавки, однієї марки сталі, одного діаметру та довжини.

5.3 Кожна партія повинна супроводжуватися документом про якість, що містить наступні відомості:

- найменування (або знак для товарів та послуг) підприємства-виробника;

- дату відвантаження;

- номер плавки;

- марку сталі;

- розміри та загальну масу заготовок;

- кількість, шт;

- результати хімічного аналізу, включаючи зміст водню;

- позначення справжніх технічних умов;

- результати контролю макроструктури;

- відмітку про гарантії передбачених технічними умовами показників.

5.4 Для контролю якості заготовки відбирають:

- для хімічного аналізу – проби з проміжного кінця в рамках однієї плавки, після відливки 30, 70, 140 т металу. Друга проба виявляється контрольною;

- для контролю якості макроструктури – два поперечних темплета від третіх заготовок по ходу розливки двох струмків плавки.

При підготовці темплетів до макроконтролю допускається розділення їх на окремі частини, при умові збереження осьової зони та білці макроструктури як єдиного цілого.

- для контролю геометричних параметрів (діаметру, кривизни, довжини) – 5 % заготовок від партії, але не більше трьох штук;

- контроль якості поверхні – 100% візуальний контроль у виробника після охолодження заготовки на складі та 100% контроль якості поверхні відповідно з п.6.2 у споживача.

5.5 При отриманні незадовільних результатів контролю макроструктури проводять повторний контроль на одному зразку, відібраних від других заготовок всіх струмків плавки.

Задовільні результати повторного контролю розповсюджуються на всю плавку (партию) за виключенням заготовок, забракованих при первинному контролі.

При отриманні незадовільних результатів повторного контролю плавки бракується або дозволяється проводити контроль кожної заготовки.

При отриманні незадовільних результатів контролю хімічного складу проводять повторний контроль у виробі – на одному зразку, відібраному від двох заготовок двох сурмків.

При отриманні незадовільних результатів повторного контролю, плавка бракується.

## 6 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

6.1 Діаметр та овальність заготовки контролюють листовими калібрами-скобами по ГОСТ 18360, ГОСТ 18365 або гладкими регульованими калібрами-скобами по ГОСТ 2216, або штангенциркулем по ДСТУ ГОСТ 166 на відстані не менше 150 мм від кінця заготовки.

Довжину заготовки контролюють вимірювальною рулеткою по ДСТУ 4179 (ГОСТ 7502).

Кривизну заготовки вимірюють за допомогою лінійки повірочної по ГОСТ 8026 та набору щупів по чинній нормативній документації на відстані не менше 150 мм від кінців. Загальну кривизну контролюють натягнутою металевою ступою (ліскою) та вимірювальною лінійкою по методиці заводу-виробника.

Косину розрізу контролюють кутоміром по ГОСТ 5378.

Допускається проводити контроль іншими універсальними засобами вимірювання, метрологічні характеристики яких забезпечують необхідну точність вимірів.

6.2 Якість поверхні заготовки контролюють візуально шляхом огляду поверхні без застосування збільшувальних приладів. У випадку необхідності може проводитись освітлення змійкою, нанесеною абразивним колом. Глибину дефектів перевіряють штангенглибиноміром по ДСТУ ГОСТ 162 або іншим способом, забезпечуючи необхідну точність замірів.



6.3 Маса заготовок визначають теоретично по методиці заводу-виробника або іншим шляхом зважування на вагах, забезпечуючи необхідну точність.

6.4 Відбір проб для визначення хімічного складу сталі виконують відповідно з ГОСТ 7565.

Хімічний аналіз проводять по ДСТУ 7749, ДСТУ 7750, ДСТУ 7751, ДСТУ 7752, ДСТУ 7753, ДСТУ 7754, ДСТУ 7756, ДСТУ 7757, ДСТУ 7758, ДСТУ 7759, ДСТУ 7760, ДСТУ ГОСТ 12344, ДСТУ ГОСТ 12345, ДСТУ 8921, ДСТУ 8901, ДСТУ EN 10071, ДСТУ 9059, ДСТУ ISO 4942, ГОСТ 12352, ДСТУ 9152, ДСТУ ISO 4946, ДСТУ EN ISO 10280, ДСТУ EN 29658, ГОСТ 12359, ДСТУ ГОСТ 12361, ДСТУ 9153, ДСТУ 8899:2019, ДСТУ 8920, ДСТУ 8919, або іншими методами, забезпечуючи необхідну по стандарту точність.

6.5 Визначення вмісту водню виконують по методиці заводу-виробника.

6.6 Контроль макроструктури в профілі, що поставляється, виконують відповідно з СОУ МПП 77.040-191.

## **7 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ**

7.1 Транспортування та зберігання заготовок – відповідно з ДСТУ 9129.

7.2 Заготовку транспортують усіма видами транспорту відповідно з правилами перевезки, чинними на даному виді транспорту та умовами навантаження і кріплення вантажів.

Допускається комплектування в одній відвантажувальній (транспортній) партії (одиниці) залишків до двох плавок заготовки одного діаметру, довжини (кратності), марки сталі з обов'язковим додатковим сепаруванням заготовок різних плавок.

## **8 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА**

8.1 Виробник гарантує відповідність якості заготовки вимогам справжніх технічних умов при дотриманні умов зберігання, транспортування.

При контролю якості готової продукції (коліс суцільнокатаних, центрів колісних, бандажів, кільцевих виробів) на заводі-споживачі ПАФ «Інтерпайп НТЗ», показники макроструктури, вмісту неметалевих включень, а також якості металу при

ультразвуковому контролю повинно відповідати вимогам чинної нормативної документації на відповідну продукцію.

8.2 При виявленні на заводі-споживачі прихованих дефектів металургічного походження в процесі виробництва колесобандажної продукції постачальник заготовки відшкодовує кількість відсортованих заготовок, (з врахуванням збитків заводу-споживача) шляхом заміни неякісного металу в затвердженому порядку.

Відшкодування збитків виконується на основі двосторонніх актів без пред'явлення штрафних санкцій.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Но- мер змін	Номер листа (сторінки)				Номер до- кумента	Підпис	Дата	Строк введення
	зміне- ного	заміне- ного	нового	анульованого				

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 2.6. Економічна ефективність

Метою створення і впровадження на виробництві даної системи є підвищення виходу міри та зниження витрати металу шляхом зменшення браку і простоїв стану. Система призначена для керування розкромом прокату на безперервному дрібносортовому стані 250 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Керування здійснюється шляхом вибору ефективного алгоритму керування розкромом.

Економічний ефект від впровадження на виробництві даної системи очікується за рахунок зменшення маси металу, що потрапляє в обрізь і підвищення виходу мірної продукції.

Критерієм економічної ефективності впровадження АСУ ТП прийнято вважати підвищення рівня продуктивності праці на підприємстві, що несе за собою зниження собівартості продукції, збільшення обсягу виробництва і зростання його рентабельності. Річна економія від впровадження АСУ ТП розраховується шляхом виявлення результатів виробництва, отриманих на основі автоматизації процесу керування.

Вимоги до структури та функціонування:

- Система повинна включати мінімальну кількість датчиків, найбільш повно і достовірно відображають процеси, що відбуваються в об'єкті.

- Порухення в роботі системи не повинні призводити до аварійних ситуацій на об'єкті.

- Система повинна інформувати персонал про всі порушення в технології і можливі відмови датчиків.

Режим функціонування системи - автоматичний.

В ієрархічній структурі система займає проміжне положення, нижче знаходиться система підпорядкованого регулювання приводом летучих ножиць (нижній рівень), а вище може знаходитися АСУ всього цеху і підприємства в цілому.

Таким чином, система є локальною системою керування розкромом прокату.

При впровадженні системи на виробництві очікується зниження собівартості прокату за рахунок економії металу. Крім того, буде знижена кількість немірної продукції.

Метою розрахунку економічної ефективності є доказ дійсної економічної ефективності цих змін у виробництві.

Справжнім розрахунком передбачається аналіз і оцінка впливу функціонування системи керування розкром прокату на техніко-економічні показники АСУ ТП без такої системи, а також встановлення доцільності її розробки і впровадження у виробництво на безперервному стані 250 ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Таблиця 2.4

**Вихідні дані для розрахунку**

Найменування показників	Од. виміру	Показники
1	2	3
Річний обсяг виробництва	тис. т.	720,8
Відвантаження прокату	тис. т.	713,5
Брак	%	0,6
Виробництво в гарячий час	т	100,4
Номінальний час роботи стана за рік	годин	8220
Собівартість прокату	грн./т.	5200
Сума умовно-постоянних витрат по переділу	грн./т.	215
Вартість втрат від браку	грн./т.	1800
Питомі капітальні вкладення	грн./т.	1130
Вартість основних фондів	тис. грн.	809910

Капітальні вкладення, необхідні для впровадження розробленої системи на виробництві наведені в таблиці 2.5.

**Витрати на впровадження системи.**

Найменування статей витрат	Величина витрат, тис. грн.
Обчислювальна техніка	250
Прилади й засоби автоматизації	210
Вартість НДР	600
Разом:	1060

Тепловий агрегат для виготовлення цементу є складною технологічною системою, що поєднує в собі фізико-хімічний реактор і топкову камеру, в яких одночасно протікають взаємозв'язані аеродинамічні, хімічні, теплові, механічні та інші процеси. Велика продуктивність, потужність, розміри та високі температури ускладнюють дослідження перерахованих процесів на реальних установках, тому значну актуальність набувають модельні та числово-експериментальні дослідження. В останніх необхідно використовувати комплексні багатофакторні математичні моделі та алгоритми, які адекватно описують процеси з врахуванням кількості тепла, що виділяється і поглинається при екзо- і ендотермічних реакціях. Враховувати зв'язок загальної кількості та інтенсивності виділення тепла поєднуючи його з ефективністю процесу випалу і конструктивно-габаритними параметрами обертових печей, а також достовірно визначати об'ємний розподіл температур та втрати тепла через багатопаровий корпус печі в навколишнє середовище.

Опис великогабаритного об'єкта моделлю є тим більш важливим, оскільки можливості проводити експериментальні дослідження на реальному об'єкті обмежені або трудомісткі. Як зазначалося вище, в обертових печах протікають взаємозалежні механічні, хімічні, аеродинамічні, теплові та інші процеси. Велика потужність, розміри, високі температури, обертання печі ускладнюють дослідження перерахованих процесів в реальних виробничих умовах, тому доцільно проведення модельних експериментів. Це пояснюється загато

великою вартістю експериментальних моделей, а також труднощами проведення експериментів, що виходять за рамки штатного функціонування печі. Зазначені труднощі в дослідженні випалювальних печей вдається подолати при використанні математичного моделювання. Для моделювання використовуються експериментальні результати, досвід практичної експлуатації та теоретичні дослідження.

Основною умовою отримання якісного кінцевого продукту є дотримання теплового режиму, який визначається температурою, часом нагрівання і випалу суміші, що, в свою чергу, пов'язано з розподілом температури в окремих зонах і

режимом проходження матеріалу через ці зони. Одним з питань, розглянутих у даній роботі, є розробка математичних моделей і методів автоматизованого побудови матеріальних і теплових балансів хіміко-технологічних систем.

Істотний внесок у розробку методів математичного моделювання трубчастих обертових печей внесли: Е.І. Ходоров, П.В.Зозуля, В.Г.Лисиенко, Г.М.Островський, А.І.Боганов, Е.Г.Древицький, А.М.Глинков, В.Г.Торгунаков, В.А.Арутюнов, В.В.Бухміров, Л.М.Батунер, А.М.Давидсон, А.Л.Рутковский, М.Є.Позина, В.Л.Перова, В.П.Мешалкіна, Ю.М.Воліна, Ю.В.Шариков, А.А.Маркус, С.А.Перескок, F.Schmidt-Dohl, F.S.Rostasy та інші вчені. Також

відомі тривимірні деталізована цифрові моделі, яку застосовують для моделювання процесів термообробки в обертових печах С.І.Мешков, Khan J.A., Pal D., Morse J.S. Leger CB., Cundy V.A., Sterling A.M. Наведені бібліографічні

посилання не охоплюють весь перелік робіт, що існують у цій галузі.

Дослідження, проведені різними науковими колективами, і завдання, які вирішуються розробленими моделями спрямовані на те, щоб докладніше вивчити процеси які відбуваються в печі та на основі цього підвищити якість проектування печей, вибрати оптимальні режими спалювання палива, поліпшити характеристики клінкеру, а також виробити вимоги до умов стабілізації технологічного режиму роботи печей.

Однак, незважаючи на досягнутий рівень в області математичного моделювання, і у зв'язку зі складністю й різноманіттям процесів, невирішеним залишається ряд питань. До них відносяться:

- розробка математичних комплексних, синтезованих моделей теплових і масообмінних процесів для термообробки в обертових барабанних печах;

- створення більш інформативних математичних моделей і підвищення точності моделювання та зменшення кількості вхідних значень отриманих за рахунок експериментальних;

- розробка альтернативних методів автоматизованої побудови балансів теплових процесів та інших.

У сучасному визначенні піч – це ізольований від навколишнього простору робочий канал агрегату, у якому відбувається процес одержання тепла й передача його матеріалу, що піддається тепловій обробці [3]. Класифікація печей, виконана М.А. Глінковим [4], дозволяє виділити з великої кількості різних видів печей, які використовуються у промисловості, обертові печі, котрі за своїми конструктивними особливостями суттєво відрізняються від інших. Обертові печі знайшли застосування в багатьох галузях промисловості [5], однак

найбільше поширення отримали у промисловості будівельних матеріалів, де є основними тепловими агрегатами, що визначають виробничу потужність цементних і крейдо-вапняних заводів.

Джерелом теплової енергії в обертових печах є хімічна енергія палива, яке спалюється смолоскиповим способом усередині робочого простору [5]. Однак

зараз коефіцієнт використання палива в вітчизняних обертових печах ще дуже низький. Навіть цементні обертові печі, робота яких налагоджена краще, ніж печі для випалу вапна [6], теплообмінні агрегати, пиловловлювачі, завантажувальні пристрої та інші, є недосконалими тепловими установками. Тепловий ККД обертових печей, в яких випалюється основна маса цементного клінкера, не перевищує 55%. Тому для визначення оптимальних режимних параметрів



процесу випалу й раціональних розмірів багатьма дослідниками запропоновані різні методи моделювання теплової роботи.

Для визначення теплової потужності й розмірів печі А.Н. Іванов [7] використовував емпіричні формули, отримані в результаті обробки статистичних даних. Однак отримані залежності згідно [8] при розрахунках сучасних потужних печей не дають точних результатів.

Теоретичні й експериментальні дослідження теплообміну в обертових цементних печах дозволили Е.І.Ходорову створити розрахунковий метод, користуючись якими на основі теорії теплообміну можна визначати довжину технологічних зон і необхідний час перебування матеріалу в зонах спікання й охолодження клінкера [9]. Зокрема, автором були обчислені значення коефіцієнтів тепловіддачі до матеріалу в різних технологічних зонах печі. Аналогічні моделі розрахунку використані у П.В. Зозуля та Ю.В. Никифоров.

Методи розрахунків А.С. Воробйова і Д.Я. Мазурова [10], які виходять із аналітичних методів моделювання, що базуються як на теорії теплообміну, так і на спрощених емпіричних формулах розрахунків. Завдяки цьому авторам вдалося повніше погодити питання теорії із практикою. Їхні методи розрахунків передбачають два напрямки: аналітичний розрахунок та спрощений розрахунок, які застосовуються для повсякденної виробничої практики.

В роботах А.І. Боганова [5] витрата палива в обертовій печі визначається з урахуванням втрат тепла через кладку печі в навколишнє середовище. Автор, при визначенні теплового балансу, проводить аналітичні розрахунки втрат у навколишнє середовище через футерівку, розділяючи піч на окремі ділянки, що дозволяє враховувати вплив на теплову роботу печі ступінь зношування вогнетривів.

Для дослідження обертових печей, які застосовуються у виробництві в'язучих промислових будівельних матеріалів, використовуються методи теплового розрахунку Д.Я. Мазурова [6]. Дослідження теплообміну дає можливість дозволило на уведених даних про розподіл температури газового

потоків та фізико-хімічні перетворення розділити робочий простір цементної і вапняно-випановальної обертових печей на три зони: реакційну високотемпературну, підготовчу низькотемпературну й рекуперативну.

Представлена методика теплового розрахунку дозволяє визначити довжини вказаних зон. Втрати тепла в навколишнє середовище визначаються відносно зон за формулами, що враховують швидкість обертання печі, руху повітряного середовища, що оточує корпус, також числовий множник, що характеризує кут атаки, що набігає на корпус печі потоку повітря. Врахування цих параметрів, особливо для печі, які установлені на відкритому повітрі, дозволяє значно підвищити точність теплового розрахунку.

Більш точна математична модель теплообміну між футерівкою, газом і матеріалом у цементній обертовій печі представлена Б.І. Арлюк у [11, 12, 14].

Тут при дослідженні теплообміну враховується велика кількість незалежних один від одного змінних факторів, в результаті чого модель зводиться до системи інтегральних рівнянь, рішення яких трудомістко.

Існують комп'ютерні моделі і програми для розрахунку та аналізу теплових процесів в печі, управління роботою печі [13], наприклад програма «Експерт», що використовується для аналізу роботи та управління обертовими печами. Вона оснований на оцінці поточного теплового режиму роботи печі і визначенні необхідних впливів для його зміни, які полягають в зміні кількості теплоти що подається в пач і перерозподілі тепла всередині печі. Ряд програм базується на експериментальних даних, використовуються теплотехнічні та емпіричні залежності між параметрами процесу випалу в конкретній печі.

Деякі фірми виробники цементу використовують комп'ютерні програми, що імітують поведінку цементної печі, для навчання та підвищення кваліфікації персоналу, керуючого технологічним процесом [20, 21, 22]. Однак при розробці програм для таких тренажерів зазвичай використовуються одномірні моделі.

Відомі тривимірні деталізовані числові моделі теплових процесів в обертових барабанних печах, які використовується в роботах В.А. Арутюнов та

В.В. Бухмірова. На основі зонального методу розроблено комплекс математичних моделей процесу випалу шамоту в обертовій печі і необхідний математичний апарат повного розрахунку всіх величин, що входять в рівняння математичної моделі. Сама модель являє собою систему зональних рівнянь теплового балансу, що мають різний вигляд залежно від типу зон: зони на поверхні матеріалу, зони на поверхні футеровки, торцеві зони та об'ємні газові зони. Однак в моделі не враховується хімічний склад газу для горіння, фазові переходи по тепловим зонам, процес зношування футерівки та вплив змінної геометрії корпусу та навколишнього середовища на температурне поле робочого простору печі.

В роботі В.Г. Лісієнко [23] описані різні методи розрахунків: потоковий, зональний і вузловий. Запропоновано динамічний зонально-вузловий метод розрахунку енерготехнологічних агрегатів який може використовуватись для цих агрегатів при проектуванні та управлінні. В основу методу покладено рішення системи рівняння які моделюють рух газів і нагрів матеріалу на базі рівняння теплового балансу і теплопередачі, футерівки з використанням рівнянь енергії і теплопровідності в рухомому середовищі та гідродинаміки в газовому середовищі з допомогою рівнянь збереження маси і руху (Нав'є - Стокса). Дана модель використовується до процесів теплообміну в системі трьох тіл: "газ - футерівка - матеріал". Однак у літературних джерелах описана сама ідея методу, але немає достатнього опису результатів його застосування, що не представляє можливості використання цих методів іншими дослідниками.

Розглянемо приведені математичні моделі з позицій системно-ієрархічного підходу методології проектування [23,24]. В цьому випадку об'єкт розглядається як складна система пов'язаних і взаємодіючих між собою частин які представлені у вигляді блочно-ієрархічної структури. Побудова такої структури дозволяє зрозуміти внутрішню логіку процесу проектування, або шлях розв'язання задачі.

Розглядаючи питання рішення вказаних задач відзначимо, що їх можливо розділити на наступні категорії – моделі в яких використовується числове моделювання з використанням сіткових областей з вузловими точками, та моделі з використанням аналітичних та емпіричних залежностей.

Методи проектування, або знаходження рішення з точки зору системноієрархічного підходу, можуть бути наступними.

1. Спадне, яке починається з верхнього рівня, на якому виріб розглядається як ціле, а потім виконуються етапи першого рівня, другого й так далі. На кожному рівні проектувальник встановлює структуру й взаємозв'язок елементів, визначає числові значення їхніх характеристик. Застосування існуючих методів розрахунку вимагає наявності визначених зв'язків між вхідними та вихідними змінними всіх елементів системи, впливу управляючих факторів і математичних моделей, що описують закономірності перетворень в апаратах системи, тобто достатньої глибини знань про процеси що моделюються. При цьому знайдені значення характеристик повинні розглядатися як технічне завдання для вирішення задачі на наступному, більш низькому рівні.

2. Однак спадне проектування завжди гарантує виконання вимог технічного завдання на кожному рівні, але не гарантує що будуть виконані вимоги технічного завдання. Це означає, що на якомусь рівні процес може зупинитися через те, що при існуючих фізичних, технічних, технологічних, економічних й інших обмеженнях рішення задачі та дотримання технічного завдання для даного рівня стає неможливим. Тому використання таких математичних моделей можливе на стадіях аналізу поведінки теплового агрегату, впливу на його характеристики того чи іншого процесу. До таких моделей відносяться – моделі в яких використовується числове моделювання з використанням сіткових областей з вузловими точками, такими можемо вважати приведені в [12, 13, 14].

2. Висхідне виконується у зворотному напрямку, від нижчих рівнів до вищих. При цьому відбувається "складання" окремих частин об'єкту з деталей й елементів, потім вузлів і пристроїв із частин і в кінці, загальне складання об'єкту.

Висхідне проектування, завжди гарантує що на будь-якому рівні будуть виконані вимоги проекту, але не гарантує дотримання всіх вимог технічного завдання.

Тому розв'язок задачі може зупинитися на якому-небудь рівні через недотримання вимог технічного завдання вищого рівня. В таких моделях доцільно застосовувати зональні методи, тобто моделювання процесів

системними об'єктами з визначеними параметрами. Вони дозволяють

враховувати відмінність температур, термічних, фізичних та інших властивостей матеріалів залежно від місця розташування їх у печі. Ці методи досить повно

опрацьовані, характеризуються високою точністю, а сучасна обчислювальна

техніка дозволяє виконувати великий об'єм обчислень, пов'язаних з їх

застосуванням. Тому використання таких методів можливе на стадіях робочого

проектування, тобто коли вже є необхідні дані про технічну систему. Можемо вважати що до таких відносяться моделі з використанням аналітичних та

емпіричних залежностей розглянуті в [9–10, 14, 22]. Однак у всіх розглянутих

методиках теплотехнічний розрахунок ґрунтується на складанні матеріального й

теплого балансу печі, після цього виконується аеродинамічні розрахунки й

визначаються розміри технологічних зон. Тепловий баланс печі складають,

виходячи із заданих теплотехнічних параметрів роботи печі й результатів

розрахунку матеріального балансу. На його підставі визначається питома

витрата палива на випал і коефіцієнт корисної дії печі. Недоліком цих методів є

те що такі важливі фактори, від яких суттєво залежить тепловий баланс, повинні

визначатись з експерименту. Не враховуються такі важливі фактори як

температура газів, що відходять із печі, та ступінь зношення футерівки в процесі

експлуатації, які вводяться до розрахунку як незмінні параметри, що вимагає їх

експериментального визначення. При розрахунку теплового балансу печі ці

фактори суттєво впливають на питому витрату тепла, а це у свою чергу, на витрату палива.

3. Пічні агрегати в хімічному машинобудуванні являють собою, як правило, складні комплекси, які складаються з великої кількості взаємозалежних систем, елементів і пристроїв з різними принципами дії. Як показує досвід, особливо для складних технологічних систем, процес вирішення даної задачі повинен мати змішаний характер з перевагою спадних потоків, а висхідне проектування використовується для тих елементів системи, в яких є можливість застосовувати стандартні, добре відпрацьовані рішення. Тому виникає потреба в

розробці математичних моделей що органічно поєднують переваги зональних і числових методів, наклавши на них додаткові переваги у вигляді синхронного моделювання гідродинаміки процесів. Для вирішення часткових конкретних завдань можуть використовуватися окремі елементи методу. В алгоритмах розрахунку системи потрібно передбачити щоб варіанти розв'язку не були взаємовиключні.

З метою побудови матеріальних балансів при дефіциті вихідних даних доцільно розроблювати такі методи, що вимагають застосування мінімуму вихідних даних і найбільш загальних технологічних залежностей. Це необхідно

з метою опрацювання різних варіантів на більш ранніх стадіях інвестиційного процесу: розробці технологічних регламентів для проектів, обґрунтуванні інвестицій і виконання стадії проекту, а також розрахунку матеріальних балансів при складанні технічних звітів діючих виробництв і їх екологічний контроль.

Подібні методи можуть застосовуватися з метою підготовки даних для більш ефективного використання класичних методів автоматизованого проектування матеріальних і теплових балансів хіміко-технологічних систем.

Через те, що економічний ефект у значній мірі залежить від раціональної витрати палива, розрахованого через тепловий баланс, досить актуальною є задача числового визначення температури газів, що відходять, на основі теорії теплообміну в робочому просторі обертової печі. Рішення цієї задачі, з

уточненням розрахунку теплових режимів, дає можливість більш детально досліджувати вплив різних факторів та процесів на підвищення ефективності. Це відповідає необхідності вдосконалення роботи печі й підвищенням вимог до точності теплових розрахунків.

Розробку математичної моделі процесів термообробки матеріалів в обертових печах доцільно виконувати на прикладі процесу обпалу клінкеру. Фізико-хімічні перетворення, що протікають в процесі їх прожарювання, різноманітні і включають перетворення матеріалу, горіння палива та ін. Тому така математична модель досить універсальна і може бути використана для дослідження числовим експериментом багатьох інших процесів, що проводяться в обертових печах. Визначити раціональний режим обпалу та ефективно використання палива можливо для конкретного терміну експлуатації вказавши у вхідних параметрах склад газу, матеріал, продуктивність, товщину футерівки вздовж печі та інші базові параметри.

Математичні моделі, повинні комплексно охоплюють основні процеси, що протікають в печі, включаючи обертання, переміщення матеріалу, радіаційний і конвективні складові теплообмін між топковим газами, матеріалом і внутрішньою стінкою, теплопередачу всередині багатошарової оболонки корпусу, теплообмін із зовнішнім середовищем. Тому створення такої моделі дозволяє проводити комплексні багатфакторні дослідження теплових процесів для оцінки розподілу температур в корпусі та матеріалі, формування та прогнозувати вплив управляючих факторів на теплові процеси в печі з метою виявлення раціональних режимів роботи та усунення виявлених недоліків при експлуатації діючих теплових агрегатів.

## ВИСНОВКИ

Однак, незважаючи на досягнуті переваги методів лиття, в процесі їх розвитку виникає значна кількість проблем, які стосуються механічних і електрофізичних характеристик вироблених виробів. Вирішення цих питань, з урахуванням підвищення вимог споживача, можливо тільки при виконанні спеціальних досліджень в частині вдосконалення технології та розробки пристроїв і установок для проведення нових технологічних процесів.

На сьогоднішній день проблема усунення рейкових дефектів, зокрема хвилеподібного зносу, та підвищення якості рейкової сталі залишається актуальною. Однією з основних проблем якості рейок є поява дефектів в осьовій частині заготовки, спричинених ліквіацією та усадкою в металі, який твердне, та які суттєво зменшують термін служби рейок.

Знеуглецьований шар спостерігається на всіх рейках як по периметру поперечного перерізу, так і по його довжині. Знеуглецьований шар на поверхні кочення рейки в стані постачання досягає глибини до 0,72 мм, що викликає розвиток напливів деформованого металу.

Забрудненість металу і надмірні скупчення неметалевих вкраплень сприяють розвитку дефектів у вигляді тріщин під напливом тріщини в поздовжньому напрямі, що і призводить до утворення вищербин.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Большаков В.И., Узлов Ф.В., Пучиков А.В. Особенности получения структуры игольчатого феррита в низколегированных конструкционных сталях.

Металлургическая и горноурудная промышленность. 2005. № 1. С. 63–65

2. Методика контроля и оценка качества макроструктуры рельсов, прокатанных из непрерывнолитых заготовок. Классификация дефектов. Атлас эталонов (1996 г.)

3. Табунщиков Н.П. Производство извести / Н.П. Табунщиков - Москва :

Химия, 1974. - 239 с. : ил. ; 22 см. - Список лит.: с. 234-239.

4. Глишков М.А. Основы общей теории печей / А.М. Глишков - Москва :  
Металлургиздат, 1962. - 575 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 561-575 (36 назв.)

5. Боганов А.И. Вращающиеся печи цементной промышленности / А.И.

Боганов; Под ред. П.В. Левченко, Е.А. Долганова. - Москва : Машиностроение,

1965. - 319 с. : черт. ; 22 см. - Библиогр.: с. 315-317 (56 назв.).

6. Мазуров Д.Я. Теплотехническое оборудование заводов вяжущих материалов : учеб. для техникумов пром-сти строит. материалов. - 2-е изд.,

перераб. и доп. / Д.Я. Мазуров - М : Стройиздат, 1982. - 288 с. : ил. ; 21 см. -

Библиогр.: с. 281-282. - Предм. указ.: с. 286.

7. Иванов А.Н. Теплоиспользование в цементнообжигательных печах / А.Н. Иванов // Труды гипроцемента. - 1980. - № 8. - С. 16 - 18.

8. Вальберг Г.С. Новые методы теплового расчета и испытания

вращающихся печей / Г. С. Вальберг, А. А. Глозман, М. Я. Швыдкий. - Москва :

Стройиздат, 1973. - 111 с. : черт., 21 см.

9. Ходоров Е.И., Печи цементной промышленности. - 2-е изд., доп. и перераб. / Ходоров Е.И. - Ленинград : Стройиздат. [Ленингр. отд-ние], 1968. - 456

с. : ил. ; 22 см.

10. Воробьев Х.С. Теплотехнические расчеты цементных печей и аппаратов : учеб. пособие для хим.-технол. вузов и фак. / Воробьев Х.С., Мазуров

Д.А. - Москва : Выпш. школа, 1962. - 350 с. : ил. ; 23 см. - Библиогр.: с. 340-342 (65 назв.).

11. Арлюк Б.И. Теплообмен между газом, футеровкой и материалом во вращающейся печи / Б.И. Арлюк, М.Я. Фитерман // Инж.-физ.журнал. – 1982. – 42. – № 5 – С. 834.

12. Арлюк Б.И. Закономерности энерготехнических процессов во вращающихся печах / Б.И. Арлюк // Инж.-физ.журнал. – 1983. – 44. – № 6 – С. 1014.

13. Арлюк Б.И. Анализ теплообмена во вращающихся печах / Б.И. Арлюк // Инж.-физ.журнал. – 1984. – 46. – № 3 – С. 518 – 519.

14. Ходоров Е.И. Техника спекания шихт глиноземной промышленности / Ходоров Е.И., Шморгуненко Н.С. - Москва : Металлургия, 1978. - 320 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 316-318 (69 назв.). 304

15. Анализ стойкости футеровок вращающихся печей цементной промышленности / Л.И. Скобло, В.И. Шубин, Б.Л. Казанович, Л.Н. Дубинина // Труды всесоюзного совещания по вопросам футеровки вращающихся печей цементной промышленности., 21-22 апр.1979, г.Подольск/ М. : НИИЦемент, 1979. – С. 10 – 27.

16. Тимошенко С.П. Курс теории упругости / Тимошенко С.П. ; под ред. Э.И. Григолюка. - Киев : Наук. думка, 1972. - 501 с. : ил. ; 25 см.

17. Цибин И.П. Исследование термического разрушения огнеупоров с применением акустико-эмиссионного метода / И.П. Цибин // Огнеупоры. – 1984. – № 7. – С. 15-20.

18. Перас А.Я. Оценка трещиностойкости и трещинопустивтельности огнеупоров / А.Я. Перас // Огнеупоры. – 1985. – № 9. – С. 11-15.

19. Шубин В.И. Термонапряжения в огнеупорах / В.И. Шубин // Труды НИИЦемент. – 1970. – № 14. – С. 18-23.

20. Khan J.A. Numerical modeling of a rotary kiln incinerator / J.A. Khan, D. Pal, J.S. Morse // Hazardous Waste & hazardous Materials. - 1993. - 10 (1). - p. 81-95.

21. Leger C.B. A three dimensional, detailed numerical model of a field-scale rotary kiln incinerator / C.B. Leger, V.A. Cundy, A.M. Sterling // Environmental Science & Technology. - 1993. - 27. - p. 677-690.

22. Еаер Г. Обучение операторов цементных линий с помощью тренажера Simulex / Г. Еаер, Й. Борнеманн // Цемент и его применение. - 2003. - № 1. - С. 7.

23. Шехонин А. А. Методология проектирования оптических приборов: учеб. пособие / А. А. Шехонин, В. М. Домненко, О. А. Гаврилина – СПб: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2006. – 91 с.

24. Гаврилина О.А. Информационное обеспечение и методология проектирования оптических приборов и систем на основе технологий информационной поддержки изделий : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.11.07/ Гаврилина Ольга Алексеевна.- Санкт-Петербург, 2007. - 18 с.

25. Лисиенко В. Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология: в 2-х кн. / В.Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгинев ; под ред. В. Г. Лисиенко.- Справ. изд. - М. : Теплотехник, 2004 (ИИИ Тип. Наука). – Кн.2. – 592 с, 24 см.

26. URCAS T непрерывное литье [Электронный ресурс] : Режим выборки: <http://xn--80aaizhcnfck0a.xn--p1ai/PublicDocuments/0402295.pdf> ☺ дата выборки 23.07.2018.

27. Cuipers, P.F. Continuous casting in the copper wire industry [Электронный ресурс] : Режим выборки: <https://pure.tue.nl/ws/files/4382568/289621.pdf>. - дата выборки 23.07.2018.

28. How are electrical conductor wires made? What are they made of? [Электронный ресурс] : Режим выборки: <https://www.quora.com/How-are-electrical-conductor-wires-made-What-arethey-made-of>. - дата выборки 12.07.2018

29. Кузьменко М.Ю. Автоматизація процесів узгодженого керування розкромом прокату на безперервних сортових прокатних станах / М.Ю. Кузьменко, О.П. Єгоров // Всеукраїнська науково-технічна конференція

«НАУКА І МЕТАЛУРГІЯ» присвячена 80-річчю Інституту чорної металургії ім.

З.І. Некрасова Національної академії наук України, (9-10 жовтня) м. Дніпро, 2019

30. Патент на винахід №107908. Спосіб управління розкромом прокату на безперервному дрібносортному стані / Потап О.Ю., Єгоров О.П., Кузьменко

М.Ю., Бешта О.С., Куваєв В.М., Бойко О.О.; - №а201406350; Заяв. 10.06.2014;

Опубл. 25.02.2015, Бюл. №4.

31. Патент України № 43438 от 17.12.2001. Пристрій для термічного зміцнення коліс.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП **ДОДАТКІВ** України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБіП України

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій  
та управління якістю продукції АПК

НУ

И



НУ

И

**ХІ МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ**  
«Наукові здобутки у вирішенні актуальних  
проблем виробництва та переробки сировини,  
стандартизації і безпеки продовольства»

НУ

И

**ЗБІРНИК ПРАЦЬ**

за підсумками  
ХІ Міжнародної науково-практичної  
конференції вчених, аспірантів і студентів

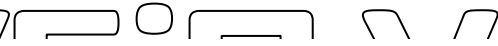
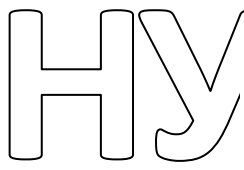
НУ

И

КИЇВ – 2022

НУ

НУБіП України



## ЗМІСТ

<b>Пленарне засідання</b>	3
<b>1. В.В. Отченашко</b>	3
Іноваційні технології виробництва харчових продуктів	
<b>2. Л.В. Баль-Прилипка, О.В. Швець, М.С. Ніколасико</b>	6
Персоналізоване харчування – майбутнє, яке вже настало	
<b>3. Л.М.Хомічак</b>	9
Науково-технічні засади підвищення ефективності переробки рослинної сировини як фактор продовольчої та енергетичної безпеки України	
<b>4. В.І. Корнісико, Л.В. Баль-Прилипка, М.С. Ніколасико</b>	11
Наукові дослідження впливу кави на здоров'я людини	
<b>5. Л.О. Адамчук, Р. Марголан, М. Качаньова</b>	14
Обґрунтування необхідності географічного зазначення для українських медів	
<b>6. Ю.В. Слива</b>	16
Аналіз впливу війни в Україні на глобальні ринки продовольчої безпеки	
<b>Секція 1 Стандартизація і сертифікація продукції АПК та технологій і засобів її виробництва</b>	21
<b>1. Р.М. Давкалюк, Л.О. Адамчук, С. Сенин</b> Стандартизація прополісу в Україні	21
<b>2. Р.М. Давкалюк, Л.О. Адамчук, Р. Хлебо</b> Світове виробництво прополісу	23
<b>3. К.В. Палишко, Л.О. Адамчук, Т.В. Розбицька, Д.С. Єлісєвська</b> Необхідність розроблення СТД В Умовах ГО "Фундація жінок пастеризаторів"	25
<b>4. V.V. Tkachuk, V.I. Khachenko, O.A. Priadko</b> Modern aspects of staff management	27
<b>5. S.O. Ovslyko, O.A. Priadko</b> Rationale for the development of technical conditions of Ukraine in "small modular reactors"	28
<b>6. E.S. Yarmolenko, O.A. Priadko</b> Practical aspects of environmental management implementation	29
<b>7. А.Ю. Майор, О.В. Самойліченко, М. Ф. Парій, Ю.В. Симоненко</b> Метрологічне забезпечення процесу створення генетичної конструкції	31
<b>8. І.В. Ковальська, О.В. Самойліченко</b> Розроблення програми якості в умовах лабораторії УЛЯБП АПК	33
<b>9. Є.В. Болдівік, Т.В. Розбицька, Л.О. Адамчук</b> Система управління якістю як інструмент підвищення конкурентоспроможності підприємства	35
<b>10. Т.В. Харіна, Т.В. Розбицька, Л.О. Адамчук</b> СОПн як складова системи управління якістю в медичних лабораторіях	36
<b>11. А.В. Клименко, Т.В. Розбицька, Л.О. Адамчук</b> Система управління якістю в умовах переробного підприємства	38
<b>12. Т.В. Кошик, Т.В. Розбицька, Л.О. Адамчук</b> Впровадження систем управління безпечністю харчової продукції за принципами НАССР у закладах громадського харчування	39
<b>13. Т.В. Кроха, Т.В. Розбицька, Л.О. Адамчук</b> Іноваційний підхід до вдосконалення системи управління якістю в банку	40
<b>14. А.А. Почерпайло, Т.В. Розбицька, Л.О. Адамчук</b> Система управління інформаційною безпекою на базі міжнародних стандартів серії ISO	41
<b>15. О.М. Шатський, Т.В. Розбицька, Л.О. Адамчук</b> Процедура верифікації плану НАССР на м'ясопереробних підприємствах	42

UDC 606.42

S.O. Ovsytko, student

O.A. Priadko, candidate of technical sciences

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

### RATIONALE FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL CONDITIONS OF UKRAINE IN "SMALL MODULAR REACTORS"

Low and medium power reactors or modular reactors are a design option that meets the needs of flexible power generation for different users and applications. Small modular reactors installed at single-unit or multi-unit stations offer the possibility of combining nuclear with alternative energy sources, including renewable sources [1-3].

There is a growing worldwide interest in low- and medium-power reactors or modular reactors because of their ability to meet the need for flexible power generation for different users and to replace aging fossil fuel power plants. They also have improved safety performance due to lower initial capital costs and are suitable for cogeneration and non-electricity generation applications.

In addition, they are options suitable for remote regions with less developed infrastructure and open up opportunities for synergistic hybrid energy systems that combine nuclear and alternative energy sources, including renewables. Many countries are focusing on the development of small modular

28

reactors, which are defined as advanced reactors for electricity with a module capacity of up to 300 MW (electricity). These reactors are equipped with advanced engineering facilities, can be used as part of single-module or multi-module stations and are designed to be delivered in full factory readiness to energy companies for further installation as needed. [2-4].

#### Conclusions

There are approximately 50 BMD projects and concepts worldwide. Most of them are at various stages of development and it is reported that some projects will be implemented in the near future. The study found no national production standards in force in Ukraine. Therefore, the feasibility of developing Technical conditions of Ukraine for small modular reactors is beyond doubt.

#### REFERENCES

1. LAIDEN PEARMAN, ROBERT GREGG, "The Fuel Cycle Implications of Nuclear Process Heat", *Energies* 2020, 13, 6073; November 2020.

2. IAEA, "Advances in Small Modular Reactor technology developments", 2020 Edition, a supplement to: "IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS)", Vienna, 2020.

3. DAHLGREN, E., LACKNER, K.S., GOCMEN, C., VAN RYZIN, G., "Small Modular Infrastructure", Columbia Business School, Decision, Risk & Operations Working Papers Series DRO-2012-03, 2012.

4. EXPERT FINANCE WORKING GROUP, "Market framework for financing small nuclear", Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS), UK Government, A report to Her Majesty's Government by the Expert Finance Working Group on Small Nuclear Reactors 2018.