

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Фізико-технічний, інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему: «Розробка та дослідження технології зміцнення та відновлення
деталей пресформ для пресування магnezіальних та шамотних виробів з
проектуванням дільниці»

Виконав: студент VI курсу, групи ІФ - 413
спеціальності (напряму підготовки)

131 Прикладна механіка,

Відновлення та підвищення зносостійкості
деталей та конструкцій

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Муреша С.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Андрущенко М.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Філюсов О.В.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Фізико-технічний інст., інженерно-фізичний факультет
 Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) _____
 Спеціальність Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструк
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 131, прикладна механіка
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Микола Вікторович

"20" 11 2018 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Курієв Сергію Олександровичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка та дослідження технології знімання та відновлення деталей прес-форми для пресування магнітних і іскрових виробів
 керівник проекту (роботи) Андрушків М.І.; к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" листопада 2018 року № 389

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Пластики бокові і торцєві прес-форми ХМ-1 для преса "БУККАУ". Вага бокової пластини 8,6 кг; вага тор- цєвої пластини 4,8 кг. Вироблена проформа - 1000 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналіз стану проблеми особливостей констр та умов експлуатації

2 Аналіз причинного стану проблеми абразивного зношування деталі

3 Методики проведення дослідження

4 Розробка технології виготовлення облицовки прес-форми

5 Економічна оцінка технології відновлення облицовувальної пластини

6 Охорона праці і безпека в нештатних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Деталь: пластини торцєві і пластини бокові

2. Схема роботи прес-форми

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймав виконане завдання
Проект. частини	Андрущенко М.І., к.т.н., доцент	23.09.18	23.09.18
Економіч. р.	Крушнікова В.В. к. е. н., доцент	24.09.18	10.12.18
Охорон. частини	Кестеров О.В. к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз сучасного стану проблеми, особливостей інженерії та умов експлуатації	4 тижні	
2	Аналіз сучасного стану абразивного зносу-вогних деталей	1 тиждень	
3	Методика проведення досліджень	2 тижні	
4	Економічна оцінка технології відновлення абразивованних пластин	1 тиждень	
5	Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях	1 тиждень	

Студент

Кирило С.О.
(підпис)

Кирило С.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Андрущенко М.І.
(підпис)

Андрущенко М.І.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ABSTRACT	7
ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ, ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙ, УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПЛАСТИН ПРЕС-ФОРМ ТА ВИМОГ, ЯКІ ДО НИХ ПРЕД'ЯВЛЯЮТЬСЯ	10
2 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ДАНОЇ РОБОТИ	17
2.1 Абразивне зношування і його особливості	17
2.2 Залежність опірності абразивного зношування матеріалів від їх механічних властивостей.....	20
3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
3.1 Металографічний аналіз.....	23
3.2 Рентгеноструктурний фазовий аналіз	23
3.3 ДюрOMETричні та дослідження та визначення ударної в'язкості.....	24
3.4 Методика визначення зносостійкості	24
4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТА УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ СТАЛІ Х12Ф1 ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ГАРТУВАННЯ І ВІДПУСКУ	32
5 РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ОБЛИЦЮВАНЬ ПРЕС-ФОРМ.....	36
5.1 Технологія виготовлення облицювальних пластин прес-форм із сталей типу Х12.....	38
6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ФОРМОВОЧНИХ ПЛАСТИН ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ МАГНЕЗІЙНИХ ТА ШАМОТНИХ ВИРОБІВ	43
6.1. Технічне нормування операцій.....	43
6.2 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення	45
6.3 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки	45

	5
6. 4 Розрахунок чисельності персоналу ділянки.....	48
6.5 Планування витрат на виробництво.....	51
6.6.1 Матеріальні витрати	51
6.6.2 Вартість основних засобів.....	52
6.6.3 Фонд оплати праці	53
6.6.4 Розрахунок річної собівартості виробу	55
6.6 Розрахунок економічного ефекту.....	57
6.7 Ефективність і результативність	58
7 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В ПЕРІОД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	61
7.1 Аналіз потенційних небезпек.....	61
7.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки	62
7.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії й гігієни праці.....	66
7.4 Заходи з пожежної безпеки	70
7.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	72
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	76

РЕФЕРАТ

ПЗ: 77 стор., 20 рис., 17 табл., 17 джерел.

Мета роботи – розробка та дослідження технології термообробки, облицювальних пластин прес-форм для виготовлення вогнетривів із магнезиту і шамоту яка б забезпечувала відсутність поломок пластин в процесі експлуатації при збереженні достатньо високої зносостійкості.

Об'єкт дослідження – матеріали, закономірності зміни фазових перетворень нестабільного аустеніту в мартенсит деформації в процесі зношування, мікротвердості поверхні тертя та зносостійкості інструментальних сталей типу Х12 в умовах абразивного зношування магнезитом і шамотом.

Проведено аналіз механізмів абразивного зношування та сучасного стану цієї проблеми.

Розроблено методику випробувань сплавів на абразивне зношування з урахуванням умов роботи облицювальних пластин прес-форм вогнетривкого виробництва.

Розроблено технологію виготовлення натурних облицювань прес-форм з сталей типу Х12, які володіють підвищеною експлуатаційною надійністю.

В дипломному проекті були використані матеріали наукових досліджень, проведених на кафедрі ОТЗВ ЗНТУ.

ПРЕС, АБРАЗИВНИЙ ЗНОУВАННЯ, ТЕРМООБРОБКА, МАГНЕЗИТ, ШАМОТ, ВОГНЕТРИВИ, ОБЛИЦЮВАЛЬНІ ПЛАСТИНИ, АУСТЕНИТ, МІКРОТВЕРДІСТЬ

ABSTRACT

Software: 77 p., 20 fig., 17 table, 17 references.

Purpose - development and research of technology of heat treatment, facing plates of molds for the manufacture of refractories from magnesite and chamotte that would ensure the absence of breakage of plates during operation while maintaining a sufficiently high wear resistance.

The object of the study is the materials, regularities of the change of phase transformations of unstable austenite in martensitic deformation in the process of wear, microhardness of the friction surface and wear resistance of tool steels of type X12 in conditions of abrasive wear with magnesite and chamotte.

The analysis of the mechanisms of abrasive wear and the present state of this problem is carried out.

The method of testing alloys on abrasive wear is developed, taking into account the working conditions of the facing plates of molds of refractory production.

The technology of manufacturing of natural facing of molds from steels of type X12, which have high operational reliability, is developed.

In the thesis project has benefited research conducted by employees of the Department OTZV ZNTU.

PRESS RELEASE, ABRASIVE WASHING, THERMAL WORK, MAGNESIUM, SHAMOT, VOGNETRIVS, FOLDING PLATES, AUSTENITIS, MICROWAVE

ВСТУП

Однією з важливих складових металургійної промисловості України і багатьох інших країн є виробництво вогнетривів, зокрема магнезитових, шамотних та інших. Отримують вогнетривкі вироби, в основному методом напівсухого пресування. Ефективність роботи цієї галузі значною мірою залежить від строків служби деталей устаткування та пресового оснащення. Одними з масових швидкозношуваних деталей пресового оснащення є змінні облицювальні (лицювальні) пластини прес-форм. За конструкцією ці деталі дуже різноманітні. Строк їх служби часто не перевищує декількох днів роботи преса. Основних причин цього дві - інтенсивне абразивне зношування та часті поломки. В другому випадку ремонту ці деталі не підлягають. Тому проблема підвищення зносостійкості та експлуатаційної надійності деталей прес-форм є досить актуальною.

Шляхи вирішення цих двох частин проблеми себе взаємовиключають.

Наприклад використання для пластин низьковуглецевих низьколегованих сталей після цементації та гартування забезпечує достатньо високий рівень експлуатаційної надійності, але невисокий рівень зносостійкості. В той же час використання високовуглецевих високолегованих матеріалів, наприклад інструментальних сталей, або чавунів забезпечує досить високий опір абразивному зношуванню, надійність їх в процесі експлуатації недостатня.

Тому метою даної дипломного проекту було вибір типу металу, його структурного стану, та способів термообробки, які дозволили в певній мірі поєднати надійність деталей в процесі експлуатації та відносно високий опір абразивному зношуванню.

Для досягнення цієї мети в роботі були поставлені та вирішені наступні задачі:

- вивчені умови експлуатації пластин та вимоги, які до них пред'являються;

- проведено аналіз механізмів абразивного зношування та сучасного стану цієї проблеми.

- розроблено методику лабораторних випробувань сплавів на абразивне зношування з урахуванням умов роботи личкувальних пластин прес-форм вогнетривкого виробництва;

- розроблено технологію виготовлення натурних лицювальних пластин прес-форм з сталей типу Х12, що володіють підвищеною експлуатаційною надійністю.

** При проведенні даної роботи в якості базової інформації були використані літературні джерела, звіти про попередні науково-дослідні роботи кафедри зварювання, а також результати останніх досліджень. Частина результатів отримана за участю автора даної роботи в рамках НДРС та при проходженні практики. Робота автора, в основному, полягала в проведенні металографічного, дюрOMETричного аналізу зразків, проведенні випробувань на зносостійкість, узагальнені та оформлені результатів досліджень.*

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ, ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙ, УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПЛАСТИН ПРЕС-ФОРМ ТА ВИМОГ, ЯКІ ДО НИХ ПРЕД'ЯВЛЯЮТЬСЯ

Очевидно, що визначення основних параметрів експлуатації пластин, характеру зношування та вимог до них є однією з умов обґрунтованого вибору матеріалів і режимів технологічного процесу зміцнення цих деталей. Конструктивно пластини помітно відрізняються одна від одної у зв'язку з тим, що номенклатура вогнетривких виробів за формою та розмірами дуже широка. Вони можуть бути як у вигляді пластин простої форми, так і являти собою деталі складної конфігурації.

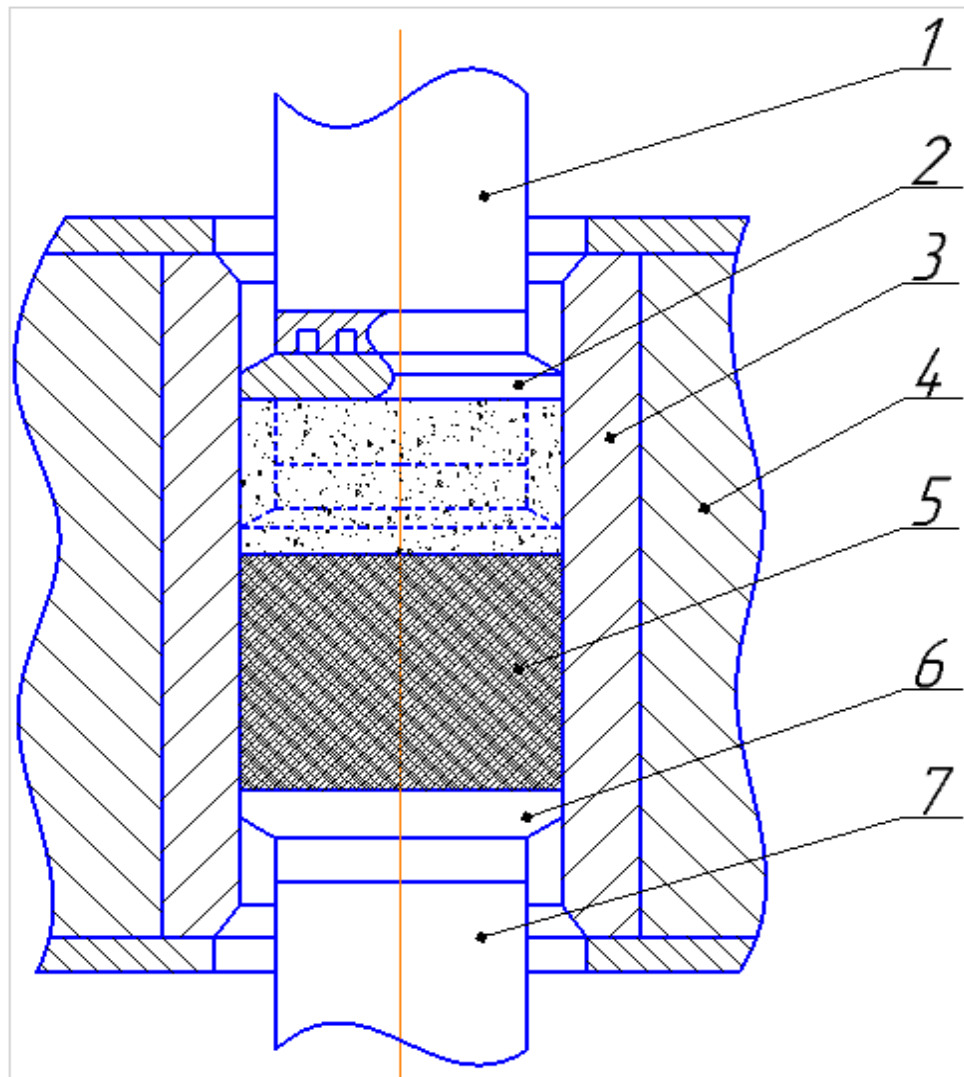
Типова технологічна схема процесу пресування вогнетривків включає операції: дозування маси вихідної сировини, її ущільнення шляхом докладання значних навантажень для надання необхідної форми, щільності і кінцевих розмірів напівфабрикату – сирцю.

Пресування виробів проводиться за схемою наведеній на рисунку 1.1 Ця операція здійснюється за допомогою верхнього та нижнього штампів, закріплених на рухомих штампотримачах

Виготовлення виробу проводиться наступним чином. Коли верхній штамп знаходиться над прес-формою, а нижній в крайньому нижньому положенні, проводиться засипка порошкоподібної вогнетривкої маси в вікно прес-форми до рівня верхньої поверхні верхньої кришки. Потім здійснюється двостороннє стиснення маси до розмірів пресованого виробу по висоті. Після цього виріб виштовхується з прес - форми, і штампи повертаються в початкове положення. За бокове формування виробу відповідають облицювальні пластини.

Різні умови експлуатації деталей в прес-формі пред'являють неоднакові вимоги до різних його частинах. Поверхні штампів, які формують нижню і верхню частини вогнетривкого виробу, сприймають в основному нормальний тиск, викликаний пресованою масою, що призводить до втискування

абразивних частинок, шаржування і налипання, але, при цьому, практично виключається зношування цієї частини деталей.



1 - верхній штампотримач; 2 - верхній штамп; 3 - облицювальна пластина; 4 - корпус прес-форми; 5 - виріб; 6 - нижній штамп; 7 - нижній штампотримач.

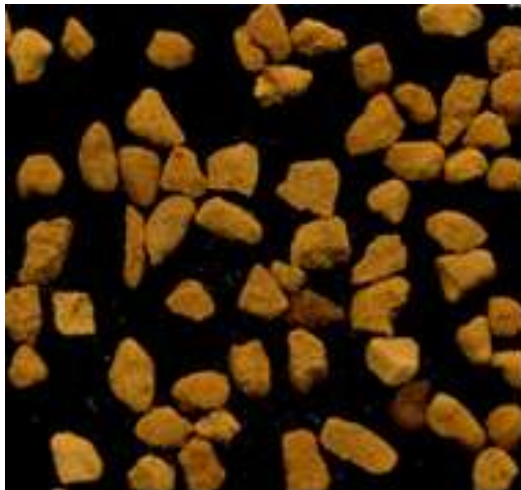
Рисунок 1.1 – Схема пресування виробу в прес-формі [2]

По робочим поверхнях пластин абразивні частки переміщуються прямому і зворотному напрямках, тому вони, на відміну від поверхонь, штампів зношуються. Інтенсивність зношування перш за все залежить від

тиску, мікротвердості зерен абразиву, їх форми, швидкості переміщення абразиву вдовж поверхні пластин, а також температури поверхні тертя.

Тиск, що виникає при дії абразиву на робочу поверхню пластин визначити складно. Але судячи з характеру зношеної поверхні (риски, подряпини), тиск цілком достатній для створення напруги в місці контакту одиничного зерна з поверхнею, яка перевищує межу плинності і в деяких випадках межу міцності металу.

Основними абразивними зернами з якими контактують робочі поверхні пластин, які розглядаються в даному проекті являються магнезит и шамот. Форма зерен багатогранна з переважно гострими гранями.(рис.1.2)



а



б

Рисунок 1.2 – Зерна магнезиту (а) та шамоту (б) $\times 8$

.Мікротвердість зерен шамоту, в середньому становить 11,7 ... 13,6 Гпа, а магнезиту – 11 – 12, 5 Гпа.

Заміри швидкості руху верхнього і нижнього штампів на коліноважільних пресах, а значить і швидкості абразиву, шляхом запису на діаграмній стрічці самописця , показали, що вона становить 15-25 мм/с.

Заміри температури робочої поверхні пластин під час пресування, за допомогою термопар приварених до дна тупого отвору зі зворотнього боку

пластини (рис. 1.3) показали, що вона не перевищує 50°C . Це досить низька температура для того щоб влинути на зносотійкість.

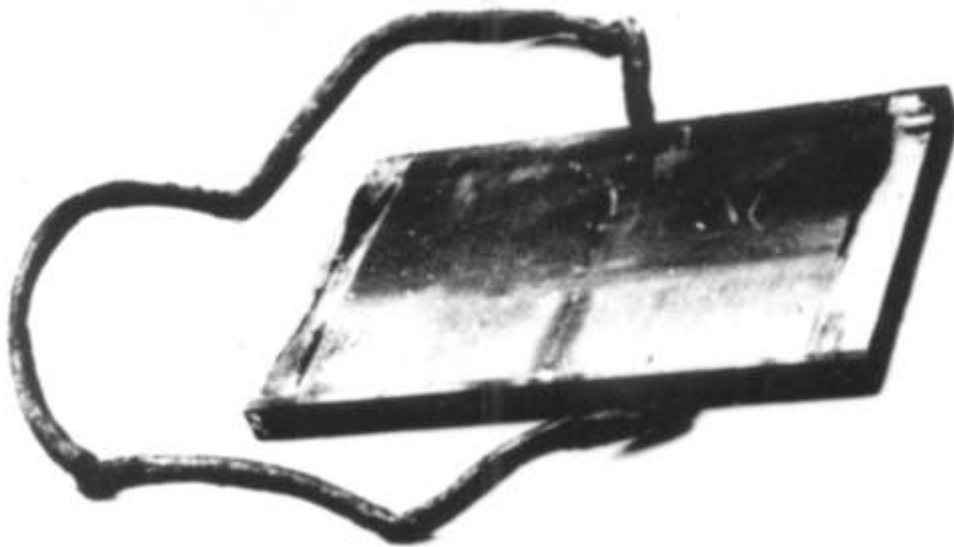
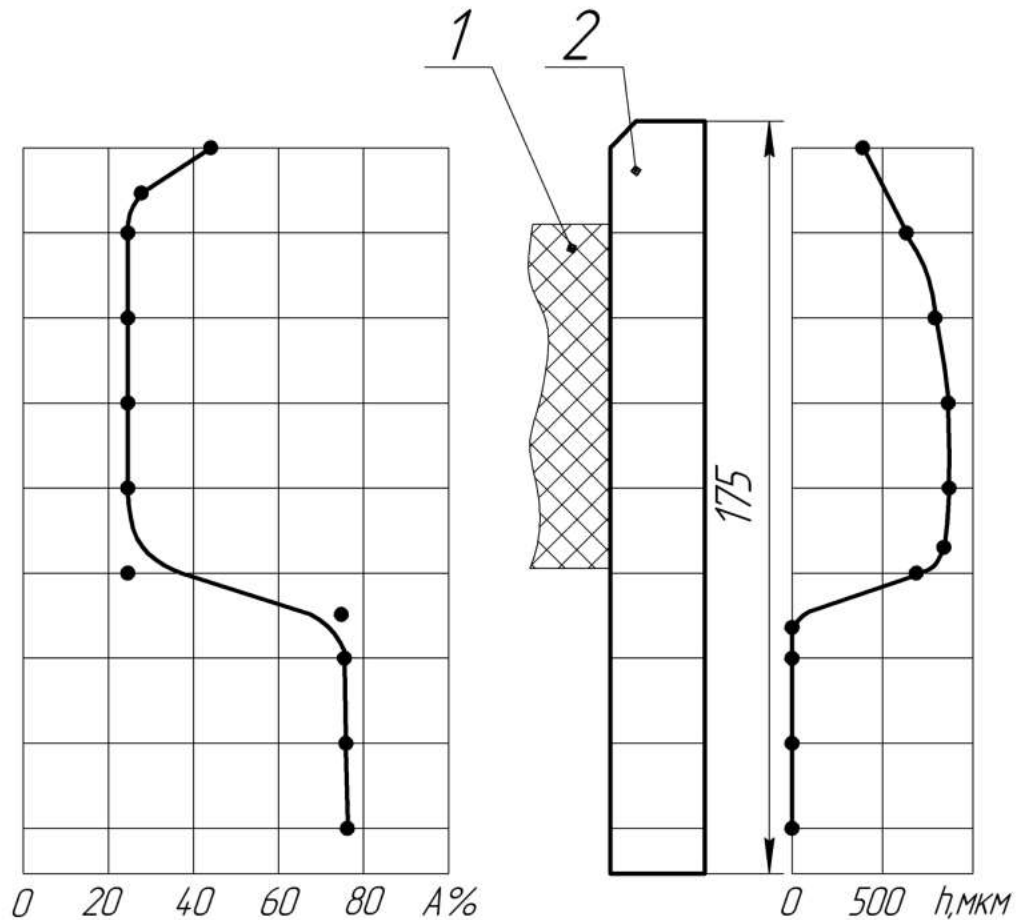


Рисунок 1.3 – Вид зношеної пластини з вмонтованими термопарами

Визначення рівня перетворень аустеніту в мартенсит деформації по висоті пластини показало, що залишковий аустеніт на поверхні зношування облицювань перетворюється по всій висоті пресованого виробу з однаковою інтенсивністю, не дивлячись на те, що знос по висоті виробу різний (рис. 1.3).

Крім виходу із ладу пластин в результаті зношування, в них часто утворюються тріщини (рис.1.4), які в подальшому приводять до поломок. Особливо часто відбуваються поломки пластин з замками (рис.1.5) які в основному розглядаються в даному проекті.

Проаналізувавши принцип і умови роботи облицювальних пластин для пресування магnezійних виробів можна сформулювати вимоги, що пред'являються до матеріалів облицювальних пластин для подальшої стабільної роботи. Головне, повинна досягатися висока опірність абразивному зношуванню в умовах пресування вологої абразивної суміші.

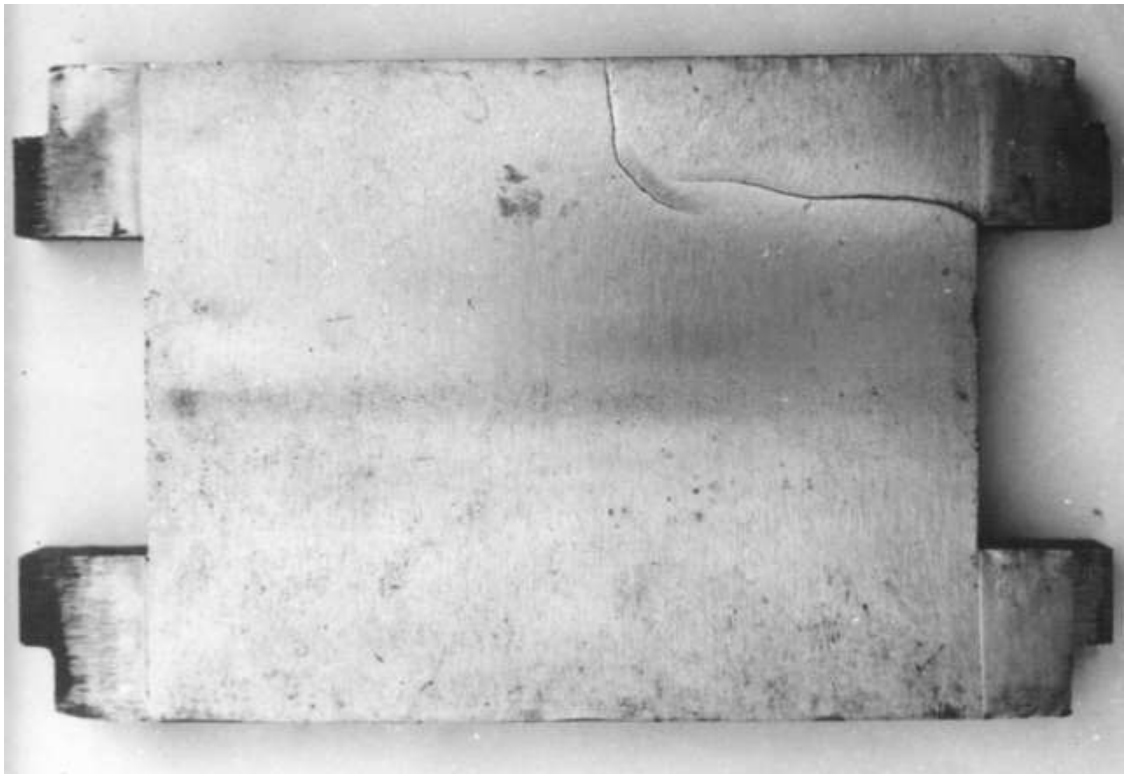


1 - виріб: 2 – пластина

Рисунок 1.3 – вміст залишкового аустеніту (A) на зношеній поверхні та абсолютний знос бічної облицювальної пластини (h).

З іншого боку не менш важливо зберегти рівень експлуатаційної надійності робочих частин облицювальних пластин на високому рівні, що б виключити можливість їх руйнування в процесі експлуатації облицювальних пластин.

Очевидно, що вирішення цих питань можливо на основі сучасних досягнень теорії й практики абразивного зношування. Тому надалі розглянемо сучасний стан цієї проблеми.

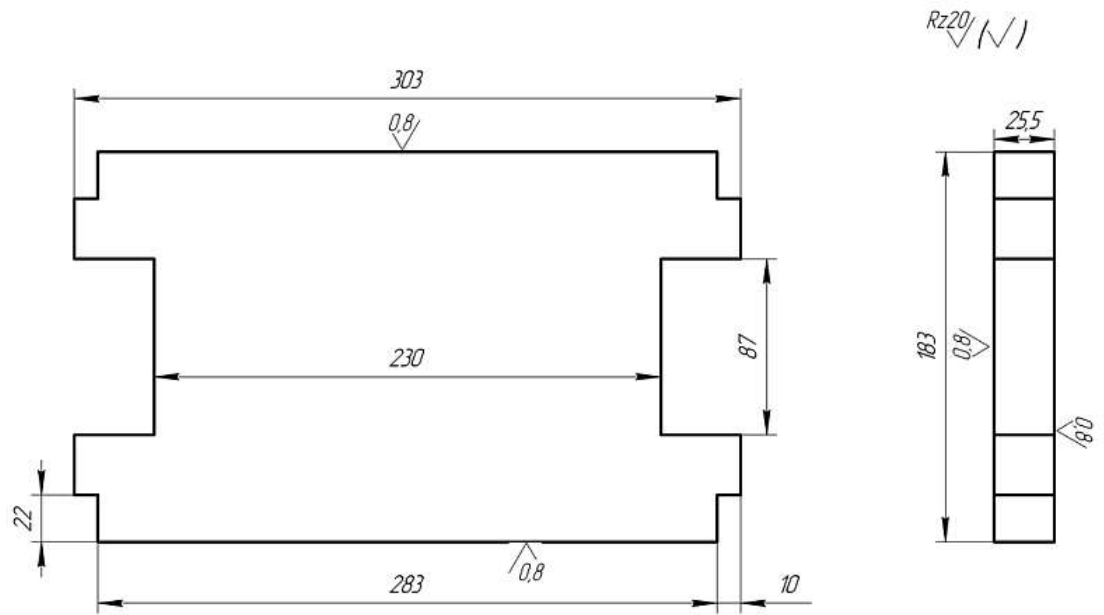


а

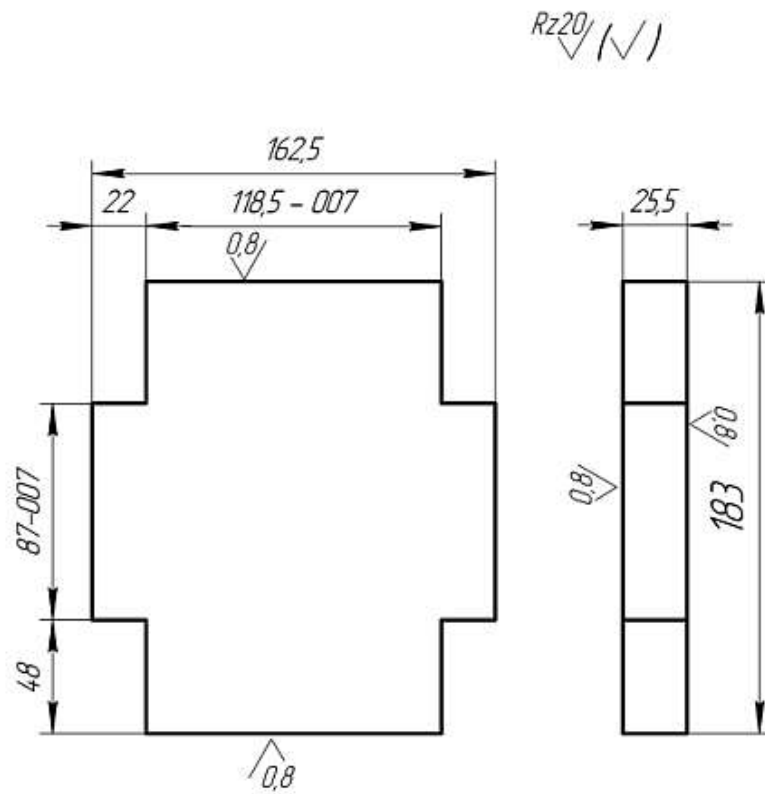


б

Рисунок 1.4 – Характерні руйнування пластин прес-форм



а



б

а – бокова; б – торцева

Рисунок 1.5 – Пластини прес-форми ХМ-1 для преса типу «БУККАУ»

2 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ДАНОЇ РОБОТИ

Абразивне зношування серед різних видів поверхневого руйнування деталей машин і устаткування по складності проблеми як і раніше займає головне місце (до 50...60 % від всіх видів зношування) [6]. Пошук шляхів вирішення проблеми абразивного зношування безупинно супроводжується спробами знайти узагальнений критерій опірності матеріалів цьому виду зношуванні. Однак через складність і багатогранність явищ, що протікають при взаємодії матеріалу, який зношується, та абразиву, а також різноманіття можливих сполучень «матеріал - умови експлуатації» і дотепер не існує однозначних принципів вибору або розробки матеріалів для конкретних умов експлуатації. Однак, завдяки великій кількості фундаментальних і прикладних робіт [5], склались загальноприйняті поняття про більшість закономірностей абразивного зношування матеріалів залежно від їхньої структури й властивостей, а також умов взаємодії з навколишнім середовищем. Опираючись на них, можна більш обґрунтовано вибирати матеріали, оптимальний структурний стан і необхідні властивості та способи і технології їх забезпечення для вирішення для вирішення задач поставлених в даному проекті. роботі.

2.1 Абразивне зношування і його особливості

Абразивне зношування серед різних видів поверхневого руйнування деталей машин і устаткування по важливості проблеми як і раніше займає головне місце (до 50...60 % від всіх видів зношування) [5]. Пошук шляхів вирішення проблеми абразивного зношування безупинно супроводжується

спробами знайти узагальнений критерій опірності матеріалів цьому виду зношуванню.

Механізм цього виду зношування полягає у видаленні матеріалу зі зношеної поверхні, або у вигляді дуже дрібної стружки, або у виді фрагментів металу видавленого по сторонах пластично деформованої подряпини, або у вигляді дисперсних часток, що крихко відділяються при одноразовій або багатократній дії. Абразивне зношування виділяється в самостійний вид і характеризується як найбільш інтенсивний процес руйнування матеріалів [6].

З позицій дислокаційної теорії руйнування механізм абразивного зношування сталей полягає у зміщенні дислокацій на початковій стадії впливу абразиву на робочу поверхню деталі. Надалі, при повторних циклах взаємодії поверхні тертя з абразивом, частина дислокацій переходить в порожнинні, а потім, утворюється тріщина яка поширюється по металу під дією прикладених напружень [7].

Результатом взаємодії абразивних часток зі робочою поверхнею супроводжується й іншими процесами такими як: виділення тепла, збільшення щільності дислокацій в робочому шарі, структурні перетворення. Експериментальні дані які вже відомі свідчать про те, що при різних видах зношування в металі відбуваються процеси, які безпосередньо пов'язані з руйнуванням поверхневого шару [6].

Більшість моделей, які наочно демонструють взаємодію механізму руйнування абразивною часткою, у вигляді конуса, багатогранника або піраміди яка впроваджена на певну глибину деталі, як наприклад показано на (рис. 2.1).

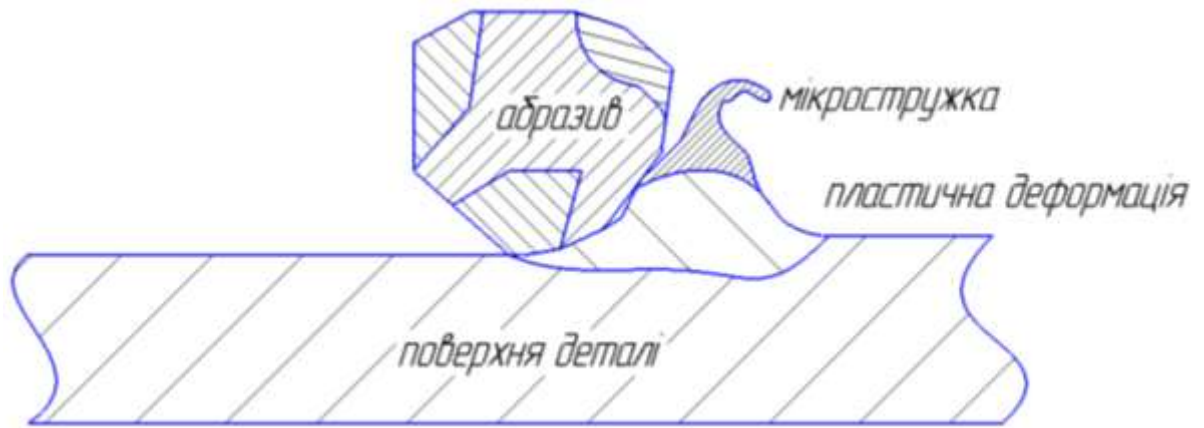


Рисунок 2.1 - Схема взаємодії абразивного зерна із поверхнею деталі.

В результаті взаємодії абразиву й матеріалу виділяють три рівні виникаючої напруги: нижче границі плинності (область пружних деформацій); вище границі текучості, але нижче межі міцності (область пластичних деформацій); вище межі міцності.

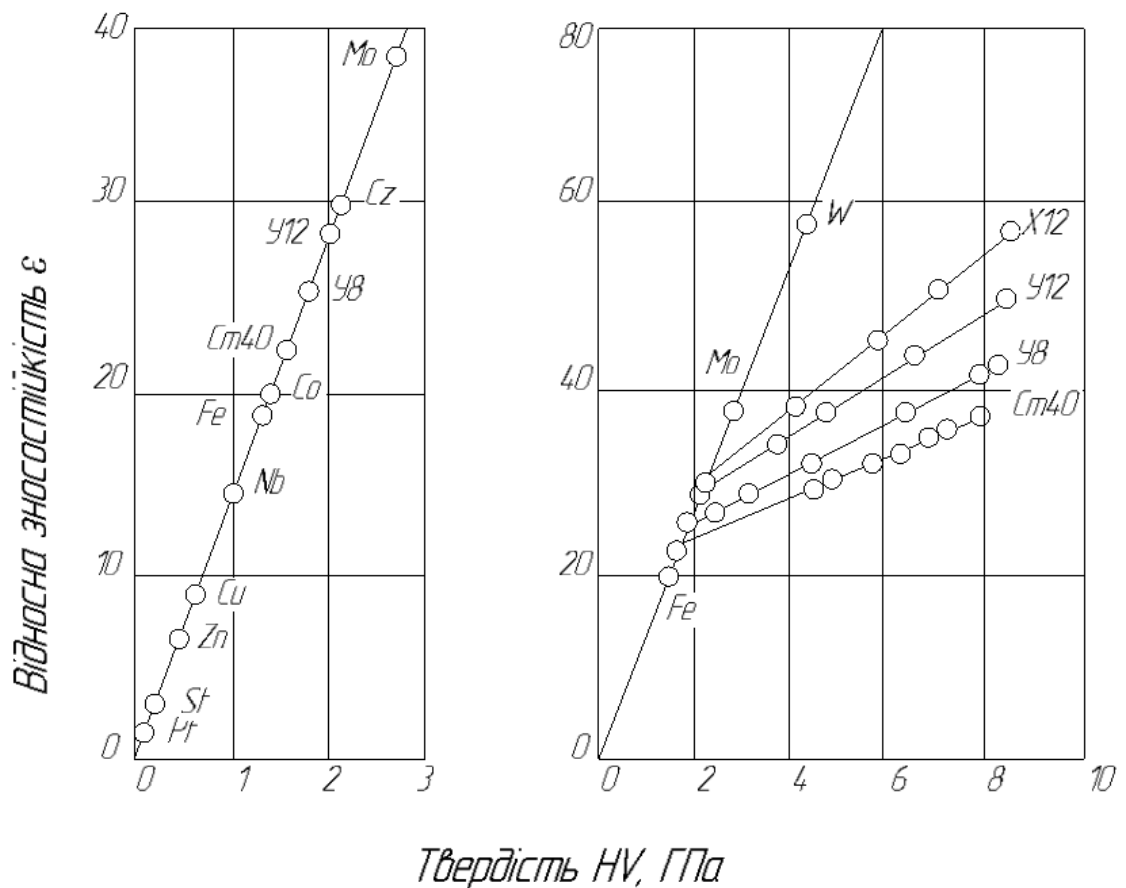
У першому випадку зношування відбувається в результаті багатоциклової втоми, у другому - процес поверхневого руйнування носить малоцикловий характер (полідеформаційне зношування), у третьому варіанті руйнування поверхні шарів матеріалу відбувається в результаті його

У випадку малоциклового втомного зношування інтенсивність процесу руйнування того самого матеріалу на порядок вище, ніж при багатоцикловій втомі, а пряме одноактне мікрорізання обумовлює інтенсивність поверхневого руйнування на порядок вище, ніж при малоцикловій втомі.

Таким чином, головним завданням для технічного вирішення задач поставлених є зміна режиму зношування в область втомного руйнування поверхні, що дасть можливість експлуатувати деталь тисячі, мільйони циклів без суттєвої зміни розмірів поверхні зношування і дозволяють істотно підвищити зносостійкість поверхні зношування деталі. Але виникає питання яким чином можна змінювати співвідношення механізмів зношення на користь менш інтенсивному і що може слугувати критеріями зносостійкості при виборі матеріалів та їх структурного стану.

2.2 Залежність опірності абразивного зношування матеріалів від їх механічних властивостей

Відомо, що вже неодноразово були спроби пов'язати зносостійкість з одним або комплексом механічних властивостей. У ряді випадків для визначеної групи матеріалів і конкретних умов зношування такі залежності встановлені. Вченими М.М. Хрущовим і М.А. Бабічевим була не тільки встановлена а підтверджена для більш широкого діапазону умов зношування, прямо пропорційна залежність зносостійкості від твердості для чистих і відпалених сталей (рис. 2.2) [8].



з ліва - у відпаленому стані; з права - після гартування і відпуску

Рисунок 2.2 - Залежність відносної зносостійкості від твердості технічно чистих металів і вуглецевих сталей.

Відомі також залежно від міцності, модуля Юнга, пластичності, комплексу цих та інших властивостей. У літературі з тертя і зношування [1,2,6,7] такі закономірності неодноразово і всебічно аналізувалися. Їх автори, вказуючи на цінність отриманих відомостей, в той же час відзначають обмеженість встановлених закономірностей рамками умов зношування і вузького кола матеріалів.

У роботах, проведених в ЗНТУ, показано [9], що абразивне зношування здійснюється у дві стадії: впровадження абразивної частинки в матеріал і подальше руйнування поверхні при взаємному переміщенні деталі і впровадженого в нього абразиву. Процес впровадження супроводжується тими ж явищами, які відбуваються в результаті проникнення індентора при вимірі твердості. Тому опірність зношування на першій стадії повністю може залежати від твердості матеріалу. Однак на другій стадії взаємодія абразиву і матеріалу значно складніше, що в багатьох випадках виключає співвідношення зносостійкості з яким-небудь з вихідних властивостей матеріалу.

Відзначаючи складність процесу руйнування поверхні деталей абразивом підкреслюється, що зносостійкість є не властивістю матеріалу, а властивістю системи: матеріал - умови експлуатації. Найважливішим показником такої системи є співвідношення твердості абразиву H_a і твердості зрошувального металу H_m , (H_a/H_m) , що обумовлює здатність абразивних часток впроваджуватись в поверхневий шар деталі і руйнувати його при подальшому переміщенні [10].

М.М. Хрущевим і М. А. Бабічевим було показано, що існує три характерні області з різною інтенсивністю зношування матеріалів залежно від співвідношення H_a/H_m (рис. 2.3). Поки абразив має меншу твердість, чим метал, абразивного зношування практично не буде відбуватися (область 1).

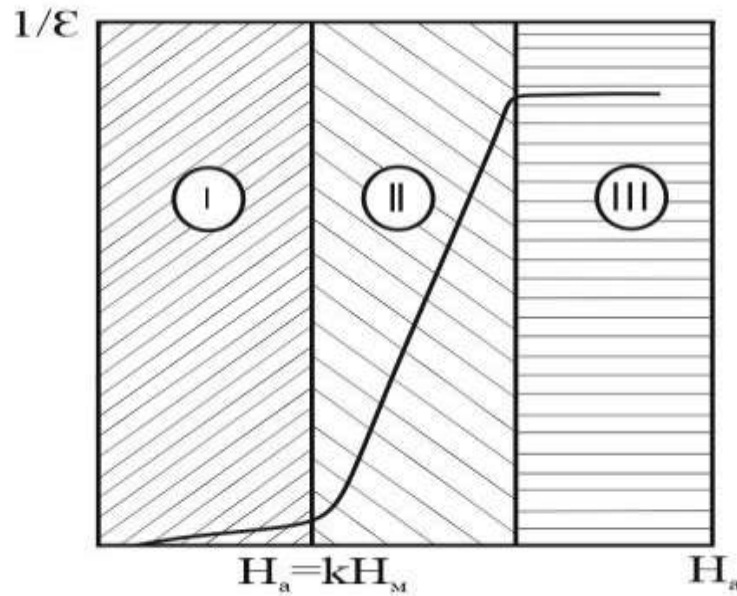


Рисунок 2.3 – Залежність зміни абразивному зношуванню ($1/\epsilon$) від твердості абразиву H_a

В області 3, де твердість абразиву H_a значно вище, ніж твердість металу H_m , інтенсивність зношування постійна й не залежить від співвідношення цих величин. У перехідній зоні 2 інтенсивність зношування зростає в міру підвищення твердості абразиву. Границі першої й другої області відповідає співвідношення H_a/H_m . Межі першої і другої області відповідає співвідношення $H_a / H_m = K$ в межах 0,7-1,1, а перехід з другої в третю зону відбувається при $H_a / H_m = 1,3-1,7$.

Окрім залежності твердості на результат взаємодії абразиву з металом впливають орієнтація ріжучої кромки абразивного зерна до поверхні тертя, форма, розміри, міцність і інші характеристики абразивних часток [11]. Головний висновок, який випливає з аналізу даних закономірностей, полягає в тому, що існує можливість різкого зменшення інтенсивності зношування шляхом досягнення критичного співвідношення H_a / H_m .

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження структури і властивостей матеріалів проводили методами металографічного, рентгеноструктурного і дюрOMETричного аналізів. Випробування матеріалів на опірність зношуванню проводили на лабораторному стенді.

3.1 Металографічний аналіз

Металографічні дослідження проводили на мікроскопі NU-2 та приладі ПМТ-3. Для отримання і подальшого аналізу електронних знімків мікроструктур

3.2 Рентгеноструктурний фазовий аналіз

Фазовий склад в зразках до і після зношування визначали на дифрактометрі ДРОН- 3 в кобальтовому випромінюванні по відомих методиках. Кількість аустеніту і мартенситу в сплаві в початковому стані і після зношування визначали по інтегральній інтенсивності ліній 110 і 111, 211 і 311. За відношення інтенсивності ліній приймали відношення площ відповідних дифракційних кривих з урахуванням коефіцієнта інтенсивності.

3.3 ДюрOMETричні та дослідження та визначення ударної в'язкості

Випробування на агрегатну твердість досліджуваних зразків проводили на приладі TP-5006. Мікротвердість поверхні тертя до і після зношування визначалася за допомогою мікротвердоміру ПМТ- 3. Для усунення впливу зміцнення поверхні при шліфуванні зразки перед випробуваннями травили на глибину 30 мкм в електроліті (750 мл HPO_4 , 100г хромового ангідриду) при щільності струму $0,13 \dots 0,14 \text{ А/см}^2$. Навантаження при вимірі мікротвердості складало 0,5 Н. За істинне значення мікротвердості бралися середньоарифметичні дані результатів 10...12 вимірів початкової мікротвердості підготовленого шліфа і 14...16 поверхонь тертя. Обробка результатів вимірів методами математичної статистики [20] показала, що похибка по генеральній середній при цьому складає не більше 5% і не більше 4% - по генеральній середньоквадратичній.

Довірчі інтервали $\overline{X}_0$ $\overline{\sigma}_0$ і при надійності 0,95 входять в діапазони вимірюваних значень мікротвердості.

З механічних характеристик обрана ударна в'язкість. Випробування проводили на зразках з розмірами $10 \times 10 \times 60 \text{ мм}$ за ГОСТ 9454-60 без надрізу .

3.4 Методика визначення зносостійкості

Загальновизнано, що виробничі випробування дозволяють встановити закономірності експлуатації, що найближче відповідають реальним умовам. Проте, цей вид випробувань, що проводиться на діючому виробництві, як правило, трудомісткий і вимагає значних матеріальних витрат, Тому, результати випробувань, які приведені в цій роботі, були в основному

отримані в лабораторних умовах на стенді, розробленому на кафедрі ОТЗВ ЗНТУ (рис 3.1). Його перевага підвищена площа зношування поверхні і товщина зразка, що різко зменшувало негативний вплив масштабного чинника в порівнянні з випробуваннями за ГОСТом, а так само дозволяє більш повно забезпечити відтворюваність умов зношування реальних деталей на лабораторному стенді

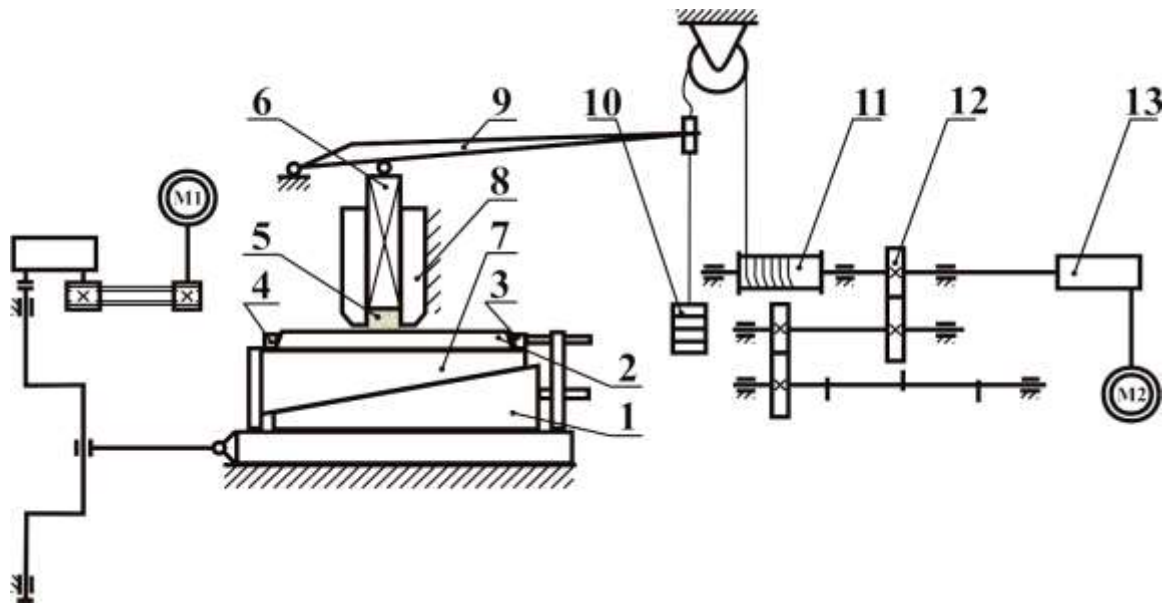
. Основними критеріями відтворюваності процесів, що протікають в поверхневому шарі дослідних зразків і натурних деталей, були:

- Характер мікрорельєфу зношеної поверхні;
- Повнота $\gamma \rightarrow \alpha$ - перетворень у поверхневому шарі;
- Ступінь зміцнення поверхні тертя;
- Порівнянність рядів зносостійкості випробовуваних матеріалів.



Рисунок 3.1 – Лабораторна установка для проведення дослідження зносостійкості деталей прес-форм

Принцип робота лабораторної установки ілюструє схема (рис. 3.2)



1 - нижній клин; 2 - зразок; 3 - рухливий упор; 4 - нерухомий упор; 5 - абразивна маса; 6 - пуансон; 7 - верхній клин; 8 - обойма; 9 - важільна система; 10 - вантаж; 11 - барабан; 12 - блок шестерень; 13 - редуктор

Рисунок 3.2- Схема лабораторного стенду

Випробування відбуваються таким чином. Зношування зразка 2, розмірами 90x30x10 мм, що має поверхню тертя 82x20 мм (рис. 3.3), який здійснює зворотно-поступальний рух, виконується стовпом абразивної маси 5, яка стиснута пуансоном 6, що знаходиться в нерухомій обоймі 8, армованої твердим сплавом. Зусилля на пуансон від вантажу 10 передається через систему важеля 9. З кожним ходом зразка шар абразиву, безпосередньо контактує з поверхнею тертя і автоматично віддалявся з обойми через зазор між її торцем і зразком.

Основними параметрами режиму випробувань були:

- тип і фракційний склад абразиву;
- ступінь оновленості абразивної маси (регулюється величиною зазору);

- висота стовпа стислої абразивної маси;
- температура поверхні тертя;
- швидкість тертя;
- тиск.

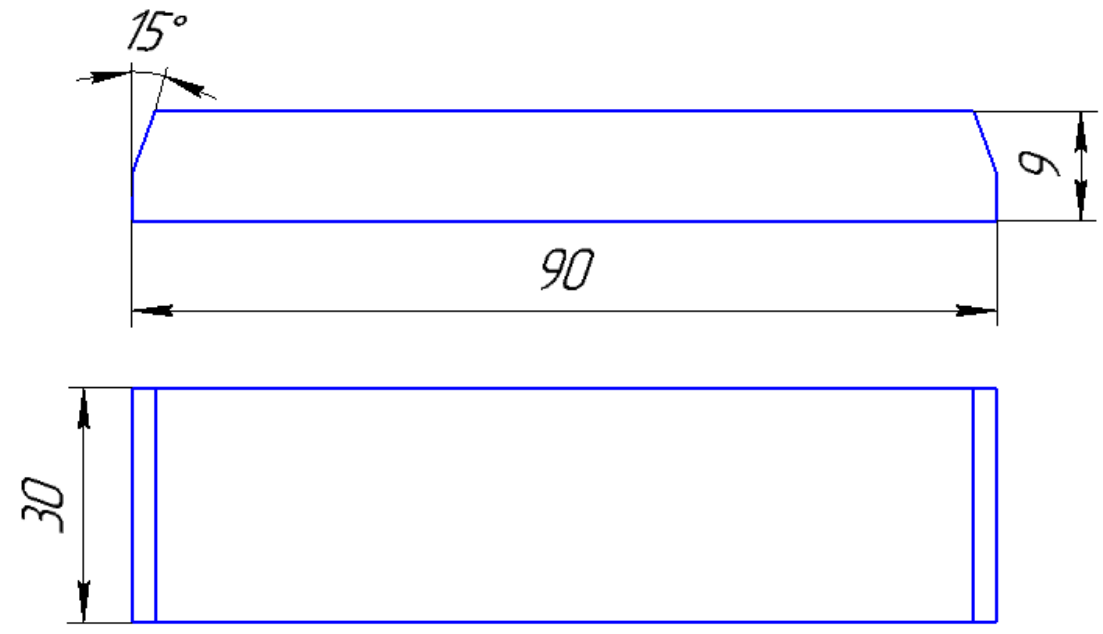


Рисунок 3.3 - Зразок для випробувань на лабораторному стенді

Як абразив використовувався шамот і магнезит. Фракційний склад абразивних зерен перебував у межах (0,6 - 1,0) мм. Початкова висота стовпа абразивної маси над зразком становила 17 мм. Таке співвідношення розмірів зерен і висоти засипки абразиву дозволяло здійснювати десять ходів зразка при досить повній оновленості абразивних зерен. Потім процес випробувань припинявся, і обойма поповнювалася новою порцією абразиву. Зносостійкість оцінювали за втратою маси зразків.

Інтенсивність зношування зразків визначали по втраті їх маси за один хід – q/l , г/хід. Для зважування використали ваги АДВ-200 аналітичні ваги, які забезпечують точність т зважування до 0,0001 г.

Перед зважуванням зразки розмагнічувалися в зникаючому магнітному полі промислової частоти, щоб виключити вплив взаємодії магнітного поля зразка і деталей вагів.

Перед першим зважуванням проводили приробітку зразка (200...300 ходів). Надалі здійснювали 3...6 циклів випробувань кожного зразка (залежно від щільності результатів). За показник інтенсивності зношування досліджуваного матеріалу бралось середнє значення втрати маси зразка за усі цикли випробувань.

Відносна зносостійкість визначалася відношенням середніх значень втрати маси зразків еталонного (Δq_{yo}) і випробовуваного матеріалів (Δq_{ei}).

Обробка результатів вимірів проводиться таким чином.

Для виключення похибки і оцінки точності результатів вимірів отримані чисельні значення обробляємо таким чином:

а) За результатами паралельних дослідів обчислюємо середнє значення вимірюваної величини :

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} y_i}{n} \quad (3.1)$$

де y_i - отримані значення при вимірі;

n – кількість дослідів.

б) Потім знаходимо погрішності окремих вимірів:

$$\Delta y_i = \bar{y} - y_i \quad (3.2)$$

в) Обчислюємо середню квадратичну погрішність окремих вимірів:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\bar{y} - y_i)^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

г) Перевіряємо наявність промахів. Перевірці піддаються результати одного або двох дослідів, що мають максимальну погрішність Δy_i . Досвід вважається помилковим, якщо відношення $\frac{\Delta y_i}{S}$ перевищує критичне значення коефіцієнта Стюдента при даному рівні значущості і числі степенів свободи $f = n - 1$.

Досліди, у яких $\frac{\Delta y_i}{S} \geq t_{кр}$ вважаються промахами і їх результати слід відкинути або замінити новими, отриманими при повторному виконанні дослідів. Після виключення промахів необхідно повторно визначити $\bar{y}, \Delta y_i, S$.

д) Знаходимо абсолютну погрішність результату вимірів (довірчий інтервал) :

$$\Delta y = \frac{t_{кр} \cdot S}{\sqrt{n}} \quad (3.4)$$

Якщо величина погрішності результату вимірів Δy виявляється порівнянною з величиною погрішності δ вимірювального приладу, то в якості межі довірчого інтервалу слід узяти величину:

$$\Delta y = \sqrt{\frac{t_{кр}^2 \cdot S^2}{n} + \frac{4}{9} \cdot \delta^2} \quad (3.5)$$

е) Записуємо остаточний результат виміру у виді:

$$y_i = \bar{y} \pm \Delta y \quad (3.6)$$

є) Оцінюємо відносну погрішність результату цієї серії вимірів :

$$\varepsilon = \frac{\Delta y}{\bar{y}} \cdot 100 \% \quad (3.7)$$

На стадії відпрацювання методики випробувань були встановлені закономірності зміни питомого зносу і відносної зносостійкості сталі X12Ф1 загартованої на дві різних структури (перша - 80% мартенситу і 20% аустеніту в основі, друга - 30% мартенситу і 70% аустеніту) від розміру зерен абразиву (рис. 3.4), тиску абразивної маси (рис. 3.5), та її зволоження.

На основі цих результатів були вибрані параметри процесу подальших лабораторних випробувань, які практично повністю забезпечують відтворення процесів які протікають при зношуванні натурних деталей.

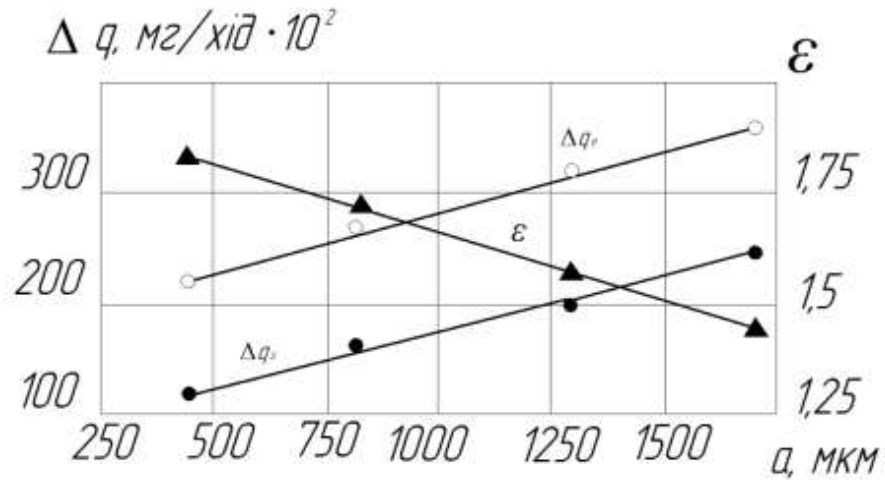


Рисунок 3.4 – Залежність питомого зносу (Δq) і відносної зносостійкості (ϵ) від розміру зерна абразиву

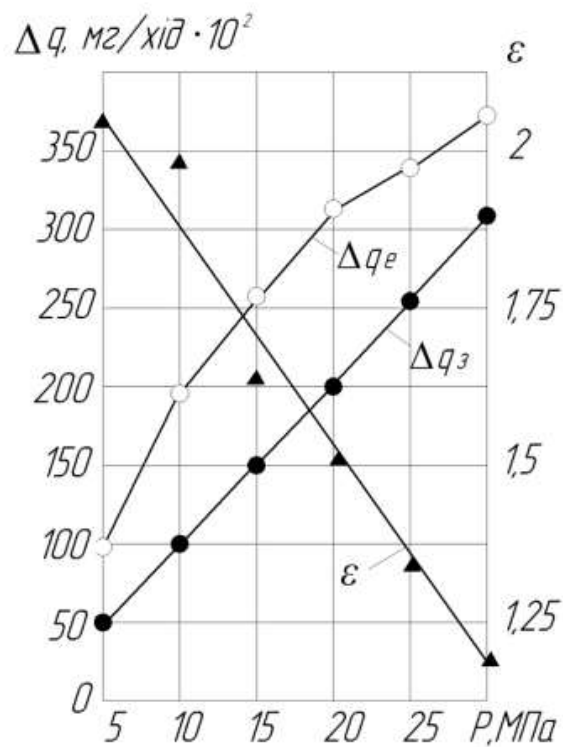


Рисунок 3.5 – Залежність питомого зносу (Δq) і відносної зносостійкості (ϵ) від тиску абразивної маси (P)

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТА УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ СТАЛІ Х12Ф1 ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ГАРТУВАННЯ І ВІДПУСКУ

Сталь Х12Ф1 в залежності від температури гартування може містити в структурі від 0 до 95% залишкового аустеніту. Зносостійкість цієї сталі після гартування без відпуску досить повно вивчена в умовах роботи пластин прес-форм [14,15]. В даному випадку вивчається залежність зносостійкості сталі Х12Ф1 і ударної в'язкості після гартування від температур 1050° С, 1150° С і 1220° С і відпуску при температурах 100-600° С у лабораторних умовах

Загартована від 1050° С сталь містить в основі 20% (рис. 4.1) залишкового аустеніту (решта мартенсит) і має твердість 63 HRC.

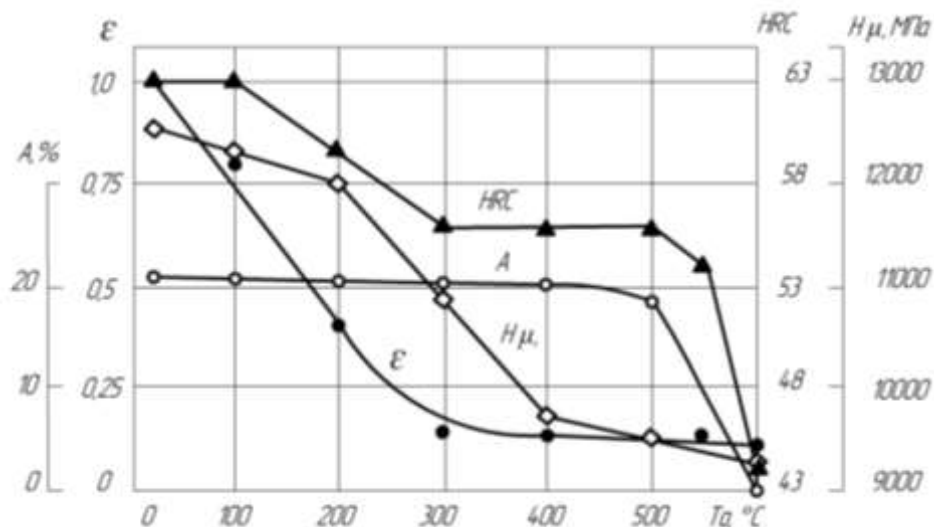


Рисунок 4.1 – Залежність властивостей сталі Х12Ф1 (гартування від температури 1050° С) від температури T_d

Кількість залишкового аустеніту а відповідно і мартенситу гартування на зношеній поверхні залишається практично незмінним аж до температури відпуску 400° С, а потім при підвищенні температури відпуску знижується в

зв'язку з перетворенням його в фериту-карбідну суміш. Але навіть відпуск при відносно невисоких температурах приводить до помітного зниження мікротвердості зношеної поверхні, а ще в більший мірі відносної зносостійкості. В досліджуваному діапазоні температур відпуску мікротвердість знижується в 1,4 рази, а зносостійкість змінюється в 10 разів.

Відпуск сталі, загартованої від температури 1150 °C також призводить, до зниження зносостійкості в порівнянні з загартованим станом. (рис. 4.2).

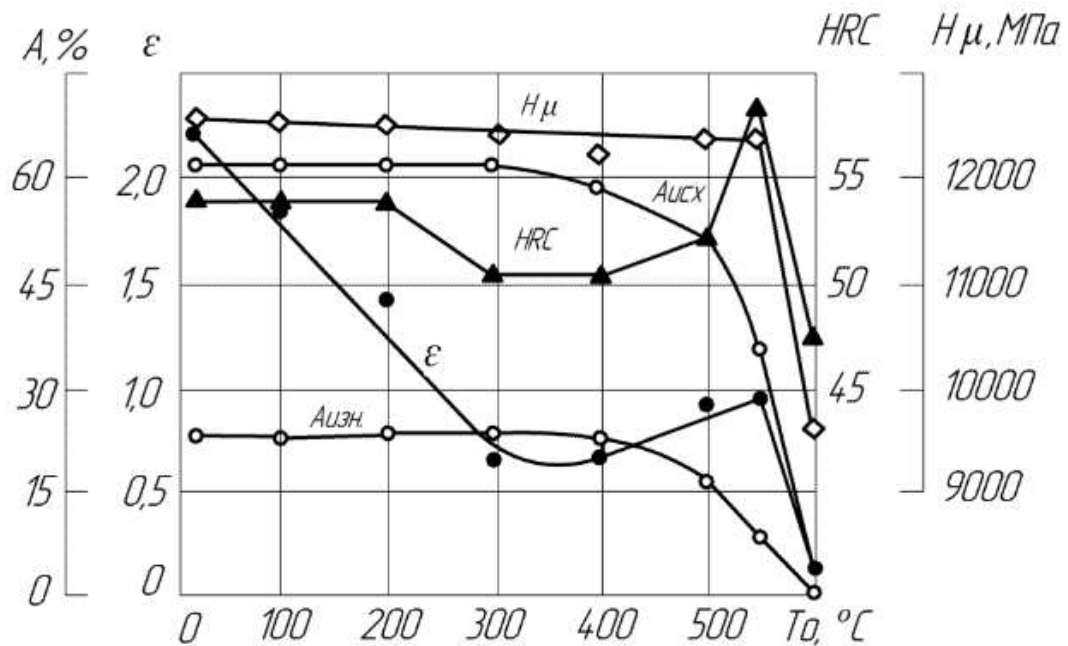


Рисунок 4.2 – Залежність властивостей сталі X12Ф1 (гартування від температури 1150° C) від температури відпуску T_v

Але падіння зносостійкості в даному випадку відбувається менш інтенсивно, ніж для сталі з великою кількістю мартенситу (3,4 рази проти 10 разів для сталі після гартування від 1050° C). Після відпуску до 550°С спостерігається помітне зростання агрегатної твердості. Це визвано творенням мартенситу відпуску. Спостерігається навіть деяке зростання відносної зносостійкості після відпуску при 400

Відпуск при температурі вище 550° C викликає розпад мартенситу і аустеніту, в результаті чого зносостійкість різко падає, тому що продукти

розпаду мартенситу в умовах роботи облицювань прес-форм мають низьку стійкість [14].

Після гартування від 1220°C в основі структури сталі міститься більше 90% залишкового аустеніту. Зносостійкість після відпуску до $T_{\text{в}} = 550^{\circ}\text{C}$ знижується, однак це зниження незначне і становить приблизно 20% після відпуску при $T_{\text{в}} = 300\text{--}550^{\circ}\text{C}$ (рис. 4.4).

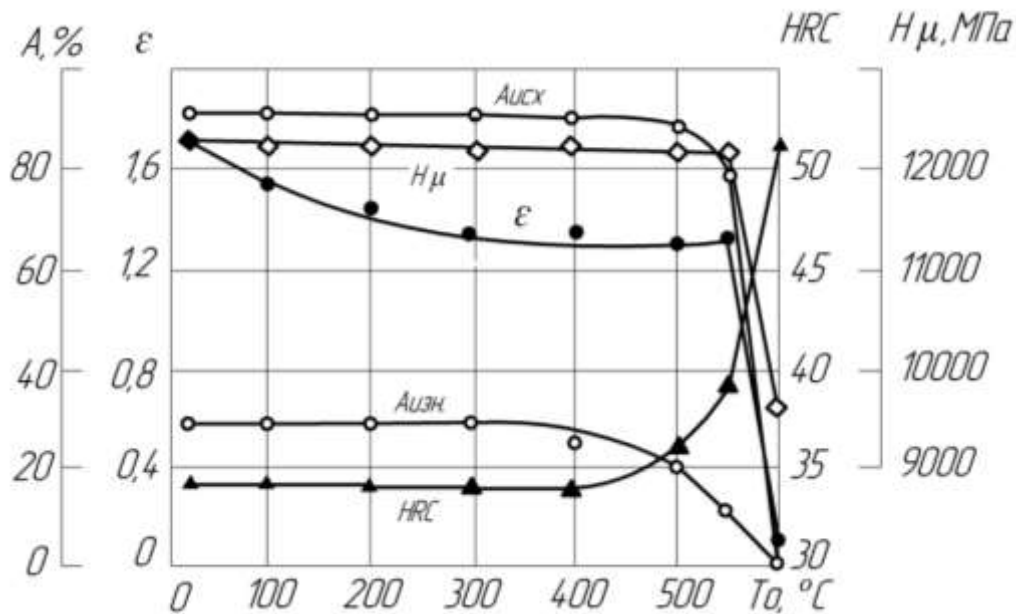


Рисунок 4.4 – Залежність властивостей сталі X12Ф1 (гартування від температури 1220°C) від температури відпуску $T_{\text{в}}$

Вміст аустеніту після відпуску зберігається високим до $T_{\text{в}} = 450^{\circ}\text{C}$. Глибина протікання реакції $\gamma \rightarrow \alpha$ також залишиться практично незмінною до цієї температури.

В інтервалі температур відпуски $0\text{--}550^{\circ}\text{C}$, мікротвердість зношеної поверхні залишається незмінною.

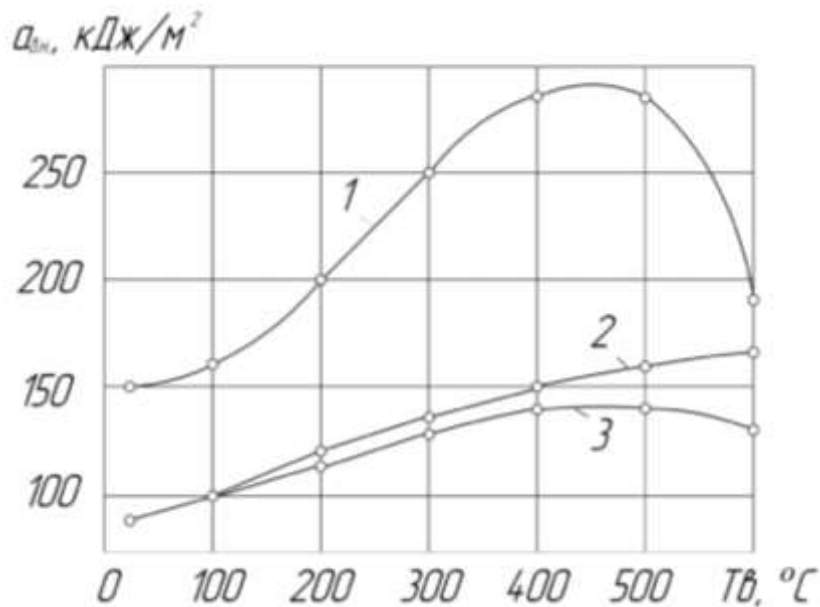
Загальна твердість після відпуску при $T_{\text{в}} = 450^{\circ}\text{C}$ починає зростати, однак на рівні зносостійкості це зростання не позначилося.

Як впливає з наведених досліджень, відпуску тільки незначною мірою зменшує зносостійкість сталі X12Ф1 в переважно аустенітному стані основи

сплаву. Цей факт може бути використаний для розробки технології виготовлення облицювань з підвищеною експлуатаційною надійністю.

Проведені випробування показали, що ударна в'язкість сталі Х12Ф1 зі збільшенням температури відпуску зростає, але це зростання для різної температури гартування різних.

Так, після гартування від температури 1050 °С (рис. 4.5) ударна в'язкість $a_{б.н.} = 90$ кДж / м², а після відпуску при 600 °С $a_{б.н.} = 170$ кДж / м². Характер залежності ударної в'язкості від температури відпуску загартованої від 1170° С сталі Х12Ф1 аналогічний попереднім режимом термообробки, але максимальне значення ударної в'язкості не перевищує 130 кДж / м².



1 – $T_3 = 1220^\circ \text{C}$; 2 – $T_3 = 1050^\circ \text{C}$; 3 – $T_3 = 1170^\circ \text{C}$

Рисунок 34.5 – Залежність ударної в'язкості ($a_{б.н.}$) сталі Х12Ф1 від температури гартування і відпуску ($T_{в.}$)

Найбільш істотно ударна в'язкість підвищується після гартування від температури 1220° С, - 150 кДж / м² в загартованому стані і 280 кДж / м² після відпуску в інтервалі температур 400-500° С. Подальше підвищення температури відпуску призводить до зниження ударної в'язкості

5 РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ОБЛИЦЮВАНЬ ПРЕС-ФОРМ

Виходячи з наведених вище результатів лабораторних досліджень на зносостійкість і визначення ударної в'язкості з'явилася можливість виявити прийнятні режими термообробки для пластин прес-форм вогнетривкого виробництва.

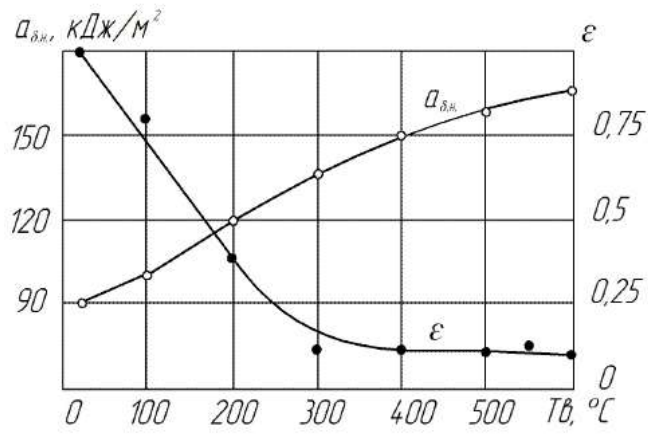
У мартенситно-карбідної стані сталь X12Ф1 після гартування і відпуску має невисокий рівень зносостійкості і ударної в'язкості, тому жоден з наведених режимів неприйнятний для термообробки облицювань.

Сталь в аустенито-мартенсито-карбідному стані (рис.4.1), (після гартування від 1150 - 1170° С) має максимальну зносостійкість після гартування однак недостатні пластичні властивості матеріалу не дозволяють виготовляти облицювання складної форми з-за їх поломок при експлуатації. Відпуск цієї сталі до температур 250-300° С хоча і підвищує кілька a_n , проте призводить до настільки різкого падіння зносостійкості, що застосування такого режиму стає недоцільним.

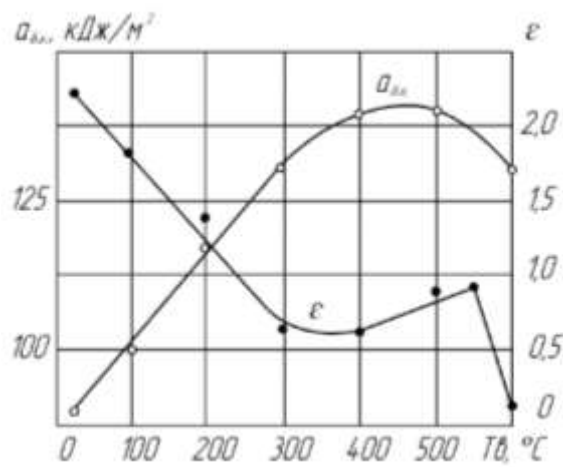
Підвищення відносної зносостійкості після відпуску при $T_v = 450 - 550^\circ \text{C}$ незначне і, крім того, пластичні властивості залишаються дуже низькими. Таким чином, у всьому інтервалі температур відпуску (100-600° С) немає режимів, які відповідають поставленим вимогам.

Найбільший інтерес представляє відпуску загартованої сталі X12Ф1 з переважно аустенітною структурою основи ($T_r = 1200 - 1220^\circ \text{C}$).

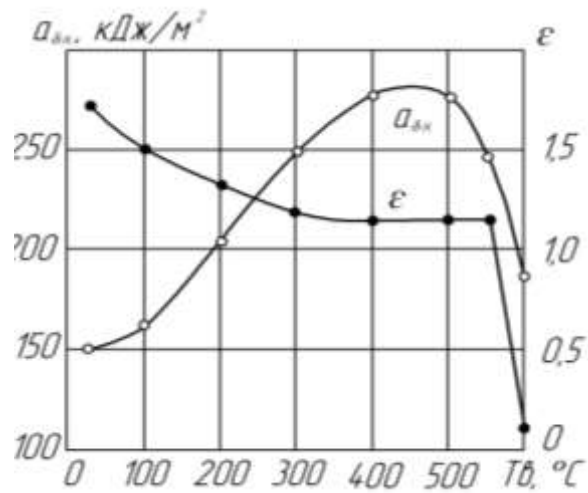
Досить високий рівень зносостійкості сталі в загартованому стані незначно знижується після відпуски до температур 550° С, а ударна в'язкість приймає максимальне значення після відпуску при 400 - 450° С.



а



б



в

а – $T_{г} = 1050\text{ °C}$; б – $T_{г} = 1150\text{ °C}$; в – $T_{г} = 1220\text{ °C}$

Рисунок 5.1 – Залежність відносної зносостійкості (ϵ) і ударної в'язкості ($a_{\delta,н.}$) сталі X12Φ1 від температури відпуску (T_{δ})

Збільшення приблизно в 2 рази пластичних властивостей матеріалів повинно виключити поломки деталей від напружень, які виникають в процесі роботи облицювань в прес-формі. Але все при аварійних ситуаціях, наприклад, при потраплянні сталевих тіл, що мелють між штампом і пластиною, руйнування можливі.

Як встановлено в роботах [15,16], в умовах зношування облицювань прес-форм зносостійкість сталей з 12% Cr визначається вмістом в них вуглецю за умови, що загартуванням буде сформована аустенитно-мартенситна структура основи сплаву (60-80% залишкового аустеніту). Так, сталь Х12, що містить 1,8-2,2% С, володіє в 2 рази більшою зносостійкістю, ніж сталь Х12Ф1.

Проведені лабораторні випробування на зносостійкість і визначення ударної в'язкості сталі Х12 в переважно аустенітному стані основи, показало, що і в даному випадку спостерігаються ті ж закономірності зміни властивостей, що і для сталі Х12Ф1.

З огляду на, що сталь Х12, не містить дефіцитних легуючих добавок і, отже, вона дешевше інших марок сталей цього класу, то можливо і її слід використовувати в якості матеріала пластин. Але для кінцевого рішення потрібні додаткові дослідження.

5.1 Технологія виготовлення облицювальних пластин прес-форм із сталей типу Х12

1. Пластини виготовляються з кованих сталей по ГОСТ 5950-73.

2. З заготовки, яка не має заводського клейма (марки стали і номер плавки), необхідно взяти стружку для структурного аналізу на вуглець, вміст якого має бути в межах 2,0-2,2% для сталі Х12; 1,45-1,65% для сталі Х12М і 1,2-1,45% для сталі Х12Ф1.

3. Розкрій смуг на заготовки необхідно проводити на відрізній дисковій пилі; диск повинен бути напаяний твердим сплавом ВК-8 або зі сталі Р18.

4. Перед проведенням термообробки всі пластини клеймуються; клеймо повинно містити марку сталі, марку виробу, рік виготовлення пластин, номер пластини цього виду (бічна або торцева) в даному комплекті.

5. Попередній підігрів пластин здійснюється при температурі 550 - 570° С в печі. Витримують пластину при заданій температурі не менше 1 години. Неприпустимий нагрів до більш високих температур, це спричинить за собою інтенсивне окислення і знеуглецювання поверхні деталей.

6. Остаточний нагрів проводиться в соляній ванні, в яку попередньо підігріті пластини занурюються на найпростішому пристосуванні (зварна рамка з прутка 8-10мм).

7. Реєстрація і контроль температури розплавленої солі повинні проводитися термopарою ТПП-2 з трубчастим наконечником з нержавіючої сталі (X18H9T або X25T) і електронним потенціометром з автоматичним записом температурного режиму на діаграмі.

8. Температуру нагріву пластин під загартування необхідно встановлювати відповідно до даних, наведених в таблиці 4.1

Таблиця 5.1 - Температура нагріву під загартування і твердість пластин з сталей типу X12

Марка сталі	Температура гартування, °С	Твердість, HRC
X12	1110±10	40±2
X12M	1185±15	40±2
X12Ф1	1220±10	34±2

9. Після нагріву провести загартування пластин в масло, температура якого не повинна перевищувати 60° С.

10. Контроль твердості зробити після гарту всіх пластин; місце виміру твердості зачищається вручну шліфувальним каменем.

11. Пластини, при невідповідності твердості, повинні пройти повторне загартування по викладеній вище технології.

12. Відпуск пластин з усіх марок сталей виробляти в електричній печі при температурі $450 \pm 20^{\circ} \text{C}$ протягом 1,5 годин; пластини завантажувати в нагріту до 450°C піч на відстані не менше 300 мм від нагрівальних елементів і не менше 100 мм один від одного; відлік часу витримки після завантаження деталей проводити від моменту набору температури в печі; після витримки пластини охолоджувати на повітрі.

13. Після охолодження провести шліфування. При цьому застосовувати абразивні круги тільки з карбіду кремнію (53 С або 63 С) середньої зернистості (25-40), твердістю СМ1 або см2 на бакелітовій Б зв'язці; шліфування виробляти з рясним охолодженням МОР.

14. Провести вихідний контроль пластини.

Термічне обладнання вибираємо виходячи з режимів наведених в технологічному процесі.

Для підігріву пластин і відпуску електропіч СНО-6.10.4/7,5 (рис. 4.1). Технічні характеристики печі зазначено в таблиці 4.2.

Ця піч з вентилятором обладнана системою автоматичного регулювання температури на базі мікропроцесорного терморегулятора ТРП-08-ТП і твердотільних безконтактних реле. Терморегулятор дозволяє встановлювати температуру, час виходу на режим і час знаходження на режимі. Нагрівачі виготовлені з суперфехралі і встановлені на трубках в пазах бічних і торцевої стінок печі, а також в поду. Подові нагрівачі закриті керамічними плитками. В конструкції печі передбачена автоматика безпеки. Багатошарове футерування печі виконано з сучасних волокнистих і мікропористих матеріалів. Вибрані матеріали і конструкція печі забезпечує енергозберігаючий режим роботи



Рисунок 5.1 – Електропід СНО-6.10.4/7.5 для підігріву і відпуску пластин

Для нагрівання пластин під гартування вибираємо соляну ванну.

Соляна електродна ванна являє собою металеву або керамічну ванну, наповнену сіллю, в яку опущені електронагрівачі. Частина ванни, в якій знаходяться електронагрівачі, відокремлена від робочої частини перегородкою. Ванна поміщена в корпус і прикрита зверху парасолькою. Для пуску ванни використовується спеціальний електронагрівач. Соляні ванни забезпечують швидкий і рівномірний розігрів виробів, які розміщені в розплавлену сіль. Вони застосовуються, зокрема, для нагрівання під загартування і відпустку інструментів.

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики

№ з/п	Технічні характеристики печі СНО-6.10.4/7,5	
1	Номінальна потужність, кВт	37 ± 5
2	Параметри електроживлення	3×380, 50 Гц
3	Максимальна температура в робочому просторі, ° С	750
4	Діапазон автоматичного регулювання температури, ° С	40...750
5	Розміри робочого простору, мм (ширина × довжина × висота)	600 × 1000 × 400
6	Розрахункові габаритні розміри, мм (ширина × довжина × висота)	1550 × 1850 × 2150
8	Висота від підлоги до пода печі, мм	150
7	Середовище в робочому просторі	Повітря
8	Стабільність регулювання температури в сталому режимі, ° С	5

переваги:

- швидший (в 4-5 разів) нагрів, в порівнянні з електричними і газонагрівальними печами;
- рівномірний нагрів всієї поверхні деталі;
- рівномірність температурів усьому розплаві з похибкою ± 1 ° С;
- можливість часткового нагріву під загартування (наприклад тільки робочу частину свердла або ударну частину зубила);
- при нагріванні деталі не окислюються;
- високі робочі температури: NaCl - 800 - 1100 ° С, BaCl₂ - до 1300 ° С

6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ФОРМОВОЧНИХ ПЛАСТИН ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ МАГНЕЗІЙНИХ ТА ШАМОТНИХ ВИРОБІВ

Одним із складних питань економіки ремонту обладнання є встановлення економічної доцільності аварійного або капітального ремонту деталі. Це питання стало особливо актуальним з тих пір, як за рахунок коштів аварійного ремонту підприємства отримали можливість купувати нові деталі в тих випадках, коли аварійний ремонт є нерентабельним.

На практиці таким нерентабельним ремонтом часто вважають ремонт, витрати на який дорівнюють вартості нової деталі або перевищують її.

У той же час результати такого зіставлення не можуть бути достатньою підставою для відмови від ремонту наявної деталі і придбання замість неї нової вже з тієї причини, що при цьому не враховуються неамортизована частина вартості знімається в цьому випадку з експлуатації машини, якщо вона не прослужила нормативного терміну, а також витрати на її демонтаж і витрати, пов'язані з монтажем і введенням в експлуатацію нової машини.

Тому головна задача цього розділу економічне обґрунтування ремонту зношеної деталі.

6.1. Технічне нормування операцій

Виконання розрахунку техніко-економічних параметрів починається з нормування виконаних робіт, переліку всіх операцій і визначення норм часу на кожну з них.

Для розрахунку заготівельних робіт по відновленню облицювальних пластин потрібно брати до уваги серійний характер виробництва, який впливає на структуру норми часу.

Для проектування ділянки по впровадженню цього техпроцесу необхідно:

- проаналізувати операції техпроцесу;
- встановити річну виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання та виробничу площу ділянки;
- встановити численність персоналу;

Норми часу на процес наплавлення валка представлені в табл. 6.1

Таблиця 6.1 – Технічне нормування операцій

№	Найменування операції	Норма часу, Н/год
1	Транспортування та встановлення деталі	0,2
2	Очищення деталі	0,35
3	Фрезерування деталі	0,3
4	Термообробка деталі	2,9
5	Шліфувальна обробка деталі	0,3
6	Вихідний контроль	0,1
7	Разом	4,15

Очищення деталі, шліфування та вихідний контроль можна проводити на одному робочому столі. Термообробка деталі та фрезерування проводиться на окремих робочих місцях. Тобто для виконання на ділянці повинно бути 3 робочих зони.

6.2 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення

На основі визначення норм часу з виготовлення виробу встановлена річна виробнича програма виробів в штуках $N = 100$ шт. Розрахунок виробничої програми ділянки наведено в (табл.6.2)

Таблиця 6.2 – Виробнича програма партій за рік

Найменування виробу	Норма часу на штуку, н/год	Виробнича програма	
		Штук	Норма-годин
Облицювальна пластина	4,15	1000	4150

6.3 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки

На даній виробничій ділянці двозмінний режим роботи при п'ятиденному робочому тижні – 40 годин. Тривалість робочої зміни 8 годин.

Номінальний фонд часу роботи обладнання для двозмінного режиму роботи прийнятий 4000 годин. Ефективний (дійсний) фонд часу роботи обладнання за рік визначається за формулою:

$$F_{\text{ном}} = (250 \text{ робочих днів} \cdot 8 \text{ часов в смене}) \cdot 2 \text{ смены} = 4000 \text{ год}$$

$$F_{\text{еф}}^{\text{об}} = F_{\text{ном}} \cdot (1 - K_{\text{в}}) = 4000 \cdot (1 - 0,07) = 3720 \text{ год} \quad (6.1)$$

де $F_{\text{ном}}$ – номінальний фонд часу роботи устаткування;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання,
 $K_{\text{в}} = 0,07$.

До складу основних фондів ділянки входять обладнання, будівлі, цінний інструмент і пристосування.

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою:

$$G_0 = \sum_{i=1}^m \cdot \frac{t_i \cdot N_i}{F_{\text{до}}}, \text{од.}, \quad (6.2)$$

де G_0 – розрахункова кількість обладнання, од.;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу на i -тої операції, н/год;

N_i – річна виробнича програма i -того виробу, од.;

$F_{\text{до}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Прийнята кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини ($G_{\text{по}}$).

Коефіцієнт завантаженості обладнання:

$$K_z = \frac{G_o}{G_{po}} \quad (6.3)$$

де $G_{\text{по}}$ – прийнята кількість обладнання, од.

Необхідну кількість столів для очищення, контролю та шліфування розраховуємо за формулою 5.2:

$$G_0 = \frac{0,75 \cdot 1000}{3720} = 0,21$$

Прийняту кількість столів для контролю визначаємо округлення до цілої величини $G_0 = 1$ шт.

Коефіцієнт завантаженості обладнання розраховуємо за формулою 6.3:

$$K_{3H} = \frac{0,21}{1} = 0,21$$

Необхідну кількість фрезерних верстатів розраховуємо за формулою 6.2:

$$G_o = \frac{0,3 \cdot 1000}{3720} = 0,08 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість токарних верстатів $G_{po} \approx 1$ од.

Коефіцієнт завантаженості обладнання розраховуємо за формулою 6.3:

$$K_{3c} = \frac{0,08}{1} = 0,08$$

Необхідну кількість печей для термообробки розраховуємо за формулою 6.2:

$$G_o = \frac{2,9 \cdot 1000}{3720} = 0,56 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість установок $G_{po} \approx 1$ од.

Коефіцієнт завантаженості обладнання розраховуємо за формулою 6.3:

$$K_{3d} = \frac{0,77}{1} = 0,56$$

Розрахунки по використанню обладнанню занесено у таблицю 6.3

Таблиця 6.3 – Розрахунок кількості обладнання і його завантаження

Найменування обладнання	Кількість обладнання		Коэф. заванта ження
	Розраховане	Прийняте	
Стіл для очищення та шліфування	0,21	1	0,21
Фрезерний станок	0,08	1	0,08
Піч для термообробки	0,77	1	0,56
Загалом	1,06	3	0,85

Для здійснення транспортних операцій на ділянці встановлюється кран-балка.

6. 4 Розрахунок чисельності персоналу ділянки

Чисельність основних виробничих робітників ділянки на нормованих роботах, розраховується за операціями за розрядами і професіями. розраховується за формулою 6.4:

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot N_i}{F_{\text{д.р.}} \cdot K_{\text{в.н.}}}, \text{чол} \quad (6.4)$$

де R_0 – чисельність основних виробничих робітників, чол.;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу для i -тої операції, н/год;

$F_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу роботи одного робітника, год;

$K_{в.н.}$ – Коефіцієнт виконання норм виробітку ($K_{в.н.} = 1,05$).

Дійсний річний фонд часу одного робітника визначається за формулою:

$$F_{д.р.} = F_{ном} \cdot (1 - h), \text{ год} \quad (6.5)$$

де h – планований коефіцієнт не виходів робітників на роботу (0,12÷0,15).

$$F_{д.р.} = 2000 \cdot (1 - 0,15) = 1700 \text{ год.}$$

Кількість працівників для очистки, шліфування та контролю деталі, знаходимо за формулою 6.6:

$$R_0 = \frac{0,75 \cdot 1000}{1700 \cdot 1,05} = 0,42$$

Приймаємо кількість працівників для очистки та контролю ≈ 1 особа.

Кількість працівників для термічної обробки, знаходимо за формулою 5.6:

$$R_0 = \frac{2,9 \cdot 1000}{1700 \cdot 1,05} = 1,16$$

Приймаємо кількість працівників для токарної обробки ≈ 1 особу.

Кількість працівників для фрезерних робіт, знаходимо за формулою :

$$R_0 = \frac{0,3 \cdot 100}{1700 \cdot 1,05} = 0,17$$

Приймаємо кількість працівників для зварювальних робіт ≈ 1 особу.

Чисельність допоміжних робітників за професіями розраховується за нормами обслуговування або по робочих місцях.

Таблиця 6.4 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність працівників, чол.	за розрядами		В т.ч. за змінами	
		4	5	I	II
1. Основні працівники					
- Контролер	2		2	1	1
- Фрезерувальник	2	2		1	1
- Терміст	2	2		1	1
Всього	6	4	2	3	3
2. Допоміжні прац.					
- Електрик	2	2		1	1
Всього	2	2		1	1
3. Керівників і спец.					
- Майстер	1			1	
- Технолог	1			1	
Усього	2			2	
Разом	10	6	2	6	4

Чисельність керівників і спеціалістів (майстер і інженер - технолог) на ділянці розраховується згідно структури управління. Загальна чисельність персоналу ділянки викладена в таблиці 6.4.

6.5 Планування витрат на виробництво

Вартість основних та допоміжних матеріалів розрахуємо відповідно до витості на виріб і цін на матеріали. Складемо калькуляцію собівартості продукції.

6.6.1 Матеріальні витрати

Вартість основних і додаткових матеріалів розраховується на основі норм використання і цін. Крім того необхідно врахувати транспортно-заготівельні витрати (5-7% від вартості матеріалів).

Таблиця 6.5 – Собівартість зношених деталей

Найменування вироба	Кількість у виробі, одиниць	Вартість за одиницю, грн	Річна кількість	Річна вартість з урахуванням транспортно витрат, грн.
Облицювальна пластина	1	360	100	36000

Транспортні витрати скрадають в межах 2% від їх вартості:

$$36000 \cdot 0,02 = 720 \text{ (грн.)}$$

6.6.2 Вартість основних засобів

Вартість основних засобів передбачає наступні розрахунки:

- Вартість будівель визначається на основі розрахованої площі та вартості 1 м² будівель (300-500 грн за м²);
- Вартість споруд становить 5% вартості будівель;
- Вартість обладнання (наведена в табл.6.5.2 з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу (10 ÷ 15%);
- Вартість цінних інструментів, пристосувань та інвентарю (3 ÷ 5% балансової вартості обладнання);
- Вартість транспортних засобів - 3% балансової вартості обладнання.

Розрахунок вартості устаткування наведено в (табл. 6.6)

Таблиця 6.6 – Розрахунок вартості обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн	Кількість , одиниць	Балансова вартість, грн
Стіл для контролю	8150	1	8150
Шліфувальний верстат	28200	1	28200
Фрезерувальний верстат	378000	1	378000
Піч для термообробки	278000	1	78400
Всього			492750

Розрахунок вартості основних виробничих фондів, амортизаційних відрахувань, структури основних фондів наведено в табл. 6.7

Таблиця 6.7 – Вартість основних засобів

Найменування основних засобів	Балансова вартість, грн	Структура, %	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, грн.
Будівлі	226000	32,57	8	18080
Споруди	5800	0,83	8	464
Обладнання	453150	65,3	20	90630
Інструменти, прилади, інвентар	8920	1,29	40	3568
Усього	693870	100		112742

6.6.3 Фонд оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, утворює фонд оплати праці. Фонд заробітної плати розраховується за прийнятими формами і системами оплати праці. Оплата праці основних робітників здійснюється за відрядною формою оплати праці; допоміжних робітників за погодинною формою, керівників і фахівців з окладною формами оплати праці.

Планувальні доплати і премії для робітників складають 50 ÷ 60% від основної заробітної плати. Премії з прибутку становлять 15% до основної плати для робітників і 50÷60% для керівників і фахівців.

Таблиця 6.8– Розрахунок розцінок по операціям

Найменування операції	Норма часу, н/годин	Разряд робіт	Часова тарифна ставка, грн	Розцінка, грн.
Терміст	2,9	5	55	159,5
Фрезерувальник	0,6	4	45	27
Контролер	0,1	5	40	4
Всього	1,35	-	-	190,5

Фонд оплати праці зводиться в табл. 6.9

Таблиця 6.9 – Фонд оплати праці

Категорії персоналу	Чисельність персоналу, осіб	Середня заробітна плата за місяць, грн	Премії 45% прибутку, грн	Річний фонд, грн
Основні робітники	6	7800	3510	814320
Допоміжні робітники	2	5400	2340	180960
Керівники	1	6000	2700	104400
Спеціалісти	1	5500	1114	79368
Всього	10	24200	10890	1179048

6.6.4 Розрахунок річної собівартості виробу

Собівартість річного випуску продукції визначається усіма витратами ділянки протягом року за такими статтями прямим і непрямими витратами.

а) Прямі витрати:

1. Матеріали для відновлення деталі – 36720 грн.
2. Основна заробітна плата основних робітників – 19050 грн.
3. Додаткова заробітна плата основних робітників – 8572,5 грн.
4. Відрахування на соціальне страхування від фонду оплати праці основних робітників (22%) – 6076,96 грн.

б) Непрямі витрати:

1. Витрати на утримання та експлуатацію устаткування (ВУЕУ);

Витрати на утримання і експлуатацію устаткування визначаємо за даними базового підприємства ВУЕУ приймаємо 400% від тарифної заробітної плати основних робочих:

$$\text{ВУЕУ} = Z_{\text{осн.р}} \cdot \frac{400}{100} = 19050 \cdot 4 = 76200 \text{ грн.}$$

$$\text{ВУЕУ}_{\text{од}} = \frac{76200}{100} = 762 \text{ грн.}$$

2. Загальновиробничі витрати:

Загальновиробничі витрати визначаємо за даними базового підприємства ЗВР приймаємо 300% від тарифної заробітної плати основних робочих:

$$\text{ЗВР} = Z_{\text{осн.р}} \cdot \frac{300}{100} = 19050 \cdot 3 = 57150 \text{ грн.}$$

$$\text{ЗВР}_{\text{од}} = \frac{57150}{100} = 571,5 \text{ грн.}$$

3. Вартість силової електроенергії розраховується за формулою:

$$E_s = C \cdot F_{\text{до}} \cdot W \cdot K_3 \cdot K_s$$

Де C – ціна 1 кВт електроенергії, грн;

$F_{до}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

W – потужність всього устаткування ділянки, кВт/год;

K_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

K_5 – коефіцієнт попиту, які враховує витрати електроенергії в мережах ($K_5 = 0,8$).

$$E_s = 2,75 \cdot 3720 \cdot 110 \cdot 0,056 \cdot 0,8 = 50413,44 \text{ грн}$$

Дані розрахунку калькуляції собівартості продукції зведені у таблиці

Таблиця 6.10 - Калькуляція виробничої собівартості ремонтних робіт

Статті витрат	Витрати	
	всього витрат, грн	на одиницю, грн
1. Матеріали для відновлення деталі	36720	367,2
2. Основна заробітна плата основних робітників	19050	190,5
3. Додаткова заробітна плата основних робітників	8572,5	85,73
4. Відрахування на соціальне страхування	6076,96	60,77
5. Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	76200	762
6. Загальновиробничі витрати	57150	571,5
7. Вартість електроенергії	50413,4	504,13
10. Собівартість виробнича	254182,86	2541,83

6.6 Розрахунок економічного ефекту

Порівняльна економічна ефективність полягає у визначенні найбільш доцільного варіанта рішення господарської задачі. Показниками порівняльної економічної ефективності є: сума зведених витрат, сума ефекту за розрахунковий рік.

Показник зведених витрат:

$$З = C_i + E_n \cdot K_i \quad (6.7)$$

де C_i – поточні витрати (повна собівартість) по i -тому варіанту, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних витрат ($E_n = 0,15$);

K_i – капітальні вкладення по i -тому варіанту, грн.

Економічний ефект за розрахунковий рік:

$$E = (З_1 - З_2) \cdot N_i \quad (6.8)$$

$$З_1 = 2820 + 0,15 \cdot \left(\frac{693870}{1000} \right) = 2924,1 \text{ грн}$$

$$З_2 = 2541,83 + 0,15 \cdot \left(\frac{693870}{100} \right) = 2645,9 \text{ грн}$$

Економічний ефект за розрахунковий рік знаходимо за формулою 6.8:

$$E = (2924,1 - 2645,9) \cdot 1000 = 382\,270 \text{ грн.}$$

6.7 Ефективність і результативність

Оцінку ефективності та результативності діяльності можна здійснити за показниками:

- 1) Річний випуск виробів.
 - У натуральному вимірі, одиниць;
 - По трудомісткості, нормо-годин;
 - У грошовому вимірі, грн.;
 - 2) Виробнича площа ділянки, м².
 - 3) Вартість основних засобів, грн.
 - 4) Спискова чисельність персоналу усього, осіб.
- У тому числі:
- Основні робочі;
 - Допоміжні робочі;
 - Керівники та фахівці;
- 5) Фонд оплати праці, грн.
 - 6) Середня заробітна плата за місяць, грн.
 - 7) Продуктивність праці одного працівника:

$$\text{ПП} = \frac{C_{\text{п}}}{R} = \frac{162546,84}{10} = 16254,68 \frac{\text{грн}}{\text{чол}} \quad (6.9)$$

де $C_{\text{п}}$ – повна собівартість виробів за рік, грн.;

R – чисельність персоналу, осіб.

8) Фондовіддача

$$f = \frac{C_{\text{п}}}{\Phi_{\text{осн}}} = \frac{254182,86}{693870} = 0,36 \frac{\text{грн}}{\text{грн}} \quad (6.10)$$

де $\Phi_{\text{осн}}$ – основний капітал, грн.

$C_{\text{п}}$ – повна собівартість виробу за рік, грн;

9) Фондомісткість

$$f' = \frac{\Phi_{\text{осн}}}{C_{\text{п}}} = \frac{693870}{254182,86} = 2,8 \frac{\text{грн}}{\text{грн}} \quad (6.11)$$

10) Коефіцієнт завантаження обладнання.

11) Собівартість одиниці продукції, грн..

Показники ефективності та результативності діяльності виробничої дільниці наведені в таблиці 6.11.

Таблиця 6.11– Показники ефективності та результативності

Найменування показника	Значення показника
1. Річний випуск виробів	
- У натуральному вимірі, одиниць	1000
- По трудомісткості, нормо-годин	4150
- У грошовому вимірі, грн	254182,86
2. Виробнича площа дільниці, м ²	216
3. Вартість основних засобів, грн	693870
4. Чисельність робочого персоналу, осіб	10
- основні робочі	6
- допоміжні робочі	2
- керівники, спеціалісти	2
5. Фонд оплати праці, грн	421080
6. Середня заробітна плата за місяць, грн	5848

Продовження таблиці 6.11

7. Продуктивність праці одного працівника, грн/осіб	16254,68
8. Фондовіддача	0,36
9. Коефіцієнт завантаження обладнання.	0,85
10. Фондомісткість	2,8
11. Собівартість одиниці продукції, грн	2541,83
12. Економічний ефект за розрахунковий рік.	278200

Висновки розрахунку економічного ефекту

Головною задачею даного розрахунку є встановлення економічної доцільності капітального ремонту деталі. Для цього необхідно порівняти витрати на ремонт, його собівартість з купівлею нової деталі.

Виробнича собівартість відновлення деталі складає 2541,83 грн. Ціна готової формувальної пластини для прес-форми складає 2820 грн. Виходячи з показників економічної ефективності на одній пластині економія складає 278,2 грн. Економічний ефект за розрахунковий рік, а це відновлення 100 деталей складе 278200 грн.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В ПЕРІОД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

У розділі надані основні заходи з охорони праці при розробці та дослідженні технології зміцнення деталей прес-форм для пресування вогнетривких магнезійних виробів.

7.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Можливість ураження електричним струмом при виконанні дослідницьких робіт в наслідок порушення правил електробезпеки, зокрема, відсутність захисного заземлення, частково оголені дроти, що можуть привести до електричних травм або летальних наслідків.

б) Незадовільна організація робочого місця, що може бути пов'язана з недостатнім врахуванням вимог ергономіки, зокрема з нераціональним розташуванням технологічного обладнання та захаращеністю робочої зони.

в) Можливість отримання механічних травм, внаслідок порушення правил охорони праці або не використання індивідуальних захисних засобів.

г) Небезпеки, які пов'язані з термообробкою деталі, зокрема: термічні опіки.

д) Небезпеки, які пов'язані з дослідженням мікроструктури металу з використанням хімічних реагентів, що підвищує ймовірність отримання хімічних опіків при травленні.

е) Незадовільне освітлення виробничих зон в лабораторному приміщенні, внаслідок виходу з ладу або забрудненості освітлювальних приладів, що може призвести до погіршення зору або механічних травм.

є) Небезпеки, які пов'язані з повітряним середовищем в лабораторному приміщенні. Причинами цього є незадовільна робота системи опалення й

кондиціювання, що може привести до зниження працездатності й захворювань дихальних шляхів.

ж) Небезпеки, які пов'язані з можливістю загорання в лабораторному приміщенні, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, порушень технологічного процесу, що може призвести до пожежі.

з) Небезпеки, пов'язані з умовами праці в надзвичайних ситуаціях. Причинами можуть бути неузгодженість дій персоналу або неправильні дії керівництва, що може привести до важких травм, летальних наслідків і масштабних руйнувань.

7.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) Для виключення поразки електричним струмом електроустаткування повинне відповідати ДСТУ 12.1.019-79 «Система стандартів безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» і ПУЭ-20013 «Експлуатація електроустаткування і електроустановок» повинна проводитися відповідно «Правил технической эксплуатации электроустановок» (ПТЭ), «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» і «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Згідно ДСТУ 12.1.019-79 електробезпека повинна забезпечуватися:

- конструкцією електроустановок;
- засобами захисту працюючих;
- організаційними заходами.

Електроустановки і їх частини мають бути виконані так, щоб працюючі не піддавалися небезпечним і шкідливим діям електричного струму і електромагнітних полів, і відповідати вимогам електробезпеки.

Для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин необхідно застосовувати наступні способи і засоби:

- захисні огорожування (тимчасові або стаціонарні);
- безпечне розташування струмоведучих частин;
- ізоляцію струмоведучих частин (робочу, додаткову, посилену, подвійну) згідно ДСТУ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- безпечна напруга (не більше 42 В);
- захисне відключення згідно ДСТУ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- попереджувальну сигналізацію, блокування, знаки безпеки.

Для забезпечення захисту від поразки електричним струмом при дотику до металевих не струмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції, застосовують наступні способи:

- захисне заземлення, занулення згідно ПУЕ-20013;
- захисне відключення;
- ізоляцію не струмоведучих частин згідно ДСТУ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- електричне розділення мережі;
- безпечна напруга (не більше 42 В);
- контроль опору ізоляції;
- компенсація струмів замикання на землю;

Технічні способи і засоби застосовують окремо або в поєднанні один з одним так, щоб забезпечувався оптимальний захист.

Перед початком роботи проводиться перевірка усіх систем:

- перевіряється на холостому ході правильність включення операцій усіма механізмами установки і справність пульта управління;

- перевіряється цілісність і надійність ізоляції і заземлення установок і пульта управління;

- перевіряється стан контактних поверхонь.

б) Для планування робочого місця, передбачене проведення організації робочого місця відповідно до вимог стандартів, технічних умов і врахування ергономіки інших лабораторій які працюють в схожих умовах. А саме необхідно врахувати для організації робочого місця:

- робоча поза;

- конфігурація та спосіб розміщення панелей індикаторів та органів управління;

- потреба в огляді робочого місця;

- необхідність використання робочої поверхні для писання або інших робіт, установлення телефонних апаратів, іншої техніки, допоміжних засобів;

- простір для ніг та стоп при роботі сидячи.

Конструктивне рішення щодо організації робочого місця обов'язково має забезпечити оптимальність усіх зон досяжності моторного та інформаційного полів. Під інформаційним полем розуміють простір робочого місця з розміщеними засобами відображення інформації та іншими джерелами інформації, якими користується людина в процесі праці.

Обов'язкове дотримання чистоти і порядку на робочому місці.

в) Для уникнення механічних травм є продумана з точки зору безпеки технологія фрезерування та шліфування, правильне оснащення робочих місць і дотримання працівниками правил охорони праці.

Відстань між устаткуванням повинна відповідати нормативним документам і забезпечує безпечну роботу на установках. При розробці планування необхідно передбачати організацію проходів, ширина яких повинна складати не менше 1 м, що забезпечує вільний доступ до усіх робочих місць. Розташування і конструкція вузлів і механізмів зварювального устаткування повинні забезпечувати безпечний і зручний доступ до них. Усі частини, що обертаються, представляють небезпеку

травмування, слід захищати. Ізоляція струмопровідних мереж повинна бути подвійно. Захисні конструкції, мають бути досить міцними і надійно закріпленими.

Робітники повинні бути забезпечені 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, щітки захисні або окуляри.

Отримання механічних травм найчастіше відбувається внаслідок захламленості робочої ділянки та порушень правил експлуатації машин та механізмів на робочій ділянці. 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».

г) Для запобігання термічного ураження, необхідно забезпечити захисним одягом працівників, спеціально обладнаними ширмами з важко займистих речовин. Для захисту від опіків внаслідок доторкання до нагрітих поверхонь печі деталей забезпечення нормальних умов праці передбачено комплектування працівників ділянки одягом спеціальної для захисту від підвищених температур типу БТ по ДСТ - 12.4.045 - 87 «Система стандартів безпеки труда. Костюмы мужские для защиты от повышенных температур. Технические условия», спеціальним шкіряним взуттям для захисту від підвищених температур по ДСТ 12.4.032 - 77 «Обувь специальная кожаная для защиты от повышенных температур. Технические условия», спеціальними рукавицями типу Тр по ДСТ 12.4.010-75 «Система стандартів безпеки труда».

д) Для запобігання отримань хімічних опіків при травленні, необхідно забезпечити халат ГОСТ 12.4.132-83, окулярами, гумовими печатками ГОСТ 12.4.010-75 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия»,. Всі хімічні речовини після використання повинні бути закриті і знаходитись в спеціально обладтованих місцях.

При роботі з мікроскопом МИМ – 8, необхідно заміну лампи в освітлювачі мікроскопа змінювати тільки при відключенні від електричної мережі. Щоб уникнути опіку шкіри рук про колбу лампи або контактні пластини патрона заміну лампи слід проводити через 15 - 20 хв після її перегорання.

Після роботи на мікроскопі з освітлювачем необхідно відключити його від мережі.

Не рекомендується залишати без нагляду включений в мережу мікроскоп.

7.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії й гігієни праці

е) Для забезпечення нормованого освітлення виробничих зон в лабораторному приміщенні, необхідне проектування природного і штучного освітлення здійснюється з урахуванням особливості технологій і габаритів лабораторії. У приміщеннях з висотою 4 м природне освітлення - верхнє природне, штучне освітлення - система загального освітлення, при цьому світильники вбудовані в стелю.

Для освітлення використовуємо люмінесцентні лампи, які, незважаючи на свої недоліки, мають ряд переваг :

- значна світловидатність (у 5-7 разів більше ламп розжарювання);
- великий термін служби (6000-14000 годин).

Заходи забезпечують рівень освітлення не менше 300 лк.

є) Заходи щодо забезпечення санітарних норм мікроклімату розробляються відповідно до вимог ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного середовища в приміщенні, які вказані в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Оптимальні параметри повітряного середовища

Період року	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний	18-22	40-60	0,1-0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1-0,4

передбачено, в теплий період року устрій штучної механічної загальнообмінної вентиляції або кондиціонування, а в холодний період року устрій систем водяного або електричного опалення, відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях приведені в таблиці 6.2.

Таблиця 7.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях.

Молибден, мг/м ³	Окис вуглецю, мг/м ³	Окис заліза, мг/м ³	Хромовий ангідрид, мг/м ³
2	20	4	0,01

Для зменшення концентрації шкідливих речовин на робочих місцях до гранично допустимих, застосовані місцеві відсмоктування (витяжні панелі і фільтровитяжні агрегати, витяжні шафи та ін.) згідно СНиП 2.04.05-91 «Строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці для дослідницької лабораторії, обладнаного ПК з ВДТ розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. за № 472/25249, ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» і НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Розрахунок нормальних параметрів повітряного середовища у дослідницької лабораторії без виділення шкідливих речовин методом природної вентиляції:

Продуктивність природної вентиляції (приплив або витяжка повітря):

$$L = K \cdot V_n, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (7.1)$$

де K – кратність повітрообміну (відповідно до галузевих норм кратність повітрообміну в лабораторії становить $K = 2$)

V_n - об'єм приміщення, м^3 .

Яку кількість зовнішнього повітря при використанні природної вентиляції необхідно подати в цех.

Таблиця 7.3

Площа лабораторії, м^2	216
Висота лабораторії, м	4

$$V_n = S \cdot H; \quad (6.2)$$

$$V_n = 216 \cdot 4 = 864 \text{ м}^3;$$

$$L = 2 \cdot 864 = 1728 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Необхідний повітрообмін в приміщенні, де не виділяється надлишкове тепло, розраховується за формулою:

$$L = l \cdot n, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (73)$$

де l – мінімальна подача повітря на одного працівника, відповідно до санітарних норм (при об'ємі приміщення, що припадає на одного працівника, до $20 \text{ м}^3 - l = 30 \text{ м}^3/\text{год}$, при об'ємі більше $20 \text{ м}^3 - l = 20 \text{ м}^3/\text{год}$);

n – кількість працівників у приміщенні

Таблиця 7.4

Розмір приміщення, м	18×12×4
Кількість працівників, чол.	3

V_n на одного працівника 864 м^3 ;

$$l = 20 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$L = 20 \cdot 3 = 60 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Кількість зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового

$$L = \frac{Q}{C \cdot \gamma \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}})} = \frac{18900}{1 \cdot 1,17 \cdot (30 - 27)} = 3705 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (6.4)$$

де Q – загальна кількість тепловиділення (без урахування втрат) у приміщенні, яка дорівнює 18900 кДж/год ;

C – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$;

γ – густина зовнішнього повітря.

$$\gamma = \frac{353}{(273 + t_{\text{зовн}})} = \frac{353}{(273 + 27)} = 1,18 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (6.5)$$

Розраховувати кількість зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового тепла у виробничому приміщенні в теплий період року.

7.4 Заходи з пожежної безпеки

ж) Для запобігання небезпек, які пов'язані з можливістю загорання в лабораторному приміщенні, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, необхідно провести комплекс протипожежних заходів для дослідницької лабораторії, обладнаного ПК з ВДТ розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у дослідницької лабораторіїобладнаному ПК з ВДТ:

- згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT) у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класів – А (що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В);

- відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою», воно належить до категорії «Д» з пожежної безпеки – простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнане ПК з ВДТ належить до категорії «Д» з пожежної безпеки, тому відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – вхідні двері. Згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания», відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується.

Обладнання, силові та освітленні мережі приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з ВДТ відповідають вимогам пожежної безпеки, оскільки виконані відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», та мають ступінь захисту ізоляції обладнання IP44 яка відповідає класу пожежанебезпечної зони П-Па до якої належить приміщення.

З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ передбачені наступні протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1 «ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникло коротке замикання.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) що обладнане ПК з ВДТ має площу 39 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників»,

«Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник с величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника – ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

7.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

3) Для запобігання небезпек які пов'язані з умовами праці в надзвичайних ситуаціях. Необхідно забезпечити сховища, протирадіаційні укриття, швидкокомтовані захисні споруди цивільного захисту.

Сховище - це герметична споруда, призначена для захисту людей, в якому протягом певного часу - 2-3 діб, створюються умови, що виключають вплив небезпечних факторів, що виникли внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних дій або терористичних актів.

Протирадіаційне укриття - це негерметична споруда, призначена для захисту людей, в якому створюються умови, що виключають вплив іонізуючого опромінення при радіоактивному забрудненні місцевості.

В швидкокомтованих захисних спорудах цивільного захисту, найпростіших укриттях і спорудах подвійного призначення - ховається населення категорійних міст, яке не підлягає евакуації в безпечне місце або в інші населені пункти.

Для вирішення питань укриття населення в захисних спорудах створюється фонд захисних споруд. Цей фонд створюється завчасно Державною службою України з надзвичайних ситуацій, місцевими державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування та об'єктами господарської діяльності.

Порядок створення та утримання фонду захисних споруд, а також його облік визначається Кабінетом Міністрів України.

Проектування, будівництво, обладнання та розміщення захисних споруд та об'єктів подвійного призначення здійснюються за нормами, розробленими відповідно до Закону України «Про будівельні норми».

Вимоги до змісту і експлуатації захисних споруд визначаються Державною службою України з надзвичайних ситуацій.

Зміст захисних споруд здійснюється об'єктами господарської діяльності, на балансі яких вони знаходяться, за рахунок власних коштів.

Якщо одна захисна споруда використовується декількома об'єктами господарської діяльності, в цьому випадку в його змісті беруть участь всі сторони, згідно укладених між ними договорів.

З моменту виключення захисної споруди з фонду захисних споруд воно втрачає статус захисної споруди цивільного захисту.

Захисні споруди цивільного захисту, що знаходяться в державній та комунальній власності, не підлягають приватизації або відчуженню.

Захисні споруди цивільного захисту можуть використовуватися в мирний час для господарських, культурних та побутових потреб у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України.

Тому вони можуть передаватися в оренду, із збереженням їх цільового призначення, за винятком, захисних споруд, що знаходяться в постійній готовності, а саме:

- в яких розташовані пункти управління;
- призначених для укриття працівників об'єктів, що мають виробництво підвищеної небезпеки;

- розташованих в зонах ймовірного радіоактивного зараження атомних електростанцій і призначених для укриття населення при радіаційних аваріях.

Особливості оренди захисних споруд визначаються типовим договором оренди, який затверджується Кабінетом Міністрів України.

ВИСНОВКИ

Пластини прес-форм є одними з основних деталей для напівсухого пресування вогнетривких виробів. Вони експлуатуються в умовах абразивного зношування і термін їх служби складає кілька тижнів.

Аналіз конструктивних особливостей цих деталей з метою оцінки можливості застосування методів їх зміцнення показав, що ці деталі можна зміцнити шляхом гартування на переважно аустенітну структуру (90% аустеніт), з подальшим відпуском 450 °С, що дасть можливість утворитись мартенситу деформації.

В результаті утворення в поверхневому шарі металу мартенситу деформації під впливом абразивних зерен в процесі зношування відбуваються значні зміни властивостей тонкої структури. Перетворення аустеніт → мартенсит.

За рахунок відпуску загартованих сталей типу X12 можна підвищити ударну в'язкість в декілька разів по відношенню до традиційних технологій.

Мікротвердість поверхні тертя і зносостійкість падають незначно. Але особливістю такої технології є те, що перед відпуском в структурі сталей повинно бути значно більше залишкового аустеніту. Це досягається підвищенням температури гартування.

Проведено аналіз механізмів абразивного зношування та сучасного стану цієї проблеми.

Розроблено методику випробувань сплавів на абразивне зношування з урахуванням умов роботи облицювальних пластин прес-форм вогнетривкого виробництва.

Розроблено технологію виготовлення натурних облицювань прес-форм з сталей типу X12, які володіють підвищеною експлуатаційною надійністю.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Украинская ассоциация сталеплавильщиков / статья «Технология производства периклазовых огнеупоров». Электронный ресурс <http://uas.su/books/refractory/431/razdel431.php>.
2. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию. – М.: Машиностроение, 1976. – 271 с.
3. Марки стали и сплавы / Сталь инструментальная / Сталь марки Х12Ф1 Электронный ресурс http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/sti/X12F1
4. Костин, Н.А., Восстановление работоспособности молотовых штампов с последующим цианированием. 2011. СПб. Ч1.с. 172 – 175
5. Kassim S. Al-Rubaie. Equivalent hardness concept and two-body abrasion of iron-base alloys // Wear. - 2000. - V.243. - 1-2. - P.92-100.
6. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
7. Коттрел А.Х. Дислокации и пластическое течение в кристаллах: Пер. с англ. - М.: Металлургиздат, 1958. - 264 с.
8. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1970. – 251 с.
9. Попов С.М. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні.: Навчальний посібник / С.М. Попов, Д.А. Антонюк В.В. Нетребко. – Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010. – 368
10. Виноградов В.Н., Сорокин Г.Н., Доценко В.А. Абразивное изнашивание бурильного инструмента. – М.: Недра, 1980. – 206 с.
11. Кащеев В.Н. Абразивное разрушение твердых тел. – М.: Наука, 1970.– 248 с.
12. Филиппов М.А., Литвинов В.С., Немировский Ю.Р. Стали с метастабильным аустенитом. – М.: Металлургия, 1988. – 256 с.

13. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. – Киев.: Техника, 1970. – 396 с.
14. Долговечность оборудования огнеупорного производства / Попов В.С., Брыков Н.Н., Дмитриченко Н.С., Приступа П.Г. – М.: Металлургия, 1978. – 232 с.
15. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин. / Под. ред. В.С. Попова. – Запорожье.: Изд-во ОАО «Мотор Сич», 2000. – 394 с.
16. Филиппов М.А., Литвинов В.С., Немировский Ю.Р. Стали с метастабильным аустенитом. – М.: Металлургия, 1988. – 256 с.
17. Сударев А.В. Совершенствование технологии дуговой наплавки крупногабаритных деталей из закаливающихся сталей [Текст] / А.В.Сударев // Сварка и диагностика. – М., 2009. - №1. – С. 26-27

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Кузьма	<i>[Signature]</i>	10.12.18
Перевір.	Андрущенко	<i>[Signature]</i>	10.12.18
Н. контр.	Нетребко	<i>[Signature]</i>	
Листів 4		Лист 1	

ГКІО 0375.18 000

ДП

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

[Signature]
[Signature]

Нормоконтроль: В.В. Нетребко

Дата

Впровадження у виробництво

Акт № _____ Дата _____

Зав. кафедрою ОТЗВ: Овчинніков О.В.

Дата 20.12.2018

Комплект документів

відповідає

ТД

[illegible]

