

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 7

«Вибір та дослідження матеріалів для наплавлення робочих поверхонь
штампотримачів, які працюють в умовах ковзання метал по металу з
прошарком абразиву»

з дисципліни «Матеріали для наплавлення та напилення» для
студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 7
«Вибір та дослідження матеріалів для наплавлення робочих поверхонь
штампотримачів, які працюють в умовах ковзання метал по металу з
прошарком абразиву» з дисципліни «Матеріали для наплавлення та
напилення» для студентів освітньої програми «Відновлення та
підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання
/ Укл.: М.І. Андрущенко, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 18
с.

Укладачі: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент
О.Є. Капустян, старш. викл.;

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 4 від 25.10.2018

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 3 від 13.11.2018

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
2.1 Аналіз конструкції та умов експлуатації штампотримачів прес-форм для пресування силікатної цегли	4
2.2 Зальний аналіз матеріалів , які потенційно можуть бути використані для наплавлення робочих поверхонь штампотримачів	11
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	13
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ.....	14
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	15
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ	15
7 ЗМІСТ ЗВІТУ.....	16
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	17

1 МЕТА РОБОТИ

Засвоїти принципи вибору та дослідження матеріалів для наплавлення робочих поверхонь штампотримачів, які працюють в умовах ковзання метал по металу з прошарком абразиву.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Аналіз конструкції та умов експлуатації штампотримачів прес-форм для пресування силікатної цегли

Ефективність роботи обладнання багато в чому залежить від технологічних перерв та зупинок на плановий або аварійний ремонт, а також від матеріальних затрат на ремонтні роботи. Частіш за все необхідність ремонту деталей, або обладнання обумовлена зносом робочих поверхонь. Одним із поширених видів зношування, на ряду з абразивним є тертя метал по металу з прошарком абразиву. Прикладом деталей які працюють в таких умовах є поверхонь штампотримачі прес-форм для пресування силікатної цегли.

Відомо, що вибір оптимального матеріалу для відновлення деталі і його необхідного структурного стану, може бути виконаний на основі достатньо повних знань про особливості, умови і характер зношування робочих поверхонь деталі. Тому слід більш детально розглянути умови експлуатації штампотримачів прес-форм для пресування силікатної цегли.

Цей вид будівельних матеріалів знайшов своє широке застосування в цивільному і промисловому будівництві. Серед переваг силікатної цегли можна виділити її морозостійкість, високі звукоізоляційні характеристики (її можна використовувати при будівництві міжквартирних і міжкімнатних перегородок). По міцності силікатну цеглу можна порівняти з натуральним каменем.

Силікатна цегла вважається екологічно чистим будівельним матеріалом, оскільки складається тільки з натуральної сировини. Основною сировиною для виробництва силікатних виробів є кварцовий пісок, кальцієве повітряне вапно і вода. Кварцовий пісок у виробництві силікатних виробів застосовують немеленим, або у

вигляді суміші немеленого і тонкомолотого, а також грубомолотого з вмістом кремнезему не менше 70 %. Як правило здійснюється просів піску з метою видалення домішок, оскільки вони негативно впливають на якість виробу.

Виробництво силікатної цегли, як і будь-який інший виробничий процес, розпочинається з підготовки і попередньої обробки усіх компонентів сировини. Підготовка силікатної маси для виготовлення цегли розпочинається з дозування компонентів, які потім увійдуть до складу сировини. На кожному з підприємств по виробництву силікатної цегли відсоток вмісту вапна в суміші встановлюють розрахунковим шляхом та зазвичай його доля складає близько 68 %.

Для остаточного приготування суміші використовується вода, яка завершує реакцію гасіння вапна і допомагає сформувати силікатну суміш, достатньо пластичну для легкого формування готових виробів. Визначити точну кількість води допоможе показник вологості піску. Його заміряють в лабораторних умовах.

Наступний етап виробництва цегли - формування цеглини-сирцю на пресах. Це, як правило, преси револьверного типу СМС-152, 294 (рисунок 2.1), 816 і інші.

Преси револьверного типу характеризуються періодичним обертанням столу і одностороннім одноступінчастим пресуванням. По суті такий прес є трипозиційним револьверним напіваавтоматом. У одній позиції робиться наповнення сировинною сумішшю прес-форми, в другій - формування цеглини пресуванням і в третій - виштовхування двох сформованих цеглин.

Після закінчення процесу пресування сирець поступає для проходження тепло-вологої обробки в автоклав. У автоклав поміщають автоклавні вагонетки з цеглою-сирцем. Щільно закривають кришки і плавно впродовж 2,5 годин підвищують тиск водяної пари до 0,8 - 1,2 МПа, при цьому температура досягає +170 +190°C. Тиск підтримується впродовж 7 годин. Після цього його знижують до атмосферного впродовж 1,5 годин і відкривають кришку. Другого кінця прохідного автоклава. Загальний час витримки складає близько 12 годин. В результаті синтезу гідросилікатів кальцію відбувається перетворення сирцю в штучний камінь - силікатну цеглу.

Схема прес-форми зображена на рисунку 2.2. Силікатна маса для пресування подається в порожнину прес-форми, яка лицьована

пластинами. Розміри і форма цієї порожнини в поперечному перетині визначають розміри і форму виробу після пресування.

Процес пресування відбувається за рахунок стискання силікатної маси штампотримачем зі штампом. Зусилля, які передаються на штампотримач створюються коліно-важільним механізмом.

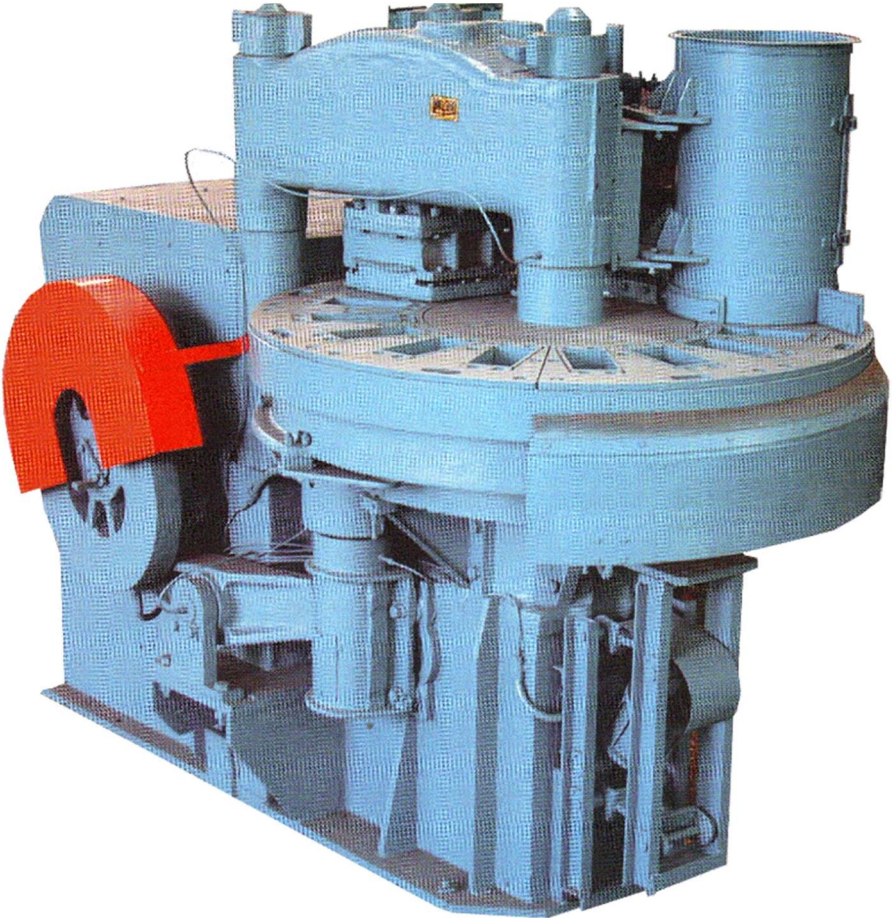
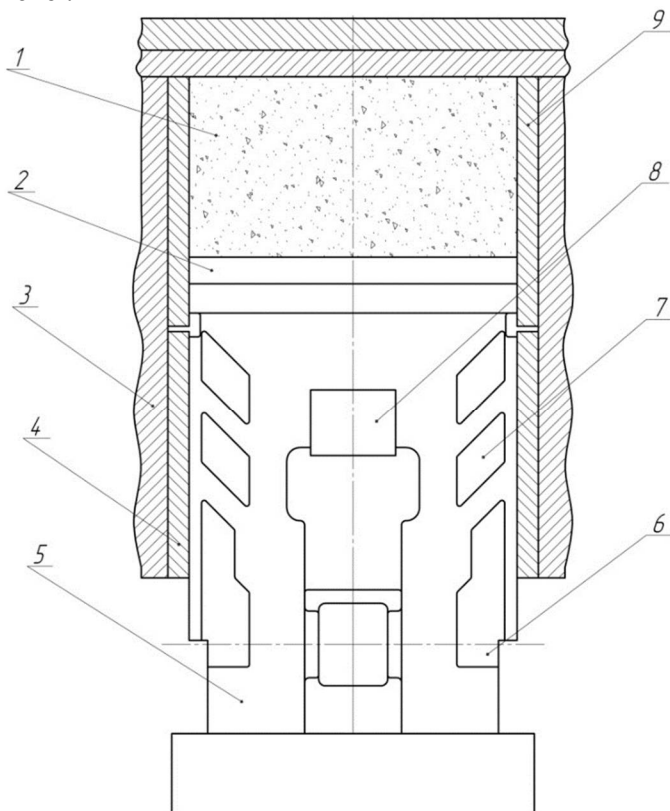


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд револьверного пресу СМС 294

Штампотримач (рис. 2.3), за допомогою якого здійснюється пресування є суцільнолитотою деталлю, що включає в себе 4 види поверхонь різного призначення.

До верхньої частини кріпиться штамп. Дві бічні сторони є направляючими, тоді як нижня частина сприймає зусилля рельсової направляючої.



1 - пресований виріб; 2 - штамп; 3 - корпус; 4 - направляючі пластини нижнього ряду; 5 - штампотримач; 6, 7, 8 - поверхні штампотримача що зношуються; 9 - лицевальна пластина верхнього ряду

Рисунок 2.2 – Схема прес-форми для пресування цегли

Тиск, що виникає при дії абразиву на робочі поверхні, визначити складно. Проте, судячи з характеру зношуваної поверхні на якій присутні подряпини, можна припустити, що діючого тиску цілком достатньо для створення напруги в місці контакту одиничного зерна з поверхнею, що перевищує межу плинності і в деяких випадках межу міцності металу. Основною складовою абразивної маси являється

Штампотримач виготовлений із сталі 35 Л. Подальша термічна обробка - нормалізація. Після нормалізації твердість сталі 35Л – 160 НВ. Хімічний склад сталі 35Л наведений в таблиці 2.1. Механічні властивості сталі 35Л вказані в таблиці 2.2.



а)



б)

Рисунок 2.4 – Зерна кварцового піску (а) та шамоту (б) $\times 8$

Таблиця 2.1 - Хімічний склад в сталі 35 Л у відсотках

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,32-0,4	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,25	до 0,25	до 0,04	до 0,035

Таблиця 2.2 - Механічні властивості сталі 35 Л при температурі 20°C

σ_b , МПа	σ_t , МПа	δ , %	ψ , %	KCU, кДж/м ²	Термообробка
491	275	15	25	343	нормалізація

В на початку роботи прес-форми проміжок (зазор) між робочими поверхнями штампотримача і лицевальними пластинами практично відсутній тому зношування відбувається в основному за рахунок сухого тертя метал по металу. В процесі експлуатації цей проміжок збільшується, як за рахунок зношування лицевальних пластин так і за рахунок зношування робочих поверхонь штампотримача що дозволяє потрапляти туди часткам абразивної суміші, які міняють характер зношування і механізм на абразивний. На рис. 2.5 показано як змінюється вид зношування зі збільшенням зазору між робочими поверхнями штампотримача і лицевальною пластиною.

Таким чином, у процесі роботи пресу зношуються робочі частини штампотримача 6, 7, 8, (див. рисунок 2.2), а також його п'ята.

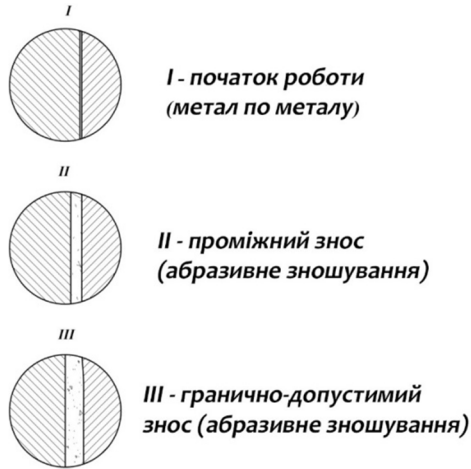


Рисунок 2.5 – Схема зносу робочих частин штампотримача

Характер зносу направляючих штампотримача прес-форми і величина допустимого зносу, що становить 2,5 - 3 мм на дві сторони, показані на рис. 2.6. Коли знос досягає 2,5 - 3 мм направляючі частини штампотримача прес-форми перестають виконувати свої функції і вимагають його відновлення або заміни.

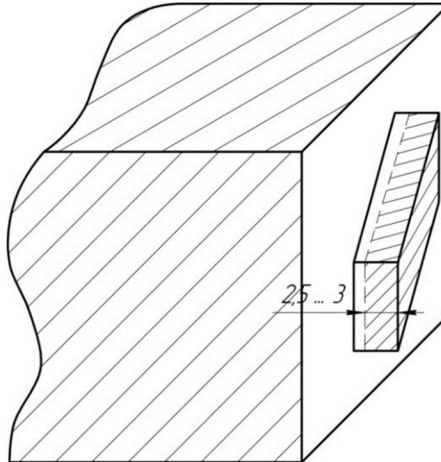


Рисунок 2.6 – Характер зносу направляючих штампотримача

Виходячи з вищенаведеного можна сформулювати вимоги, що пред'являються до матеріалів для наплавлення робочих поверхонь штампотримача для забезпечення стабільності його роботи.

Передусім, повинна досягатися висока опірність зношуванню при терті метал по металу на першій стадії роботи прес-форми, на другій, зі збільшенням зазору, абразивному зношуванню в умовах пресування вологої абразивної суміші. З іншого боку не менш важливо зберегти експлуатаційну надійність робочих частин штампотримача на високому рівні, що б виключило можливість їх сколювання в процесі експлуатації. Тому присутність в структурі твердих фаз, які зміцнюють може негативно вплинути на цей показник. Крім того це може приводити до підвищеної інтенсивності зношування лицевальних пластин, які працюють в парі з робочими поверхнями штампотримача.

2.2 Зальний аналіз матеріалів , які потенційно можуть бути використані для наплавлення робочих поверхонь штампотримачів

Перелік сучасних матеріалів для наплавлення вітчизняного і зарубіжного виробництва, у тому числі і сертифікованих в Україні, включає сотні марок покритих електродів і порошкових дрітів. Серед них є великий ряд матеріалів, рекомендованих для роботи в умовах абразивного зношування. У більшості випадків це сплави, які забезпечують в наплавленому шарі значну кількість зміцнюючих фаз (карбіди, карбобориди та ін.). Проте відоме широке коло деталей, які окрім опірності абразивному зношуванню, вимагають більш високого рівня експлуатаційної надійності, чим можуть забезпечити матеріали цього класу. Зокрема, до таких деталей відносяться штампотримачі прес-форм. В таких випадках слід максимально задіяти потенціалу металевої матриці. Відомо що здатність до самозміцнення поверхні тертя в процесі зношування є важливим напрямом підвищення зносостійкості сплавів. Тому міру самозміцнення поверхні тертя можна розглядати як один з тестів при оцінці раціональності хімічного складу і структури сплавів стосовно конкретних умов експлуатації.

У процесі механічного зношування на поверхні деталей можливе протікання декількох механізмів зміни вихідної структури, що призводять до підвищення мікротвердості поверхні тертя:

- утворення, так званих, «білих зон» в результаті протікання

оборотних процесів $\alpha \rightarrow \gamma$ - перетворення;

- утворення нових хімічних сполук - оксидні плівки на поверхні тертя;

- збільшення щільності дислокацій в результаті пластичної деформації поверхні тертя - механічний наклеп;

- незворотні фазові перетворення залишкового метастабільного аустеніту в мартенсит деформації при одночасній участі механічного наклепу що не перетворився аустеніту, так і новоутвореного мартенситу.

Ефективність впливу останнього процесу на ступінь зміцнення істотно вище, ніж інших. Мікротвердість поверхні тертя при абразивному зношуванні може досягати 12-12,5 ГПа

Орієнтиром здатності аустеніту до мартенситних перетворень в процесі зношування можуть бути температури початку його мартенситного перетворення при охолодженні M_H . Для розрахунку температури M_H із задовільною точністю даних в літературі по основних легуючих елементах і вуглеці достатньо.

Відомий емпіричні формули, що пов'язують температуру M_H з хімічним складом сталі:

В рамках даної практичної роботи розглянемо 5 типів наплавленого металу в структурі яких відсутня карбідна фаза (табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Марка матеріалу	Тип наплавленого металу	Твердість, HRC	Мікротвердість $H_{0,5}$, ГПа	
			до зношування	після зношування
ЦЛ11	08X19H10Г2Б	200HB	2,6	6,5
ОМГ-Н	65X11H3	27-29	6,0	10,1
ЦНИИН-4	60X14Г14H3Т	16-20	3,2	7,0
ОЗН-400М	17Г4С1	23-24	5,2	8,0
13KH-ЛИВТ	80X4C	47-51	7,5	10,0

Задачами даної роботи для досягнення її мети являються на основі теоретичного аналізу прогнозування структури та зносостійкості виходячи з хімічного складу наплавленого металу. Порівняння результатів прогнозу з дійсними даними за інформацією отриманою від викладача. А також вибір електродів із числа розглянутих для наплавлення робочих поверхонь штампотримачів.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Від чого залежить оптимальний вибір матеріалу для відновлення деталі і необхідний його структурний стан?
2. Які переваги силікатної цегли як будівельного матеріалу?
3. Які основні компоненти сировини для виробництва силікатних виробів?
4. В чому полягає різниця в будові кварцового піску та шамоту?
5. Коротко поясніть технологічний процес виготовлення силікатної цегли?
6. На якому обладнанні частіш за все виготовляють силікатну цеглу? Поясніть принцип його роботи.
7. Поясніть схему пресування силікатної цегли.
8. Що являє собою штампотримач, яким способом він виготовляється, якого матеріалу?
9. Які основні поверхні зношуються, які умови, види і механізм їх зношування?
10. Які вимоги, що пред'являються до матеріалів робочих частин штампотримача для забезпечення стабільної його роботи?
11. У чому полягає проблема вибору оптимального матеріалу для наплавлення робочих поверхонь штампотримача?
12. В чому полягають обмеження використання матеріалів для наплавлення з великою кількістю в структурі фаз, які зміцнюють (карбіди, карбобориди та ін.)?
13. В яких випадках виникає необхідність використання максимально можливого потенціалу металевої матриці до зміцнення в процесі зношування?
14. Які механізми самозміцнення поверхні тертя Вам відомі і який з них є найбільш ефективним?
15. Від чого залежить кількість залишкового аустеніту в наплавленому металі?
16. Який показник може бути орієнтиром здатності аустеніту до мартенситних перетворень в процесі зношування?

17. Поясніть схему зміни температури початку мартенситного перетворення (M_H , M_D) і кількості аустеніту (А) залежно від хімічного складу сплавів (рисунок ?).

18. Який показник системи зношування (абразив – матеріал який зношується) в найбільшій мірі впливає на інтенсивність зношування?

19. Спрогнозуйте структуру і твердість металу наплавленого електродами ЦЛ11.

20. Спрогнозуйте структуру і твердість металу наплавленого електродами ОЗН-400М.

21. Спрогнозуйте структуру і твердість металу наплавленого електродами 13КН-ЛИВТ.

22. Спрогнозуйте структуру і твердість металу наплавленого електродами ОМГ-Н.

23. Спрогнозуйте рівень зносостійкості металу наплавленого електродами.

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Штамотримач зі зношеними робочими поверхнями.
2. Зразки наплавлені електродами ОЗН-400М, 13КН-ЛИВТ, ЦНИИН-4, ОМГ-Н.
3. Лупа.
4. Штангенциркуль.
5. Стенд для випробувань на абразивне зношування.
6. Прилад ПМТ-3.
7. Мікроскоп NU-2.
8. Прилади для виміру твердості за Роквеллом та Віккерсом.
9. Комп'ютер.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Верстати і прилади, які використовуються при виконанні даної роботи підключаються до мережі змінного струму напругою 380 і 220 В. Тому існує небезпека ураження електричним струмом, а також травмування зразком при його поліруванні або шліфуванні. Для попередження нещасних випадків, а також пошкодження приладів і обладнання, необхідно виконувати певні вимоги безпеки:

1. Приступати до роботи після прослуховування інструктажу з техніки безпеки у керівника роботи і засвоєння матеріалу даних методичних вказівок.
2. Включати прилади тільки за вказівкою викладача або лаборанта.
3. Виконувати тільки ту роботу, яка передбачена завданням викладача або лаборанта.
4. Переконатися в надійності заземлення верстата, електроізоляції кабелю і проводів.
5. Виявляти особливу уважність і акуратність при роботі.
6. Не торкатися рухомих і струмоведучих частин обладнання.
7. Працювати на верстаті із застебнутими манжетами рукавів.
8. Повідомляти викладачеві або лаборанту про несправності обладнання, не намагатися усунути їх самостійно.
9. Виконувати роботу при наявності в лабораторії не менше двох осіб.
10. Після закінчення роботи вимкнути обладнання і привести в порядок робоче місце.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Розглянути натурний штампотримач зі зношеними робочими поверхнями. Провести аналіз характеру зносу робочих елементів. Виконати заміри розмірів зношених робочих елементів, порівняти їх за кресленням з розмірами нового штампотримача та визначити

величину зносу.

2. На основі теоретичного аналізу, виходячи з конструктивних особливостей зношених елементів та величини зносу вибрати спосіб наплавлення.

3. Виконати прогноз структури та зносостійкості за пунктами 19 – 23 контрольних запитань.

4. Отримати у викладача зразки наплавлені електродами наведеними в пункті 23 контрольних запитань, або електронні чи натуральні і знімки структур металу наплавленого цими матеріалами. На прикладі одного із зразків провести випробування на зносостійкість та виконати аналіз структури на оптичному мікроскопі.

5. Провести аналіз структур за електронними знімками інших зразків порівняти дійні структури результати з власним прогнозом.

6. Отримати у викладача дані про дійсну зносостійкість (стовбчасту діаграму) наплавленого металу та порівняти з власним прогнозом. Зробити висновки про можливі помилки прогнозу.

7. Вибрати та обґрунтувати матеріал для наплавлення робочих поверхонь штампотримача.

8. Вибрати режими наплавлення та спосіб контролю.

9. Виконати звіт.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Найменування і мета роботи.

2. Вказати на суть проблеми зношування штампотримачів.

1. Привести опис та схему роботи поверхонь штампотримачів.

2. Коротко привести характеристику процесу зношування в результаті тертя метал по металу зі змащенням.

3. Привести мікроструктуру наплавленого металу, зробити її опис з вказівкою на фото структурних складових (позначити стрілками).

4. Привести діаграму відносної зносостійкості наплавленого металу та зробити її опис.

5. Зробити та обґрунтувати вибір матеріалу для наплавлення роботи поверхонь штампотримачів.

6. Привести режимы наплавления.
7. Висновки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Анализ современного состояния проблемы срока службы деталей оснастки для изготовления силикатного кирпича [Текст] / М.И. Андрущенко, Р.А. Куликовский, М.Н. Брыков и др. // Проблемы трибологии. - Хмельницкий, 2010. – № 2. - С.37-44.
2. Байсоголов В.Г. Механическое и транспортное оборудование заводов огнеупорной промышленности / В.Г. Байсоголов – М.: Металлургия, 1981. – 296 с.
3. Костецкий Б.И. Поверхностная прочность при трении / Б.И. Костецкий, И.Г. Носовский, А.К. Караулов и др. – К.: Техника, 1976. – 292 с.
- 4 Крагельский И.В. Трение, изнашивание и смазка: справочник. Кн. 1 / под ред. И.В. Крагельского и В.В. Алисина. – М.: Машиностроение, 1978. – 400 с.
5. Биковський О.Г. Довідник зварника [Текст] / О.Г. Биковський, І.В. Пінковський – К.: Техніка, 2002. – 336 с.
6. Силикатная отрасль [Электронный ресурс] / Сайт ассоциации производителей силикатних изделий.– Режим доступа: http://apsi-rf.ru/silicate_industry/tehn_sil.php. - Назва з екрана.
- 7 Основы трибологии (трение, износ, смазка) [Текст] : учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 664с.
8. Хрущов М.М. Исследование изнашивания металлов [Текст] / М.М. Хрущов, М.А. Бабичев – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 351 с.
9. Износостойкость пресс-форм огнеупорного производства [Текст] / В.С. Попов, Н.Н. Брыков , Н.С. Дмитриченко и др. – М.: Металлургия, 1971. – 220 с.
10. Жильнеков Е. П. Основы триботехники: учеб. для вузов/ Е.П. Жильнеков, В.Н. Самсонов – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2012. – 136 с.

11 Елагина О. Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин [Текст] : учеб. пособие / О.Ю. Елагина - М.: Университетская книга: Логос, 2009. - 485 с.

12. Сорокин Г.М. Критерии выбора сталей применительно к абразивному изнашиванию [Текст] / Г.М. Сорокин, Б.П. Сафонов, А.В. Бегова // Трение и износ. – 2003. – Т.24. - №1. – С. 80-84.

13. Основы трибологии (трение, износ, смазка) [Текст] : учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 664с.

14. Управление структурным состоянием и сопротивляемостью абразивному изнашиванию наплавленного металла путем легирования [Текст] / Р. А. Куликовский, А. В. Холод, А. Е. Капустян и др. // Проблемы трибологии. - Хмельницкий, 2015. – №1. - С.58-64.

15. Наплавочные материалы стран-членов СЭВ: каталог / под ред. Й. И. Фрумина, В. Б. Еремеева – К.:М.: Международный центр научно-технической информации. -1979. - 619с

16. Андрущенко М.И. Способность к самоупрочнению поверхности трения и износостойкость наплавленного металла в условиях абразивного изнашивания / М.И. Андрущенко, Р.А. Куликовский, С.П. Бережный, О.Б. Сопильняк // Новые материалы и технологии в металлургии и машиностроении. – 2009. – №1. – С. 30-37.