

УДК 621.824.33

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОСТАВУ ПОРОШКОВИХ
КОМПОЗИЦІЙ ТА ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОГО
НАПІКАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ КУЛАЧКІВ РОЗПОДІЛЬНИХ
ВАЛІВ ДВИГУНУ КАМАЗ-740.10**

Лазуренко А.С., асп.*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-20-74

Анотація – роботу присвячено дослідженню впливу складу компонентів у порошковій композиції та впливу параметрів процесу електроконтактного напикання на зчеплюваність покриттів з основою. Результати дослідження дозволяють забезпечити оптимальні режими електроконтактного напикання порошкової композиції для якісної зчеплюваності покриття з основою.

Ключові слова – порошкова композиція, електроконтактне напикання, зчеплюваність, тривалість імпульсу струму, щільність струму.

Постановка проблеми. В результаті досліджень [1] встановлено, що при електроконтактному напиканні різноманітних порошкових композицій, властивості отриманих покриттів досить суттєво відрізняються як за зносостійкістю й довговічністю покриттів, так і й за міцністю зчеплюваності з основою, корозійною стійкістю та за іншими властивостями.

Різнманітність марок порошоків, що випускаються, дозволяє одержувати покриття із різними властивостями, різній твердості і зносостійкості. Однак, на властивості покриття при електроконтактному напиканні порошоків досить суттєво впливають режими самого процесу. При напиканні однієї порошкової композиції, змінюючи параметри процесу напикання, властивості отриманого покриття в кожному випадку будуть різні. Тому, вирішуючи задачу про відновлення деталі методом електроконтактного напикання порошоків, необхідно керуватися наступними принципами:

1. Застосовувати марку порошку і склад порошкової композиції, щоб отримане покриття відповідало технічним вимогам на відновлення деталі.

© асп. А. С. Лазуренко

* Науковий керівник – к.т.н. А.О. Сметлов

2. При виборі порошкової композиції, проводити техніко-економічну оцінку показників зносостійкості й довговічності покриття.

3. Теоретично і експериментально підбирати найбільш оптимальні режими процесу напикання.

Аналіз останніх досліджень. Дослідженнями авторів [1, 2, 3] встановлено, що найбільш дешевими порошковими композиціями є порошки на основі заліза широкого гранулометричного діапазону, призначені для індукційного наплавлення і призначені для наплавлення деталей сільськогосподарських машин (лемеші плугів, лапи культиваторів, диски борін і так далі), а також для наплавлення деталей металургійного і енергетичного устаткування.

Згідно з даними вищевказаних досліджень:

1. Закономірності зміни величин зношування для всіх розглянутих порошкових сумішей на основі заліза характеризуються зниженням зносостійкості зі збільшенням змісту залізного порошку у вихідних порошкових сумішах [1]. Інтенсивність зниження зносостійкості росте з мірою збільшення змісту залізного порошку. Збільшення змісту заліза більше ніж 60% у сумішах з порошками ПГ-С27 і ПГ-УС25 і більше ніж 70...75 % у сумішах з порошками ФБХ-6-2 і КБХ веде до різкого зниження твердості й підвищенню зношування.

2. Результати досліджень зносостійкості покриттів, отриманих з порошків ПГ-С27, ПГ-УС25, ФБХ-6-2 і КБХ без додавання залізного порошку, на машині тертя СМД-2 за схемою диск-колодка показали, що їх зносостійкість у 5...9 разів вище, чим у загартованої сталі 45.

3. При легуванні залізного порошку порошком ФБХ-6-2 для забезпечення відносно оптимальної зносостійкості, достатньо увести його до складу суміші в кількості 30%, порошок КБХ - 20...25%; порошок ПГ-С27 40...45%; порошок ПГ-УС25 45...50%. Тобто порошків КБХ і ФБХ-6-2 у сумішах менше, ніж порошків ПГ-С27 і ПГ-УС25, які являють собою литі тверді сплави.

4. Порошкові матеріали КБХ і ФБХ-6-2 являють собою суміш дрібнодисперсних порошків, які виступають у ролі твердих включень, а також як легуючі складові. При формуванні покриття електроконтактним напиканням електродом-пуансоном тривалість імпульсу в нашому випадку на порядок перевищує тривалість імпульсу струму при напиканні електродом роликком. Цього часу перебування в розігрітому стані рівномірно перемішаних часток залізного порошку й лігатури виявляється достатнім для протікання дифузійних процесів. У результаті дрібні частки феросплавів встигають розчинитися в матриці, легуючи її і підвищуючи механічні властивості, а більші здобувають округлу форму і виступають у ролі часток підвищеної твердості, що армують матрицю.

5. Добра розчинність феросплавів у матриці покриття (зокрема ферохрому) пояснюється тим, що ферохром складається в основному з гексагонального подвійного карбиду хрому й заліза з матрицею з легovanого фериту й легко без додаткової перебудови розчиняється в залізі.

Механізм зміцнення покриття порошками ПГ-С27 і ПГ-УС25 трохи інший. Ці порошкові матеріали являють собою частки однорідні за хімічним складом. Легуючі елементи перебувають у зв'язаному стані, тому дифузійні процеси протікають з меншою швидкістю і частки лише армують глейку матрицю, не змінюючи її хімічного складу.

Твердість покриттів змінюється аналогічно зносостійкості, тобто знижується в міру збільшення змісту в суміші залізного порошку. Інтенсивність зниження твердості росте в міру збільшення в суміші залізного порошку.

Твердість покриттів, що мають зносостійкість на рівні серійних кулачків, для різних зносостійких наповнювачів різна. Так твердість покриття з порошкової суміші ПК + 30% ФБХ-6-2 склала HRC 50...52, а з порошкової суміші ПК + 40% ПГ-С27 - HRC 44...45.

Закономірності зниження твердості пояснюються тими ж причинами, що й закономірності зниження зносостійкості.

Метою даної роботи є дослідження впливу складу компонентів у порошковій композиції та впливу параметрів процесу електроконтактного напикання на зносостійкість і твердість покриттів та обґрунтування складу порошкових композицій для відновлення кулачків розподільних валів двигуну КамАЗ-740.10, що надасть можливість робити обґрунтований за техніко-економічним критерієм вибір порошкової композиції та режимів електроконтактного напикання для відновлення кулачків розподільних валів.

Основна частина. Оцінюючи техніко-економічні показники зносостійкості й довговічності покриттів, отриманих при напиканні порошків і порошкових сумішей [3], для подальших досліджень впливу параметрів процесу електроконтактного напикання порошків на зчеплюваність з основою були обрані наступні порошкові матеріали: ПГ-С27 ГОСТ 21448-75, ПГ-УС-25 ГОСТ 21448-75, ФБХ-6-2 ГОСТ 21448-75 і КБХ. Хімічний склад обраних порошкових матеріалів наведено у табл. 1.

У результаті досліджень впливу режимів електроконтактного напикання порошкових композицій на зчеплюваність покриття з основою встановлене наступне.

У досліджуваній області параметрів процесу, практично на всіх сполученнях режимів, розрив зразків відбувається по напеченому шарі та на торцевій поверхні залишається шар напеченого матеріалу (рис. 1), тобто зусилля розриву зразків характеризує якість (механічні властивості) шару, а міцність зчеплення шару з основою трохи вище отриманих значень.

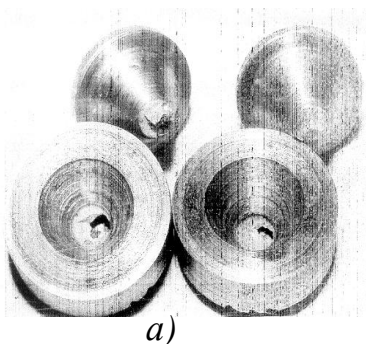
Таблиця 1

Хімічний состав порошкових матеріалів (механічних сумішей)

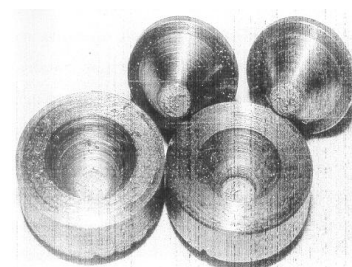
Марка порошку	Масова доля хімічних елементів, %								Твердість HRC
	C	Cr	Ni	Si	Fe	B	Mn	Cu	
ФБХ-6-2	3,3-5,5	32-37	-	1-2,5	Основа	1,3-2,2	2,5-5,5	-	53,2
КБХ	4-5,7	35,7	0,7-1,8	2-3	Основа	0,1-0,3	0,7	0,5-1,1	-
ПГ-С27	3,3-5,5	25-28	1,5-2	1-2	Основа	-	0,8-1,5	-	54,2
ПГ-УС-25	4,4-5,7	35-41	1,0-1,8	1,6-2,6	Основа	-	до 2,5	-	HRB 33-55

Однак, існують такі області режимів, у яких відбувається розплавлення шихти й виплеск або ж схоплювання шару, що наноситься з поверхнею електрода. Розплавлення й виплеск у більшій мері властиві композиції з використанням у якості легуючих добавок порошків типу ПГ-С27 і інших, що представляють собою покращений сормайт. Виплеск призведе до утворення в нанесеному шарі раковин великих розмірів (рис. 1,б), тобто браку. Схоплювання шару з поверхнею електродів призведе до різкого зниження стійкості електродів та погіршенню властивостей шару.

Встановлено, що для порошкової суміші ПК + 30% ФБХ-6-2 при щільності струму $(45...50) \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$ формування порошку до шару відбувається при тривалості імпульсу струму не менш ніж 1,5 с. Однак тривалість імпульсу струму 1,5 с не забезпечує необхідного рівня зчиплюваності і на всіх значеннях питомих тисків відрив зразка відбувається по поверхні торця штифта (рис. 2,б).



а)



б)

Рис. 1. Характер руйнування поверхні відриву штифтів від напеченого шару: а) шар якісний; б) у шарі присутні раковини.

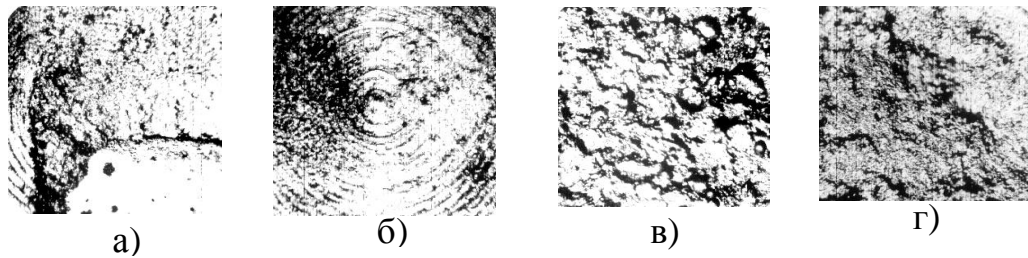


Рис. 2. Характер поверхні відриву штифта від напеченого на різних режимах шару.

При тиску менше 10 МПа і тривалості імпульсу 1,5 с, покриття практично не утворюється. З ростом тиску процес починає розвиватися й при тиску 15...25 МПа зчіплюваність становить близько 100 МПа (рис. 2). Подальше збільшення тиску призведе до зниження зчіплюваності, тобто залежність зчіплюваності від тиску має складний вигляд. Спочатку з ростом тиску зчіплюваність збільшується, а потім спадає (рис. 3). Оптимальні значення тиску й тривалості імпульсу струму, що забезпечують на даній щільності струму зчіплюваність не нижче ніж 200 МПа, відповідно дорівнюють 15...25 МПа й 2...3 с.

З ростом питомих значень струму закономірності зміни зчіплюваності від тиску й тривалості струму зберігаються. Однак необхідна тривалість імпульсу струму зменшується, а максимальне зчеплення шару з основою становить при більших значеннях тиску. Так при щільності струму $(70...75) \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$ тиск повинен складати у межах 25...35 МПа, а вже при $(100...110) \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$ 35...45 МПа. Тривалість імпульсу струму відповідно 2...2,5 с і 1...1,5 с. Максимальна міцність зчеплення при цьому є не нижчою за 250 МПа.

Пояснюється це наступним чином. Тиск який діє на порошок визначає величину контактної опору між шаром порошку й поверхнею кулачка та величину електроопору спресованого порошкового шару. Струм і тривалість імпульсу визначають кількість тепла, що виділяється в контакт. Малі тиски, що діють на шар порошку не забезпечують рівномірного ущільнення. У результаті процес протікає нестабільно. В окремих зонах (у випадковому місці) спостерігається локальний електричний пробій, це призводить до збільшення значень щільності струму на ділянці протікання струму і інтенсивному виділенню тепла. Порошок плавиться, а не спікається. При цьому на інших ділянках порошок може не припікатися і при відриві штифта відшаровується навіть при великій шорсткості відновлюваної поверхні (рис.1а).

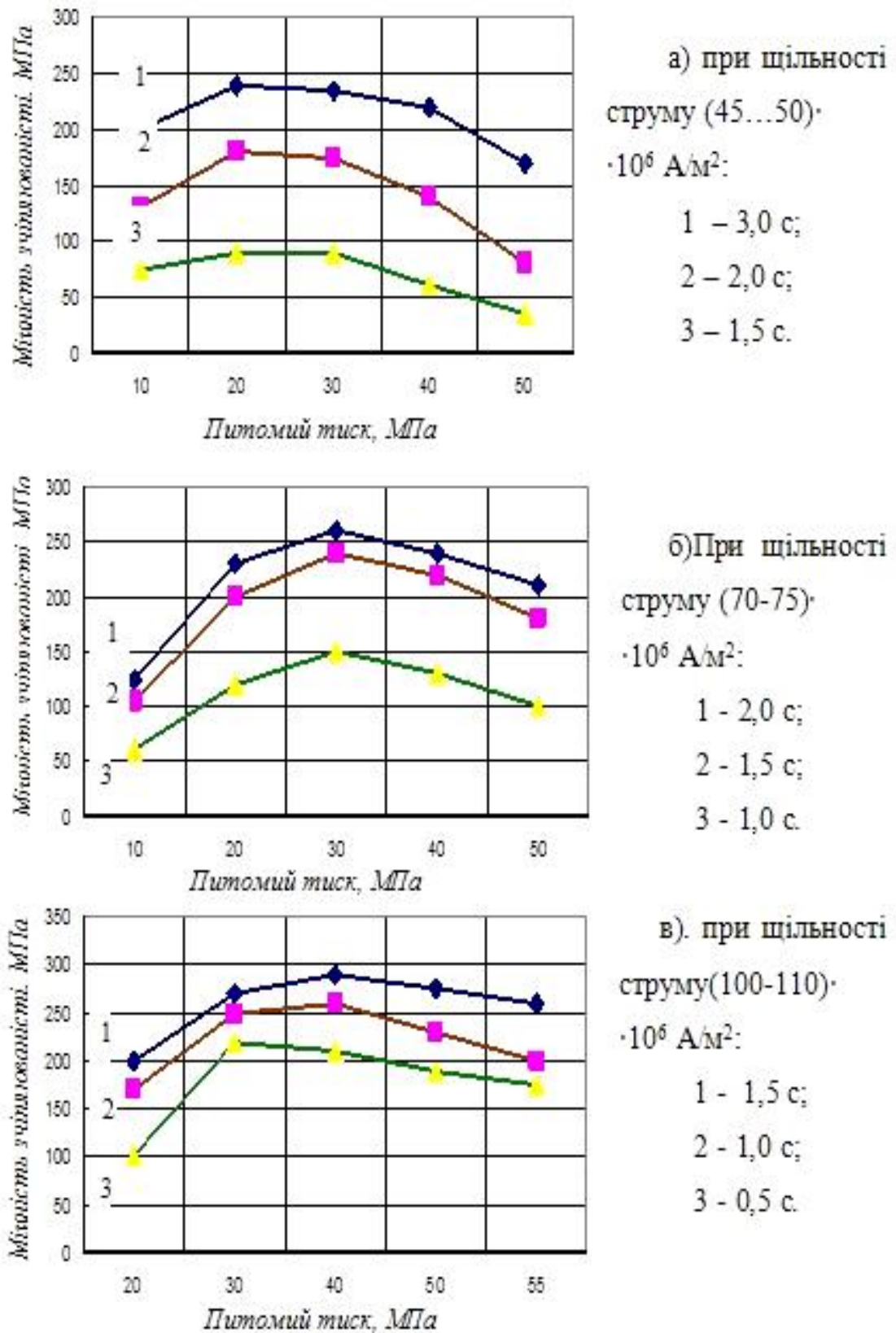


Рис. 3. Вплив режимів електроконтактного напикання на міцність зчеплення покриттів з порошкової композиції ПЖ + 30% ФБХ-6-2 з основою.

В міру збільшення тиску порошок починає інтенсивно ущільнюватися, відбувається зниження питомого опору і його вирівнювання по перетині [4]. Це призводить до рівномірного розподілу струму по площі напікання шару і поліпшує тепловиділення, що сприяє підвищенню якості зчеплення. Подальше підвищення тиску (більше 40 МПа) практично не впливає на опір шару, тобто на тепловиділення. Однак відвід тепла в електроди й тіло деталі через покращення контакту збільшується. Це приводить до зниження температури в шарі й погіршенню напікання. Правомірність такого пояснення зниження зчіплюваності зі збільшенням тиску, тобто збільшенням тепловідводу, підтверджується й тим, що при більшій тривалості імпульсу струму інтенсивність зниження зчіплюваності збільшується.

Таким чином, так само як і при напіканні порошкового матеріалу роликком електродом, у досліджуваній області режимів електро-контактного напікання електродом-пуансоном, для кожного значення щільності струму існують певні значення тривалості імпульсу струму та зусилля стиску електродів, при сполученні яких забезпечується якісне формування шарів. Відхилення від оптимальних значень режимів призводить або до вищеописаних явищ виплеску або ж до низького рівня зчіплюваності. Тиск і тривалість імпульсу для одного рівня щільності струму, що забезпечують якісне нанесення порошкового шару, не прийнятні при інших рівнях щільності струму. Якщо щільність струму збільшується, то на тих же самих режимах за тиском й тривалістю імпульсу спостерігаються явища схоплювання або часткове плавлення шару. При цьому значно збільшується температурний вплив на деталь. Зменшення щільності струму викликає зниження міцності зчіплюваності й механічних властивостей шару.

Тривалість імпульсу впливає на процес за аналогічними вищеописаними закономірностями. При постійних значеннях струму і тривалості імпульсу зменшення тиску приводить спочатку до зниження зчіплюваності, при значному зниженні, до виплескам. Закономірності формування шару з порошкової композиції ПК + 30% ФБХ-6-2, описані вище, характерні й для композиції ПК + 40% ПГ-С27. Результати впливу режимів напікання цієї композиції на зчіплюваність представлені на рис.4.

Доцільно відзначити, що на показники процесу напікання істотний вплив, поряд з іншими факторами, має конструктивне виконання електродів [5]. Так тривалість імпульсу струму може бути істотно змінена при зміні відстані від контактної поверхні нижнього електрода до порожнини охолодження водою. Тому в процесі експлуатації встаткування (при зачищенні контактної по-

верхні електрода) можливе коректування тривалості імпульсу струму [6]. При цьому необхідно керуватися вищеописаними закономірностями впливу режимів. Значення параметрів, що рекомендуються до електроконтактного напикання металевих порошків наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Значення параметрів, що рекомендуються до електроконтактного напикання металевих порошків електродом-пуансоном

Порошкова композиція	Значення параметрів		
	Щільність струму, 10^6 А/м^2	Тиск електродів, МПа	Тривалість імпульсу струму, с
ПЖ +30%ФБХ-6-2	45-50	19-24	2,8-3,0
	70-75	25-30	1,5-2,5
	100-110	30-40	1,0-1,5
ПЖЧ +40%ПГ-027	45-50	30-40	2,5-3,0
	70-75	40-45	1,5-2,0
	100-110	45-50	1,0-1,5

Висновки. В результаті дослідження впливу складу компонентів у порошковій композиції було проаналізовано відновлення кулачків розподільних валів порошками на основі заліза. За техніко-економічними показниками для відновлення кулачків електроконтактним напиканням запропоновані порошкові суміші – ПГ-С27 ГОСТ 21448-75, ПГ-УС-25 ГОСТ 21448-75, ФБХ-6-2 ГОСТ 21448-75 і КБХ. В результаті дослідження впливу параметрів процесу електроконтактного напикання на зчіплюваність покриттів були отримані найбільш оптимальні режими напикання.

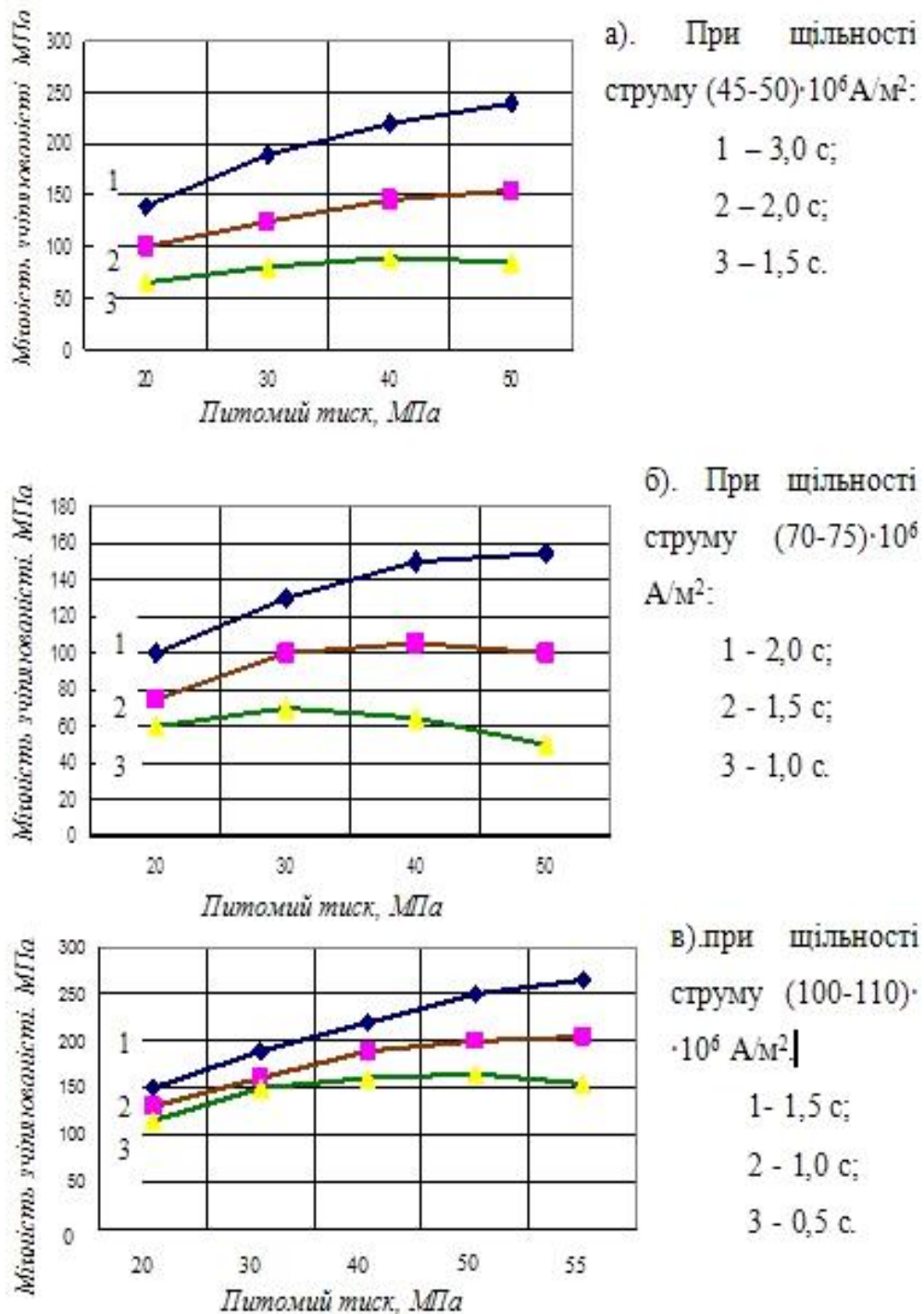


Рис. 4. Вплив режимів електроконтактного напівання на міцність зчеплення покриттів з порошкової композицій ГЖ + 40% ПГ - 027 з основою

Література

1. Фархиятов М.Н. Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей сельскохозяйственных машин и оборудования электроконтактной приваркой коррозионностойких и износостойких материалов : дис. докт. техн. наук. / М.Н. Фархиятов. – Саранск, 2009. –368 с.

2. *Латыпов Р.* Выбор компактных и порошковых металлических материалов и управление качеством покрытий при упрочнении и восстановлении деталей электроконтактной приваркой : дис. докт. техн. наук / *Р. Латыпов.* – М., 2009. – 343 с.
3. *Меркулов А.Ф.* Восстановление кулачков распределительных валов ДВС электроконтактным напеканием металлических порошков в условиях сельскохозяйственных ремонтных предприятий : дис. канд. техн. наук / *А.Ф. Меркулов.* – М., 1969.- 270 с.
4. *Амелин Д.В.* Новые способы восстановления и упрочнения деталей машин электроконтактной наваркой / *Д.В. Амелин, Е.В.Рыморов.* – М.: Агропромиздат, 1987. - 157 с.
5. *Слюзберг С.К.* Электроды для контактной сварки / *С.К. Слюзберг.* - Л.: Машиностроение, 1972. - 96 с.
6. Технология и оборудование контактной сварки. Учебник для машиностроительных вузов / [*Б.Д. Орлов* и др.]. – М.: Машиностроение, 1986.- 352с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ПОРОШКОВЫХ
КОМПОЗИЦИЙ И ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО
НАПЕКАНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ КУЛАЧКОВ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740.10**

Лазуренко А.С.

Аннотация – работа посвящена исследованию влияния состава компонентов в порошковой композиции и влияния параметров процесса электроконтактного напекания металлических материалов на сцепляемость покрытий с основой. Обоснованы оптимальные режимы электроконтактного напекания порошковой композиции.

**RESEARCH OF INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF
POWDER MATERIALS AND PARAMETERS OF THE
ELECTROCONTACT SURFACE WELDING FOR THE
RESTORATION OF CAMSHAFTS OF THE KAMAZ-740.10 ENGINE**

A. Lazurenko

Summary

Influence of the composition of powder materials and parameters of the electrocontact surface welding of metals on the quality of bonding of coatings is considered. Optimum modes of the electrocontact surface welding are substantiated.