

УДК 621.791.927

В. А. КОПСУН¹, Е. В. БЕРЕЖНАЯ², В. Д. КУЗНЕЦОВ²

¹Донбасская государственная машиностроительная академия, Украина

²Национальный технический университет Украины «КПИ», Украина

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЕЖУЩИХ КРОМОК КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКОЙ

Изучена износостойкость рабочих поверхностей режущих элементов, восстановленных методом комбинированной обработки, включающей в себя предварительное химико-термическое насыщение наплавочного материала в порошковых смесях и последующую электроконтактную наплавку полученного материала на рациональных режимах. Исследовано влияние распределения структурных составляющих в наплавленном поверхностном слое на величину и продолжительность износа восстановленной комбинированным методом поверхности.

Ключевые слова: электроконтактная наплавка, износостойкое покрытие, комплексное насыщение, поверхностный слой, твердость, износостойкость.

Введение. Для восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся режущих элементов, работающих в условиях интенсивного износа, широкое применение находят электроконтактные способы нанесения покрытий [1]. Однако технологические возможности таких методов обработки ограничены рядом недостатков, связанных с низкой прочностью сцепления при электроконтактной наплавке порошковых и спеченных лент, а также с низкой износостойкостью сплошных электродных лент и проволок [2]. В этой связи целесообразно применение технологий комбинированной обработки поверхности, включающих предварительную химико-термическую обработку наплавочного материала, что способствует получению требуемых функциональных свойств в наплавленном электроконтактным методом рабочем слое.

Абразивная износостойкость восстановленной поверхности обуславливается структурой наплавленного материала, содержащего диффузионные слои, полученные предварительной химико-термической обработкой электродной ленты, а также глубиной диффузионных слоев [3–4]. Комплексный анализ влияния указанных характеристик позволит в полной мере оценить качество восстановленной поверхности, а также соответствие ее функциональных свойств требованиям, предъявляемым к деталям и узлам машин, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания [5].

Цель работы – исследование влияния технологии комбинированной обработки на износостойкость наплавленного слоя.

Методы исследований. Предварительной химико-термической обработке в порошковых смесях подвергали ленту толщиной 0,5 мм из стали 45. Химико-термическое насыщение проводили на различную глубину в течение 5ч при температуре 1000°C в порошковых смесях с варьирующимся содержанием компонентов (табл. 1). Компоновка порошковых смесей выбрана таким образом, чтобы было возможно изучить влияние основных составляющих компонентов V_4C , $FeMn$, Na_3AlF_6 , поставщиков В, Мп, и Al, соответственно, на структуру диффузионного слоя в наплавочном материале, его глубину и износостойкость наплавленного слоя.

Таблиця 1

Состав порошковых смесей и глубина диффузионного слоя в наплавочном материале после химико-термической обработки

№ п/п	Состав порошковой смеси, %				Глубина диффузионного слоя, мкм
	B ₄ C	Na ₃ AlF ₆	Al ₂ O ₃	FeMn	
1	50	2	48	-	275
2	46	6	48	-	295
3	42	10	48	-	305
4	25	2	48	25	325
5	23	6	48	23	305
6	21	10	48	21	283

Полученные наплавочные материалы подавали к восстанавливаемой электроконтактным методом детали таким образом, чтобы в контакте с поверхностью изделия находилась сторона, не прошедшая предварительную химико-термическую обработку. Электроконтактную наплавку подготовленного наплавочного материала проводили на следующих режимах: давление – $P = 2,0$ кН; сварочный ток – $I_{св} = 6,5...7,5$ кА; длительность импульсов тока – $t_{св} = 0,06$ с.

Микроструктуру наплавленного материала и глубину диффузионных слоев исследовали с применением микроскопа МИМ-8М, использовали химическое и тепловое травление микрошлифов. Микротвердость определяли с помощью прибора ПМТ-3, износостойкость изучали по методике работы [6–7]. Исследовали влияние двух типов насыщающих смесей, приведенных в табл. 1. К первому типу относятся смеси 1, 2, 3, содержащие разное количество B₄C, Na₃AlF₆ и имеющие одинаковое количество нейтральной составляющей Al₂O₃. Ко второму типу относятся смеси 4, 5, 6, содержащие кроме B₄C, Na₃AlF₆ дополнительно FeMn и имеющие также одинаковое количество нейтральной составляющей Al₂O₃.

Результаты исследований и их обсуждение. Микроструктура наплавленного материала, прошедшего предварительную обработку в смесях 1–3, состоит из двух типов боридов (Fe₂B и FeB) и карбоборидов, которые наблюдаются на границе с основным металлом после теплового травления (рис. 1, а-в). Результаты теплового травления свидетельствуют о наличии Fe₂B по всей глубине диффузионного слоя в наплавленном материале, а у поверхности наблюдаются бориды FeB. Микротвердость боридов FeB, составляет H₁₀₀ – 16300 МПа, что выше микротвердости боридов Fe₂B H₁₀₀ – 15300 МПа. Различие в типах боридов в структуре наплавленного материала наблюдается также после химического травления микрошлифов, когда бориды FeB травятся сильнее, чем бориды Fe₂B (рис. 1, г-е). Указанные типы боридов образуются в наплавочном материале в процессе предварительной химико-термической обработки следующим образом. Первоначально при насыщении В при достаточном количестве Fe образуются бориды Fe₂B. Диффузия атомов железа навстречу диффузии атомов В затрудняется по мере увеличения глубины слоя. В какой-то момент на поверхности контактного боридного слоя с насыщающей смесью недостаточно атомов железа для образования Fe₂B и тогда образуются бориды FeB. Различное содержание бора в бориде влияет на их окисление при тепловом травлении. Бориды Fe₂B содержат меньше В, чем бориды FeB, а поэтому они окисляются сильнее. Анализ результатов исследования износостойкости поверхности восстановленных деталей (рис. 2) свидетельствует о

наименьшей износостойкости наплавленного материала, прошедшего предварительную химико-термическую обработку в порошковой смеси состава 1.

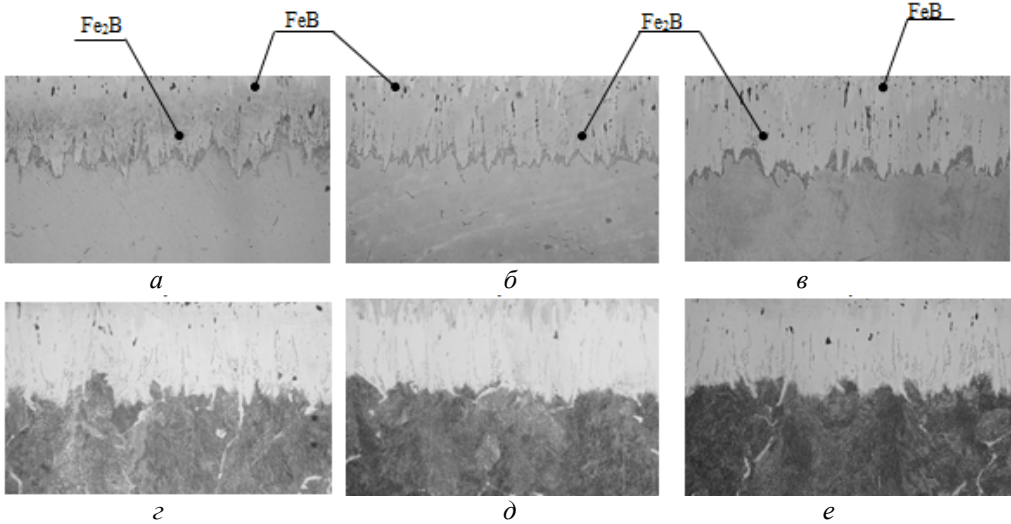


Рис. 1. Микроструктура наплавленного материала, прошедшего предварительную обработку в смесях составов 1 – 3 (табл.1), после теплового (*а-в*) и химического (*г-е*) травления ($\times 100$)

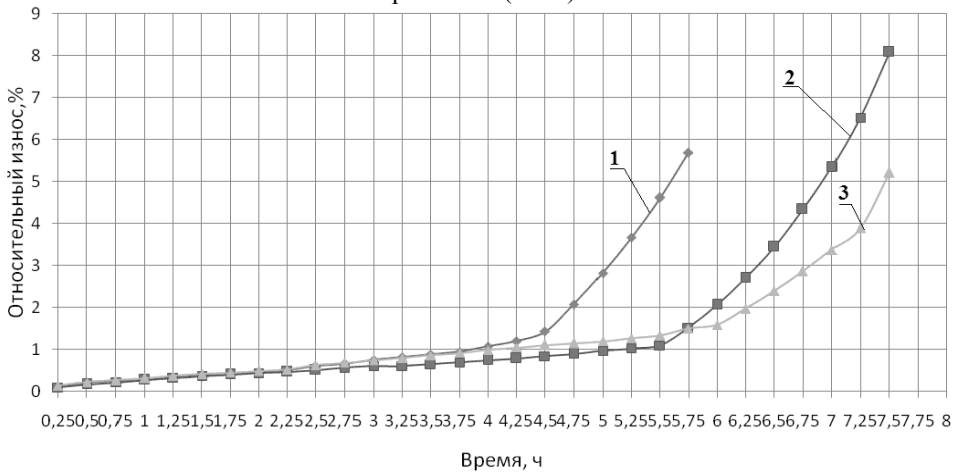


Рис. 2. Влияние состава насыщающих смесей составов 1 – 3 (табл. 1) для предварительной химико-термической обработки наплавленного материала на величину и продолжительность износа восстановленной комбинированным методом поверхности

Это объясняется тем, что диффузионный слой в этом случае имеет наименьшую глубину 275 мкм, так как его формирование обусловлено минимальным содержанием активатора (криолита) в этой группе смесей (2%). При насыщении в смесях 2 и 3, содержащих 6% и 10% криолита, глубина диффузионного слоя в наплавленном материале составляет 295 мкм и 305 мкм, соответственно. Согласно рис.2 увеличение глубины диффузионного слоя в наплавленном материале способствовало повышению износостойкости изделия, причем в большей мере при росте толщины диффузионного слоя от 275 мкм до 305 мкм. Микроструктура диффузионных слоев наплавленного материала после предварительного насыщения в смесях 4 – 6 характеризуется наличием боридов FeB и Fe₂B, карбоборидов, расположенных по периметру игл боридов в контакте с ос-

новным металлом, а также, большой площадью «прожилок» твердого раствора, расположенных между бориды (рис. 3).

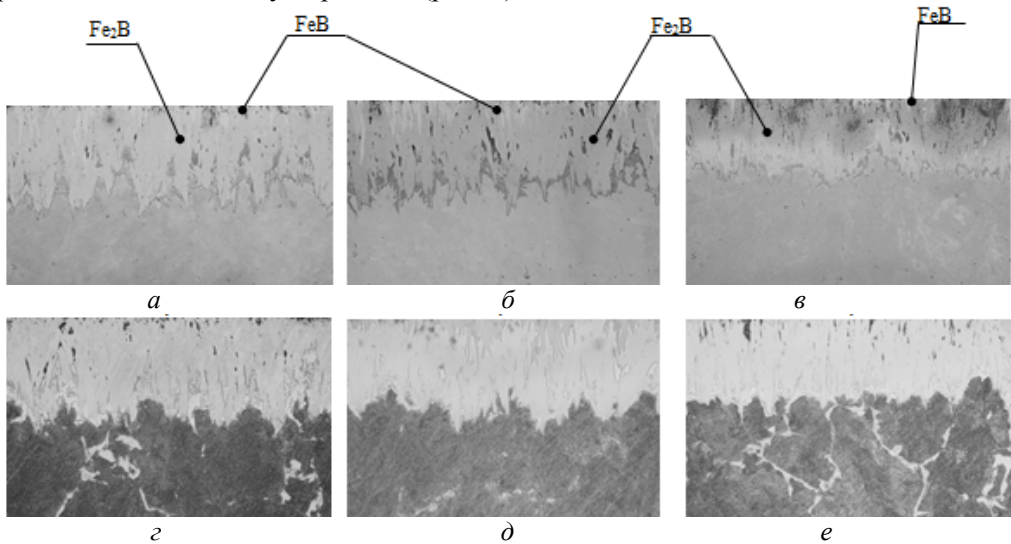


Рис. 3. Микроструктура наплавленного материала, прошедшего предварительную обработку в смесях состава 4 – 6 (табл.1), после теплового (а-в) и химического (г-е) травления ($\times 100$)

Глубина диффузионных слоев снижается с увеличением содержания в насыщающих порошковых смесях криолита (см. табл. 1). Износостойкость восстановленных комбинированным методом поверхностей с использованием насыщающих смесей состава 4 – 6 (рис. 4) является такой же высокой, как и в случае исследования износостойкости наплавленного материала, прошедшего предварительную химико-термическую обработку в насыщающих смесях 2 и 3, содержащих в два раза большее количество V_4C .

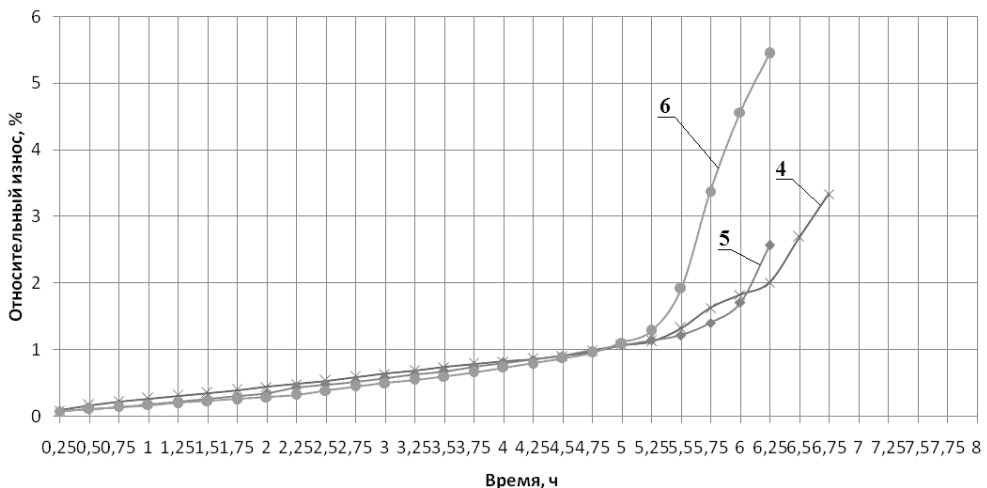


Рис. 4. Влияние состава насыщающих смесей составов 4 – 6 (табл.1) для предварительной химико-термической обработки наплавленного материала на величину и продолжительность износа восстановленной комбинированным методом поверхности

Следовательно, включение в состав насыщающей порошковой смеси FeMn в процессе предварительной химико-термической обработки наплавочного материала способствует повышению износостойкости рабочих поверхностей, восстановленных методом комбинированной обработки, что обусловлено не только наличием боридов FeB и Fe₂B, а также и наклепом твердого раствора, содержащего FeMn [3].

Выводы.

Установлено, что уменьшение толщины диффузионного слоя менее 295 мкм, обусловленное при идентичных технологических параметрах предварительной химико-термической обработки наплавочного материала различием в составе насыщающей смеси, приводит к снижению износостойкости наплавленной поверхности.

Показано, что значительному повышению износостойкости восстановленной комбинированной обработкой поверхности способствует наличие в составе порошковой смеси для предварительного химико-термического насыщения наплавочного материала FeMn, обуславливающего образование в диффузионном слое твердого раствора и последующий его наклеп в процессе электроконтактной наплавки.

Список литературы

1. Ляшенко Б.А. Рекомендации по реконструкции технологического парка Украины для нанесения упрочняющих защитных покрытий / Б.А. Ляшенко, В.А. Илюшин, С.А. Клименко // *Інструментальний світ*. – 2007. – №3. – С. 12-15.
2. Сабиров О.Н. Исследование свойств наплавленного антифрикционного сплава / О.Н. Сабиров, Г.Г. Онищенко, А.А. Слободяник // *Труды Одесского политехнического университета*. – 2003. – Вып. 1(19). – С. 8-11.
3. Евграфов В.А. Влияние твердости поверхностного слоя на абразивный износ рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.А. Евграфов, Б.Н. Орлов // *Ремонт, восстановление, модернизация*. – 2004. – №3. – С. 21-22.
4. Бережная Е.В. Исследование влияния комбинированной термомеханической обработки на физико-механические характеристики покрытия / Е.В. Бережная, А.В. Лапченко, М.А. Турчанин // *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць*. – Краматорськ, ДДМА. – №38. – 2016. – С. 125– 131. – ISSN 2222-9000.
5. Борисенко Г.В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник / Г.В. Борисенко, А.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин. – М.: Металлургия, 1981. – 424 с.
6. Кузнецов В.Д. Повышение износостойкости деталей, восстановленных электроконтактной наплавкой / В.Д. Кузнецов, Е.В. Бережная, А.В. Лапченко // *Проблеми тертя та зношування*. – 2016. – №3 (72). – С.34-40.
7. Бережная Е.В. Машина трения для испытания на износостойкость металла наплавки / Е.В. Бережная, Ю.А. Чепель // *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць*. – Краматорськ, ДДМА. – №31, 2012. – С. 112-117. – ISSN 2222– 9000.

В. А. КОРСУН, О. В. БЕРЕЖНА, В. Д. КУЗНЄЦОВ

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РІЗУЧИХ КРОМОК КОМБІНОВАНОЮ ОБРОБКОЮ

Вивчено зносостійкість робочих поверхонь різучих елементів, відновлених методом комбінованої обробки, що включає попереднє хіміко-термічне насичення наплавлю вального матеріалу в порошкових сумішах та наступне електроконтактне наплавлення отриманого матеріалу на раціональних режимах. Досліджено вплив розподілу структурних складових у наплавленому поверхневому шарі на величину та тривалість зношування відновленої комбінованим методом поверхні.

Ключові слова: електроконтактне наплавлення, зносостійке покриття, комплексне насичення, поверхневий шар, твердість, зносостійкість.

Корсун Владислав Анатолійович – асистент кафедри «Технологія і обладнання ливарного виробництва» Донбаської державної машинобудівної академії, м. Краматорськ, Україна, vlad-korsun@yandex.ru.

Бережна Олена Валеріївна – к.т.н., докторант кафедри «Інженерія поверхні» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, elena_kassova@mail.ru.

Кузнєцов Валерій Дмитрович – д-р. техн. наук, професор кафедри «Інженерія поверхні» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, v.kuznetsov@kpi.ua.

V. A. KORSUN, O. V. BEREZSHNAYA, V. D. KUZNETSOV

INCREASING OF WEAR RESISTANCE OF CUTTING EDGES BY COMBINED TREATMENT METHOD

The wear resistance of the operating surfaces of the cutting parts that been restored by combined treatment method which includes preliminary chemical-thermal saturation in powder mixtures and electric contact deposition of the achieved material under rational regimes is investigated. The effect of the powder mixture composition for the saturation of the surfacing tape on the distribution of the structural components and on its penetration depth in deposited layer is explored. The influence of the structural components distribution in the deposited layer on the magnitude and the duration of the deterioration of the restored surface by the combined treatment method is investigated. It is determined that significant rise of the wear resistance of restored by combined treatment method surfaces is due to presence of the solid solution in the structure of deposited layer and to its subsequent hardening while the electric contact surfacing.

Key words: electric contact surfacing, wear proof coating, complex saturation, the surface layer, hardness, wear resistance.

References

1. Ljashenko B.A. Rekomendacii po rekonstrukcii tehnologicheskogo parka Ukrainy dlja nanesenija uprochnjajushhh zashhitnyh pokrytij / B.A. Ljashenko, V.A. Iljushin, S.A. Klimenko // Instrumental'nij svit. – 2007. – №3. – S. 12–15.
2. Sabirov O.N. Issledovanie svojstv naplavlennogo antifrikcionnogo splava / O.N. Sabirov, G.G. Onishhenko, A.A. Slobodjanik // Trudy Odesskogo politehnicheskogo universiteta. – 2003. – Vyp. 1(19). – S. 8–11.
3. Evgrafov V.A. Vlijanie tverdosti poverhnostnogo sloja na abrazivnyj iznos rabochih organov pochvoobrabatyvajushhh mashin / V.A. Evgrafov, B.N. Orlov // Remont, vosstanovlenie, modernizacija. – 2004. – №3. – S. 21–22.
4. Berezhnaja E.V. Issledovanie vlijanija kombinirovannoj termomechanicheskoj obrabotki na fiziko-mehaničeskie harakteristiki pokrytija / E.V. Berezhnaja, A.V. Lapchenko, M.A. Turchanin // Nadijnist' instrumentu ta optimizacija tehnologichnih sistem. Zbirnik naukovih prac'. – Kramators'k, DDMA. – №38. – 2016. – S. 125–131. – ISSN 2222–9000.
5. Borisenko G.V. Himiko-termičeskaja obrabotka metallov i splavov: spravočnik / G.V. Borisenko, A.A. Vasil'ev, L.G. Voroshnin. – M.: Metallurgija, 1981. – 424 s.
6. Kuznecov V.D. Povyshenie iznosostojkosti detalej, vosstanovlennyh jelektrokontaktnoj naplavkoj / V.D. Kuznecov, E.V. Berezhnaja, A.V. Lapchenko // Problemi tertja ta znoshuvannja. – 2016. – №3 (72). – S.34–40.
7. Berezhnaja E.V. Mashina trenija dlja ispytannja na iznosostojkost' metalla naplavki / E.V. Berezhnaja, Ju.A. Chepel' // Nadijnist' instrumentu ta optimizacija tehnologichnih sistem. Zbirnik naukovih prac'. – Kramators'k, DDMA. – №31,2012. – S. 112–117. – ISSN 2222–9000.