

УДК 669.017.3

Корсун В. А., Заблоцкий В. К.**ВЫБОР СОСТАВА В-Мn-Аl ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ
ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ**

При оценке абразивной износостойкости поверхностных слоев учитывается структура, полученная после химико-термической обработки (ХТО), но не учитывается глубина слоя, что не позволяет в полной мере оценивать качество слоев [1, 2]. Вместе с тем только учет глубины слоев и особенно их структуры по глубине является важной характеристикой при прогнозировании эксплуатационной стойкости поверхностно-упрочненных изделий. В частности, для таких изделий важной характеристикой является износостойкость слоев по глубине, что не отражается во многих исследованиях [3, 4]. Поэтому данная работа, в которой оценивается износостойкость в зависимости от структуры и глубины слоя, представляет научный и практический интерес.

Цель работы – исследование влияния состава В-Мn-Аl насыщающей порошковой смеси на абразивную износостойкость поверхностного слоя.

Исследовали поверхностные слои стали 45, полученные после насыщения в контейнерах из алитированной стали Ст 3 [5]. Герметичность контейнера при ведении процесса достигалась плавким затвором, полученным после расплавления измельченного стекла. Процесс проводили при 1000 °С в течение 5 ч с последующим охлаждением с печью. Составы порошковых смесей и глубина диффузионных слоев приведены в табл. 1.

Таблица 1

Состав смесей и глубина слоя после ХТО

№ п/п	Состав смеси, %				Глубина слоя, мкм
	B_4C	Na_3AlF_6	Al_2O_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
7	34	8	48	10	335

Компоновка смеси выбрана таким образом, чтобы было возможно изучить влияние основных составляющих смеси B_4C , FeMn, Na_3AlF_6 , поставщиков В, Мn, и Al соответственно на структуру, глубину и износостойкость поверхностного слоя стали 45. Для выбора состава, который бы обеспечивал максимальную толщину слоя, применялся программный пакет для статистического анализа Statistika.

Микроструктуру и глубину диффузионных слоев исследовали с применением микроскопа МИМ-8М. Для выявления структурных составляющих применяли химическое травление в 4 % растворе азотной кислоты в этиловом спирте. Микротвердость определяли с помощью прибора ПМТ-3, износостойкость изучали по методике, описанной в работе [2].

Исследовали влияние двух типов насыщающих смесей, приведенных в табл. 1. К первому типу относятся смеси 1, 2, 3, содержащие разное количество B_4C , Na_3AlF_6 и имеющие

одинаковое количество нейтральной составляющей Al_2O_3 . К второму типу относятся смеси 4, 5, 6, 7, содержащие кроме B_4C и Na_3AlF_6 дополнительно $FeMn$ и имеющие также одинаковое количество нейтральной составляющей Al_2O_3 .

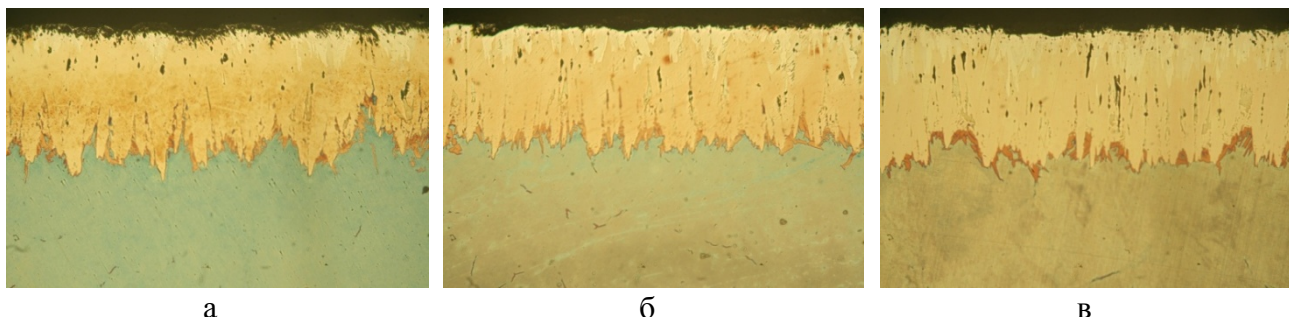


Рис. 1. Микроструктура поверхностных слоев стали 45 после насыщения в смесях 1, 2, 3, (а, б, в) теплового травления, $\times 100$.

Как следует из рис. 1, микроструктура поверхностного слоя после насыщения в смесях 1, 2, 3 состоит из двух типов боридов и карбоборидов, которые наблюдаются на границе с основным металлом после теплового травления (рис. 1, а, б, в). Бориды представляют собой Fe_2B и FeB . Это вытекает из анализа структуры и микротвердости боридного слоя. После теплового травления наблюдается светло-коричневый слой боридов по всей глубине слоя, а у поверхности внутри светло-коричневых боридов наблюдается бориды светлой окраски. Кроме того, микротвердость боридов светлой окраски, (боридов FeB), составляет $H_{100} - 16300$ МПа, что выше микротвердости боридов светло-коричневой окраски $H_{100} - 15300$ МПа. При измерении микротвердости боридов светлой окраски по углам отпечатка пирамиды наблюдаются трещины, что указывает на повышенную хрупкость этого типа боридов.

Можно предположить следующий механизм образования указанных двух типов боридов. Первоначально при насыщении В при достаточном количестве Fe образуются бориды Fe_2B . Диффузия атомов железа навстречу диффузии атомов В затрудняется по мере увеличения глубины слоя. В какой-то момент на поверхности контакта боридного слоя с насыщающей смесью недостаточно атомов железа для образования Fe_2B и тогда образуются бориды FeB . Различное содержание В в боридах влияет на их окисление при тепловом травлении. Бориды Fe_2B содержат меньше В, чем бориды FeB , а поэтому они окисляются сильнее и приобретают светло-коричневый цвет. Бориды FeB , как содержащие больше В, не окисляются и имеют светлую окраску при анализе структуры поверхностного слоя под микроскопом.

Микроструктура поверхностных слоев после насыщения в смесях 4, 5 и 6 представлена на рис. 2.

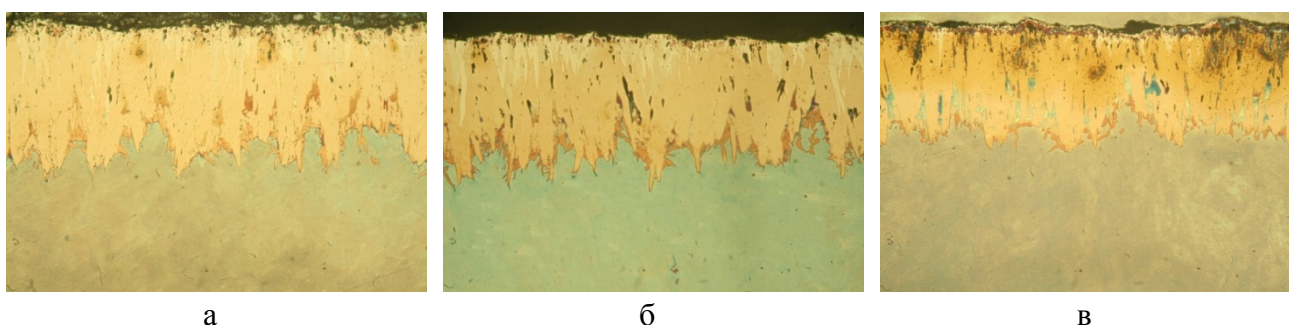


Рис. 2. Микроструктура поверхностных слоев стали 45 после насыщения в смесях 4, 5, 6, (а, б, в) теплового травления, $\times 100$

Для нее характерными являются бориды FeB и Fe₂B, карбобориды, расположенные по периметру игл боридов в контакте с основным металлом, а также большая площадь «прожилок» твердого раствора, расположенных между боридами.

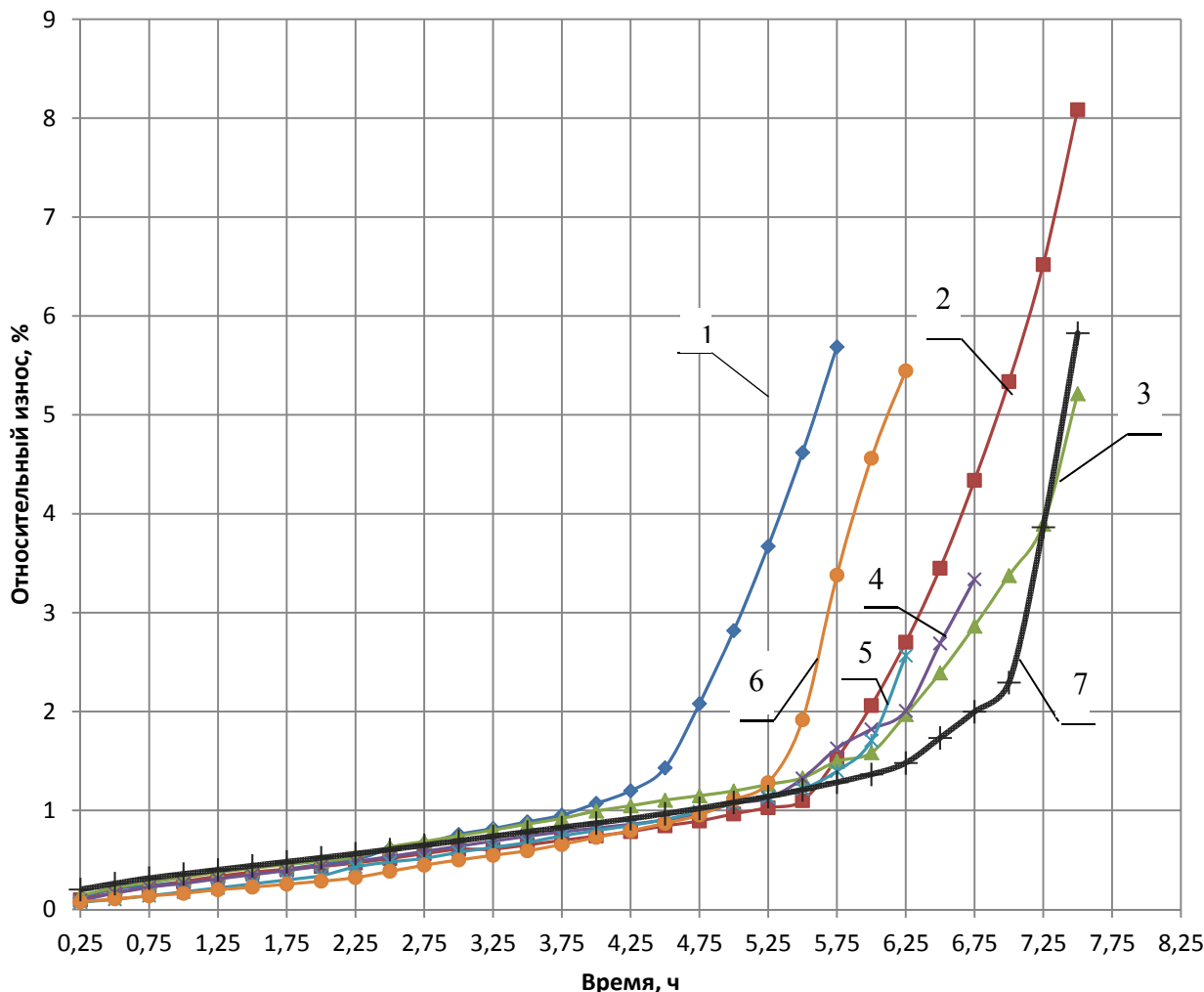


Рис. 3. Влияние состава смеси на величину и продолжительность износа поверхностных слоев стали 45 после насыщения в порошковых смесях 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Анализ результатов исследования износостойкости слоев, приведенный на рис. 3, показывает, что наименьшую износостойкость имеет боридный слой, полученный после насыщения в смеси 1. Это объясняется тем, что он имеет наименьшую глубину 275 мкм, формирование его обусловлено минимальным содержанием активатора (криолита), в этой группе смесей, равным 2 %. При насыщении в смесях 2 и 3, содержащих 6 и 10 % криолита, глубина слоя составляет 295 и 305 мкм соответственно. Увеличение глубины борированного слоя способствовало повышению его износостойкости, причем в большей мере при переходе от слоя толщиной 275 мкм к слою 305 мкм. Глубина слоев после насыщения в смесях 4, 5 и 6 уменьшается с увеличением содержания в смесях криолита (табл. 1). Вместе с тем износостойкость этих слоев (рис. 3) остается такой же высокой, как и в случае слоев после насыщения в смесях 2 и 3, содержащих в два раза большее количество V₄C. При обработке данных результатов с помощью программного пакета для статистического анализа Statistika был выбран состав 7, который обеспечивает наибольшую толщину слоя и износостойкость (рис. 3). Результаты обработки представлены на рис. 4.

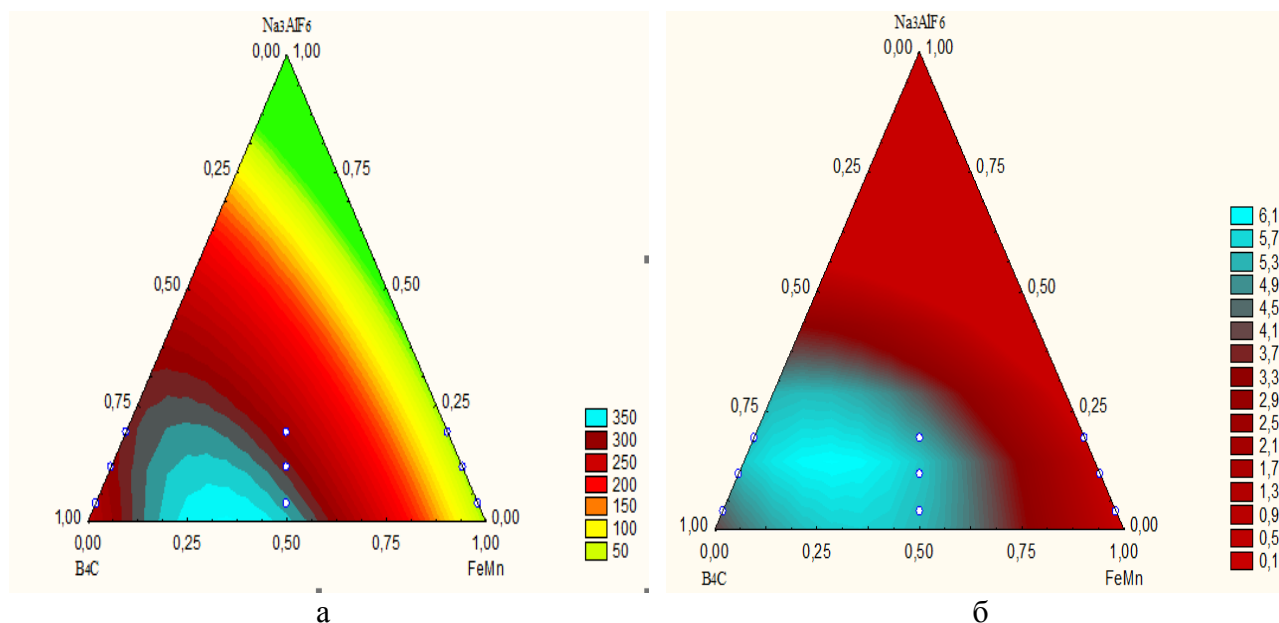


Рис. 4. Зависимость толщины поверхностных слоев (а) и продолжительности износа (б) от состава смеси после насыщения в порошковых смесях стали 45

Отсюда можно сделать вывод, что при добавлении в насыщающую смесь FeMn повышение износостойкости слоев обусловлено не только наличием боридов FeB и Fe₂B, а также наклепом твердого раствора, содержащего марганец [6].

ВЫВОДЫ

Изучена износостойкость поверхностных слоев, полученных на стали 45 после насыщения в В-Мп-Аl порошковых смесях. Установлены рациональные составы смесей, которые могут быть использованы в промышленности для упрочнения штампов и пресс-форм с целью повышения их абразивной износостойкости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Химико-термическая обработка металлов и сплавов : справочник / [Г. В. Борисенко, А. А. Васильев, Л. Г. Ворошин и др.]. – М. : Металлургия, 1981. – 424 с.
2. Заблоцкий В. К. Влияние исходной структуры углеродистых сталей на строение поверхностного слоя после борохромоалитирования в порошковых смесях / В. К. Заблоцкий, Ю. Г. Дьяченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 3/1(27). – С. 79–84.
3. Заблоцкий В. К. Особенности абразивного износа комплексных В-Ti-Al покрытий на углеродистых сталях / В. К. Заблоцкий, А. В. Лапченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2006. – № 4/1(22). – С. 57–59.
4. Заблоцкий В. К. Особенности абразивного износа комплексных В-Cr-Al покрытий на углеродистых сталях / В. К. Заблоцкий, Ю. Г. Дьяченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2006. – № 4/1(22). – С. 59–62.
5. Заблоцкий В. К. Оптимизация режимов алитирования и особенности применения алитированных заготовок для изготовления различных изделий методом сварки / В. К. Заблоцкий, А. И. Шимко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – X. – 2007. – № 3/1(27). – С. 84–88.
6. Заблоцкий В. К. Износостойкость поверхностных слоев стали 45 после комплексного насыщения бором, марганцем и алюминием / В. К. Заблоцкий, В. А. Корсун // Захист металургійних машин від поломок : зб. наук. праць. – Маріуполь : ПГТУ, 2009. – № 11. – С. 306–308.