

А.Г. Ковальчук, ассистент, e-mail: agk07091990@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5503-3633>

М.М. Ямшинский, канд. техн. наук, доц., e-mail: yamshinskiy@iff.kpi.ua, <http://orcid.org/0000-0002-2293-2939>

Г.Е. Федоров, канд. техн. наук, доц., e-mail: radaiff@iff.kpi.ua, <http://orcid.org/0000-0001-8254-9643>

Национальный технический университет Украины «КПИ им. Игоря Сикорского», г. Киев, Украина

Физико-химические процессы в отливках при износостойком легировании поверхности

Авторами работы исследованы процессы износостойкого поверхностного легирования с использованием ферросплавов, в состав которых входят карбидообразующие элементы. Такие исследования дали положительные результаты и подтвердили целесообразность использования ферромарганца и феррохрома в качестве наполнителей легирующих покрытий.

Поверхностное легирование позволяет существенно повысить износостойкость отливок в результате управления процессами структурообразования в поверхностном слое.

Для получения легированного слоя необходимой толщины перспективными могут быть ферросплавы, температуры плавления которых максимально приближаются к температурам заливаемого в форму расплава или ниже их. Наилучшими и самыми дешевыми материалами для получения отливок с дифференцированными свойствами поверхности являются порошки ферросплавов или их механические смеси.

Для достижения высокой поверхностной твердости и износостойкости литых деталей перспективными могут быть способы производства отливок из нелегированных сплавов на основе железа с поверхностным композиционным или легированным слоем, образующимся во время формирования отливки в литейной форме. Гранулометрический состав компонентов легирующего покрытия существенно влияет на толщину легированного слоя и выбирается в зависимости от температуры плавления покрытия и возможного перегрева металла основы перед его заливкой в форму.

Ключевые слова: покрытие, легированные слои, ферромарганец, феррохром, износостойкость, структура, карбиды марганца, поверхностное легирование.

К деталям современных машин и механизмов, работающих в экстремальных условиях, предъявляют повышенные требования относительно механических и специальных свойств – твердости, износостойкости, коррозионной стойкости, стойкости против эрозии в различных агрессивных средах и др. Большинство таких деталей изготавливают с использованием литых заготовок, то есть отливок. Срок службы литых деталей в значительной степени определяет надежность машин и их производительность.

Для достижения высоких поверхностной прочности и износостойкости литых деталей в машиностроении используют различные виды обработки: химико-термическую, лазерную и др., а также электрохимические покрытия и специальные наплавки. Однако первыми методами не удается получить слой с нужными свойствами толщиной более 0,5 мм, что явно недостаточно, особенно для крупных деталей [1–3]. Наплавлением на поверхности детали можно получить слой значительной толщины, однако этот процесс трудоемкий, дорогой и, кроме того, технологически неудобный – на некоторых поверхностях деталей наплавление осуществить практически невозможно.

Установлено, что технологии изготовления отливок с использованием объемного легирования сплавов далеко не всегда себя оправдывают, а во многих случаях экономически не выгодны, поскольку лишь небольшая толщина таких деталей изнашивается или окисляется вследствие внешних воздействий, что приводит к неоправданным расходам дорогих

легирующих элементов в составе высоколегированных сплавов.

Перспективным направлением развития технологии получения отливок с дифференцированными свойствами является поверхностное легирование, которое заключается в применении красок и паст, наносимых на поверхность литейной формы перед заливкой ее углеродистым расплавом.

Поверхностное легирование позволяет существенно повысить, например, износостойкость отливок в результате управления процессами структурообразования в поверхностном слое [1, 2].

Авторами [1] исследованы процессы износостойкого поверхностного легирования с использованием некоторых ферросплавов, в состав которых входят карбидообразующие элементы. Такие исследования дали положительные результаты и подтвердили целесообразность использования ферросплавов в качестве наполнителей легирующих покрытий. Это позволило продолжить исследования в этом направлении [4–6].

Для достижения легированного слоя необходимой толщины перспективными могут быть ферросплавы, температуры плавления которых максимально приближаются к температурам заливаемого в форму расплава или ниже их. Для поверхностного износостойкого легирования – это чистый марганец, ферромарганец или ферротитан различных фракций.

Гранулометрический состав компонентов легирующего покрытия существенно влияет на толщину легированного слоя и выбирается в зависимости от темпе-

ратуры плавления покрытия и возможного перегрева металла основы перед его заливкой в форму.

В качестве связующего компонента в работе использовали жидкое стекло плотностью $1,3 \text{ г/см}^3$ в количестве 3–6 %. Количество связующего компонента зависит от гранулометрического состава наполнителя: чем мельче наполнитель, тем больше используется жидкого стекла.

Изучено влияние карбидообразующих элементов, входящих в состав сравнительно дешевых ферросплавов, на процессы поверхностного легирования отливок в литейной форме.

В качестве основы будущих отливок – среднеуглеродистая сталь 30Л. Температура заливаемой в форму стали составляла $1600 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Теоретический и практический интерес представляют исследование кривых охладений недорогих ферросплавов с целью определить возможность их использования для поверхностного легирования. Для эксперимента выбран стержень, на который нанесли покрытие толщиной 5 мм. Термопары ВР 5/20 с кварцевыми наконечниками устанавливали в точках, указанных на рис. 1. Результаты исследований показаны на рис. 2.

Анализом кривых охлаждения установлено, что использование данных ферросплавов целесообразно для поверхностного легирования. Для всех компонентов очевидно их расплавление под действием температуры расплава, поскольку их температуры плавления значительно ниже температуры плавления железа. Расплавление легирующих покрытий подтверждено визуальным анализом полученных образцов. В соответствии с содержанием углерода температура плавления ферромарганца – $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ для ФМн78 и $1240 \text{ }^\circ\text{C}$ для ФМн1,5. Аналогичная ситуация и с феррохромом: $1580 \text{ }^\circ\text{C}$ – ФХ800 и $1620 \text{ }^\circ\text{C}$ – ФХ015. Анализ кривых охлаждения подтверждает предыдущие данные авторов работы [8] относительно толщины легированного слоя от материала покрытия в зависимости от температуры плавления покрытия.

Марганец. Теоретический и практический интерес представляют исследования влияния отдельных наполнителей на основе марганца различных фракций на толщину легированного слоя. В качестве наполнителей легирующих покрытий использованы высокоуглеродистый ферромарганец ФМн78, низкоуглеродистый – ФМн1,5 и марганец Мн965. Во всех опытах использовали легирующее покрытие толщиной 3 мм.

Результаты исследований показаны на рис. 3.

С увеличением размеров фракции количество легирующего покрытия, которое не расплавилось, увеличивается, а толщина легированного слоя уменьшается (см. рис. 3).

Таким образом, для полного расплавления легирующего покрытия на основе марганца необходимо повышать температуру расплава до $1620 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ и увеличивать скорость заполнения литейной формы для сохранения его теплосодержания.

Установлено, что повышение гранулометрического состава легирующего покрытия способствует уменьшению толщины легированного слоя для всех компонентов. Наилучшие результаты получены после использования ферромарганца ФМн78, несколь-

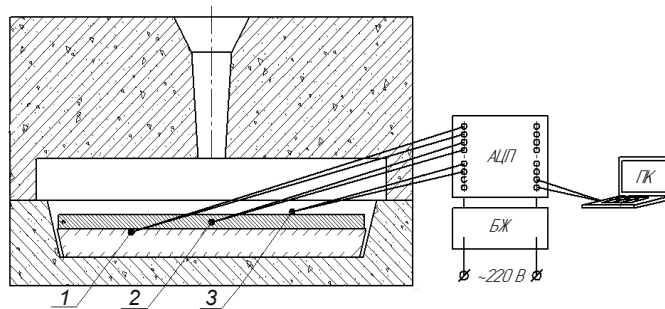


Рис. 1. Схема установки термодатчиков: 1 – нижняя граница, внизу покрытие – стержень; 2 – середина покрытия; 3 – верхняя граница, покрытие – жидкий металл

ко ниже – марганца Мн965, а наименьшая толщина легированного слоя имеет место при использовании ферромарганца ФМн1,5. Для всех компонентов очевидно их расплавление под действием температуры расплава, поскольку их температуры плавления значительно ниже. Однако теплосодержания жидкого металла не хватает для полного расплавления легирующих покрытий, приготовленных на основе более крупных фракций. Это подтверждено визуальным анализом полученных образцов. Изменение толщины легированного слоя в зависимости от толщины легирующего покрытия при использовании различных компонентов, содержащих марганец, показано на рис. 2. Использована мелкодисперсную фракцию (0,2) всех компонентов легирующего покрытия.

Установлено, что наибольшую толщину легированного слоя можно получить при использовании высокоуглеродистого ферромарганца ФМн78 в качестве наполнителя легирующего покрытия. При толщине легирующего покрытия 7 мм толщина легированного слоя достигает 12 мм. Это объясняется низкой температурой плавления покрытия (см. рис. 1), что способствует практически полному его расплавлению и смешиванию с металлом основы.

Такой же характер изменения толщины легированного слоя от толщины легирующего покрытия сохраняется и для других компонентов. Однако толщина легированного слоя уменьшается, хотя остается достаточно высокой (10,6 мм для Мн965 и 9,5 мм для ФМн1,5 при толщине покрытия 7 мм). Уменьшение толщины легированного слоя можно объяснить повышением температуры плавления ФМн1,5, а использование марганца Мн965 способствует образованию легированного слоя с большей концентрацией марганца и увеличением переходной зоны вследствие быстрого плавления марганца.

Таким образом, для износостойкого поверхностного легирования с экономической точки зрения целесообразно использовать дешевый высокоуглеродистый ферромарганец ФМн78, который обеспечивает стабильность процесса поверхностного легирования и способствует образованию легированного слоя достаточной толщины. Распределение Mn и Fe показывает, что в легированном слое образовывается достаточное количество карбидов Mn, что подтверждает повышение твердости легированного слоя до

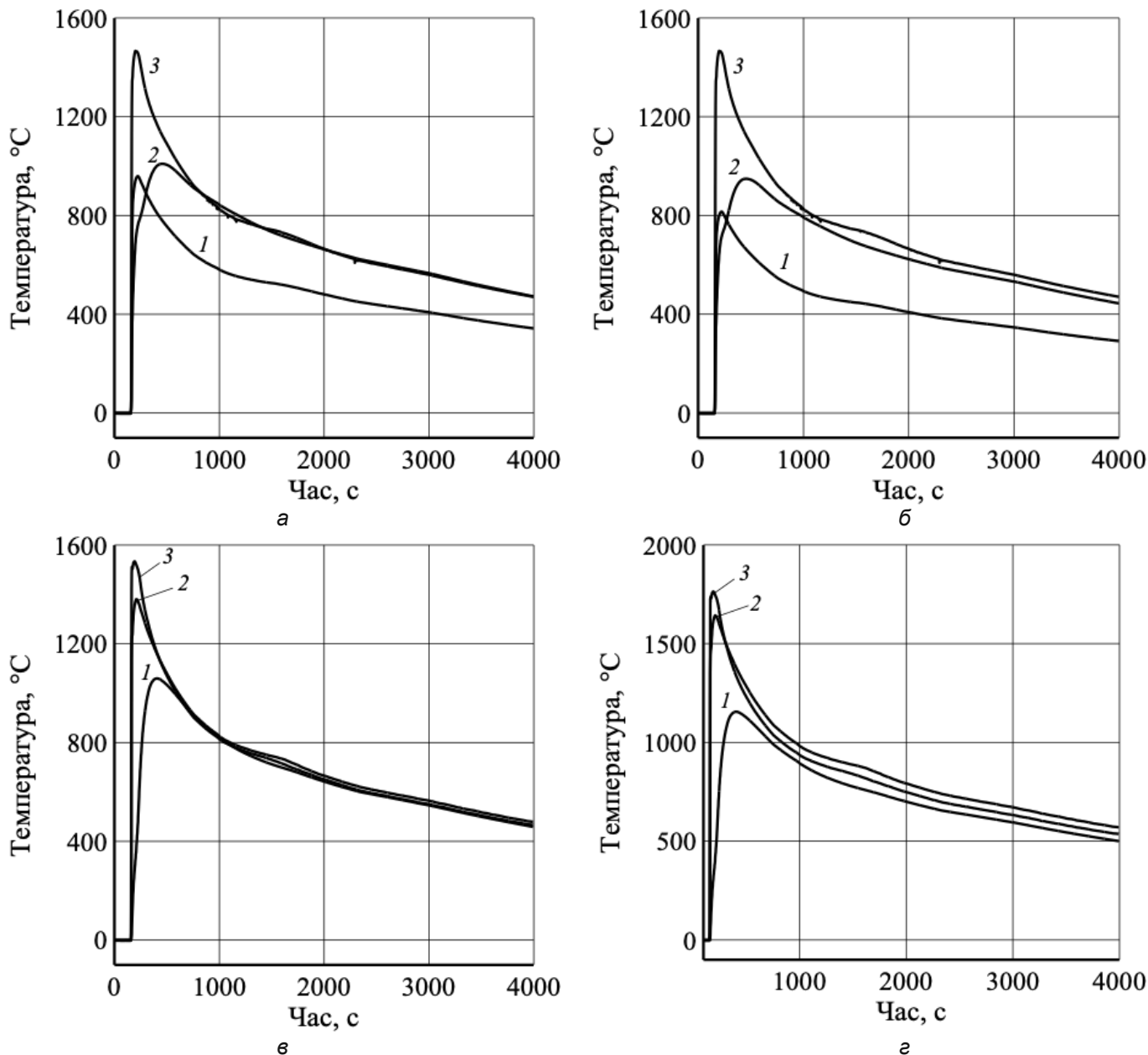


Рис. 2. Кривые охлаждения: а – ФМн78; б – ФМн1,5; в – ФХ800; г – ФХ015: 1 – нижняя граница, внизу покрытие – стержень; 2 – середина покрытия; 3 – верхняя граница, покрытие – жидкий металл

3 мм (рис. 4). Далее в глубине слоя твердость падает вследствие малой диффузии марганца в структуре железа, образуя только твердый раствор, вследствие пропитки жидким металлом.

Поскольку лучшие результаты получены при использовании ферромарганца ФМн78, то практический интерес представляет изменение твердости легированного слоя по его толщине.

Результаты исследования твердости легированного слоя показаны на рис. 4.

Установлено, что максимальная твердость легированного слоя на глубине 2–3 мм достигает 68 HRA после использования ферромарганца фракции 0315 при толщине легирующего покрытия 3 мм. Это почти вдвое больше, чем твердость основного металла. Несколько меньшие значения твердости легированного слоя получены после использования фракций 02 и 04 с такой же толщиной легирующего покрытия и на такой же глубине.

Влияние углерода, который присутствует в ферромарганце, способствует образованию карбидов высокой степени дисперсности, которые препятствуют протеканию процессов рекристаллизации. Также установлено, что марганец обладает диффузией в диапазоне температур 1050–1450 °С

Скорость диффузии марганца увеличивается примерно на 65 % при изменении содержания марганца до 30 % и при повышении содержания углерода до 1,5 %. Изменение скорости диффузии в зависимости от содержания углерода и марганца приблизительно не зависит от температуры. Уравнения диффузии, полученные в работе [9] для 4 и 14 % Mn и 1,25 % C, имеют следующий вид:

$$4\%Mn; 1,25\%C \quad D_{Mn-Fe} = (0,51 \pm 0,18) \cdot e^{-\frac{61200 \pm 1000}{RT}},$$

$$14\%Mn; 1,25\%C \quad D_{Mn-Fe} = (0,54 \pm 0,18) \cdot e^{-\frac{61000 \pm 1000}{RT}}.$$

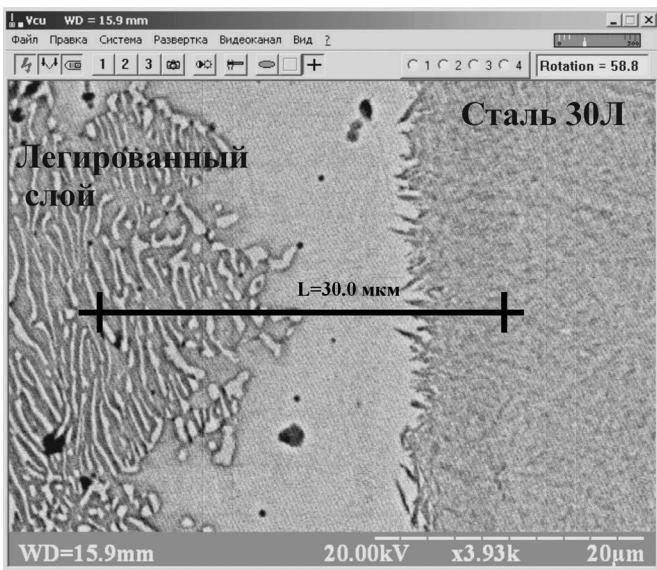
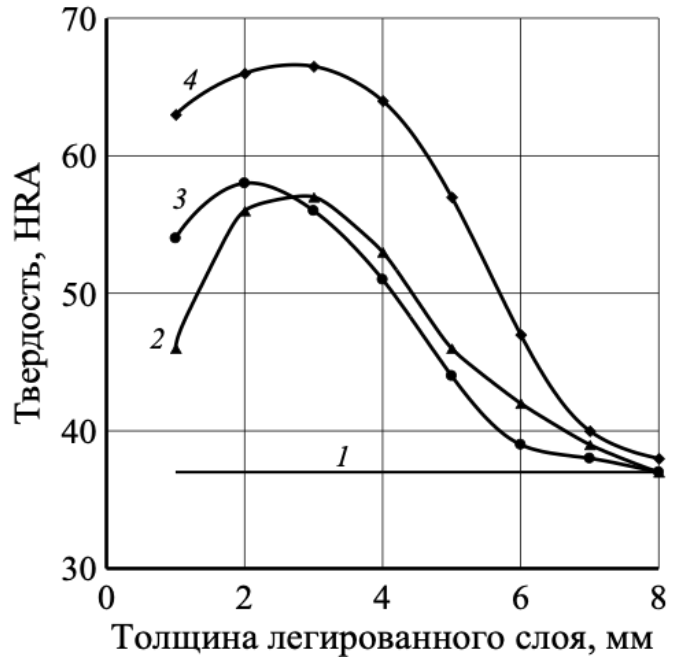
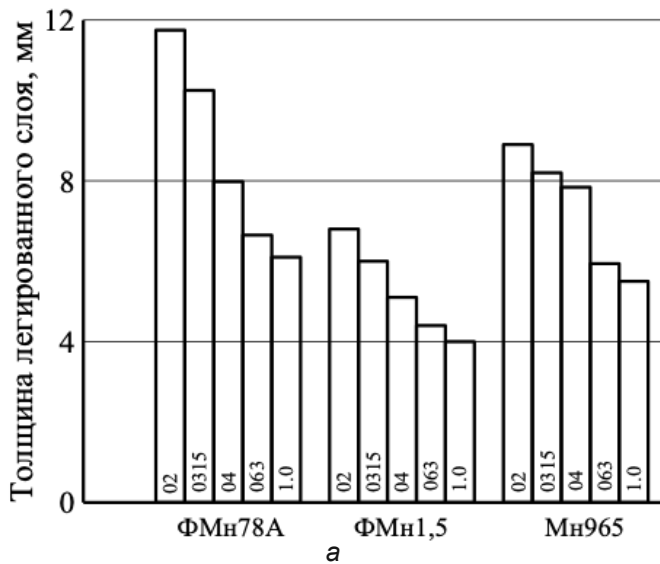


Рис. 4. Изменение твердости легированного слоя по его толщине в зависимости от использованной фракции ФМн78: 1 – твердость основы; 2 – фракция 04; 3 – фракция 02; 4 – фракция 0315

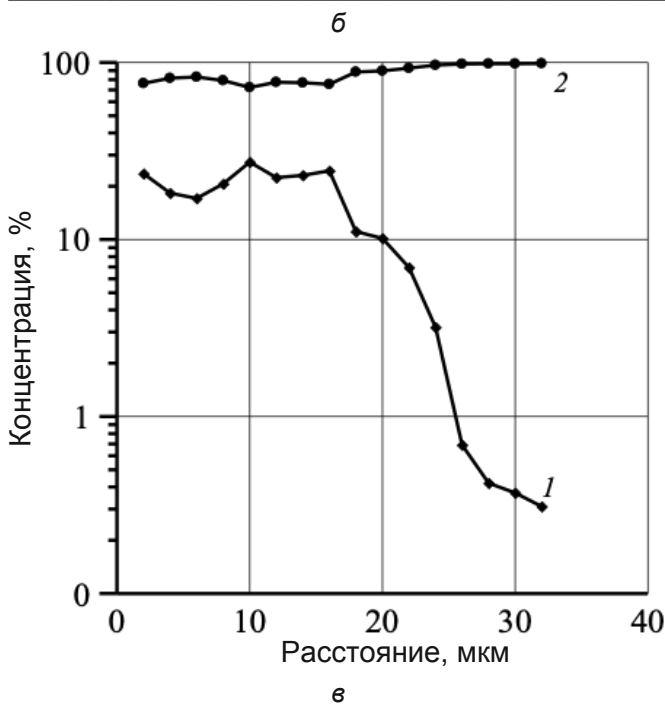


Рис. 3. Изменение толщины легированного слоя в зависимости от фракции наполнителя легирующего покрытия (а); структура легированного слоя с использованием ФМн78 (б) распределение марганца в структуре (в); 1 – Mn; 2 – Fe

Данные уравнения показывают, что диффузия марганца в железе практически не зависит от температуры и размера зерна.

Влияние марганца на твердость легированного слоя в зависимости от фракции ферромарганца можно объяснить так: при использовании фракции 0315 одновременно осуществляются процессы расплавления легирующего покрытия и проникновения жидкого металла в его капилляры с последующим окончательным расплавлением частичек ферромарганца и образованием карбидов марганца и твердого раствора, что способствует наибольшему повышению твердости легированного слоя.

При использовании фракции 02 осуществляется расплавление легирующего покрытия, начиная с его поверхности (проникновение жидкого металла в покрытие минимальное), поэтому структурообразование сдвигается в сторону увеличения твердого раствора, что и уменьшает твердость поверхностного слоя.

При использовании фракции 04 жидкий металл в большей степени проникает в легирующее покрытие, расплавляет его частично, поэтому твердость поверхности легированного слоя несколько ниже, хотя остается достаточно высокой.

Следовательно, максимальную твердость легированного слоя (без термической обработки) достаточной толщины можно получить после использования высокоуглеродистого ферромарганца ФМн78 фракции 0315 в качестве наполнителя легирующего покрытия толщиной 2–4 мм.

В работе изучена возможность использования механических смесей основных карбидообразующих элементов для поверхностного износостойкого легирования. Содержание компонентов в смесях приведено в табл. 1.

Таблица 1

Механические смеси для легирующих покрытий

Индекс покрытия	Содержание компонентов в смеси, %мас.			
	ФМн78	ФХ800	ФТи30А	электро-днный бой
1	20	49	20	1
2	30	45	16	1
3	40	39	13	1
4	50	34	10	1
5	60	29	7	1

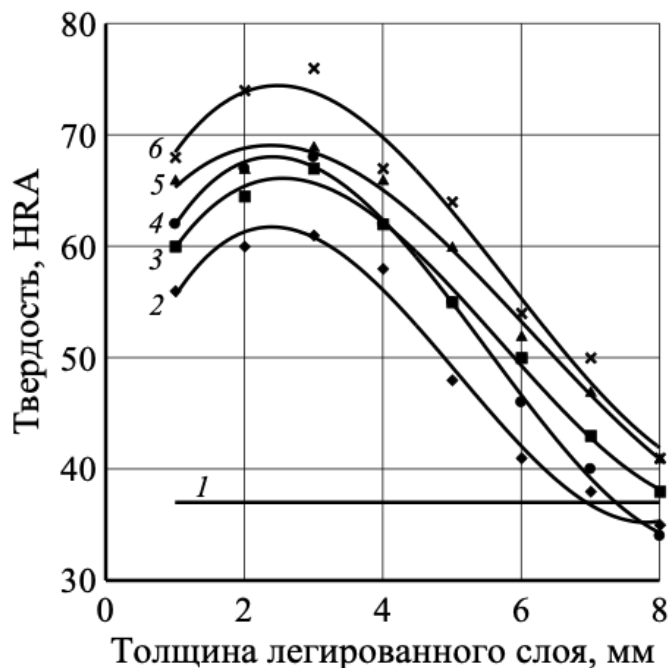
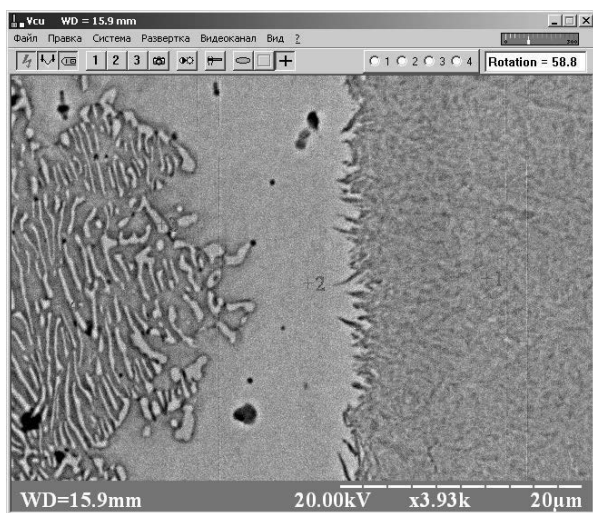


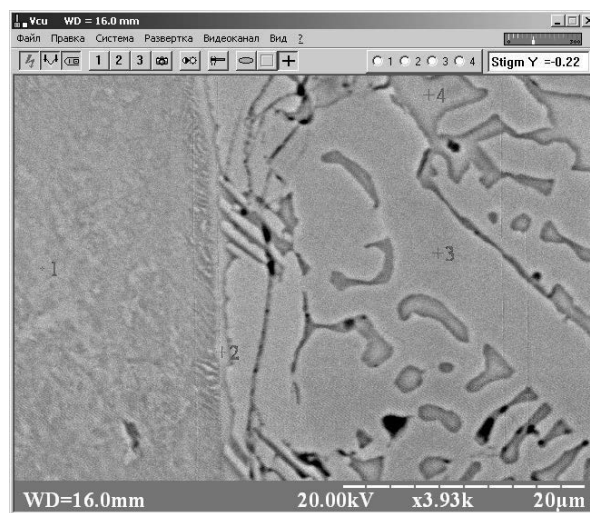
Рис. 5. Влияние механических смесей на образование легирующего слоя и его твердость: 1 – твердость основы; 2 – смесь № 1; 3 – смесь № 2; 4 – смесь № 3; 5 – смесь № 4; 6 – смесь № 5

Во всех опытах использовали покрытие толщиной 3 мм фракции 0315.

Результаты влияния легирующих покрытий на основе механических смесей на толщину легирующего слоя и его твердость показаны на рис. 5.



а



б

Рис. 6. Структура сталей с использованием механической смеси № 1 (а); с использованием механической смеси № 5 (б)

Механические смеси различаются содержанием хрома, марганца, титана, углерода и железа. Исходя из такого соотношения компонентов в смесях, температуры плавления их разные: наивысшая – у покрытия № 1, наименьшая – у покрытия № 5. Этим и объясняются наилучшие результаты, полученные после использования покрытия № 5.

Глубина легирующего слоя зависит преимущественно от начальной глубины проникновения жидкого металла в поры покрытия. Поскольку легирующее покрытие представляет собой достаточно мощный холодильник (особенно толщиной 5–7 мм), то глубина проникновения расплава в поры покрытия в значительной мере будет зависеть от температуры и жидкотекучести металла основы. Поэтому при выборе состава смесей и их фракций необходимо, прежде всего, руководствоваться этими факторами.

Анализом полученных результатов установлено, что для износостойкого поверхностного легирования можно использовать любую из испытанных смесей. Ее выбор зависит от необходимой толщины износостойкого слоя на детали и наличия соответствующей фракции ферросплава.

Научный интерес представляет распределение и остаточное содержание марганца в структуре легирующего слоя. Для исследования были взяты смеси № 1 и № 5. Результаты показаны на рис. 6.

Установлено, что для достижения необходимой твердости и количества карбидов, которые будут способствовать достаточной износостойкости в механической смеси необходимо быть ФМн78 20–25 %.

Химический состав в точках (см. рис. 6) показан в табл. 2.

Такое распределение элементов позволяет, при незначительных затратах и простой технологии, получать отливки с рабочим слоем на уровне стали 110Г13Л. С увеличением содержания марганца в стали повышаются ее твердость, сопротивление разрыву, устойчивость против истирания (11–13 % Mn) и антикоррозионные свойства.

Рентгеноструктурными исследованиями установлено, что содержание карбидной фазы $Mn_{23}C_6$ и Fe_3C в структуре составляет 28 и 72 % соответственно (рис. 7).

Таблица 2

Химический состав в точках к рис. 6

Точка	Химический элемент, %			
	Рис. 6, а		Рис. 6, б	
	Mn	Fe	Mn	Fe
1	0,12	99,4	1,03	97,74
2	8,8	90,9	12,32	86,94
3	22,25	77,67	37,73	60,85
4	15,88	84,02	23,68	75,36

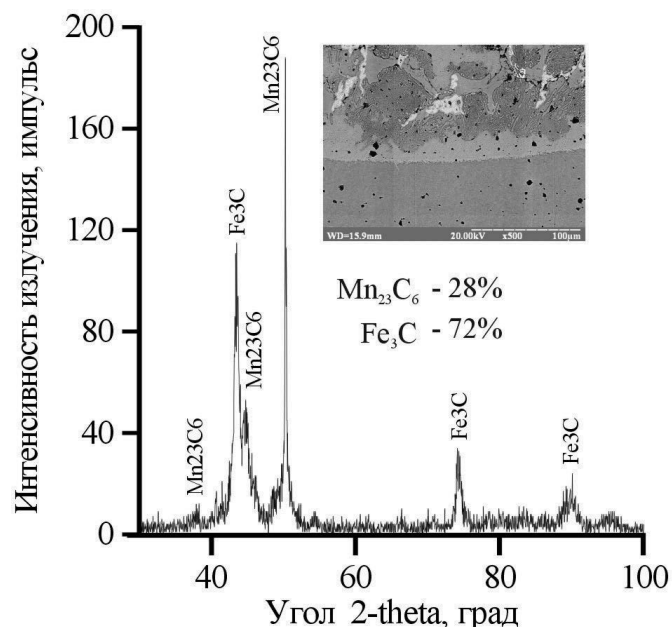


Рис. 7. Дифрактограмма легированного слоя с использованием смеси № 1

Такое количество карбидной фазы в полной мере удовлетворяет правилу Шарпи. Увеличение количества ферромарганца в составе механической смеси приводит к повышению количества карбидной фазы $Mn_{23}C_6$ до 38–40 %, что приводит к повышению твердости легированного слоя, но при этом приводит к выкрашиванию карбидом марганца и ухудшению износостойкости.

Полученные результаты дают право сделать вывод, что толщину легирующего покрытия и его гранулометрический состав необходимо выбирать в зависимости от требуемой толщины износостойкого

легированного слоя с учетом толщины стенки реальных литых деталей.

Таким образом, для износостойкого поверхностного легирования целесообразно использовать порошки ферросплавов, в состав которых входят карбидообразующие элементы, механические смеси на их основе и отдельные химические соединения легирующих элементов.

Исследованиями процессов поверхностного легирования установлена возможность производства литых деталей с дифференцированными свойствами поверхности.

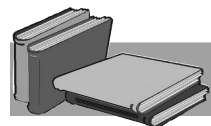
Неметаллические включения являются основной характеристикой, которая определяет все механические свойства сплавов. Это в полной мере относится и к легированному слою. Анализ полученных результатов показывает, что процессы поверхностного легирования не сопровождаются существенным загрязнением металла неметаллическими включениями, а во многих случаях индекс загрязненности легированного слоя значительно ниже, чем металла основы.

Следовательно, для износостойкого поверхностного легирования целесообразно использовать высокоуглеродистый ферромарганец, чистый марганец марки Mn965, механические смеси карбидообразующих элементов или химические соединения легирующих элементов.

Выводы

Таким образом, по результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1. Исследованиями процессов поверхностного легирования установлена возможность производства литых деталей с дифференцированными свойствами поверхности.
2. Для износостойкого поверхностного легирования целесообразно использовать порошки ферросплавов, в состав которых входят карбидообразующие элементы, механические смеси на их основе и отдельные химические соединения легирующих элементов.
3. Толщина легированного слоя на поверхности отливок зависит от толщины легирующего покрытия, температуры его плавления, гранулометрического состава и температуры заливаемого в форму металла.

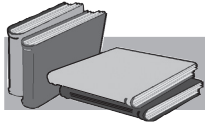


ЛИТЕРАТУРА

1. Ямшинський М.М., Федоров Г.Є. Методи підвищення литих жаростійких деталей // *Наукові вісті Національного технічного університету «КПІ»*. – 2004. – № 4. – С. 98–104.
2. Борщ В.Г. Получение композиционных отливок с качественной поверхностью при использовании металлокерамических оболочек: Автореферат диссертации канд. техн. наук. – Киев: КПИ, 1981. – 20 с.
3. Богачев В.М. Грузин В.Г. Легирование поверхности отливок при затвердевании // *Литейное производство*. – 1957. – № 5. – С. 29–30.
4. Тихий В.Л. Исследование механизма и разработка технологии процессов поверхностного легирования отливок: Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Киев: КПИ, 1975.
5. Ямшинський М.М., Федоров Г.Є., Платонов Є.О. Сучасні технологічні аспекти виготовлення виливків із диференційованими властивостями поверхні // *Наукові вісті Національного технічного університету «КПІ»*. – 2004. – № 6. – С. 69–75.

6. Михайлов А.М., Грузин В.Г. Поверхностное легирование фасонных отливок // *Литейное производство*. – 1957. – № 6. – С. 18–20.
7. Ямшинский М.М., Федоров Г.Е., Платонов Е.А. Изготовление отливок с дифференцированными свойствами поверхности // *Металл и литье Украины*. – 2004. – № 12. – С. 22–25.
8. Ковальчук А.Г., Ямшинский М.М., Федоров Г.Е. Исследование процессов износостойкого поверхностного легирования // *Металл и литье Украины*. – 2017. – № 6-7. – С. 28–33.
9. Марганец-железо. URL: <http://metal-archive.ru/marganec/1019-marganec-zhelezo.html>.

Поступила 16.10.2018



REFERENCES

1. Yamshins'kij, M.M., Fedorov, G.E. (2004). Methods of enhancement of cast heat-resistant parts. *Naukovi visti Natsional'nogo tekhnichnogo universitetu "KPI". Naukovi Visti NTUU KPI*, no. 4, pp. 98–104 [in Ukrainian].
2. Borshch, V.G. (1981). Obtaining composite castings with a high-quality surface when using metal-ceramic shells. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv: KPI, 20 p. [in Russian]
3. Bogachev, V.M., Gruzin, V.G. (1957). Doping of the surface of castings during solidification. *Liteinoe proizvodstvo. Foundry*, no. 5, pp. 29–30 [in Russian].
4. Tikhij, V.L. (1975). Investigation of the mechanism and development of technology processes for surface doping of castings. Candidate's thesis. Kyiv: KPI [in Russian].
5. Yamshins'kij, M.M., Fedorov, G.E., Platonov, E.O. (2004). Modern technological aspects of making castings with differentiated surface properties. *Naukovi visti Natsional'nogo tekhnichnogo universitetu "KPI". Naukovi Visti NTUU KPI*, no. 6, pp. 69–75 [in Ukrainian].
6. Mihajlov, A.M., Gruzin, V.G. (1957). Surface alloying of shaped castings. *Liteinoe proizvodstvo. Foundry*, no. 6, pp. 18–20 [in Russian].
7. Yamshinskij, M.M., Fedorov, G.E., Platonov, E.A. (2004). Manufacture of castings with differentiated surface properties. *Metall i lit'e Ukrainy*, no. 12, pp. 22–25 [in Russian].
8. Koval'chuk, A.G., Yamshinskij, M.M., Fedorov, G.E. (2017). Investigation of the processes of wear-resistant surface alloying. *Metall i lit'e Ukrainy*, no. 6–7, pp. 28–33 [in Russian].
9. Manganese-iron. URL: <http://metal-archive.ru/marganec/1019-marganec-zhelezo.html> [in Russian].

Received 16.10.2018

Анотація

О.Г. Ковальчук, асистент, e-mail: agk07091990@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5503-3633>; **М.М. Ямшинський**, канд. техн. наук, доц., e-mail: yamshinskiy@iff.kpi.ua, <http://orcid.org/0000-0002-2293-2939>; **Г.Є. Федоров**, канд. техн. наук, доц., e-mail: radaiff@iff.kpi.ua, <http://orcid.org/0000-0001-8254-9643>

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Фізико-хімічні процеси у виливках при зносостійкому легуванні поверхні

Авторами роботи досліджено процеси зносостійкого поверхневого легування з використанням феросплавів, до складу яких входять карбідоутворювальні елементи. Такі дослідження дали позитивні результати і підтвердили доцільність використання феромарганцю і ферохрому як наповнювачів легувальних покриттів.

Поверхнєве легування дозволяє суттєво підвищити зносостійкість виливків в результаті управління процесами структуроутворення в поверхневому шарі.

Для одержання легованого шару необхідної товщини перспективними можуть бути феросплави, температури плавлення яких максимально наближаються до температур розплаву, що заливають у форму, або нижче за них. Якнайкращими і найдешевшими матеріалами для отримання виливків з диференційованими властивостями поверхні є порошки феросплавів або їх механічні суміші.

Для досягнення високої поверхневої твердості та зносостійкості литих деталей перспективними можуть бути способи виробництва виливків з нелегованих сплавів на основі заліза з поверхневим композиційним або легуваним шаром, що утворюється під час формування виливків у ливарній формі.

Гранулометричний склад компонентів легувального покриття суттєво впливає на товщину легованого шару і обирається залежно від температури плавлення покриття і можливого перегрівання металу основи перед його заливанням у форму.

Ключові слова

Покриття, легований шар, феромарганець, ферохром, зносостійкість, структура, карбіди марганцю, поверхнєве легування.

Summary

A.G. Kovalchuk, Assistant, e-mail: agk07091990@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5503-3633>; **M.M. Yamshinskij**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, e-mail: yamshinskiy@iff.kpi.ua, <http://orcid.org/0000-0002-2293-2939>; **G.E. Fedorov**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, e-mail: radaiff@iff.kpi.ua, <http://orcid.org/0000-0001-8254-9643>

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Physical-chemical processes in castings with wear-resistant surface alloying

The authors investigated the processes of surface alloying with the use of ferroalloys, which include carbide-forming elements. Such studies gave positive results and confirmed the usefulness of applying ferromanganese and ferrochrome as fillers for alloying coatings.

Surface alloying can significantly increase the wear resistance of castings as a result of controlling the processes of structure formation in the surface layer.

In order to achieve an alloyed layer of the required thickness, ferroalloys may be promising, the melting points of which are as close as possible to the temperatures of the melt poured into the mold or below. The best and cheapest materials for producing castings with differentiated surface properties are powders of ferroalloys or their mechanical mixtures.

To achieve high surface hardness and wear resistance of cast parts, methods of producing castings from unalloyed iron-based melts with a surface composite or alloyed layer formed during the formation of a casting in a mold can have a perspective.

The granulometric composition of alloying coating significantly affects the thickness of the alloyed layer and it is chosen depending on the melting temperature of the coating and the possible overheating of the base metal before pouring it into the mold.

Keywords

Coating, alloyed layer, ferromanganese, ferrochrome, wear resistance, structure, manganese carbides, surface alloying.