

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ДИФфуЗИОННО-ЛЕГИРОВАННЫХ ОТХОДОВ ЧУГУННОЙ ДРОБИ

В.Г. Щербаков

Белорусский национальный технический университет, Минск

Цель работы заключалась в анализе исходного материала в виде отходов дробы и проведения диффузионного легирования для исследования получаемых наплавленных покрытий.

Материалы и методики исследований. Для исследования были выбраны отходы чугуной дробы ДЧ108 ГОСТ 11964-81 после использования на дробеструйной обработке РУИ «Минский завод шестерен». Изучение гранулометрического состава проводили ситовым методом по ГОСТ 18318-73. Шлифы частиц и покрытий изготавливали в соответствии с требованиями ГОСТ 9.302-88. Микроструктуры порошков и наплавленных покрытий изучали с помощью оптического металлографического микроскопа МИ-1. Микротвердость измеряли согласно ГОСТ 2999-75.

Диффузионное легирование отходов дробы. Анализ гранулометрического состава выявил наличие 45 % годной фракции размером 400 – 500 мкм для дальнейшего исследования и нанесения покрытий. Химический состав ДЧ108: 2,9...3,5 % С, 0,40...0,70 % Mn, 1,20...2,00 % Si, $\leq 0,12$ % S и P. Исходная микроструктура чугуной дробы, представляет собой ледебурит и дендритные включения перлита различной дисперсности (рис. 1). Распределение микротвердости по сечению дробы составляет 7730-8450 МПа и у поверхностного слоя твердость возрастает до 10240 МПа, что объясняется большой скоростью охлаждения поверхности при изготовлении и получения большого количества метастабильной фазы в поверхностном слое.



а×200



б×1000

Рис. 1. Микроструктура дробы ДЧ108

Борирование отходов чугунной дроби проводили в среде карбида бора и ферробора с добавлением активаторов AlF_3 и NH_4Cl в подвижной порошковой среде на установке аспиранта А.В. Стефановича Составы и режимы диффузионного легирования отходов чугунной дроби приведены в табл. 1.

Таблица 1

Режимы диффузионного легирования дроби ДЧЛ08

№ режима	Состав смеси, %	Температура, °С	Время, мин
1	(88 % ДЧЛ08 + 12 % B_4C) + 4 % AlF_3 + 1 % NH_4Cl	910 – 930	120
2	(88 % ДЧЛ08 + 12 % B_4C) + 2 % AlF_3	910 – 930	120
3	(53 % ДЧЛ08 + 47 % ФБ-17) + 4 % AlF_3 + 1 % NH_4Cl	910 – 930	120

Микроструктуры полученных диффузионно-легированных отходов дроби показаны на рис. 2. Анализ дроби после режима № 1 показал, что в борированном слое присутствуют явно выраженные графитные включения, предположительно из-за времени обработки, оттеснения углерода вглубь порошка и пластической деформации. Борированный слой состоит из двух зон. Предположительно [1], это боридная зона с включениями графита и переходная зона, включающая в себя α -фазу выделения борного цементита $\text{Fe}_3(\text{C},\text{B})$ и графита. Толщина слоя 70 – 80 мкм. Дробь ДЧЛ08 после режима № 2 имеет толщину борированного слоя 120 – 150 мкм и в нем присутствует цепочка графитных включений, аналогичных для режима № 1. Графитные включения в слое размером 2 – 4 мкм, а в металлическом ядре 3 – 5 мкм. Исследование дроби ДЧЛ08 после режима № 3 установило, что толщина полученного слоя составляет 150 – 200 мкм. На поверхности порошка образуется подслоя, предположительно являющийся поровыми образованиями из-за локальных пластических деформаций. Графитные включения присутствуют по всему сечению дроби и их размер 2 – 3 мкм. В подповерхностном слое графитные включения выстраиваются в тонкую цепочку.

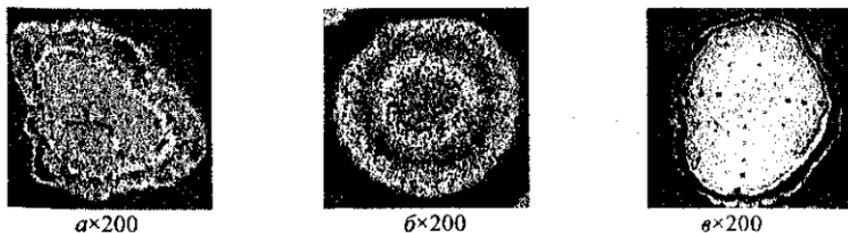


Рис. 2. Микроструктуры диффузионно-легированных отходов дроби: а – режим № 1, б – режим № 2, в – режим № 3

Анализ микротвердости полученных диффузионно-легированных отходов дробы ДЧЛ08 (табл. 2) установил следующее. Минимальную микротвердость имеют диффузионно-легированные отходы дробы после режима № 3, предположительно из-за малой насыщающей способности используемой насыщающей смеси. Микротвердость слоя режима № 1 составляет 10500 – 11450 МПа. Микротвердость слоев из режимов № 2 составляет 11450 – 16700 МПа, предположительно из-за использования одного активатора.

Таблица 2

Микротвердость дробы ДЧЛ 08 после режимов из таблицы 1

№ режима	Микротвердость, МПа					
	Расстояние от центра, мкм					
	центр	40 – 50	80 – 100	120 – 150	160 – 200	200 – 250
1	3670	4120	5880	6450	10500	11450
2	4120	5110	6450	8450	11450	16700
3	2860	3070	3250	5110	5360	6450

Смеси для наплавки изготавливали на РУП «Минский завод шестерен» механическим смешиванием ферросплава ФБХ-6-2 ГОСТ 21448-75 дисперсностью гранул 0,16 – 0,4 мм и диффузионно-легированных отходов дробы ДЧЛ08 с плавкой бурой ($\text{Na}_2\text{V}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) в различных пропорциях. Составы подбирались экспериментально и представлены в табл. 3.

Таблица 3

Составы наплавочных смесей

№ состава	Режим ДЛ дробы ДЧЛ08 (табл. 1)	Массовая доля компонентов, %	Средняя микротвердость наплавленного слоя, МПа
1	1	35 % ДЧЛ+35 % ФБХ+30 % буры	8410 – 9780
2		50 % ДЧЛ+20 % ФБХ+30 % буры	8410 – 11440
3	3	35 % ДЧЛ+35 % ФБХ+30 % буры	9780 – 11440
4		50 % ДЧЛ+20 % ФБХ+30 % буры	11440 – 12380

На рис. 3, 4 представлены микроструктуры, полученные в результате наплавки различных составов согласно табл. 3. Параметры высокочастотного генератора ВЧГ2-100/0,066 для индукционной наплавки следующие: накали – 13 В, ток на сетке – 1,6 А, анод – 7,5 А, анодное напряжение 10 кВ.

Из анализа микроструктуры наплавленных слоев составов № 1 – 4 установлено, что микроструктуры имеют участки доэвтектического, эвтектического и заэвтектического строения в наплавленном слое. Это свидетельствует о достаточно большой продолжительности наплавки и медлен-

ной скорости охлаждения наплавленного слоя [2]. Полученные толщины слоев составляют порядка 1,0 – 1,5 мм. Пористость полученных слоев составляет порядка 3 – 5 %.

Следует отметить тот факт, что во всех наплавленных слоях присутствует переходная зона между наплавленным слоем и основным металлом. Это свидетельствует о полном сплавлении наплавочного порошка с металлической основой.

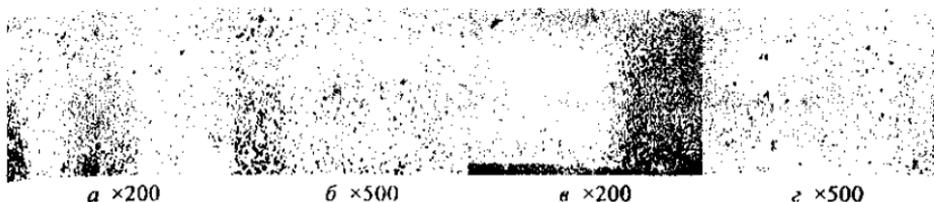


Рис. 3. Микроструктура слоя состава № 1 (а, б) и слоя состава № 2 (в, з)

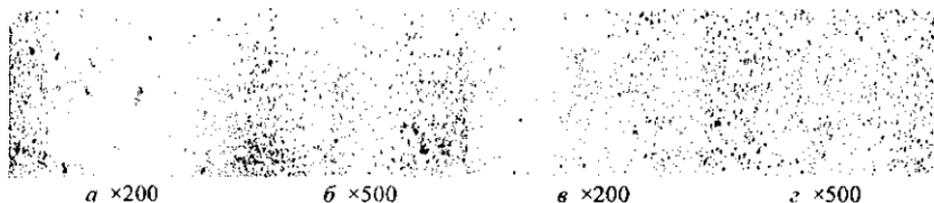


Рис. 4. Микроструктура слоя состава № 3 (а, б) и слоя состава № 4 (в, з)

Выводы. Анализ диффузионного легирования отходов чугунной дробы ДЧЛ08 во вращающемся контейнере выявил различия микро-твердости и толщины получаемых слоев в зависимости от режимов диффузионного легирования. Таким образом, данные режимы являются подходящими для получения диффузионно-легированных наплавочных материалов. Анализ структуры и свойств наплавленных слоев установил, что полученные наплавленные покрытия из смесей диффузионно-легированной чугунной дробы ДЧЛ08 и ферросплава представляют интерес для их дальнейшего исследования и промышленного применения.

Литература

1. Ворошнин, Л.Г. Борирование промышленных сталей и чугунов: справ. пособие / Л.Г. Ворошнин. – Минск: Беларусь, 1981. – 205 с., ил.
2. Ворошнин, Л.Г. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО. – 2-е изд., перераб. и доп. / Ворошнин Л.Г., Пантелеевко Ф.И., Константинов В.М. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. – 148 с.

УДК 621.9

ЗАВИСИМОСТЬ УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ ГРУНТОВ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ НОЖОМ ОТВАЛА ОТ УГЛА РЕЗАНИЯ

А.П. Кастрюк

УО «Полоцкий государственный университет», Новополоцк

Теоретические и экспериментальные исследования резания грунтов показывают, что угол резания α является одним из важнейших параметров, влияющих на усилие резания P [1, 2]. В настоящее время в области резания грунтов выполнено значительное количество исследований, связанных с изучением $P(\alpha)$ для различных условий резания [3, 4]. Однако результаты работ, которые важны сами по себе, часто включают кроме резания другие факторы, что затрудняет изучение действительного характера зависимости $P(\alpha)$.

В задачу исследований входило установление зависимости усилия от угла резания горизонтального ножа отвала α и оптимизация его значения.

Из рассмотрения взаимодействия ножа с почвой (рис. 1, а) следует, что при малых углах α передняя его поверхность действует на пласт результирующей силой R , проекция которой на нормаль к скорости резания направлена вверх. Передняя поверхность действует не только на объем пласта: она действует также на почву под поверхностью резания. На участке под поверхностью ab создается зона напряжений сжатия, а под поверхностью ac — напряжений растяжения. Если результирующая сила R направлена параллельно вектору скорости резания или ее проекция направлена вниз (когда угол сдвига $\theta \leq 90 - (\alpha + \varphi)$, где φ — угол трения), в сечении ab возникают напряжения сжатия, возрастает объем этой зоны (рис. 1, б). В этом случае на поверхности сдвига возникают нормальные напряжения, которые вызывают увеличение сопротивления резанию. При увеличении угла резания возрастают напряжения сжатия и силы сцепления, изменяется коэффициент трения.

Результаты опытов по изучению влияния угла резания на усилие резания для стружек различной толщины показывают (рис. 2), что чем тоньше стружка, тем меньше влияние угла α на удельное усилие резания. Так, при резании суглинистой почвы на глубине 15 см удельное усилие резания при увеличении угла резания от 30 до 70° возросло на 87,4 %, в то время как при резании на глубине 2 – 6 см оно возросло только на 7 – 8 %.