



Международная конференция «Физика и технологии перспективных материалов-2021»

СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПОСЛЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО СОУДАРЕНИЯ ЧАСТИЦАМИ ПОРОШКА

В.О. КОПЫТСКИЙ, Е.В. ПЕТРОВ, В.С. ТРОФИМОВ

Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова

Российской академии наук, г. Черноголовка, РФ

Электронная почта: vlad_2701@mail.ru

Введение

Ударно-волновое нагружение поверхностного слоя металлических материалов высокоскоростным потоком частиц порошков является уникальным средством, которое позволяет воздействовать на структуру материала и улучшать его физико-механические свойства. При соударении потока частиц, разогнанного энергией взрыва до скорости 1-3 км/с, с поверхностью образца, материал частиц может проникать на глубину, превышающую размер исходных частиц в сотни раз и воздействует на структуру материала исследуемого образца. Соударение частиц с образцом приводит к остановке наибольшей их части в приповерхностной зоне и образованию на поверхности покрытия из частиц порошка [1].

Объект исследования

В экспериментах использовались образцы из инструментальной стали марки У8 ($d = 25$ мм, $h = 30$ мм); порошки – вольфрам (10–16 мкм), карбид титана (40-60 мкм). В качестве взрывчатого вещества использовался гексоген насыпной плотности. Между порошком и зарядом взрывчатого вещества оставлялась воздушная полость, наличие которой позволяет получить плоский фронт и обеспечить длительное нагружение порошка ударной волной прямоугольного профиля, сообщаемой частицам порошка необходимый импульс. После детонации ударная волна и продукты детонации взрывчатого вещества разгоняли частицы порошка насыпной плотностью массой 5 г. в направляющем канале и вместе с ними воздействовали на исследуемый образец. Методика проведения эксперимента при соударении потока частиц с образцом приведена в работе [2]. Схема проведения эксперимента представлена на рисунке 1.

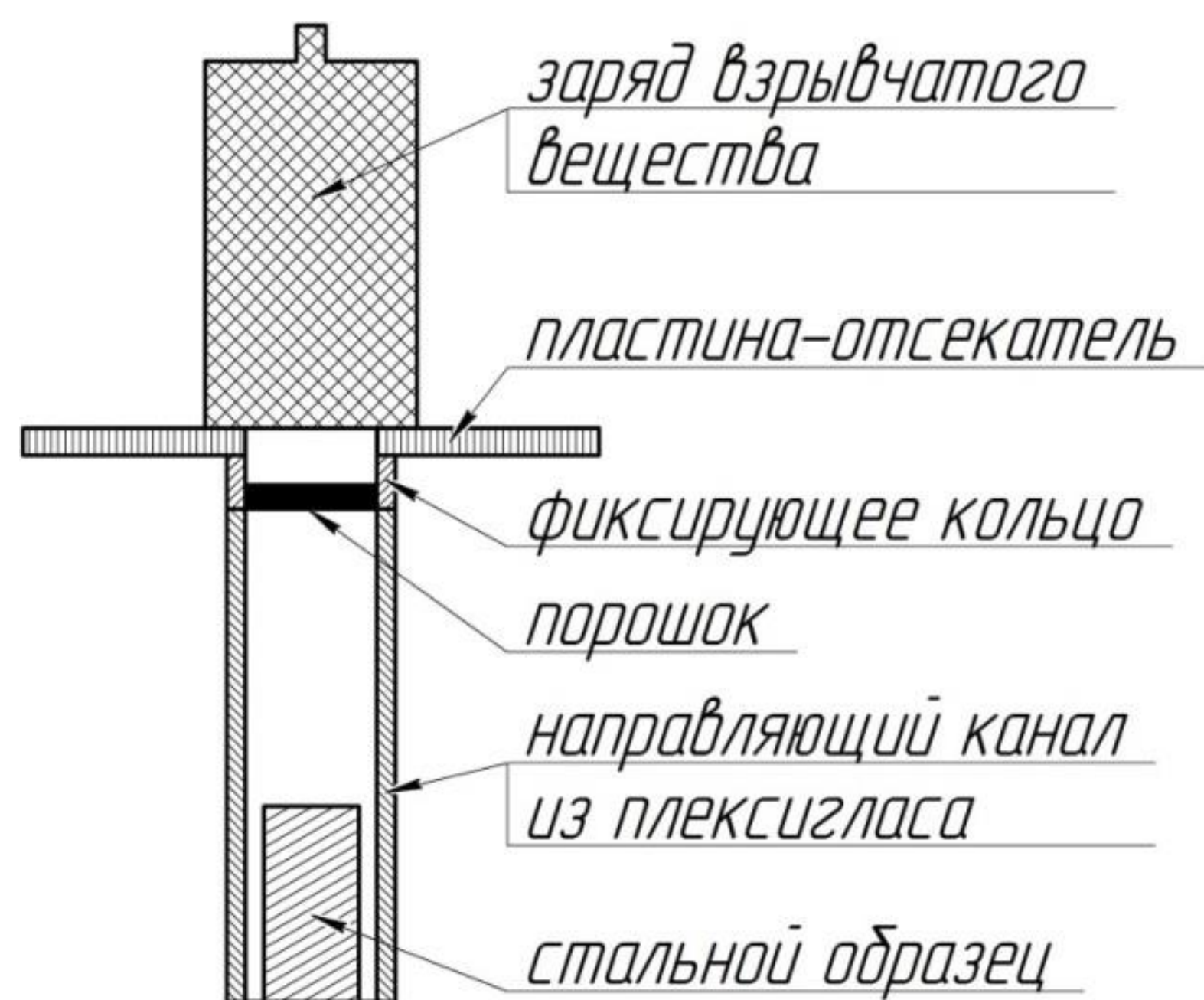
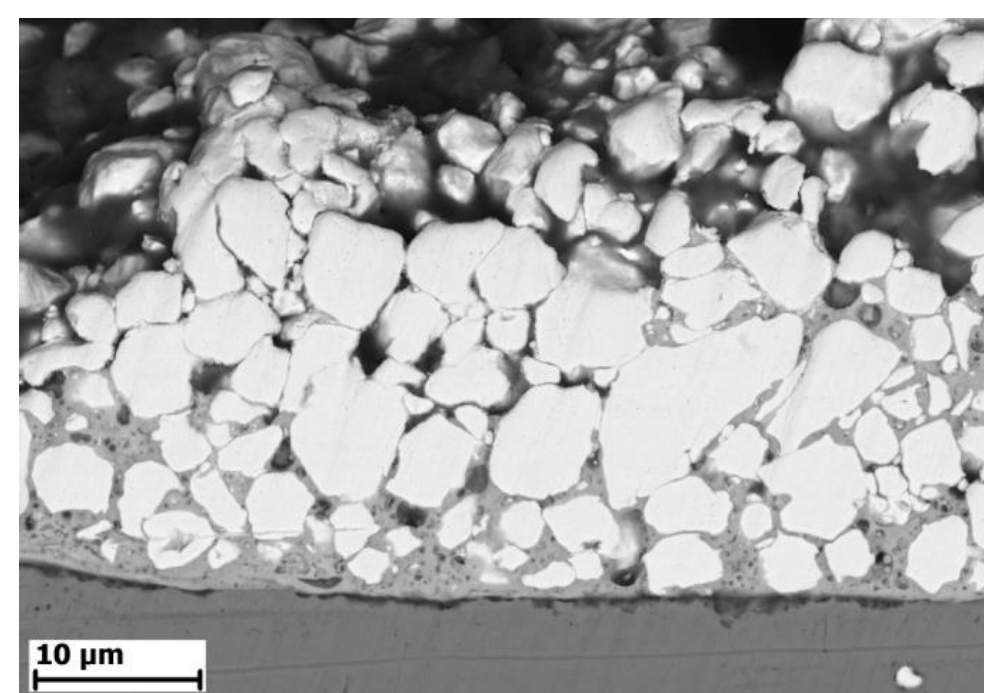


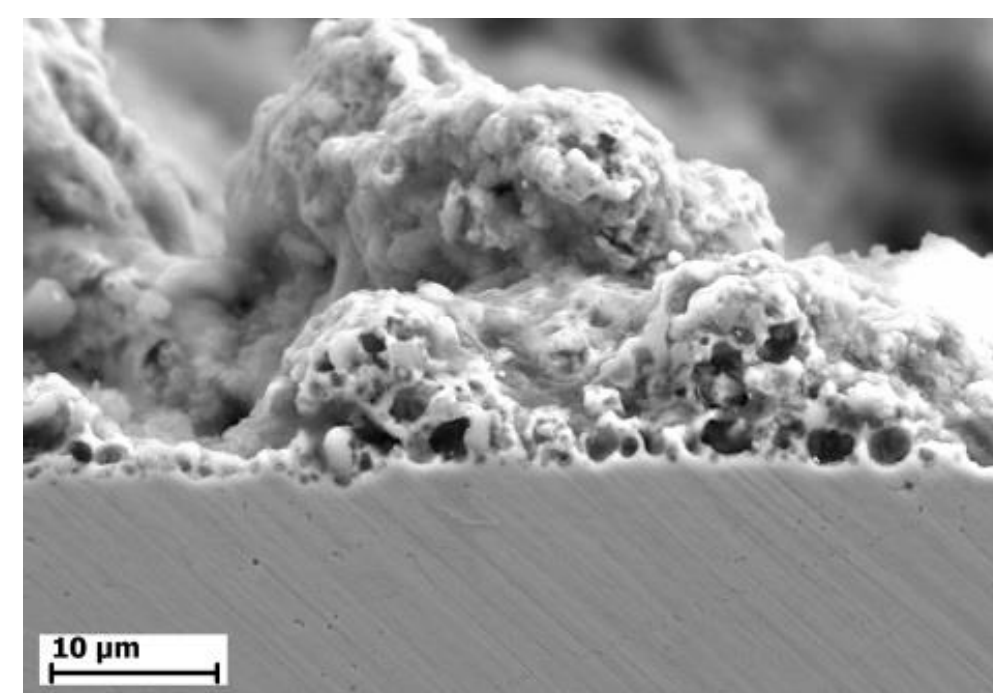
Рисунок 1. Схема эксперимента по воздействию частиц порошков на стальную преграду.

Результаты

При соударении высокоскоростного потока частиц с образцом наибольшая часть частиц остается в приповерхностной зоне, формируя неравномерное по толщине покрытие (рис. 2). Покрытие, полученное после соударения с порошком вольфрама (рис. 2а), имеет толщину от 10 до 50 мкм по ширине образца и в его объеме наблюдаются микропоры и частицы вольфрама, размер которых меньше по сравнению с исходным. Покрытие, полученное после соударения с порошком карбида титана (рис. 2б), получается волнообразным, и толщина покрытия варьируется от 10 до 30 мкм. Из рисунка видно, что на образование покрытия на поверхности образца оказывают влияние физические свойства метаемых порошков.



а)



б)

Рисунок 2. Поверхностный слой стали У8 после соударения с порошком: а) вольфрама; б) карбида титана.

Исследование распределения микротвердости по глубине образцов после высокоскоростного соударения с частицами порошков показало, что микротвердость максимально увеличивается в приповерхностном слое на глубине 2–6 мм по сравнению с исходной микротвердостью преграды (рис. 3). Затем значения микротвердости снижаются по мере удаления от поверхности, и примерно на глубине 20 мм микротвердость равна микротвердости исходных образцов. Такое распределение микротвердости по глубине преграды связано с уменьшением воздействия ударной волны, продуктов детонации и частиц порошков по глубине на свойства исследуемого материала.

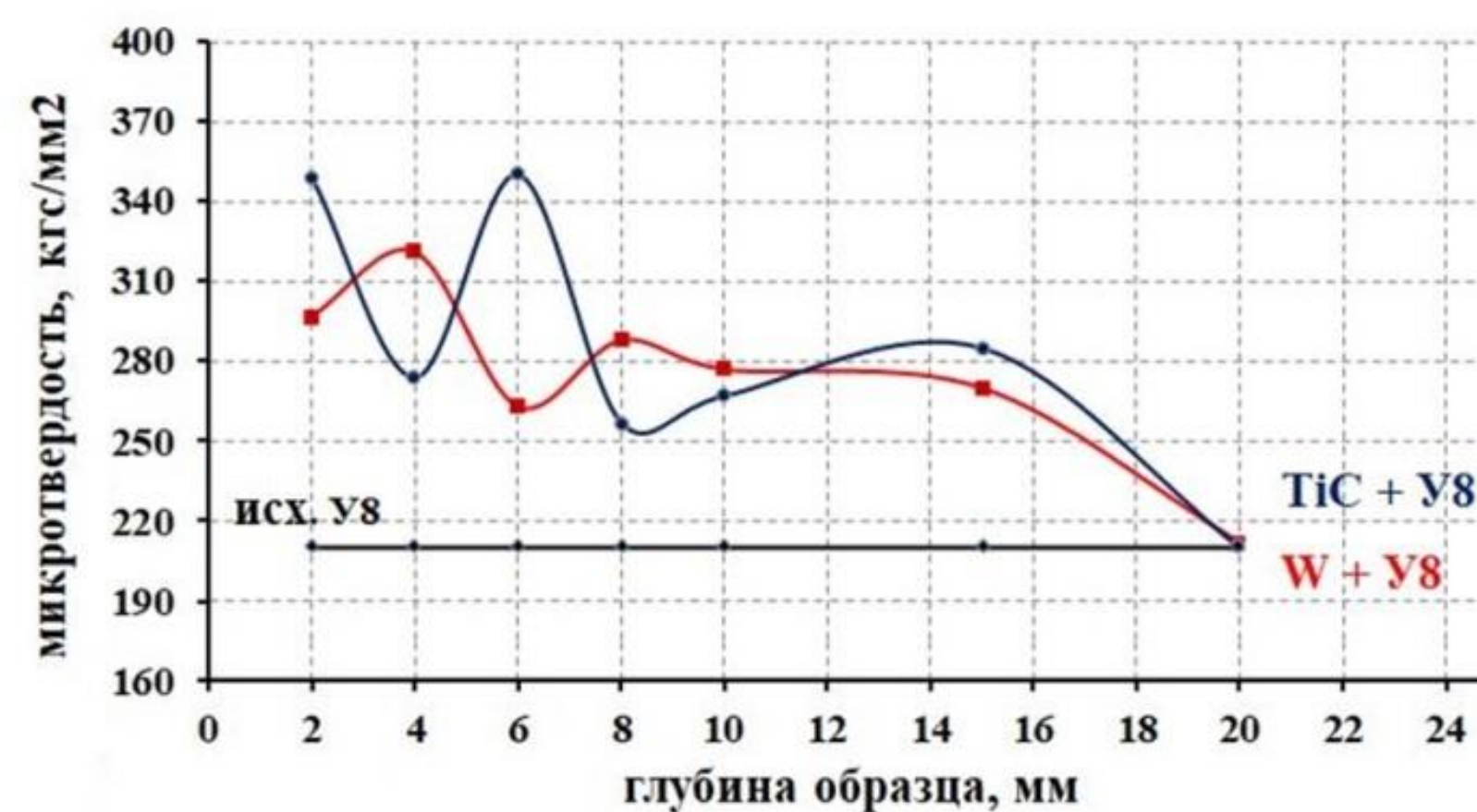


Рисунок 3. Распределение микротвердости по глубине образцов стали У8 после соударения с частицами порошков W и TiC.

Выводы

Полученные результаты позволяют заключить, что использование порошков с разной плотностью и размерами частиц приводит к существенному отличию образования покрытия на поверхности преграды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00553 а.

Список литературы

1. Yu. Usherenko, S. Usherenko, J. Yazdani. Composite Materials for Steel Cutting and Concrete Crushing // Procedia Engineering. 2017. Vol. 172. P. 1198-1203.
2. Е.В. Петров, И.В. Сайков, Г.Р. Сайкова, В.С. Трофимов. Свойства поверхностного слоя при высокоэнергетической обработке частицами порошков // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2020. № 1. С. 29-35.