



ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКОЛЬНОЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ В БРОНЗОВЫХ СПЛАВАХ БРАЖ9-4 И БРАМЦ9-2

В.О. КОПЫТСКИЙ, Е.В. ПЕТРОВ, С.Н. БУРАВОВА

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

Российской академии наук, г. Черноголовка

Электронная почта: vlad_2701@mail.ru

Введение

Бронзовые сплавы широко используются в областях судостроения и машиностроения, для изготовления деталей, работающих в условиях сильного трения и коррозии. Данные сплавы обладают высокой устойчивостью к механическому истиранию и коррозионной стойкостью в морской воде. Бронза служит основным материалом для изготовления гребных винтов в судостроении, которые в процессе длительного воздействия кавитационной эрозии подвергаются откольной повреждаемости. Откольная повреждаемость – это тип внутреннего разрушения материала, вызванного динамическими растягивающими напряжениями, которые возникают в результате интерференции разреженных ударных волн. Волна разрежения образуется от сжимающей волны, отраженной от свободной поверхности.

Исследование сопротивления бронзовых сплавов к разрушению при экстремально высоких скоростях деформации позволит изучить их физико-механические свойства в условиях динамических нагрузок [1]. Это необходимо для прогнозирования последствий ударно-волнового воздействия на материалы из бронзы и разработки способов модификации и восстановления их свойств.

Объект исследования

Объектами исследования являются бронзовые цилиндрические образцы из сплавов марок БрАЖ9-4 и БрАМц9-2, которые наиболее часто используются для изготовления деталей в морской промышленности. Размеры образцов составляли: диаметр 25 мм, высота 40 мм. В качестве взрывчатого вещества (ВВ) использовался: аммонит 6ЖВ со скоростью детонации 3,6-4,8 км/с. Эксперименты по ударно-волновому воздействию проводились по двум схемам (рисунок 1 и 2). По первой схеме (рисунок 1) происходит нагружение образца в стальной обойме (диаметр 45 мм) с помощью алюминиевой пластины-ударника (диаметр 45 мм, толщина 2 мм). По второй схеме (рисунок 2) проводится обжатие скользящей детонационной волной, с возможностью варьировать интенсивность нагружения путем изменения толщины заряда. В данном эксперименте высота заряда составляла 30 мм. Данные способы ударно-волнового нагружения позволяют смоделировать откольную повреждаемость в материале, аналогично реальным явлениям откольного разрушения в гребных винтах.

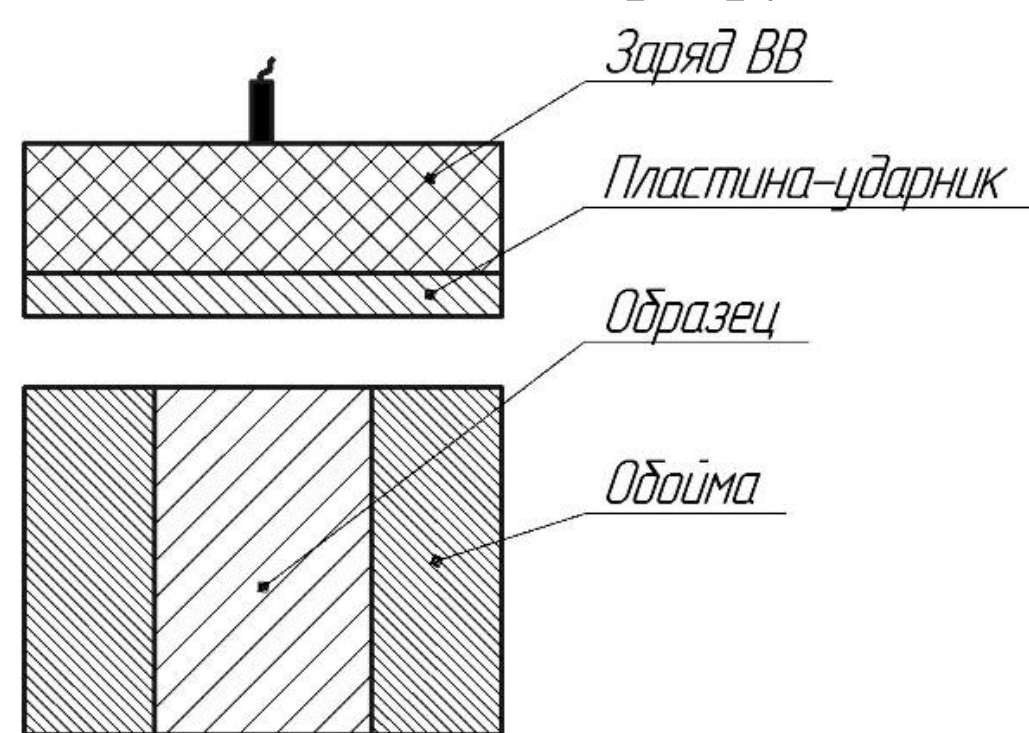


Рисунок 1. Схема эксперимента по метанию пластины-ударника на образец в обойме.

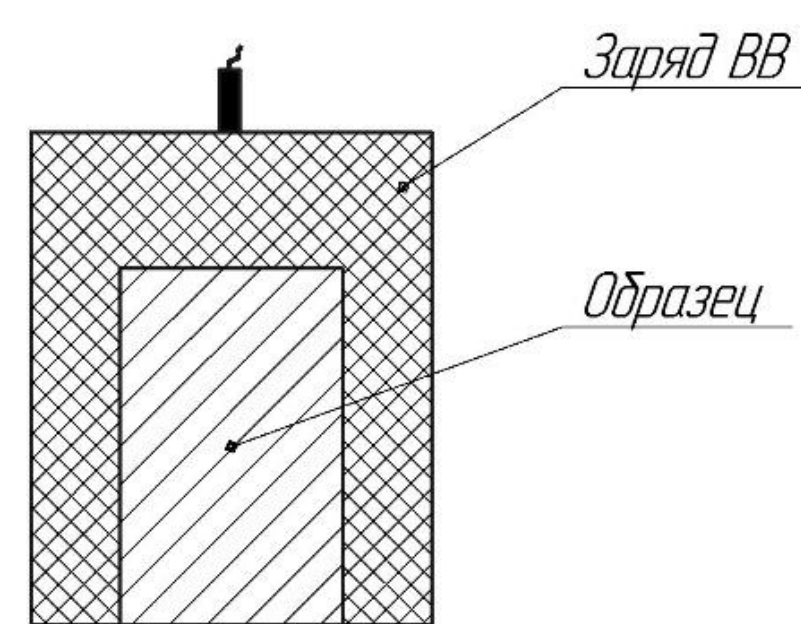


Рисунок 2. Схема эксперимента по обжатию образца скользящей детонационной волной.



Результаты

Серия проведенных экспериментов позволила реализовать явление откола в выбранных материалах с помощью ударно-волнового нагружения. Исследование микроструктуры бронзы демонстрирует ярко выраженные откольные трещины вдоль профилей нагрузки и за счет влияния пластической деформации. Фотографии микроструктуры травленных шлифов (рисунок 3 и 4) получены с помощью сканирующего электронного микроскопа Zeiss Ultra plus.

После метания пластины ударника наблюдается образование микротрещин и небольших дефектов, преимущественно вблизи поверхности на которую приходился удар. В результате обжатия были обнаружены трещины с помощью визуального контроля, в основном, ближе к боковым сторонам образца, на которые оказывалось большее нагружение.

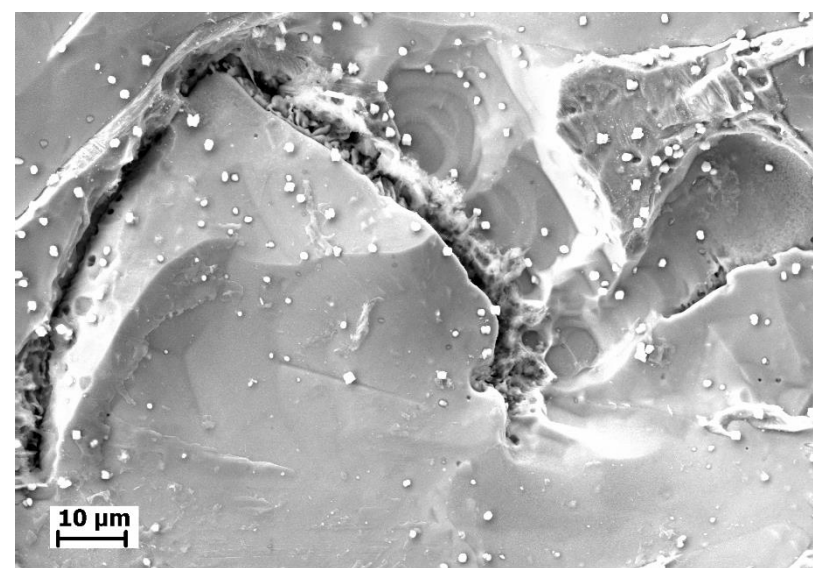
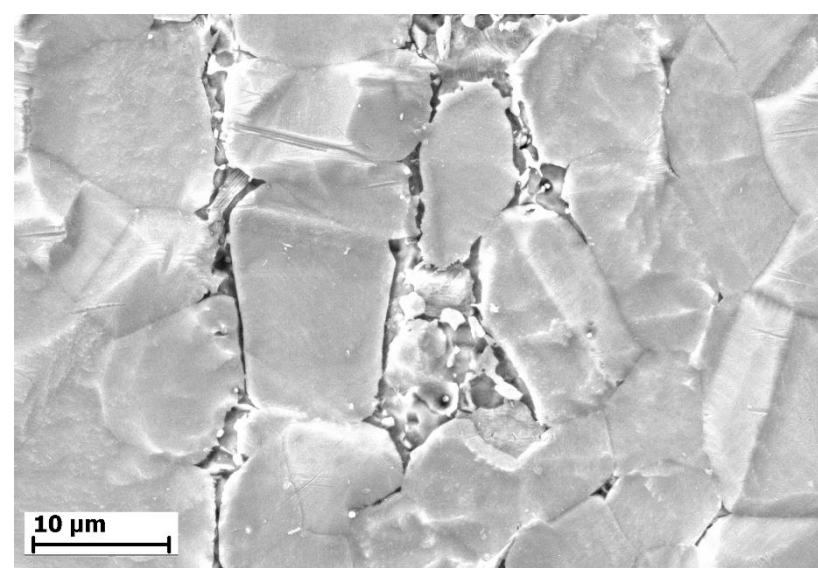


Рисунок 3. Микрофотографии поверхности шлифов бронзы после метания пластины-ударника.

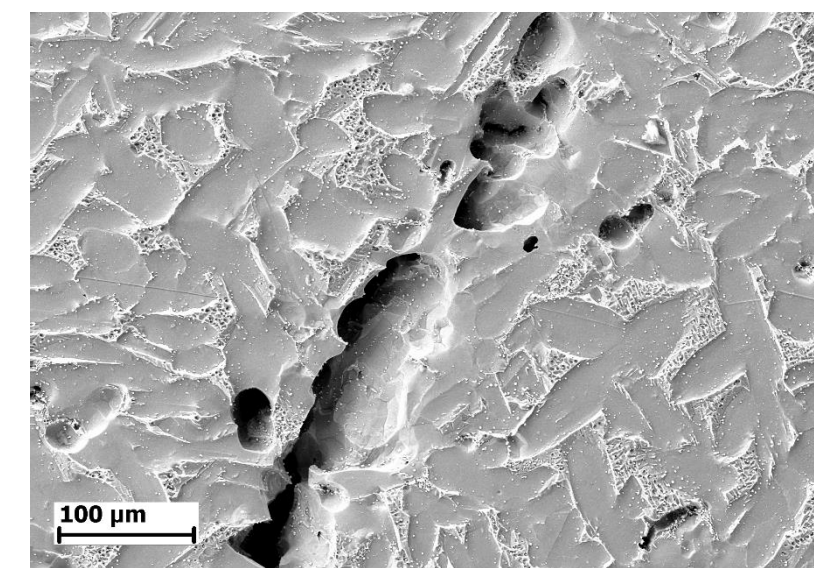
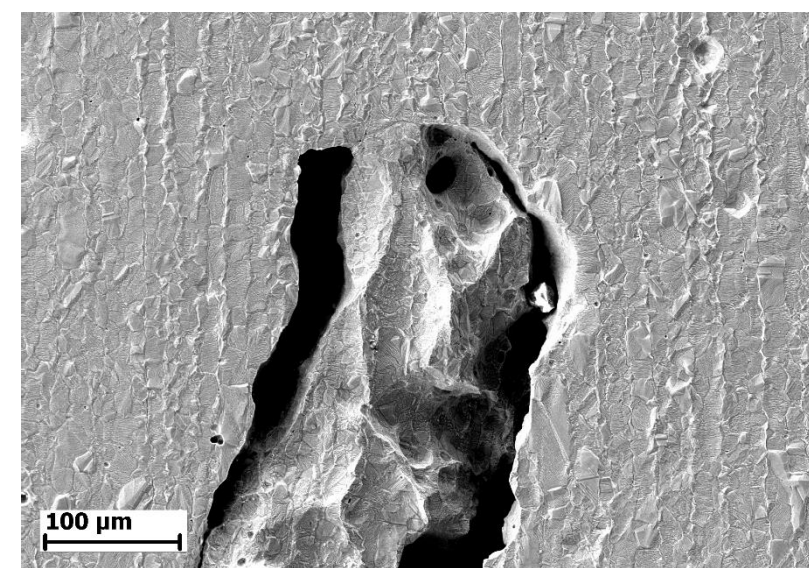


Рисунок 4. Микрофотографии поверхности шлифов бронзы после обжатия скользящей детонационной волной.

Выводы

В работе рассмотрены процессы, сопровождающие образование откольного разрушения в бронзовых сплавах. Реализовано явление откола в выбранных материалах с помощью подобранных экспериментальных схем по ударно-волновому нагружению. Исследованы микроструктуры сохраненных образцов после серии экспериментов с помощью электронной микроскопии.

Список литературы

1. С.В. Разоренов, Г.В. Гаркушин. Влияние сильной динамической деформации на прочностные свойства металлов и сплавов при откольном разрушении // Вопросы оборонной техники. 2014. №7-8. С. 29-40.