

ОТРЕЗНЫЕ СЕГМЕНТНЫЕ КРУГИ КАК АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Отрезные сегментные круги показали свою высокую эффективность при обработке камня, бетона, железобетона и широко применяются в строительстве. Эффективность применения отрезных сегментных кругов в различных областях обусловлена их высокой степенью специализации, адаптацией для обработки отдельных материалов, применением высокопрочных алмазных порошков, свойства которых также адаптированы к различным условиям эксплуатации. Однако при обработке (резании) изделий из чугуна и стали, отрезные сегментные круги по эффективности уступают абразивным кругам. Существуют области (резание крупных конструкций из стали, изделий из чугуна, в заводских и полевых условиях), где использование отрезных сегментных кругов может быть экономически оправдано. Помимо этого существует проблема демонтажа сооружений при ликвидации последствий техногенных катастроф, где необходим инструмент, адаптированный к обработке группы материалов: стали, бетона, железобетона и т.д. Одной из причин низкой эффективности отрезных сегментных кругов является контактное взаимодействие алмазных зерен и связки со сталью, следствием которого является перенос продуктов износа на поверхность сегментов и ускоренный их износ.

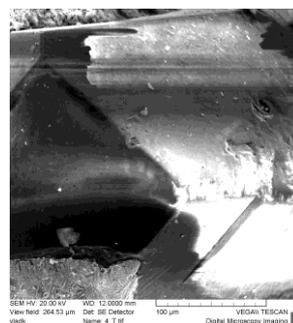
В работе методами электронной сканирующей микроскопии, энергодисперсного анализа изучены процессы контактного взаимодействия сегментов (алмазосодержащих композиционных материалов) при обработке стали. Кругами (350×3,5×40, АС 180, 500/400, 50 отн.% и 350×3,5×40, АС180, 500/400, 125 отн.%), установленными на аварийно-спасательном инструменте с мотоприводом, в условиях, имитирующих работу при ликвидации чрезвычайной ситуации (демонтаж конструкции) в течение 10 мин резали лист стали марки Ст 45 толщиной 5 мм.

Скорость резания листа стали кругом с концентрацией 125 отн.% алмазных зерен в сегменте в 4 раза превышала скорость резания кругом с концентрацией алмазных зерен 50 отн.%. Резание кругом с концентрацией 50 отн.% алмазных зерен проходило со снижением режущей способности. Резание кругом с концентрацией алмазных зерен 125 отн.% происходило с постоянной скоростью. Анализ морфологии поверхности сегментов с концентрацией алмазных зерен 50 отн.% показал, что после 10 минут работы на поверхности присутствуют отдельные, частично разрушенные зерна. На поверхности сегментов с концентрацией алмазных зерен 125 отн.% присутствуют как целые, так и разрушенные зерна. Отпечатки от выкрошившихся зерен присутствуют на поверхности матрицы в отдельных сегментах. Пленки продуктов износа присутствуют на отдельных участках матрицы сегментов и алмазных зерен (рис. 1, а, б, 2, а). Пленки продуктов износа стали на поверхности матрицы имеют переменный состав и состоят из железа 54 мас.%, кислорода 24,8 мас.%, углерода 21,2 мас.%. На поверхности алмазных зерен (после растворения пленок железа) присутствуют микротрещины, царапины, ориентированные в направлении обработки, углубления, заполненные продуктами износа (рис. 2, б). Подобные микрорельефы образуются и после воздействия (800 К, 30 мин) на поверхность алмазных зерен расплава нитрата калия (рис. 2, в). Рельефы, образующиеся на поверхности листа стали после резания кругами, представляют собой совокупность гребней с округлыми и плоскими вершинами и впадин, заполненных продуктами износа стали (рис. 2, з).

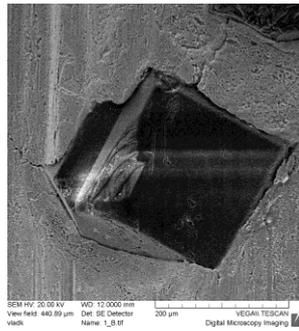
Процессы резания листа стали отрезными кругами протекают при высоких (1700 – 1850 К) температурах в зоне фрикционного контакта, об этом свидетельствует морфология поверхности износа стали, состав продуктов износа на поверхности сегментов (рис. 2, з).



а



б

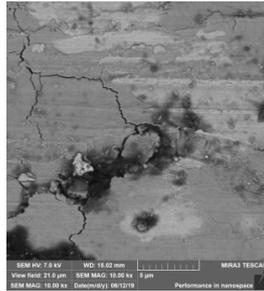


б



з

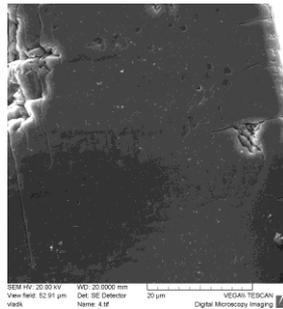
Рис. 1. Морфологии поверхностей износа композиционных материалов. Концентрация алмазных зерен: а, б – 125; в, з – 50 отн.%



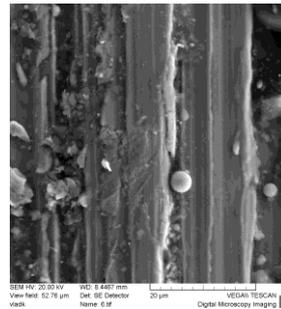
а



з



в



б

Рис. 2. Морфологии поверхностей износа (а, з): а – матрица композиционного материала; з – сталь. Микроструктура нарушенного слоя на поверхности алмаза (б, в). Концентрация алмазных зерен: б – 125 отн.%; в – 50 отн.%

Морфология поверхности износа стали (листа) указывает, что алмазные зерна перемещаются в приповерхностном слое, а матрица контактирует с поверхностью стали. Перемещение алмазных зерен в слое стали, температура которого близка к температуре плавления железа, снижает твердость и прочность алмаза, а взаимодействия (растворение) с железом способствует переносу железа на поверхность алмаза (и матрицы). Периодически повторяющиеся циклы переноса и срыва пленок железа с поверхности алмаза, сопровождающиеся повышением и снижением температуры, динамическими ударными нагрузками приводят к образованию микротрещин, а затем нарушенного слоя. Хрупкому разрушению алмазных зерен предшествует стадия усталостного разрушения, которое локализовано в нарушенном слое. Перенос продуктов износа железа на поверхность матрицы снижает скорость ее износа, а хрупкое разрушение алмазных зерен магистральными трещинами подавляет согласованное изнашивание матрицы и алмазных зерен, т.е. реализацию механизма «самозатачивания», обеспечивающего постоянное значение режущей способности инструмента. Увеличение концентрации алмазных зерен в композиционном материале снижает удельные нагрузки на зерна, фрикционное взаимодействие матрицы с железом, что приводит к увеличению длительности периода изнашивания алмазных зерен на поверхности сегмента. Таким образом, перенос продуктов износа на поверхность сегментов (явление «засаливания») является следствием функционального взаимодействия композиционного материала со сталью. Увеличение концентрации алмазных зерен в сегменте позволяет нивелировать этот эффект, что делает возможным разработку эффективного инструмента для резания групп материалов.