

Аномалии при динамическом взаимодействии сгустков порошковых частиц с твердой металлической преградой

Студент гр. 10403117 Филиппов М. Н.
Научный руководитель – Ушеренко С.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Процесс легирования деталей на основе стали, как правило, выполняется в жидком агрегатном состоянии. Легирование стали значительно меняет ее исходную структуру, а соответственно и свойства сплавов. Процесс легирования при этом происходит в условиях перемешивания жидких фаз и создания химических соединений. Такой вариант легирования требует, как значительных затрат энергии, так и относительно длительный период времени обработки стали.

При взаимодействии порошковых сгустков со стальными преградами в динамическом режиме реализуется комплекс физических эффектов, которые качественно отличаются от эффектов при легировании в жидком агрегатном состоянии.

Как правило, стали легированные в твердом агрегатном состоянии обладают более высокой твердостью и прочностью по сравнению с прочностью этой же стали в жидком состоянии. В этих условиях за доли секунды наблюдаются эффекты проникания микроударников на глубины в сотни или тысячи размеров исходных частиц.

С позиции аномального процесса внедрения микрочастиц порошкового сгустка в твердое металлическое тело на первой стадии взаимодействия необходимо сформировать зародыши канальных элементов в поверхностных слоях металлической заготовки.

Глубина проникания ядра в преграду не может превышать 6–10 калибров ударника. В экспериментах по прошивке стального образца сгустками микрочастиц (1–100 мкм) внедрение частицы на глубины до 100 мм потребует уменьшение сопротивления материала преграды в 10000 раз или аналогичную величину дополнительной энергии для подталкивания ударника[1]. На этапе формирования на поверхности открытых кратеров

Целью настоящей работы является рассмотрение возможных объяснений эффекта динамического переноса частиц в объеме стального твердого тела.

На этапе формирования на поверхности твердого тела открытых микрократеров излишки энергии удара затрачиваются на выброс осколков, на формирование кратера, а иногда на проплавление поверхности и даже, при высоких скоростях соударения, на излучение в открытое пространство.

В массивном металлическом материале дополнительной подталкивание в стальной преграде частицы становится возможным только при условии интенсивного воздействия матричного вещества на тыльную часть ударника. Реализация такого подталкивания возможно только в импульсном режиме. В закрытой системе, когда микроударник находится в закрытой полости, импульсный режим подталкивания ударников за счет пульсации вещества в канальной зоне после ударника. Известно, что движение ударника (пули) в воде сопровождается взрывами по траектории движения.

Также известно, что кавитация приводит к появлению на поверхности металла многочисленных взрывных каверн, формированию армирующихся волокон (рисунок 1). Взрывы за ударником, даже в твердом теле объясняют кавитацией. Поскольку, после травления поверхности шлифа волоконные элементы вытравливаются над поверхностью стали, то следует предположить, что химическая активность этих структурных элементов существенно отличается от исходной стали. Обработка стали в твердом состоянии проводилась порошками свинца. Т.е. твердость ударника заведомо ниже, чем твердость стальной преграды.



Рисунок 1 – Волокна, формируемые частицами свинца в режиме сверхглубокого проникания

Результаты анализа синтезируемых волоконных элементов показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрация микроэлементов при СГП (свинец)

№ точки	Fe	Al	Mn	S	Cu	Pb
T2	28,61	13,99	39,17	–	0,55	17,68
T3	48,77	32,22	–	0,28	0,28	19,03
T4	43,32	40,00	–	0,54	0,54	16,11

На основе экспериментальных результатов можно утверждать, что на глубине 22 мм в объеме твердого стального тела сформировались волокна с высокой концентрацией свинца – 17–19 масс %. Высокую концентрацию алюминия в волокне, по-видимому, можно объяснить тем, что сгустки свинцового порошка разгонялись в кумулятивной линзе, изготовленной из алюминиевого листа. Очевидно, что высокую концентрацию марганца – 39 масс %, зафиксированную в точке 2 нельзя объяснить только за счет динамического массопереноса. На рисунке 2 после прошивки преграды из стали 10 получена фотография канального элемента, пульсировавшего при проникании на глубине 20 мм.

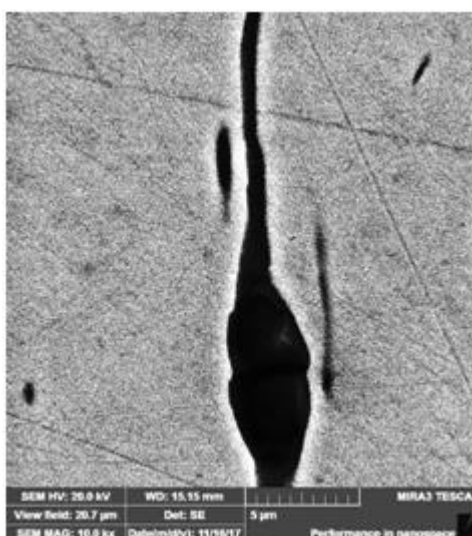


Рисунок 2 – Зона пульсации канального элемента в стальной преграде

Многочисленные эксперименты показали, что при динамической обработке стали устойчиво реализуются необычные эффекты. Эти эффекты заключаются в динамическом легировании твердого тела метаемым веществом, которое в начальном этапе находится также в твердом агрегатном состоянии. Главным практическим результатом в данных условиях является преобразование массивного твердого тела в композиционный волоконный материал за доли секунды. Таким образом, технологическая операция, называемая «сверхглубокое проникание», позволяет эффективно легировать по объему и преобразовывать массивную стальную заготовку в композиционный материал [1].

Выводы

1. Обнаружены специфические режимы, при которых реализуются условия обеспечивающие прошивку микрочастицами свинца преграды из углеродистой стали на глубины до 20 мм.
2. Преобразование массивного стального материала в композит возможно при подводе дополнительной энергии к ударнику, как результат многочисленных пульсаций на тыльной поверхности ударника.

Список использованных источников

1. Ушеренко, С.М. Анализ процесса проникания. Динамическая перестройка структуры материалов. Кол. Монография – НИИ ИП с ОП, Мн.: 2000. – С. 85–100.

УДК 621.791

Анализ макроструктуры и свойств соединений, полученных электронно-лучевой и механизированной сваркой в защитных газах плавящимся электродом низколегированной стали повышенной прочности

Магистранты: Киселевич Р.А., Сахончик В.Ю.
Научный руководитель – Урбанович Н.И.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

К деталям колеса относятся ободья, которые в настоящее время, например, на БелАЗе для их изготовления используют трубы из стали 20. Эта сталь относится к хорошему свариваемым, но имеет невысокие прочностные свойства. Для сварки элементов ободьев применяют механизированную дуговую сварку в защитных газах плавящимся электродом. Толщина стенки обода 16 мм., поэтому, согласно ГОСТ 14771–76 сварку осуществляют с двух сторон по три прохода с каждой стороны, Тип соединения стыковой с Х – образной разделкой.

Следует отметить, что при эксплуатации обод колеса испытывает знакопеременные нагрузки, работает в разных климатических условиях. В следствии чего в нем нарушается геометрия появляется овальность, а иногда и трещины, которые чаще всего возникают в зоне сварки, что в конечном итоге может привести к поломкам во время движения автосамосвала и быть причиной несчастного случая.

В рамках данной работы с целью снижения проявления указанных факторов предлагается заменить низкоуглеродистую сталь марки сталь 20 на низколегированную сталь повышенной прочности марки 09Г2С. Кроме повышенных прочностных свойств эта сталь обладает достаточно высокой пластичностью и сопротивляемостью ударным нагрузкам. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в интервале температур от -70 до +450 °С, что является весьма актуальным для сверхтяжелых машин, работающих в холодных климатических зонах, например, на крайнем Севере. Сталь 09Г2С относится к низколегированным конструкционным сталям, которые можно считать вполне пригодными для дуговых способов сварки. Эти стали не относятся к группе металлов, обладающих повышенной склонностью к образованию холодных и