

В результате введения РЗМ в наплавленный металл предполагается увеличение твердости на НРС 7—12, износостойкости на 23—25% и усталостной прочности на 15—18%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Редкоземельные металлы и сплавы, с. 5—16. «Наука», М., 1971.
2. Е. М. Савицкий, В. Ф. Терехова, И. В. Буров, И. А. Маркова, О. П. Наумкин. Сплавы редкоземельных металлов. АН СССР, 1962.
3. Е. М. Савицкий. Сплавы редких металлов. «Металлургия», М., 1966.
4. Ф. Х. Спеддинг и А. Х. Даан. Редкоземельные металлы. «Металлургия», М., 1965.
5. В. А. Наливкин. Централизованное восстановление деталей автоматической наплавкой и сваркой, с. 21—62. Саратов, 1965.
6. Б. Д. Лебедев. Сварочная порошковая проволока, с. 29—54, Харьков, 1973.

УДК 621.791.92 : 793.8

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИМИ ТВЕРДЫМИ СПЛАВАМИ

Асп. В. К. АВЕТИСЯН

В настоящее время создается много новых износостойких материалов методами порошковой металлургии, в частности, металлокерамические карбидообразующие сплавы. Высокая твердость этих материалов позволяет использовать их при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники, работающих в условиях абразивного изнашивания, поскольку изготовление деталей полностью из карбидообразующих сплавов связано с технологическими трудностями, хрупкостью и другими недостатками.

Методам газоплазменного и плазменного напыления порошков из карбидов вольфрама, титана и др. присущи значительные недостатки. Главным из них является высокая общая пористость покрытий (2—12% и выше). Сцепление покрытий с материалом основы имеет преимущественно механический характер, что вызывает необходимость предварительной подготовки поверхности восстанавливаемой детали (пескоструйная обработка, глубокое травление и т. п.) и часто является причиной отслаивания покрытий в жестких условиях эксплуатации [1].

Для получения поверхностного слоя с хорошими физико-механическими свойствами, большой прочностью сцепления

с основой и малой пористостью, необходимо изыскание новых способов ускорения частиц напыляемого материала до гиперзвуковых скоростей. Наиболее перспективным и приемлемым в практическом отношении, на наш взгляд, является нанесение покрытий с помощью детонации.

Детонацией называется взрыв [2], распространяющийся с постоянной и максимально возможной для данного взрывчатого вещества и данных условий скоростью, превышающей скорость звука в данной среде. Наиболее прост и лучше изучен механизм возникновения и развития детонации в газах [3—6]. Здесь в роли взрывчатого вещества выступают смеси с воздухом или кислородом ацетилена, водорода, метана и др.

К настоящему времени, в США разработана серия автоматических установок различной конструкции для детонационного напыления.

Принципиальная схема установки для детонационного напыления показана на рис. 1. Кислород и ацетилен через систему клапанов 9 подается в смесительную камеру 5, откуда готовая смесь строго определенного состава поступает в ствол установки 8. После распыления в смеси точно дозированного количества порошка ее поджигают электрической искрой при помощи автомобильной или авиационной свечи 6. В момент выстрела восстанавливаемая деталь находится на расстоянии 7—10 см от дульного среза установки. На таком расстоянии ударная волна после выхода из ствола настолько рассеивается в воздухе, что возможность повреждения ею восстанавливаемой детали исключена. После каждого выстрела смесительная камера 5 и ствол 8 продуваются азотом. Для предотвращения пламени в области клапанов 9 азот должен полностью вытеснить гремучую смесь из камеры 5. Поджиг смеси производится в момент, когда азот полностью вытеснит гремучую смесь из камеры 5 и появится на входе ствола 8. Поэтому азот в смесительную камеру 5 необходимо подавать через клапан 4 еще до выстрела. Установка делает 1—2 выстрела в секунду. Синхронная работа отдельных элементов установки осуществляется программно-распределительным механизмом 2 кулачкового типа, вал 3 которого вращается электродвигателем 1 через редуктор 10. Ствол 8 установки представляет собой прочную трубку из нержавеющей стали длиной 1000—1800 мм с внутренним диаметром 15—21 мм при толщине стенок 2—3 мм.

У покрытий из карбида вольфрама на кобальтовой основе твердость по Виккерсу лежит в пределах 1500—1600 кг/мм<sup>2</sup> [7].

Все покрытия прочно сцеплены с поверхностью изделия и не отслаиваются при любом механическом воздействии. При

детонационном напылении на границе раздела имеет место сварочный эффект [1], подобный тому, который возникает при взрывной сварке и взрывном плакировании металлов. Внедрение материала покрытия в поверхность изделия сопровождается дополнительным течением материала в направлении, па-

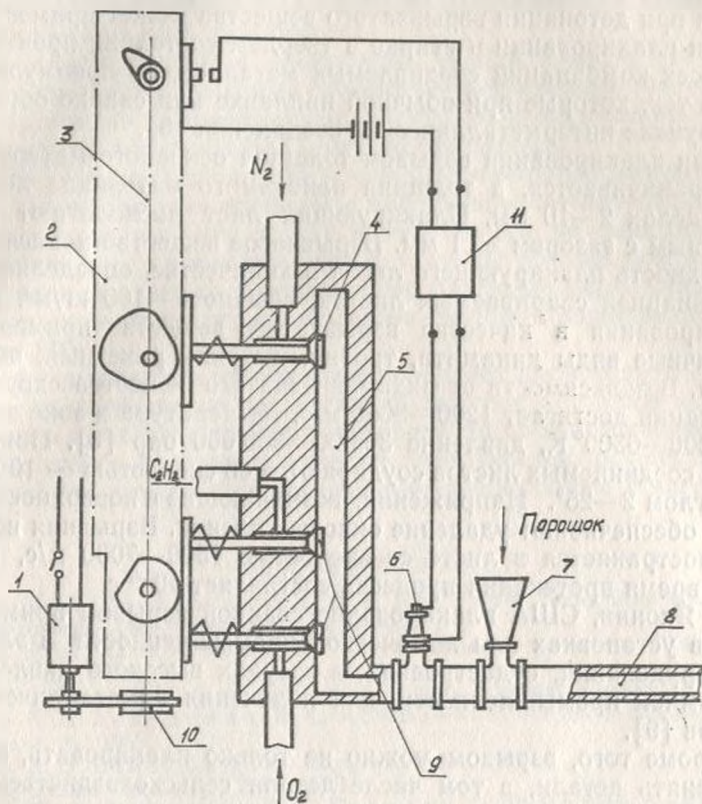


Рис. 1. Принципиальная схема установки для детонационного покрытия деталей.

1 — электродвигатель, 2 — программно-распределительный механизм кулачкового типа, 3 — вал, 4 — клапан для подачи азота, 5 — смешивательная камера, 6 — автомобильная свеча, 7 — дозатор, 8 — ствол, 9 — клапана для подачи ацетилена и кислорода, 10 — редуктор, 11 — катушка зажигания.

раллельном этой поверхности, вследствие чего возникает взаимное сцепление обоих материалов криволинейными образованиями.

Другим перспективным методом восстановления деталей сельскохозяйственной техники металлокерамическими карби-

дообразующими сплавами является плакирование и упрочнение взрывом.

В настоящее время способ плакирования взрывом широко применяется в таких странах, как Япония, США, Англия.

Способ соединения металла за счет энергии, освобождающейся при детонации взрывчатого вещества может применяться при плакировании и сварке в твердом состоянии практически всех комбинаций соединяемых металлов, но преимущественно тех, которые при обычной наплавке или сварке образуют хрупкие интерметаллические соединения [8].

При плакировании взрывом толщина основного материала не ограничивается, а толщина наносимого материала лежит в пределах 2—10 мм. Плакирующий лист располагают над основным с зазором ~ 1 мм. Взрывчатое вещество наносят на поверхность плакирующего листа в количестве, определяемом комбинацией свариваемых листов, обычно 5—100 кг/м<sup>2</sup>. Для плакирования в качестве взрывчатого вещества применяют различные виды динамита, тротил, тетрил, ракетный порох и т. п. В зависимости от вида взрывчатого вещества скорость детонации достигает 1200—8000 м/с, температура в зоне взрыва 3200—6300° К, давление 30 000—300 000 бар [8]. Поверхности соединяемых листов соударяются со скоростью ~ 100 м/с под углом 2—25°. Напряжения, возникающие в поверхностном слое, обеспечивают удаление окисных пленок. Взрывная волна распространяется в листе со скоростью 1500—7000 м/с, при этом время протекания процесса составляет 10<sup>-6</sup> с.

В Японии, США плакирование сваркой взрывом применяется в установках для химической промышленности, в электрооборудовании, судостроении, в сосудах высокого давления, в атомной промышленности, для получения биметаллических листов [9].

Кроме того, взрывом можно не только плакировать, но и упрочнять детали, в том числе детали сельскохозяйственной техники, восстановленные любым видом наплавки.

Способ поверхностного упрочнения металла взрывом бризантного взрывчатого вещества предложил и запатентовал в марте 1955 г. Норман Мак-Лоуд.

Фирма Du Pont [10] имеет заводскую установку для упрочнения взрывом отливок из стали Гадфильда, применяемых в строительных и дорожных машинах. По данным фирмы в результате упрочнения взрывом износ башмака гусеницы бульдозера сократился на 40%, а срок службы железнодорожных глухих пересечений повысился на 300%.

В институте гидродинамики Сибирского отделения Академии наук СССР предложили новую модель упрочнения металлокерамических сплавов взрывом, состоящую в дроблении

твердой фазы и увеличении плотности дефектов кристаллической решетки (точечных, дислокаций, двойников, следов фазовых превращений) как в матрице, так и в твердой фазе [11].

Поверхностную твердость, глубину наклепа и изменение твердости по глубине упрочненного слоя можно регулировать за счет определенного распределения взрывчатого вещества на обрабатываемой поверхности.

В зависимости от конфигурации заряда и места его инициирования в заряде могут генерироваться «косая» (бегущая) или «плоская» детонационные волны, воздействующие одновременно на значительную поверхность образца.

При взрывной обработке в каждый отдельный момент времени возникает локализованное нагружение, которое приводит к существованию напряжений и деформаций, не зависящих от состояния их в других участках детали. В упрочняемом металле нужно стремиться к исключению растягивающих напряжений, которые приводят к появлению трещин и разрушению металла [12].

Упрочнение деталей взрывом позволяет производить упрочнение на глубину, не достижимую другими методами поверхностного наклепа; упрочнять поверхности сложной конфигурации, а также отдельные участки поверхностей, осуществлять упрочнение детали без применения специального оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Шестерненко, Е. А. Астахов. Технология и организация производства, 1968, № 5, стр. 85—87.
2. В. И. Шестерненко. Порошковая металлургия, 1968, № 1, стр. 37—47.
3. Б. Льюис, Г. Эльбе. Горение, пламя и взрывы в газах. ИЛ, 1948.
4. Я. Б. Зельдович, А. С. Компанеев. Теория детонации, Гостехиздат, М., 1955.
5. R. H. Eshelman, *Fool Engineer*, 1, 117, 1956.
6. *Ceramic Industry*, 72, 78, 1959.
7. Ю. А. Харламов, Т. С. Банатов, Б. Л. Рябошапка. Технология и организация производства, 1973, № 8, стр. 52—54.
8. Richter Ulf. Sprengplattieren und Sprengschweiben zur Herstellung von Verbundwerkstoffen. «Maschinenmarkt», 1973, 79, № 71, 1541—1543.
9. Фукуяма Икуо. «High pressure», 1970, № 5, 2114—2121. Цит. по реф. ж. «Сварка», 1971, № 6.
10. Э. А. Сатель, Е. И. Пупков. Вестник машиностроения, 1964, № 6, стр. 75—77.
11. А. А. Дерибас и др. Физика горения и взрыва, 1973, т. 9, № 5, стр. 754—758.
12. Э. Б. Медзяновский. Кузнечно-штамповочное производство, 1969, № 9, стр. 44—45.
13. Э. Ш. Чегелишвили. Физика горения и взрыва, 1971, т. 7, № 2, стр. 275.