

ГОРИН Д. И., МАРЧЕНКО С. А.,
кандидаты технических наук

О ПРИРОДЕ СВЯЗИ МЕТАЛЛИЗАЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ С ОСНОВНЫМ МЕТАЛЛОМ

Основным фактором, определяющим возможность использования в производстве металлизации распыленным, является прочность связи покрытия с основным металлом.

Вопрос о природе связи частиц покрытия между собой и с поверхностью детали все еще остается дискуссионным, несмотря на множество высказанных гипотез и соображений [1, 2, 3].

Нами была сделана попытка выдвинуть некоторые теоретические положения по этому вопросу и проверить их экспериментально.

В твердых телах различают четыре вида связей: ионную, атомную, металлическую и молекулярную [4, 5, 6]. Эти виды связей в твердых телах не всегда встречаются в чистом виде, особенно в сложных телах, где могут быть и промежуточные виды связей [4]. Приведенное замечание в полной мере можно отнести к рассматриваемому соединению деталь—металлизационное покрытие.

В металлизационных покрытиях, по нашему мнению, могут иметь место следующие виды связей с основным металлом и между собой: металлическая, молекулярная и механическая.

Мы изучали состояние частиц при ударе о металлизирруемую поверхность и характер их связи при помощи металлографического микроскопа МИМ-8 при увеличении в 100, 300 и 800 раз и электронного микроскопа ЭМ-3 при увеличении в 5400 раз.

Для выполнения металлизационных работ использованы аппараты-металлизаторы: электродуговой ЭМ-6, газовый МПН-1-57 и высокочастотный МВЧ-2.

Режим электродуговой металлизации: напряжение на дуге 30 в, сила тока 120 а, давление сжатого воздуха $5,5 \text{ кг/см}^2$, расстояние от сопла металлизатора до металлизирваемой поверхности 100 мм. При металлизации использовалась проволока из стали 65ГА диаметром 1,6 мм. Производительность металлизационного аппарата ЭМ-6 7 кг/час. Режим газовой металлизации: расход ацетилена 480 л/час при давлении 0,3 атм и кислорода 960 л/час при 3 атм; давление сжатого воздуха 3,5—4 атм, расстояние от сопла металлизатора до ме-

таллизируемой поверхности 100 мм, проволока из стали 65ГА диаметром 1,6 мм.

Режим высокочастотной металлизации: частота тока лампового генератора ГЗ-46 400—500 кГц; напряжение высокой ступени 7—8 кВ; ток сетки 3,8 а; анодный ток 0,6 а; давление сжатого воздуха 4 кг/см², расстояние от сопла металлизатора до покрываемой поверхности 100 мм, проволока из стали 65ГА диаметром 4 мм. Во всех случаях образцами для иссле-

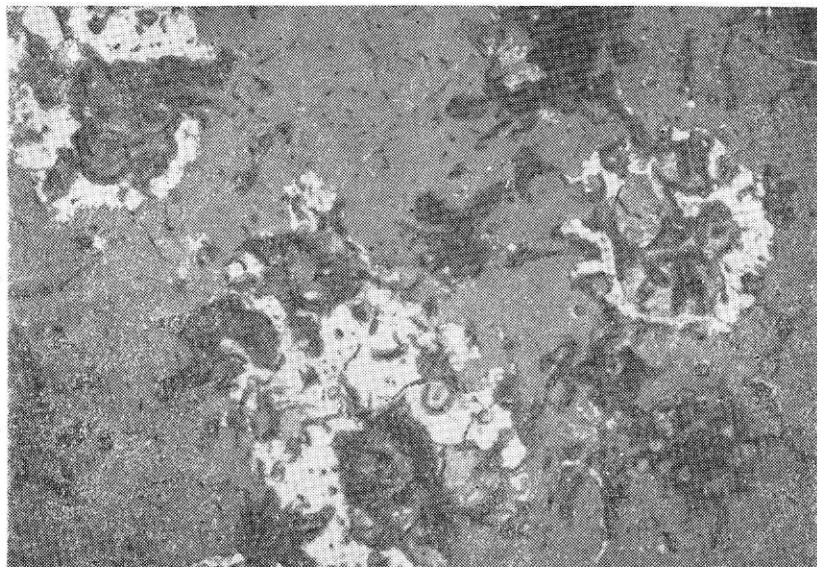


Рис 1. Форма и состояние частиц распыленной стали 65ГА при ударе их о поверхность стекла. Режим высокочастотной металлизации:
 $P_B = 4 \text{ кгс/см}^2$, $L = 100 \text{ мм}$; $\times 300 \times 5$.

дований служили ролики с наружным диаметром 38 мм, внутренним 16 мм и шириной 10 мм, изготовленные из стали 45.

Подготовка образцов под металлизацию заключалась в шлифовке с последующей непосредственно перед металлизацией обдувкой стальным металлическим песком [7]. Все ролики с покрытием подвергались шлифованию до размера $40 - 0,01 \text{ мм}$.

Опытами установлено, что при оптимальном режиме металлизации частицы распыленной стали достигают металлируемой поверхности в жидком (покрытые тонкой окисной пленкой) и в высокопластическом состоянии (рис. 1). Частицы имеют различные размеры (0,015—0,080 мм), скорость, кинетическую энергию и температуру. В связи с этим их взаимодействие с поверхностью детали может быть следующим: жидкие частицы металла —

твердая поверхность; частицы в высокопластическом состоянии — твердая поверхность; твердые частицы — твердая поверхность; частицы в различном состоянии — подогретая поверхность и различные комбинации. При ударе происходит пластическая

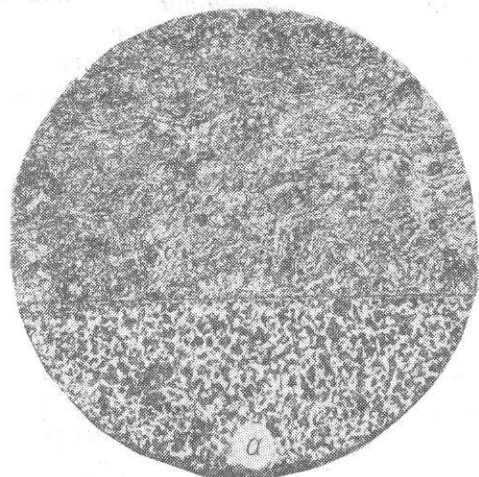


Рис 2. Переходная от напыленного слоя к основному металлу, шлиф травленный: *a* — $\times 100$; *b* — $\times 800$; *в* — $\times 5400 \times 3$.



деформация частиц, разрушение и выдавливание в стороны окисных пленок с обнажением участков жидкого металла, что способствует увеличению прочности сцепления частиц между собой и с покрываемой поверхностью.

Из исследования процессов порошковой металлургии [8] известно, что непосредственно после охлаждения кристаллические решетки поверхностных слоев металла содержат большое количество дефектов, и состояние поверхностных атомов характеризуется повышенной энергией. Это можно отнести и к металлизационным частицам.

Естественно, что если две такие поверхности приведены в контакт, процесс перестройки может привести к соединению этих поверхностей, т. е. к образованию металлических связей. При этом может иметь место молекулярная связь, а иногда и диффузия.

Исследования показывают, что прочность сцепления частиц с металлизируемой поверхностью зависит от целого ряда факторов: режимов металлизации, способа подготовки поверхности под металлзацию, состава металла распыляемой проволоки и поверхности восстанавливаемой детали и т. д. На прочность сцепления оказывает большое влияние первый слой осажденных частиц, который является как бы грунтом для последующих слоев. Сцепление частиц первого слоя с основным металлом происходит в более неблагоприятных условиях по сравнению с последующими слоями. Частицы распыленного металла, ударяясь о холодную поверхность детали, охлаждаются ею, в результате чего степень пластической деформации, а следовательно, и сцепляемость с твердой поверхностью детали происходит в худших условиях. Кроме того, покрываемая поверхность в той или иной мере неизбежно загрязнена посторонними веществами, что также приводит к снижению прочности сцепления.

При увеличении окисления металлизируемой поверхности прочность сцепления понижается, так как при этом уменьшается действительная поверхность контакта, ухудшается пластичность слоев.

На наш взгляд, основным фактором, препятствующим схватыванию, в этом случае является наличие на металлизируемой поверхности адсорбированных пленок, состоящих из полярных молекул. Эти пленки обладают способностью быстро образовываться на контактных поверхностях металлов и восстанавливаться на тех участках, где они были нарушены. Это объясняется процессом поверхностной миграции активных молекул. Подобная миграция может иметь место и в зоне непосредственного контакта металлических поверхностей. Она происходит под действием двумерного давления адсорбционных слоев на участке смыкания поверхностей, выявленного П. А. Ребиндором, а также в результате расклинивающего давления, установленного Б. В. Дерягиным [9].

Разность температур на границе между поверхностью детали и осаждаемыми частицами, а также между самими частицами придает контактной поверхности напряженный характер.

Можно полагать, что при высококачественной подготовке поверхности и оптимальных режимах металлизации могут иметь место между покрытием и основным металлом, а также между частицами напыленного металла все отмеченные выше три вида связей, из которых металлическая связь имеет место на малом количестве участков (рис. 2).

Поскольку участки с металлической связью между напыленным металлом и деталью сравнительно немного как по величине, так и по площади, прочность их сцепления в основном обуславливается молекулярной связью и механическим зацеплением. Сказанное подтверждается также характером диаграмм испытания металлизационных покрытий на прочность сцепления.

Таким образом, для повышения прочности сцепления покрытия с основным металлом необходимо всегда стремиться к обеспечению возможно большего металлического контакта между частицами покрытия и с металлируемой поверхностью. Это практически достигается соответствующей чистотой покрываемой поверхности, ее шероховатостью, наибольшей температурой частиц распыляемого металла, равномерностью распыла, силой удара частиц о поверхность, высокой степенью пластической деформации, подогревом поверхности детали перед металлизацией.

Выводы

1. Физико-механические свойства металлизационных покрытий в большой степени зависят от прочности связи частиц с основным металлом и между собой. Такая связь может быть металлической, молекулярной и механической.

Механическая и молекулярные связи имеют исключительное место и являются главным фактором, определяющим общую прочность сцепления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вадивасов Д. Г. Исследование влияния условий процесса электрометаллизации на свойства металлических поверхностей. Автореферат докторской диссертации, Саратов, 1958.

2. Ширжецкий М. Н. Образование, строение и свойства стальных металлизационных слоев. Автореферат кандидатской диссертации. Харьков, 1961.

3. Шадринцев А. А. Основы рационального способа восстановления автомобильных деталей металлопокрытиями. Машгиз, 1962.

4. Абиндер С. Б. Холодная сварка металлов. Изд-во АН Латвийской ССР, 1957.

5. Гуляев А. П. Металловедение. Оборонгиз, 1951.

6. Лашко-Авакян С. В. Металловедение сварки (некоторые вопросы). Машгиз, 1954.

7. Марченко С. А. Прогрессивный способ восстановления деталей. «Промышленность Белоруссии», 1963, № 11.

8. Гартер Р. И., Дьяченко С. С. Исследование процессов спекания электролитической меди. Ж. Т. Ф., том XXII, вып. 7-й, 1962.

9. Дерягин Б. Н. Что такое трение. Изд-во АН СССР, 1952.