



The reasons of brass coating separation at coiling of wire are investigated. It is shown that constant perfection of the investigation methods is one of the ways of achievement of high level quality of the production of RUP "BMZ".

Е. С. СЕРЕГИНА, РУП «БМЗ»

УДК 669.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОТСЛОЕНИЯ ЛАТУННОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ НАВИВКЕ ПРОВОЛОКИ

Процесс изготовления латунированной заготовки диаметром 0,85–2,8 мм включает в себя следующие стадии:

- нагрев стальной волооченой проволоки в печи до температуры аустенизации;
- охлаждение в ванне с расплавом свинца (550 °С);
- очистка свинца в коксе мелкой фракции;
- электрохимическое биполярное сернокислотное травление;
- электролитическое нанесение меди в щелочном растворе (пирофосфатное меднение);
- электролитическое сернокислотное меднение;
- электролитическое сернокислотное цинкование;
- термодиффузия (450–500 °С) с целью получения латуни на поверхности проволоки;
- фосфорно-кислотное травление с целью очистки поверхности проволоки.

В результате всех этих процессов получается заготовка с мелкодисперсной пластинчатой феррито-перлитной структурой и слоем латунного покрытия толщиной 1–2 мкм на поверхности. Степень сцепления латуни с проволокой влияет на дальнейший процесс тонкого волоочения заготовки и свойства получаемой тонкой проволоки и корда, поэтому данный параметр постоянно контролируют. Испытание проводят путем навивания нескольких витков проволоки в виде плотной спирали вокруг собственного диаметра, осмотра намотанных витков под оптическим микроскопом и сравнения с эталонными шкалами. Прилегание латуни получается наилучшим, если проволока идеально очищена до нанесения покрытия. Наличие под латунным покрытием различного рода загрязнений приводит к отслоению латуни (рис. 1). Поэтому далее причины отслоения латунного покрытия и причины образования загрязнений под покрытием рассматриваются как однозначные понятия.

Загрязнения на поверхности проволоки имеют различное происхождение и разные технологические причины образования. Испытания на качество прилегания латунного покрытия и определение количества загрязнений под покрытием с момента открытия сталепроволочного цеха проводили в лаборатории металлографии производства металлокорда. Количество загрязнений оценивали по шкалам, для этого проволоку закладывали в металлографический шлиф. Технологическими причинами присутствия большого количества загрязнений на готовой латунированной проволоке считались в основном несоответствия в печи патентирования. Однако впоследствии заметили, что корректирующие мероприятия в печи патентирования по устранению причин неудовлетворительного прилегания покрытия не всегда дают положительный результат. Поэтому на РУП «БМЗ» проводили исследовательские работы по определению более конкретных причин образования загрязнений под покрытием. Проволоку отбирали по стадиям процесса латунирования после разных ванн агрегата, проверяли количество загрязнений и сцепление латуни. В результате было установлено, что загрязнениями на проволоке являются в подавляющем большинстве случаев продукты



Рис. 1. Отслоение латуни при навивке проволоки вокруг собственного диаметра. x10

химического взаимодействия технологических растворов ванн с проволокой – оксиды, в некоторых случаях остаточная окалина ($\text{FeO}-\text{Fe}_3\text{O}_4$). Окалина должна стравливаться полностью с поверхности проволоки в ванне с серной кислотой. Наличие остаточной окалины на готовой проволоке говорит о несоответствиях в печи патентирования либо в ванне травления. Во время исследования выявлено, что местом появления оксидов является ванна кислого меднения, оксиды являются продуктом химического взаимодействия стальной проволоки через поры и несплошности щелочного медного покрытия с сернокислым электролитом. Элементный химический состав оксидов исследовали на растровом электронном микроскопе с рентгеновским микрозондом Stereoscan 200. В их составе выявлены химические элементы – медь, цинк, железо, фосфор, о точном составе оксидов предполагать сложно. После термодиффузии за счет высокой температуры в зоне оксидов возможно окисление железа, после травления в фосфорной кислоте – образование фосфатов. При дальнейших исследованиях оксидов в металлографических шлифах установлено, что при нагреве проволоки на термодиффузии часто появляется слой железной окалины толщиной 0,2–

0,5 мкм между стальной основой и оксидом. Образование окалины под оксидами свидетельствует о локальном доступе кислорода к стальной основе из оксидов либо из воздуха из-за несплошности латунного покрытия в зоне оксидов. В результате проведенных работ в качестве технологических причин образования оксидов стали рассматривать и несоответствия в ваннах щелочного меднения, кислого меднения, задиры и истирания проволоки на контактных деталях во время прохождения проволоки по агрегату.

В металлографических шлифах загрязнения под покрытием имеют различную форму, цвет, поэтому начали применять более узкую классификацию: остаточная окалина, оксиды (рис. 2). Остаточная окалина в металлографическом шлифе имеет светло-серый цвет, располагается в основном по всей поверхности образца либо на большей части поверхности сплошным слоем (рис. 2, а). Оксиды имеют темно-серый цвет и располагаются в большинстве случаев отдельными глобулами на локальных участках поверхности в углублениях (рис. 2, б). При значительной степени загрязнения оксиды расположены сплошным слоем на локальных участках поверхности (рис. 2, в).

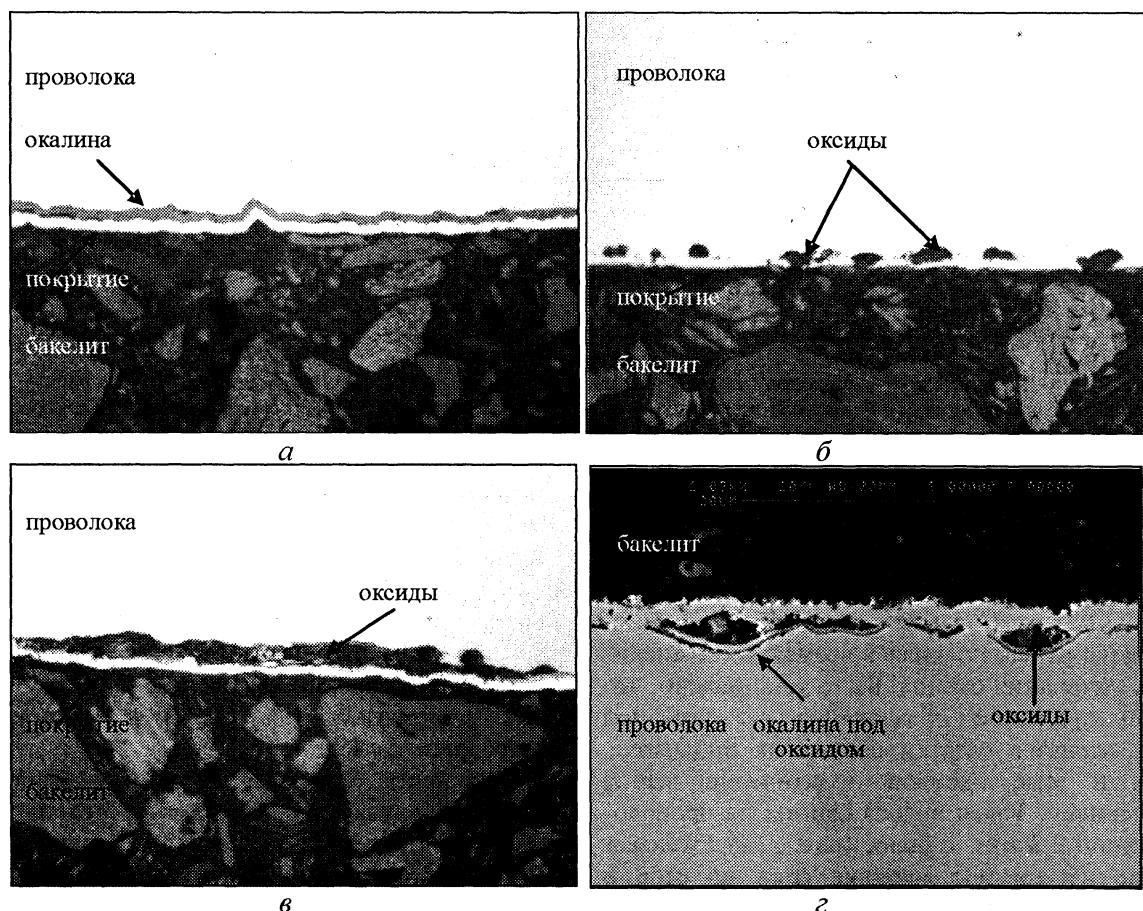


Рис. 2. Загрязнения под покрытием латунированной заготовки, сечение проволоки в металлографическом шлифе: а – остаточная окалина; б – оксиды расположены отдельными глобулами; в – оксиды расположены сплошным слоем; г – окалина, образовавшаяся под слоем оксидов после термодиффузии. а–в – х600

Качественная и количественная оценка загрязнений в металлографических шлифах не дает полную информацию об их типе и причине образования. В настоящее время для выявления причин неудовлетворительного прилегания латуни, типа загрязнения и технологических причин несоответствий в лаборатории металлографии РУП «БМЗ» разработан новый метод – химическое травление покрытия и визуальное определение под стереоскопическим микроскопом типа загряз-

нения (рис. 3). При этом с проволоки стравливается только латунное покрытие, стальная основа, окалина, оксиды и другие загрязнения в химическую реакцию не вступают либо приобретают окраску, характерную только для данного вида загрязнения. В результате появилась возможность по внешнему виду оперативно определять тип загрязнений, анализировать характер их расположения, устанавливать конкретную причину их образования.

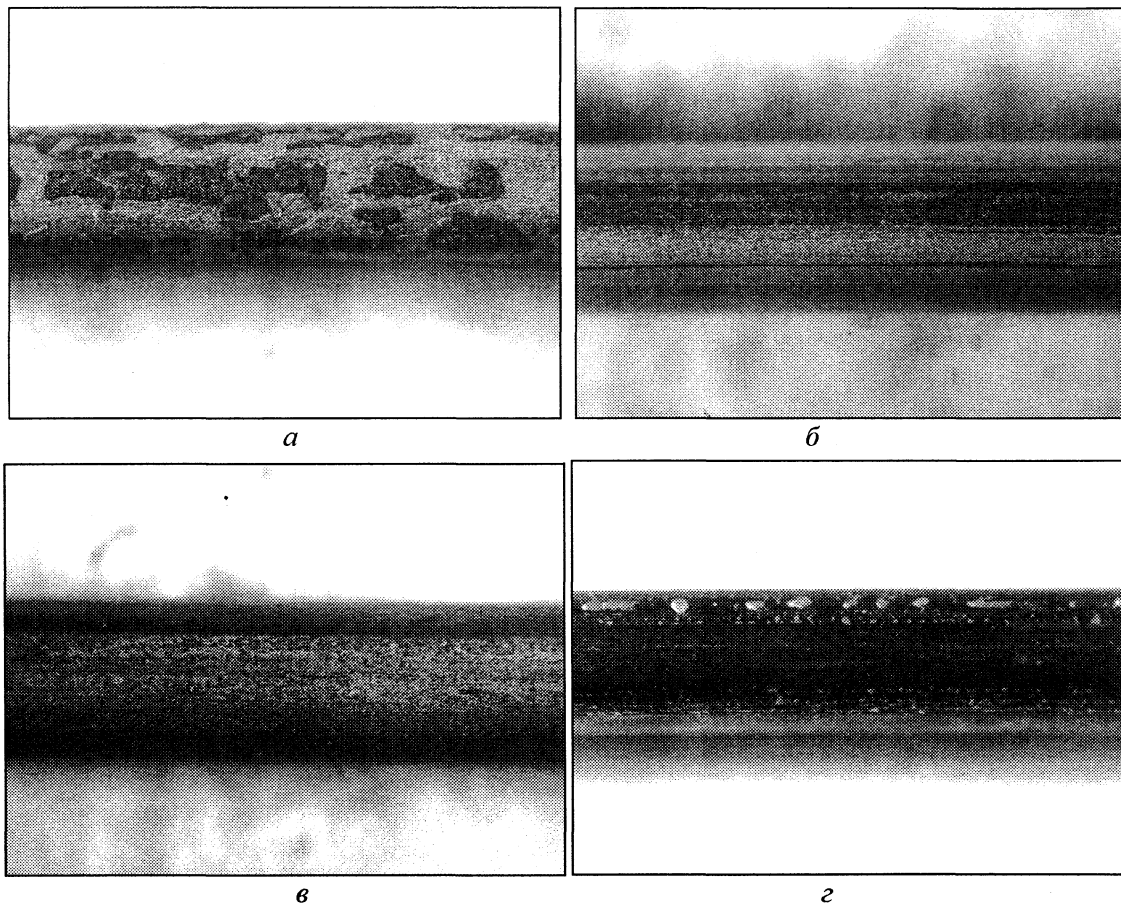


Рис. 3. Загрязнения на поверхности проволоки после стравливания латуни: *а* – остаточная окалина; *б* – оксиды; *в* – налипание свинца в виде полос; *г* – налипание свинца в виде крупных частиц, расположенных по всей поверхности

В процессе исследования загрязнений методом химического травления покрытия и анализа производственных обстоятельств, при которых происходили загрязнения, удалось еще более конкретизировать причины их возникновения. Дополнительно к тем загрязнениям, которые были исследованы ранее, появилась возможность анализировать налипания свинца. Было установлено, что основной причиной образования оксидов под латунью являются остатки свинца на проволоке, так как в зоне оксидов практически всегда имеется свинец. Узкая полоса свинца на проволоке толщиной 0,3 мкм и более (рис. 3, *в*) вызывает отслоение латуни при навивке сама по себе и образование оксидов в ванне сернокислого травления, что усугубляет степень загрязнения и отслоения. Причинами налипания свинца являются

трение проволоки о погружные скобы в свинцовой ванне (рис. 3, *в*), несоответствия параметров при прохождении проволоки в коксе, а также температурно-скоростных параметров в печи (рис. 3, *г*), повышенная шероховатость поверхности (риски, царапины). Кроме того, большое количество остатков свинца и оксидов на проволоке говорит о неудовлетворительном качестве щелочного электролита, так как в нем происходит подтравливание свинца.

Сложность определения типа загрязнения в некоторых случаях состоит в том, что на проволоке можно наблюдать несколько видов загрязнений одновременно, так как наличие одних влечет за собой образование других. Сложность определения конкретных технологических причин возникновения загрязнений заключается в том,

что различные технологические причины приводят к образованию одних и тех же загрязнений. Поэтому в таких случаях необходимо применять разные методы исследования, анализировать последовательность образования загрязнений для выявления первичных и определяющих факторов, знать и учитывать конкретные условия производ-

ства проволоки. Метод химического травливания покрытия позволяет оперативно определить тип загрязнения, соответственно предполагать причину его образования. Постоянное совершенствование методов испытаний – один из путей достижения высокого уровня качества продукции производства РУП «БМЗ».