

ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ

УДК 621.771. 923

Капланов В.И.*

ХОЛОДНАЯ ПРОКАТКА ТОНКИХ ПОЛОС С ЗЕРКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ВЫСШЕГО КЛАССА

Приведена разработанная комплексная технология холодной прокатки тонких полос с зеркальной поверхностью 13-14 класса по ГОСТ 2789-73, обеспечивающая подготовку качества подката алюминиевых сплавов, оптимальный режим деформации и выбор специальных технологических смазок.

Ключевые слова: холодная прокатка, травление подката, режим обжатий, качество поверхности, зеркальная поверхность, технологическая смазка.

Капланов В.И. Холодна прокатка тонких штаб дзеркальною поверхнею вищого класу. Приведено розроблену комплексну технологію холодної прокатки тонких штаб дзеркальною поверхнею 13-14 класу по ГОСТ 2789-73, що забезпечує підготовку якості підкату алюмінієвих сплавів, оптимальний режим деформації і вибір спеціальних технологічних мастил.

Ключові слова: холодна прокатка, травлення підкату, режим обтискань, якість поверхні, дзеркальна поверхня, технологічне мастило.

V.I. Kaplanov. The Cold rolling of thin bars with the mirror surface of higher class. The developed complex technology of the cold rolling of thin is resulted with a mirror surface 13-14 class for ГОСТ 2789-73, providing preparation of quality of roll metal for aluminium alloys, of deformation and choice of the special technological oils.

Keywords: cold rolling, etch of roll metal, of draft, quality of surface, mirror surface, technological oils.

Постановка проблемы. Улучшение качества поверхности алюминиевых сплавов при холодной прокатке и достижение высшего класса зеркальной поверхности необходимо для изготовления специальных изделий для многих отраслей промышленности, включая энергосберегающую, радиотехническую, электротехническую, химическую и др.

Анализ последних исследований и публикаций. Качеству холоднокатаного листового металла уделялось много внимания в различных научных работах. Значительный вклад в изучение этой проблемы внесли А.П. Чекмарев, М.М. Сафьян, А.М. Сафьян, М.И. Бояршинов, М.А. Беньковский, Д.И. Суяров, В.Л. Мазур, В.С. Горелик и другие.

В своих исследованиях авторы изучали влияние важных факторов на формирование качества листовой и полосовой продукции: точности, геометрической формы, качества поверхности, механических свойств и т. д. Однако получению листового проката с зеркальной поверхностью методом холодной прецизионной прокатки алюминиевых сплавов не уделялось должного внимания и поэтому ряд технологических особенностей не были решены.

Цель статьи - изложение основных технологических переделов, внедренных в производство, состоящих в подготовке подката перед прокаткой методом химического травления в оригинальных растворах, отработка рационального режима деформации с использованием технологических смазок специального состава.

Изложение основного материала. Производство листового проката из алюминия и его сплавов обеспечивает потребности целого ряда основных отраслей промышленности, в том числе машиностроительной, радиотехнической, химической, строительной, электротехнической и многих других.

Особые свойства алюминия и его сплавов делали их незаменимыми в различных системах

* д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

управления полетом межконтинентальных баллистических ракет стратегического назначения, и накопленный многолетний опыт в разработке технологии и создании нового способа обработки металлов давлением в настоящее время может быть использован в народном хозяйстве, например, при разработке энергосберегающих технологий и т.д.

Современная постоянная тенденция увеличения производства высококачественного полосового и листового проката одновременно ужесточает требования к точности и геометрической форме проката, качеству его поверхности и механическим свойствам. Особенности пластической деформации тонколистового металла неизбежно приводят к образованию остаточных напряжений и, как следствие, к нарушению геометрической формы полос и листов, а также к появлению на их поверхности различных дефектов при переработке проката на существующих технологических переделах.

Рулонный способ холодной прокатки алюминиевых полос, являющийся, несомненно, прогрессивной технологией, более экономичный и производительный, в ряде случаев, когда предъявляются исключительно особо высокие требования к качеству поверхности, получению зеркальности высокого класса, такой способ прокатки становится практически непригодным.

Тогда для выполнения всех жестких требований к качеству проката более целесообразной и приемлемой является полистная (поштучная) холодная прокатка, хотя и отличающаяся сравнительно низкой производительностью, но обеспечивающая незаменимые условия получения зеркальной поверхности полос на специальных двухвалковых станах прецизионной прокатки.

Принятая в свое время технология производства подложек для запоминающих устройств электронно-вычислительных машин спецназначения была основана на поштучной холодной прокатке полос алюминиевых сплавов на двухвалковых станах и оказалась несовершенной, что приводило к получению готовых холоднокатаных полос низкого качества, сравнительной неоднородности состояния их поверхности и большой отбраковке подложек.

Кафедрой ОМД Приазовского государственного технического университета выполнены исследования, разработана и внедрена комплексная технология во многом повысившая эффективность производства и коренным образом улучшившая качество зеркальных подложек.

Впервые в технологию такого производства предложена и внедрена операция химической обработки подката перед холодной прокаткой. В результате поисковых исследований оптимального состава травления алюминиевых сплавов исследовали эффективность более 40 составов, созданных на основе щелочных и кислотных растворов.

Химическая обработка подката заметно изменяет качество поверхности в зависимости от применяемого состава. Наиболее подходящими оказались два водных раствора: под шифром №14, содержащим 2% H_3PO_4 ; 1% Na_3PO_4 и 14% HNO_3 . Травление заготовки-подката проводили при изменении температуры раствора от 25° до 70°С в течение 20 мин; под шифром №20, содержащим 5% сегнетовой соли и 5% Na_3PO_4 . Травление заготовки-подката осуществляли при температуре 60°С в течение 30 мин.

Из подката алюминиевого сплава АМцП изготавливали партии образцов размером 3x15x70 мм и травили их с разной продолжительностью выдержки при различной температуре раствора №14. Эффективность раствора оценивали по относительному уменьшению массы образцов и изменению шероховатости поверхности. Чем выше температура травления, тем выше класс чистоты поверхности подката. При травлении в этом растворе высота неровностей уменьшается в среднем на 20% при увеличении температуры от 25° до 70°С. Время выдержки также способствует уменьшению высоты неровностей и улучшению качества поверхности.

Исследована эффективность травления подката в опытном растворе №20. В результате установили, что качество и зеркальность готовых полос после травления в этом растворе и в растворе №14 практически ничем не отличаются и обеспечивают высокое качество поверхности подката.

Класс чистоты поверхности готовых полос из протравленной заготовки всегда был выше по сравнению с полосами, подкат которых не обрабатывался в травильном растворе.

При выполнении многочисленных опытов изучали динамику формирования микропрофиля прокатываемых полос, начиная от подката и заканчивая готовой полосой. Достаточно высокий класс чистоты поверхности при прокатке полос по новому, разработанному режиму обжатий в основном формируется уже после 4-5-ти пропусков или при суммарном относительном обжатии примерно 25-30%, т.е. когда R_a составляет 10-70 нм. Этот диапазон по масштабному представлению относится к области нанотехнологий, и наиболее высокая чистота поверхности достигается на готовых полосах, прокатанных с обжатием более 40% из предварительно протравленного подката в растворе №20. В этом случае получен высочайший класс при $R_a=0,3-1$ нм, что в 10-20 раз превосходит

наивысший 14 класс по старому ГОСТ 2789-59, которому соответствовало с учетом разрядов значение $K_a=6-10$ нм. Сравнить эти же показатели с ГОСТ 2789-73 невозможно из-за отсутствия в нем значений R_a для 13 и 14 классов шероховатости поверхности.

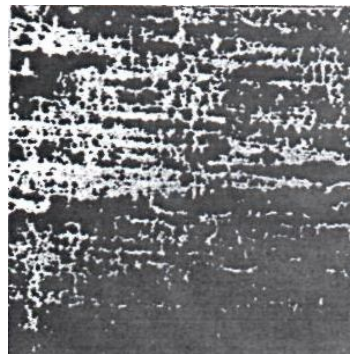
Полученные в наших опытах запредельные значения среднего арифметического отклонения, по-видимому, могут быть основанием для введения 15 класса в упомянутый ГОСТ, его пересмотра и обновления.

Качество поверхности готовых полос, прокатанных из химически обработанного подката, отличается почти полным отсутствием загрязнений, так как травильный раствор достаточно хорошо вытравливает с поверхности подката примеси и микровключения, благодаря чему имеющиеся на поверхности готовой полосы оставшиеся следы микрораковин были чистыми и светлыми. Травильный раствор очищает достаточно надежно не только всю поверхность, но и относительно глубокие трещины и раковины от различных вредных загрязнений, которые удалить другим способом почти невозможно.

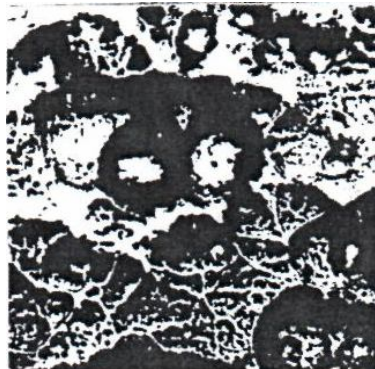
На рисунке иллюстрируется поверхность полос сплава АМцМ подката-заготовки до прокатки и



а)



б)



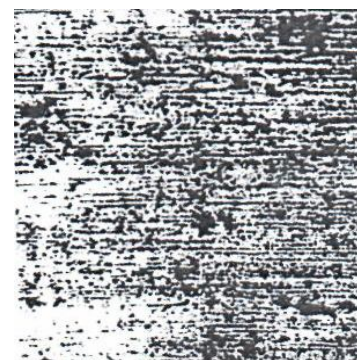
в)



г)



д)



е)

Рисунок - Поверхность алюминиевого сплава АМцМ толщиной 3мм: а, б, д - соответственно без травления, протравленного в щелочном растворе и в растворе №14. Поверхность готовой полосы 1,5 мм: б, г, е- прокатанной из соответствующих подкатов

полученная зеркальная поверхность готовой полосы. Поверхность подката без травления и протравленные поверхности соответственно в щелочном и в опытном растворе №14 заметно отличаются между собой. Если на поверхности подката не подвергавшегося химической обработке видны следы предыдущей холодной прокатки в виде вытянутых вдоль направления прокатки механических рисок, то химическая обработка в щелочном и в опытном растворе №14 существенно изменяет состояние поверхности подката и оказывает влияние на качество поверхности готовой полосы. При варианте обработки подката в щелочном растворе на его поверхности остаются относительно крупные раковины преимущественно округлой формы, а при использовании травильного раствора №14 готовая полоса не имеет подобных дефектов, практически монотонна и однородна, чем принципиально отличается от качества поверхности других образцов, приведенных и рассмотренных выше.

Для производства полосовой продукции такого типа весьма актуальной является проблема получения строго ровных, прямых готовых полос с зеркальной поверхностью высокого класса. Эту проблему решали после проведения экспериментов непосредственно на специальных прокатных станах [1] и в результате разработали новый режим обжатий, обеспечивающий снижение до минимума неравномерность деформации в каждом пропуске и постепенное улучшение качества по-

верхности холоднокатаных полос, повышая класс чистоты, практически полное исключение механических повреждений и различных загрязнений в процессе прокатки непосредственно на стане.

В отличие от прежнего режима деформации, по которому предусматривалось наибольшее обжатие в начальной стадии прокатки, новый режим построен по принципу прокатки с небольшими обжатиями в первых пропусках, чтобы обеспечить постепенную проработку верхних слоев полосы, сохранив ее прямолинейную форму в каждом пропуске.

Одним из решающих факторов, способствующих созданию необходимых условий на контактной поверхности между прокатываемой полосой и рабочими валками, является режим гетерогенного трения, как правило, определяемый свойствами технологических смазок и в процессе прецизионной холодной прокатки играющий важную роль в формировании микрорельефа поверхности полос.

Выбор и исследование технологических смазок выполняли в несколько этапов в производственных условиях при холодной прокатке полос. В основу поиска смазок оптимального состава был заложен теоретический принцип разработки эффективных смазочных средств, ранее исследованных в различных температурно-скоростных режимах тонколистовой прокатки [2].

Опытные испытания ряда жидкостей и эмульсий в качестве растворителя-носителя поверхностно-активных компонентов, а затем и применения в чистом виде продуктов нефтепереработки низких фракций и некоторых других веществ, позволили предложить оптимальный состав, в котором роль растворителя-носителя поверхностно-активных веществ выполняет деароматизированная дизельная фракция озексуатской нефти (Дадфон), содержащая 0,5-1% ацилоинов, представляющих собой смесь α -оксикетонов общей формулы $R'-CH(OH)-CO-R''$, где R' и R'' - углеводородные радикалы, содержащие от 15 до 20 атомов углерода.

Разработанная комплексная технология прецизионной холодной прокатки тонких полос из алюминиевых сплавов, включающая химическую обработку подката в специальном травильном растворе, холодную прокатку по новому рациональному режиму обжатий и применение технологической смазки оптимального состава, позволила значительно улучшить качество поверхности и стабильно получать холоднокатаные полосы наивысшего 14 класса чистоты поверхности по ГОСТ 2789-73.

Выводы

1. Для получения высококачественной поверхности тонких полос алюминиевого сплава впервые в предварительную обработку заготовок внедрена в производство и освоена технология травления подката в химических растворах оптимального состава на основе щелочных и кислотных растворов, обеспечивающих полную очистку поверхности от загрязнений, микровключений и способствующих уменьшению высоты поверхностей микрорельефа.
2. Разработан и внедрен в производство рациональный режим обжатий прецизионной холодной прокатки алюминиевых сплавов, улучшающий геометрическую форму проката за счет перераспределения интенсивности деформации по пропускам, что обеспечивает выход холодной полосы строго прямой геометрической формы.
3. Предложена и внедрена в производство новая технологическая смазка на основе деароматизированной дизельной фракции озексуатской нефти (Дадфон) с присадкой 0,5-1% ацелоинов, представляющих собой смесь α -оксикетонов, содержащих от 15 до 20 атомов углерода.
4. Разработанная комплексная технология прецизионной прокатки тонких алюминиевых полос позволила получать качество поверхности высшего класса.

Список использованных источников

1. Капланов В.И. Динамика и трибоника высокоскоростной тонколистовой прокатки. Мировая тенденция и перспектива: монография / В.И. Капланов. - Мариуполь: Изд-во «Рената», 2008.-456с.
2. Капланов В.И. Эффективность новых технологических смазок при тонколистовой холодной прокатке: Учеб. пособие для студ. вузов по спец. «Обработка металлов давлением». - К.: УМК ВО, 1992. – 88 с.

Рецензент: А.А. Ищенко
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 25.03.2011