

В.В. Зелинська, Л.Т. Жупінська, Л.А. Шевченко

**АНАЛІЗ СТАНУ ВИРОБНИЦТВА ПРОКАТУ З ЗАХИСНИМИ
ПОКРИТТЯМИ В СВІТІ І ПРОПОЗИЦІЇ ПО ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ
В УКРАЇНІ**

Проведено аналіз стану виробництва і споживання прокату із вуглецевих сталей з покриттям в світі. Приведені пропозиції по організації виробництва прокату з покриттям в Україні.

Виробництво захищеної покриттями сталевий штаби (листа) займає у світовій чорній металургії пріоритетне місце. Холоднокатаний тонкий лист без покриття, який раніше успішно застосовувався у самих різноманітних галузях, вже давно інтенсивно замінюється штабою з металевими і неметалевими покриттями, які наносяться на заводі–виробникові сталевий штаби. Виробники листа з покриттям взяли на себе функції, що раніше виконували споживачі: глибина переробки у замовників зменшилась, у виробників – підвищилась. Успіх такої стратегії сучасного виробництва пояснюється, головним чином, виключенням у споживача–переробника листа операцій з нанесення покриття і пов'язаних з цим проблем, а саме: попередню обробку прокату, приготування хімічних розчинів та утилізацію спрацьованих, очистку повітря, тощо [1–7].

При цьому забезпечується висока якість продукції (відмінні показники з міцності, твердості, деформуємості у сполученні з високою корозійною стійкістю) при збільшенні ефективності і економічності виробництва, зниженні витрат на енергію, матеріали, поліпшенні екологічних характеристик процесу. Ефективність нанесення покриття на рулонний прокат зумовлюється високими швидкостями нанесення покриття на безперервну штабу, високим ступенем автоматизації процесу; екологічність – централізованим приготуванням розчинів для покриттів та утилізацією спрацьованих розчинів.

Зниження загальних витрат за рахунок переходу використання листа з нанесенням покриття у споживача на лист з попереднім нанесенням покриття у виробника складає 16 %.

У зв'язку з такими беззаперечними перевагами зарубіжні споживачі листового прокату частково, а у розвинених країнах практично повністю відмовились від нанесення покриття на штучні вироби. В особливій мірі це відноситься до виробництва штаб з органічним покриттям (фарбованої штаби) у зв'язку зі зручністю централізованого нанесення покриття (зокрема, фарб, лаків) на штабу замість нанесення їх на окремі вироби, а також у зв'язку зі стрімким зростанням попиту на цей вид продукції.

Сучасна тенденція розвитку виробництва холоднокатаного прокату полягає у постійному зростанні долі листа з покриттям у загальному обся-

зі виробництва холоднокатаного листа. На сьогоднішній день цей відсоток складає: у промислово розвинених європейських країнах – понад 40 %, США – близько 50 %, Японії – понад 85 %.

Серед країн колишнього СРСР лист з захисним покриттям у значних обсягах виробляється у Росії (понад 1 млн.т/рік: гаряче– і електролітично оцинкований, гальвалюм, алюмінірований лист, лист з органічним покриттям, біла та хромована лакована жерсть), Казахстані (електролітично луджена жерсть).

Сучасні зарубіжні металургійні підприємства виробляють такі основні технологічні способи нанесення покриття: гарячий – занурюванням у розплав, електролітичний.

Основні види листа з покриттям: оцинкований (включає гарячеоцинкований, електролітично оцинкований, лист з покриттям сплавами цинку з алюмінієм); жерсть з покриттям; лист з органічним покриттям (у тому числі, фарбований, лакований). У значно менших обсягах виробляються: гарячеалюмінірований, освинцьований лист, лист з мідним, нікелевим покриттям, тощо.

Основний відсоток прокату з покриттям, що виробляється у світі, зі значним щорічним приростом припадає на оцинкований прокат. За обсягами виробництва цей вид прокату тривалий час посідає перше місце у світі, при цьому найбільша частка у загальному обсязі припадає на гарячеоцинкований прокат. Основна причина значного попиту і постійного збільшення обсягів виробництва цього прокату – у відносній його дешевизні при задовільній корозійній стійкості.

Відносно новим є вид гарячеоцинкованого листа з одностороннім покриттям. Удосконалення технології гарячого нанесення дало можливість отримати цинкове покриття незначної товщини, які при цьому не поступаються за механічними, технологічними та іншими властивостями електролітичним [8]. Ці розробки відкрили можливість заміни в автомобілебудуванні для зовнішньої обшивки кузова електролітично оцинкованого листа на лист гарячого цинкування з тонким цинковим покриттям [9,10].

Відслідковується тенденція зростання обсягів виробництва гарячекатаного листа з цинковим покриттям.

Виробництво електролітично оцинкованого прокату у світі складає 10–15 % від загального обсягу виробництва оцинкованого листа. В розвинених країнах відсоток електролітично оцинкованого листа значно більший (у зв'язку із розвиненими галузями автомобілебудування, виробництва побутової техніки). Основні переваги електролітично оцинкованого листа: високі показники деформуємості, зварюємості і корозійної стійкості при значно нижчих витратах цинку, можливість без труднощів здійснити одностороннє цинкування. Особливе місце серед захищених покриттям видів прокату посідає жерсть з покриттям: електролітичного і гарячого лудіння, хромована, в невеликих обсягах – алюмінована і освинцьована.

Зараз виробляється понад 16 млн.т/рік жерсті з покриттям. Основна тенденція у розвитку виробництва жерсті – збільшення доли жерсті електролітичного лудіння за рахунок зниження обсягу виробництва жерсті гарячого лудіння. Переваги електролітичного лудіння – у зниженні витрат олова приблизно в 3 рази у порівнянні з гарячим лудінням; можливість отримати жерсть з диференційним покриттям – покриттям різної товщини з різних сторін. Основне призначення жерсті – виробництво тари для упаковки харчової (сільськогосподарської, рибної) і технічної (фарб, хімікатів тощо) продукції.

Безперервне нанесення органічного покриття на штабу – відносно новий процес (у порівнянні з давно відомим процесом нанесення металевого покриття). Вихідним матеріалом для нанесення органічного покриття є сталева смуга із вуглецевої сталі, холоднокатана або з попередньо нанесеним гарячим або електролітичним способом металевим покриттям, в основному – цинковим. За обсягами це виробництво посідає зараз одне з провідних місць зі щорічним приростом 10–16 %. Процес нанесення органічного покриття на штабовий прокат у порівнянні з традиційним нанесення його на штучні вироби характеризується зниженням витрат матеріалів – на 30 %, електроенергії – на 15 %, загальних витрат – на 30 %.

Аналіз стану виробництва і споживання листового металу з покриттям показав, що темпи розвитку окремих його видів різні для різних країн. Ці фактори залежать від рівня розвитку країни, структури господарства, зношеності обладнання і необхідності введення нових установок, енергоємності виробництва у конкретній країні, коливання попиту на окремі види продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Спільним для всіх країн є наступне: галузь найбільшого споживання – будівельна (40–80 % від обсягу виробництва); друге і третє місце посідають автомобілебудування (4,5–50 %) і виробництво товарів побутового вжитку (6–20 %) [1,4].

У будівництві в великих обсягах використовують гарячеоцинкований прокат і прокат з органічним покриттям. Автомобілебудування споживає, в основному, гаряче– і електролітичнооцинкований лист. У виробництві побутових товарів, приладобудуванні стрімко зростає попит на лист з органічним покриттям. У розвинених країнах частка такого листа у цьому виробництві перевищує 90 %. Зокрема, у Японії немає і не передбачається спорудження цехів фарбування на заводах з виробництва електропобутових товарів.

В Україні не виробляються або виробництво не задовольняє попит наступних видів штабового (листового) прокату з покриттям (наведені у порядку значимості):

- жерсть електролітичного лудіння і хромування;
- лист з органічним покриттям;
- гарячеоцинкований лист високої якості;
- електролітично оцинкований лист;

лист з покриттям сплавами цинку з алюмінієм.

Аналіз перспектив виробництва листового прокату з покриттям показав, що в Україні можлива і доцільна організація виробництва зазначених видів продукції шляхом:

спорудження потужностей з виробництва жерсті електролітичного лудіння і хромування та модернізації потужностей з виробництва підкату для неї;

спорудження додаткових потужностей з виробництва листового прокату з органічним покриттям;

спорудження потужностей виробництва високоякісного гарячеоцинкованого листа;

спорудження потужностей з виробництва електролітично оцинкованого листа;

реконструкції одного з двох агрегатів гарячого цинкування з метою виробництва листа з покриттям сплавами цинку з алюмінієм на Маріупольському меткомбінаті.

Орієнтовна щорічна потреба українського споживача у жерсті – близько 130 тис.т. Значні обсяги жерсті в Україну імпортуються. У зв'язку з цим організація сучасного виробництва високоякісної жерсті електролітичного лудіння і хромування є стратегічно важливою для держави.

Рекомендувати організацію такого виробництва можна на меткомбінаті «Запоріжсталь», комбінат має досвід виробництва жерсті гарячого лудіння.

Часткова проробка рішень з організації сучасного виробництва жерсті з електролітичним покриттям на меткомбінаті «Запоріжсталь» була виконана у 1998–2001 рр. ІЧМ і Укрдіпромезом.

Під час організації сучасного виробництва жерсті з характеристиками якості, наближеними до світових, на МК «Запоріжсталь» необхідно передбачити:

– модернізацію реверсивного однокліттьового стану холодної прокати 1700;

– установку нових агрегатів:

електролітичної очистки;

двохкліттьового прокатно–дресирувального стану 1250;

підготовки смуг перед нанесенням покриття;

електролітичного лудіння і хромування;

лакування смуг;

поперечної порізки і упаковки пачок;

повздовжньої порізки і упаковки рулонів;

сортування листів, кантувателів рулонів;

– спорудження нових електротехнічних приміщень машзалів, допоміжних відділень, складів, майстерень тощо.

Технологічний процес сучасного виробництва жерсті включає наступні основні операції:

- ефективне травлення гарячекатаних смуг у розчинах соляної кислоти з регенерацією спрацьованих розчинів у ЦХП–1;
 - прокатку вихідних травлених смуг на реверсивному стані холодної прокатки 1700 для товщини 0,18–0,36 мм з максимальним сумарним обтисненням до 92 %;
 - очистку поверхні смуг в агрегаті електролітичної очистки до залишкової забрудненості 30–50 мг/м² при середній вихідній забрудненості поверхні смуги не >350 мг/м²;
 - рекристалізаційне відпалювання смуг у ковпакових печах у середовищі 100 % водню при температурі 620–720⁰С;
 - дресировку смуг на двохкільтьовому прокатно–дресировочному стані з обтисненням 0,9–3,0 % і прокаткою смуг товщиною 0,22–0,25 мм на кінцеву товщину 0,15–0,17 мм;
 - обробку смуг (контроль товщини і якості поверхні, вирізку дефектних ділянок, обрізку країв з видаленням заусениць (задирки), зварювання кінців смуг та ін..) в агрегаті підготовки смуг;
 - обробку смуг у агрегаті електролітичного лудіння і хромування: лудіння у кислому електроліті, хромування в електроліті (хромовий ангідрид + сірчана кислота);
 - лакування смуг лудженої і хромованої жерсті в агрегаті електролітичного лудіння і хромування (для частки продукції);
 - порізку смуг на лист і упаковку пачок листів у агрегаті поперечної порізки (для частки продукції);
 - розпуск смуг на вузькі стрічки і упаковка рулонів у агрегаті повздожньої порізки (для частки продукції);
 - сортування листів на агрегаті сортування.
- Реалізація запропонованої схеми дозволить:
- різко підвищити якість виробленої жерсті за площинністю, різнотовщинністю основи;
 - знизити максимальну товщину жерсті з 0,22 до 0,15 мм;
 - знизити витрати олова приблизно у 3 рази;
 - знизити питомі витрати електроенергії на 25 %;
 - зменшити викиди у атмосферу на 38 т/рік.
- Зниження витрат дефіцитного олова буде досягнуто за рахунок:
- зменшення маси покриття у 3 рази при задовільній корозійній стійкості;
 - нанесення двостороннього покриття різної товщини;
 - виробництва жерсті з хромовим покриттям.

Окупність впровадження процесу електролітичного лудіння і хромування на МК «Запоріжсталь» – близько 6 років.

Запропонована технологія дозволить виробляти якісну жерсть товщиною 0,15–0,36 мм з двохстороннім олов'яним покриттям однакової маси з обох сторін (1,1–1,2 г/м²) і диференційованим (2,8 г/м² /5,6–15,6 г/м²), дво-

стороннім хромовим покриттям. Якість виробленої жерсті буде наближеною до якості світових.

Для виробництва жерсті, яка за якісними показниками буде відповідати вимогам кращих зарубіжних стандартів, у якості вихідної заготовки повинні використовуватися литі сляби.

З другої половини 2004 р. на ВАТ «Модуль» (м. Кам'янець–Подільський) на повну потужність у 80 тис.т/рік запрацював сучасний агрегат безперервного нанесення органічного покриття на смуговий прокат.

У зв'язку зі значним попитом на лист з органічним покриттям є доцільною організація додаткових потужностей з його виробництва на ВАТ «Модуль» з прогнозним обсягом у 80 тис.т/рік. Загальний обсяг виробництва на двох агрегатах цього підприємства 160 тис.т./рік.

Перспективною є також організація такого виду прокату на МК «Запоріжсталь». Останній зацікавлений у власному виробництві фарбованої смуги (є досвід виробництва металопласту – листа з накатаною плівкою).

Для виробництва листа з органічним покриттям у якості основи потрібен високоякісний гарячеоцинкований лист.

Гарячеоцинкований лист виробництва Маріупольського меткомбінату не відповідає цим вимогам:

- цинкове покриття цього виробника має багато дефектів;
- метал після цинкування не дресується і тому постачається з рисунком (блистки тощо), який є причиною незадовільної адгезії органічного покриття;
- МарМК виробляє лист розміром (1000 x 0,55) мм, який не підходить для профілювання. На ВАТ «Модуль» потрібен лист розміром (1250 x 0,5) мм.

Гарячеоцинкований прокат у обсязі 80 тис.т/рік ВАТ «Модуль» імпортує з Росії (Магнітогорський меткомбінат), Турції, Словачії.

Для виключення імпорту прогнозується організація виробництва високоякісного гарячеоцинкованого прокату на ВАТ «Модуль» зі щорічним обсягом у 200 тис.т.

Реалізація в Україні (зокрема, на ВАТ «Модуль») технологічного ланцюга солянокислотна очистка гарячекатаного прокату від окалини → холодна прокатка → нанесення цинкового покриття → нанесення органічного покриття дасть змогу виробляти високоякісний прокат з високими антикорозійними показниками, які задовольнять споживача.

У перспективі організація виробництва гарячеоцинкованого листа з високими показниками якості з наступним нанесенням на нього органічного покриття можлива також на МК «Запоріжсталь».

Перспективні споживачі електролітичного оцинкованого листа – автомобілебудування та виробництво електропобутових товарів. Автолист для ЗАЗу в Україні імпортується (частково). На МК «Запоріжсталь» є прагнення у перспективі забезпечити українського автомобілебудівника

власним якісним автолистом. У зв'язку з цим організація виробництва електролітично оцинкованого листа є доцільною на МК «Запоріжсталь».

Перспективна галузь споживання гальфану і гальвалюму – будівництво. Лист з таким покриттям в Україні не виробляється. Захисні властивості цього виду покриття значно вищі цинкового. У зв'язку з цим основна перевага цього виду прокату – довго строковість терміну його використання; основний недолік – відсутність практики його використання українським споживачем. Зараз український споживач орієнтується на більш дешеву, хоч і менш захищену продукцію. Але можна очікувати, як і у випадку листа з органічним покриттям, зростання попиту з освоєнням використання цієї продукції.

Нанесення покриття із сплавів цинку з алюмінієм є можливим на одному з агрегатів гарячого цинкування МарМК після його реконструкції. Необхідні реконструктивні заходи:

– реконструкція вузла нанесення покриття, а саме – проведення заміни ванни із вуглецевої сталі на ванну із нержавіючої сталі, леговану молібденом, або керамічну.

– доповнення агрегату вузлом швидкого охолодження для отримання спеціальної структури покриття.

Організація виробництва сплаву цинку з алюмінієм, який є основою для покриття, є можливою на базі Костянтинівського заводу.

Після реконструкції агрегат буде виробляти гарячеоцинкований лист і лист з покриттям сплавами цинку з алюмінієм у залежності від потреб замовників.

Висновки.

Аналіз світової практики виробництва і споживання листового прокату з покриттям, перспектив розвитку відповідних галузей в Україні показує необхідність організації в Україні виробництва жерсті електролітичного лудіння і хромування, листа з органічним покриттям, електролітично оцинкованого листа. Перспективним є також виробництво прокату з покриттям сплавами цинку з алюмінієм.

1. *Яндель А.* Современная технология непрерывного нанесения покрытий. // Черные металлы. – 1999. – № 8. – С.48–50.
2. *Шумахер Б., Мецнер К., Элерс К-Д.* и др. Покрытие нового типа на тонком стальном листе электроннолучевым напылением с высокой интенсивностью. // Черные металлы. – 1997. – №9. – С.42–49.
3. *Яндель Л.* Процесс непрерывного нанесения покрытия на полосу в рулонах – способ будущего. //Черные металлы. –1999. – № 7. – С.39–41.
4. *Шумахер Б., Филтхаукт К., Мюценборн В.* и др. Направления развития тонких стальных листов с покрытием поверхности. //Черные металлы. – 2002, – № 12. – С.49–53.
5. *Богуславски К., Шнеппер В.* Технологические разработки и применение систем покрытия. //Черные металлы. –2002. – № 12. – С.54–56.

6. *Состояние* и тенденции развития в мировом производстве тарной жести, листового проката и гнутых профилей с различными видами покрытий. – М., Обзор, «Информсталь». – 1988. – № 11. – 89 с.
7. *Шварц В.* Перспективы развития производства полосы и листа с покрытиями. // Черные металлы. – 1993. – № 5. – С.11–14.
8. *Andoh Atsushi.* //Iron and steel Inst., Jap. – 2003. – № 1. – С.3–17.
9. *Пивода П., Пастряк З.* Тенденция развития производства стального металла с защитными покрытиями для автомобильной промышленности. Обзор, «Информсталь». – 1985. – № 10. – 39 с.
10. *Федерль Й.* Современные разработки в процессе и оборудование для горячего цинкования. //Черные металлы. – 2004. – № 1. – С.36–39.

Статья рекомендована к печати к.т.н., И.Ю.Приходько.