

УДК 621.762.23.004.14

Я. Д. Василев /д. т. н./

Р. А. Замогильный

Национальная Metallургическая академия
Украины, г. Днепро, УкраинаНациональная Metallургическая академия
Украины, г. Днепро, Украина

О создании собственного комплекса для производства жести и тонких холоднокатаных полос высокого качества в Украине

Ya. D. Vasilev /Dr. Sci. (Tech.)/

R. A. Zamogilny

National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro,
UkraineNational Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro,
Ukraine

On the establishment of the own complex for the production of grain and thin cold heavy band of high quality in Ukraine

Цель. Предложен современный комплекс для производства жести и тонких холоднокатаных полос высокого качества толщиной 0,10–0,50 и 0,30–0,50 мм соответственно шириной 712–1250 мм в объемах до 275–375 тыс. т в год, основным прокатным агрегатом которого является двухклетевой реверсивный стан холодной прокатки.

Результаты. Показано, что сооружение данного комплекса в Украине позволит удовлетворить потребности страны в указанных видах металлопродукции сегодня и на ближайшую перспективу.

Практическая значимость. При обосновании концепции и определении параметров технологии и оборудования предложенного комплекса учтены современные тенденции расширения сортамента совершенствования технологии и оборудования при производстве жести и тонких холоднокатаных полос высокого качества, что позволяет рассматривать его как оптимальное решение проблемы производства жести и тонких полос высокого качества в Украине.

Ключевые слова: холодная прокатка, комплекс, жесь, полоса, реверсивный стан, толщина, производительность, сортамент.

Украина является одним из крупных поставщиков продуктов питания на рынке продовольствия, производство большинства из которых имеет сезонный характер. Поэтому проблема их длительного хранения для Украины весьма актуальна, и для её успешного решения необходимы собственные эффективные упаковочные материалы.

Сегодня современная промышленность выпускает в огромных количествах самые разнообразные упаковочные материалы. Однако, несмотря на разнообразие предлагаемых упаковочных материалов жесь, прежде всего жесь, покрытая оловом и хромом, продолжает оставаться незаменимым материалом, из которого изготавливают тару для длительного хранения пищевых продуктов [1–5]. Тара из луженной и хромированной жести отличается малой массой, высокой коррозионной стойкостью, надежностью, жесткостью,

прочностью и относительно низкой стоимостью, что определило её преимущественное применение в рыбной, консервной и пищевкусовой промышленности. Кроме того, жесь используется широко в приборостроении, машиностроении, строительстве, автомобильной, легкой, химической, нефтехимической и парфюмерной промышленности. Большим спросом в этих отраслях пользуется также плоский холоднокатаный прокат толщиной менее 0,5–0,8 мм [6].

Жесь – это плоский холоднокатаный прокат из низкоуглеродистой стали толщиной от 0,08–0,12 до 0,36–0,50 мм шириной обычно от 712–965 до 965–1067 мм. В последние годы наблюдается тенденция увеличения ширины жести до 1120–1250 мм [1; 2; 5; 7]. Жесь выпускается как с защитными покрытиями, так и без таковых (черная жесь). В качестве защитных покрытий применяют металлы (олово, хром, реже алюминий), лаки

на основе органических соединений, полимеры и др. С целью уменьшения расхода олова и хрома консервную жести покрывают дополнительно слоем лака из пищевых смол. Черная жести может также выпускаться с покрытиями из лака.

Жести производят двумя способами – одинарной и двойной прокаткой [1–3; 7–10]. Первый способ является основным, более экономичным и всегда предпочтительным, что способствовало его широкому применению. Второй способ предназначен для получения более тонкой наклепанной жести со строго заданным комплексом свойств из отожжённой жести обычной толщины, подвергая её повторной холодной прокатке [2]. Жести двойной прокатки отжигу не подвергается и в наклепанном состоянии используется по назначению. Этим методом получают жести толщиной 0,05–0,08 мм и более. Жести двойной прокатки получила ограниченное применение, и её доля в общем объеме производства жести не превышает 15–25 %.

Производство жести в мире в последние два – три десятилетия находится на уровне 16,5–17,5 млн т в год [1; 2; 7; 9]. Поэтому рынок жести характеризуется как насыщенный, стабильный и умеренно избыточный [1; 2; 5; 7]. Производство плоского холоднокатаного проката за последние 7 лет увеличилось на 25 млн т – с 82–85 млн т в 2008 г. до 107–110 млн т в 2015 г. и продолжает расти [6]. Основной тенденцией развития производства жести и холоднокатаного проката является уменьшение толщины выпускаемой продукции.

Украина сегодня жести не производит и вынуждена всю необходимую для промышленности жести ввозить из-за рубежа, что связано с большими расходами в валюте [7; 9]. Поэтому создание собственного производства жести в Украине целесообразно и актуально, что подтверждено на государственном уровне соответствующими Постановлениями Кабинета Министров Украины за последние 23 года [7; 9; 10]. Однако эти решения остались нереализованными.

Целью настоящей публикации является привлечение внимания научно-технической общественности, соответствующих государственных органов и хозяйствующих субъектов страны к необходимости выполнения ранее принятых решений, а также предложение современной концепции технологии и компактного комплекса для производства жести и тонких холоднокатаных полос высокого качества, что обеспечит удовлетворение потребностей Украины в этих видах металлопродукции.

Точных данных о потреблении жести в Украине в последние годы не удалось найти. По литературным и ранее обнародованным разными организациями и государственными органами

данным, а также по экспертным оценкам, потребности Украины в жести находятся в пределах от 100 до 200 тыс. т в год [7; 9; 10]. Учитывая избыточность международного рынка жести [1; 5; 7], создаваемые в Украине мощности для производства жести, на наш взгляд, должны быть рассчитаны на удовлетворение, прежде всего внутренних потребностей страны в данном виде продукции.

Исходя из сказанного при решении задачи о создании собственного производства жести в Украине в данной работе исходили из понимания, что предлагаемый комплекс должен быть рассчитан на выпуск 100–200 тыс. т жести в год с возможностью увеличения его производительности в дальнейшем в 1,5 раза, т. е. до 300 тыс. т в год. В качестве основного метода производства жести, в том числе тонкой (0,16–0,18 мм) и особо тонкой (0,15 мм и менее) предусматривается использовать метод одинарной прокатки.

Технология производства жести методом одинарной прокатки отличается относительной простотой, меньшей длительностью технологического цикла и меньшими капитальными и производственными расходами, что способствует уменьшению себестоимости выпускаемой продукции. Для реализации данной технологии предусматривается установить в предлагаемом комплексе один двухклетевой реверсивный стан холодной прокатки, который наряду с производством жести будет выпускать тонкие полосы высокого качества толщиной 0,30–0,50 мм. Это позволит расширить сортамент комплекса и обеспечить более полное использование возможностей прокатного и остального технологического оборудования.

Двухклетевые реверсивные станы холодной прокатки представляют собой некий разумный компромисс между непрерывными и одноклетевыми реверсивными станами. Их основное преимущество состоит в удачном сочетании гибкости в работе с относительно высокой производительностью при более низкой стоимости прокатного оборудования.

Двухклетевые реверсивные станы являются, по существу, непрерывными станами, которые могут работать и в реверсивных режимах. Прокатка на этих станах может осуществляться за два, три и более пропусков, что расширяет их технологические возможности, особенно при прокатке тонкой жести и тонких полос, когда возможности для получения более тонкого подката с требуемыми показателями качества на конкретном предприятии отсутствуют. На рис. 1 представлена схема технологического процесса производства жести одинарной прокатки и тонких полос высокого качества. В комплексе предусмотрена также возможность для производства жести методом двойной прокатки.

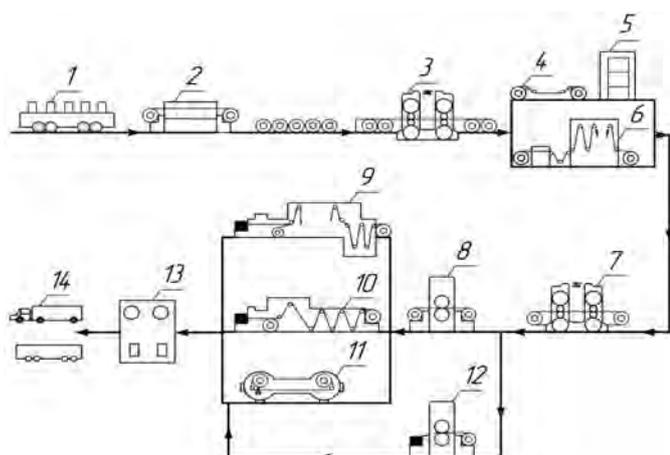


Рис. 1. Схема технологического процесса производства жести с двухклетевым реверсивным станом:

- 1 - рулоны горячекатаного подката; 2 - непрерывно травильный агрегат; 3 - двухклетевой реверсивный стан; 4 - агрегаты электролитической очистки;
- 5 - колпаковые печи; 6 - агрегат непрерывного отжига; 7 - двухклетевой прокатно-дрессировочный стан; 8 - агрегат подготовки полосы;
- 9, 10, 11 - агрегаты электролитического лужения, электролитического хромирования и вакуумного алюминирования; 12 - агрегаты поперечной и продольной резки; 13 - стенды для сортировки и упаковки готовой продукции; 14 - отгрузка готовой продукции

Как следует из рис. 1, технологический процесс производства жести с применением двухклетевых реверсивных стан принципиально не отличается от процесса, реализуемого в комплексах с непрерывным станом [2; 8; 10]. Единственное отличие состоит в том, что из-за меньшего объема производства в новом комплексе, вместо двух двухклетевых станом (дрессировочного и прокатно-дрессировочного) установлен один такой стан, предназначенный для дрессировки жести одинарной прокатки и тонких полос высокого качества, а также для выпуска жести методом двойной прокатки.

Сортамент готовой продукции комплекса включает все размеры жести регламентируемые ДСТУ 4480:2005, EN 10202:2001, ГОСТ Р 52204 - 2004, ASTM A624 / A624M -13, JIS-G-3303, в том числе: жечь одинарной прокатки и жечь двойной прокатки толщиной соответственно от 0,10-0,12 до 0,36-0,50 мм и от 0,08-0,12 до 0,14-0,28 мм шириной от 712-865 до 1120-1250 мм; тонкие холоднокатаные полосы высокого качества толщиной 0,30-0,50 мм шириной 850-1250 мм из рядовых и высокопрочных марок сталей. В соответствии с действующими стандартами для производства жести применяют малоуглеродистые стали марок 08кп, 08пс и 10кп, в зарубежных странах - стали марок D, L, MC и MR (ASTM A624 / A624M -13). Химический состав этих ста-

лей приведен в работе [2] и за последние годы не изменился.

Преобладающая часть производимой в новом комплексе жести (90-95 %) выпускается с защитными покрытиями (примерно 70 % - это жечь электролитического лужения, а 20 и 10 % - жечь электролитического хромирования и вакуумного алюминирования соответственно). В общем объеме жести с защитными покрытиями доля жести одинарной прокатки составляет 85-90 %, остальные 10-15 % это жечь двойной прокатки. До 10 % жести одинарной прокатки выпускается без защитных покрытий (черная жечь). Тонкий холоднокатаный прокат толщиной 0,30-0,50 мм в зависимости от назначения может выпускаться с защитными покрытиями, либо без покрытий. Подкатом для производства жести служат горячекатаные полосы толщиной от 1,6-1,9 до 2,0-2,4 мм в рулонах массой от 16-18 до 32-36 т. При производстве тонкого холоднокатаного проката используют подкат толщиной 1,8-2,5 мм. Годовая производительность предлагаемого комплекса, в зависимости от сортамента готовой продукции, на начальном этапе его эксплуатации, находится в диапазоне от 275-325 (из них 100-150 тыс. т жести) до 325-375 тыс. т (из них 150-200 тыс. т жести). В дальнейшем объем выпускаемой жести может быть увеличен в 1,5 раза - до 300 тыс. т.

Основным структурным подразделением нового комплекса жести является прокатное отделение (рис. 1), в состав которого входят один двухклетевой реверсивный стан холодной прокатки и один двухклетевой нереверсивный прокатно-дрессировочный стан. С учетом устойчивой тенденции увеличения ширины прокатываемой жести до 1250 мм оптимальным вариантом представляется оснащение данного отделения станами холодной прокатки (дрессировки) с длиной бочки 1400 мм.

Двухклетевой реверсивный стан предназначен для холодной прокатки тонкой жести и тонких полос высокого качества с максимальной скоростью 22,5 м/с. Процесс холодной прокатки на этом стане осуществляется за 2-3 пропусков. На прокатно-дрессировочном стане (ПДС) производится повторная холодная прокатка отожженной жести обычной толщины со скоростью до 25 м/с, а также дрессировка жести одинарной прокатки и тонких полос со скоростью до 35-40 м/с. Процесс холодной прокатки на станах 1400 осуществляется с применением в качестве технологической смазки 2-4 % эмульсии пальмового масла, либо эмульсии новых эмульсолов с улучшенными антифрикционными характеристиками. Дрессировка жести и тонких полос на ПДС производится на сухих валках.

Станы 1400 оборудованы клетями кварто с рабочими валками уменьшенного диаметра

(420–450 мм) системы CVC и оснащены моталками и натяжными устройствами с увеличенной мощностью приводов, что обеспечивает ведение процесса холодной прокатки с большими частными относительными обжатиями ε ($\varepsilon \leq 0,35-0,50$) и с большими напряжениями натяжения q [$q \leq (0,30-0,40)\sigma_T$, где σ_T – предел текучести материала полосы, Н/мм²]. Допускаемое значение силы прокатки на станах 1400 составляет 20 МН, привод валков каждой клетки осуществляется двигателями мощностью 4800 кВт. Для обеспечения требуемой точности геометрических размеров и плоскостности готовой продукции двухклетевые станы 1400 оснащены автоматизированными системами управления и регулирования технологических параметров холодной прокатки и дрессировки.

В состав термического отделения комплекса входит один агрегат непрерывного отжига (АНО) и участок колпаковых печей для отжига жести одинарной прокатки и тонкого холоднокатаного проката в среде водорода. Такое решение позволит выпускать жести одинарной прокатки всех групп твердости (прочности) и тонких холоднокатаных полос с требуемым уровнем механических и технологических свойств.

Как известно, весомый вклад в обеспечение требуемого уровня качества выпускаемой продукции, наряду с отжигом, вносят завершающие технологические операции, дрессировка, нанесение защитных покрытий и отделка. В связи с этим на ПДС предусматривается применять рабочие валки с текстурированной поверхностью бочки. Применение таких валков обеспечит получение готовой продукции с высокой стабильностью параметров микрогеометрии и с более высоким качеством поверхности.

Для нанесения покрытий в комплексе установлены агрегаты: электролитического лужения, электролитического хромирования, вакуумного алюминирования и лакирования, годовая производительность которых может быть соответственно следующей: 100–200; 35–60; 20–40 и 200–300 тыс. т. Лакированию подвергаются до 90 % луженой, 100 % хромированной и большая часть черной жести, а также часть тонкого холоднокатаного проката. Участок отделки оснащен двумя агрегатами поперечной резки и одним агрегатом продольной резки, в линиях которых производится также сортировка и упаковка готовой продукции.

Расчеты показали, что параметры технологии и оборудования в комплексе с двухклетевым реверсивным станом 1400 обеспечивают выпуск жести одинарной прокатки толщиной 0,10–0,50 мм и тонких холоднокатаных полос высокого качества толщиной 0,30–0,50 шириной до 1250 мм в объемах до 275–375 тыс. т в год, удовлетворяя тем

самым внутренними потребностями Украины в этих видах продукции

Выводы. Предложенный в данной работе комплекс, основным прокатным агрегатом которого является двухклетевый реверсивный стан холодной прокатки, предназначен для производства жести и тонких холоднокатаных полос толщиной 0,10–0,50 и 0,30–0,50 мм соответственно шириной 712–865 мм в объемах до 275–375 тыс. т в год, что вполне достаточно для удовлетворения потребностей Украины в указанных видах металлопродукции сегодня и на ближайшую перспективу. Комплекс отличается компактностью и гибкостью в работе, а его строительство может быть осуществлено на площадке одного из металлургических комбинатов – «Запорожсталь» или ММК им. Ильича (г. Мариуполь).

При обосновании концепции и определении параметров технологии и оборудования предложенного комплекса учтены современные тенденции расширения сортамента, совершенствования технологии и оборудования при производстве жести и тонких холоднокатаных полос высокого качества, что позволяет рассматривать его как оптимальное решение проблемы производства жести и тонких полос высокого качества в Украине.

Библиографический список / References

1. Василев Я. Д. Тенденции развития производства жести / Я. Д. Василев // Теория и практика металлургии. – 1997. – № 3. – С. 33–36.
Vasilev Ya. D. *Tendentsii razvitiya proizvodstva zhesti. Teoriya i praktika metallurgii.* 1997, no. 3, pp. 33–36.
2. Василев Я. Д. Производство жести методом двойной прокатки / Я. Д. Василев, А. В. Дементенко, С. Г. Горбунков. – М.: Металлургия, 1994. – 125 с.
Vasilev Ya. D., Dementienko A. V., Gorbunkov S. G. *Proizvodstvo zhesti metodom dvoynoy prokatki.* Moscow, Metallurgiya, 1994, 125 p.
3. Берлин Б. И. Электролитическое и горячее лужение тонколистовой стали / Б. И. Берлин, Н. С. Голиков, А. И. Добронравов. – М.: Металлургия, 1980. – 232 с.
Berlin B. I., Golikov N. S., Dobronravov A. I. *Elektroliticheskoe i goryachee luzhenie tonkolistovoy stali.* Moscow, Metallurgiya, 1980, 232 p.
4. Виткин А. И. Производство электролитически хромированной жести / А. И. Виткин, В. А. Парамонов, А. К. Клементьев. – М.: Металлургия, 1987. – 184 с.
Vitkin A. I., Paramonov V. A., Klement'ev A. K. *Proizvodstvo elektroliticheski khromirovannoy zhesti.* Moscow, Metallurgiya, 1987, 184 p.
5. Жесткий рынок жести [Электронный ресурс] // Металлы мира. – 2003. – № 11. – Режим

доступа: <http://www.web-standart.net/magaz.php?aid=6725>

Zhestkiy rynek zhesti. Metally mira. 2003, no. 11. Available at: <http://www.web-standart.net/magaz.php?aid=6725>

6. Федонин О. В. Перспективы развития производства холоднокатаного проката на мировом и российском рынках / О. В. Федонин, С. Я. Унру, М. В. Немкин, Д. Н. Даниленко, Е. П. Кондауров // *Металлург.* – 2011 – № 5. – С. 9–16.

Fedonin O. V., Unru S. Ya., Nemkin M. V., Danilenko D. N., Kondaurov E. P. *Perspektivy razvitiya proizvodstva kholodnokatanogo prokata na mirovom i rossiyskom rynkakh.* Metallurg. 2011, no. 5 pp. 9-16.

7. Коновалов Ю. В. Современное состояние производства жести. Перспективы развития / Ю. В. Коновалов, И. В. Мусихина // *Обработка материалов давлением: сборник научных трудов.* – Краматорск: ДГМА, 2012. – № 4 (33). – С. 142–145.

Konovalov Yu. V., Musikhina I. V. *Sovremennoe sostoyanie proizvodstva zhesti. Perspektivy razvitiya. Obrabotka materialov davleniem.* Kramatorsk, DGMA, 2012, no. 4 (33), pp. 142-145.

8. Пименов А. Ф. Холодная прокатка и отделка жести / А. Ф. Пименов, О. Н. Сосковец, А. И. Трайно, В. Л. Трайно, Н. П. Нетесов. – М.: *Металлургия*, 1990. – 208 с.

Pimenov A. F., Soskovets O. N., Trayno A. I., Trayno V. L., Netesov N. P. *Kholodnaya prokatka i otdelka zhesti.* Moscow, Metallurgiya, 1990, 208 p.

9. Качайлов А. П. Развитие производства жести в Украине / А. П. Качайлов // *Теория и практика металлургии.* – 1998. – № 1. – С. 7–9.

Kachaylov A. P. *Razvitie proizvodstva zhesti v Ukraine. Teoriya i praktika metallurgii.* 1998, no. 1, pp. 7-9.

10. Коновалов Ю. В. Справочник прокатчика. Справочное издание в 3 кн. Кн. 2. Производство холоднокатаных листов и полос / Ю. В. Коновалов. – М.: *Теплотехник*, 2008. – 608 с.

Konovalov Yu. V. *Spravochnik prokatchika. Spravochnoe izdanie. Book 2nd Proizvodstvo kholodnokatanykh listov i polos.* Moscow, Teplotekhnik, 2008, 608 p.

Purpose. *The proposed modern complex for the production of thin sheet and cold rolled strips of high quality with thickness 0,10–0,50 and 0,30–0,50 mm, respectively, with a width of 712–1250 mm in amounts up to 275–375 thousand tons per year, the main rolling unit which is two-stands reversible cold rolling mill. Findings. It is shown that the construction of the complex in Ukraine, will allow meeting the country's needs in these types of steel today and in the near future.*

Practical value. *In the justification of the concept and defining the parameters of technology and equipment of the proposed set takes into account modern trends for expansion of assortment of the improvement of technology and equipment in the production of thin sheet and cold rolled strips of high quality, that allows to consider it as an optimal solution for the production of tinsplate and thin strip of high quality in Ukraine.*

Key words: *cold rolling, complex, tinsplate, strip, reversing rolling mill, thickness, capacity, grades.*

**Рекомендована к публикации
д.т.н. Я.Д. Василевым**

Поступила 30.11.2017

