

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 621.771.23-413

DOI:10.30977/BUL.2219-5548.2018.80.0.67

СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧЕКАТАННОГО ЛИСТА В УКРАИНЕ

Тришевский О.И., Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко

Аннотация. Рассмотрены особенности оборудования и технологических процессов получения горячекатанного листа на широкополосных станах Украины и промышленно развитых стран. Определены основные тенденции совершенствования технологии и оборудования, с целью снижения энергозатрат, себестоимости выпускаемой продукции и повышения её конкурентоспособности за рубежом.

Ключевые слова: горячекатанная полоса, широкополосный стан, литейно-прокатный агрегат, черновая клеть, чистовая клеть, температурный режим, ускоренное охлаждение.

Введение

Украина, являясь развитым государством по производству металлопродукции, занимает одно из лидирующих мест в мире по выплавке стали. По данным мировой ассоциации производителей стали в 2015 г. она занимала 10-е место в мире с производством 22,9 млн тонн/год. Листовая сталь составляет значительную долю от общего количества металлургической продукции (до 45 %). В 2011 г. на экспорт было поставлено около 6,0 млн тонн металлопроката, в 2015 г. Украина занимала 6-е место по экспорту своей металлопродукции. Выход украинских производителей на мировой рынок обусловил резкое повышение требований к качеству отечественного листового проката.

Низкая себестоимость проката, в начале 90-х годов, обеспечила Украине определенную конкурентоспособность на мировом рынке. Для того, чтобы соответствовать высоким стандартам качества, принятым на Западе, необходимо обеспечить стабильность параметров технологического процесса за счет применения современных конструкций прокатных станов, оснащения их соответствующей контрольно-измерительной аппаратурой и средствами автоматизации технологического процесса.

Анализ публикаций

В настоящее время состояние листопрокатного производства в стране находится в плачевном состоянии [1]. Поставленные в

Национальной программе развития горно-металлургического комплекса, включая прокатное производство, задачи, в том числе по сокращению времени прохождения металла в цикле производства и снижению расхода энергии, не выполнены.

Цель и постановка задачи

Цель статьи – охарактеризовать основные направления развития новейших технологий мирового уровня, обеспечивающих выпуск тонколистового проката высокого качества с минимальными энергозатратами, экономичного и конкурентоспособного для выбора направлений совершенствования и модернизации прокатного оборудования и технологий в Украине.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать техническое состояние оборудования заводов Украины и технологий изготовления горячекатанной полосы на этих заводах; сопоставить это оборудование с оборудованием и технологиями современного производства горячекатанной полосы за рубежом; обосновать возможные пути ликвидации сложившегося отставания в этих вопросах.

Состояние оборудования и технологий для производства горячекатанного листа

В настоящее время большинство металлургических предприятий Украины поставляют за рубеж, в основном, прокатную заго-

товку, которая там перекачивается в готовый прокат и затем реализуется, но по более высокой цене.

Поскольку прокатное производство является основным технологическим переделом, выпускающим готовую продукцию, допускать дальнейшее отставание отечественных технологий и оборудования от мирового уровня недопустимо, так как полностью будет потеряна конкурентоспособность отечественного проката соответственно на внешнем и внутреннем рынках.

Совершенствование технологии прокатки полосы в Украине сдерживается устаревшим оборудованием листопрокатных станов. Вследствие этого наблюдается нестабильность температуры полосы на выходе из валков, что является одним из важнейших факторов, которые существенно влияют на технологический процесс.

Трудно ожидать стабильности технологического процесса на стане 3000 Днепропетровского металлургического завода им. Петровского [2], который был введен в строй в 1897 году и имеет в своем составе одну трехвалковую клетку (трио Лаута). Металл на прокатку задается с помощью качающихся столов. При этом время, в течение которого полоса находится на рольганге, зависит только от мастерства и физического состояния оператора. Вследствие этого паузы между проходами отличаются по времени, и поэтому температура полосы даже в одинаковых проходах не является стабильной. Реконструкция 1947 года лишь незначительно улучшила технологию производства на этом стане. В подобном же положении находится и реконструированный в 1944 году стан 2540 Мариупольского металлургического комбината, который имеет в своем составе клетку подобной конструкции.

Листовой стан 2300 Донецкого металлургического завода, построенный в 1953 году, имеет в своем составе в качестве черновой клетки трехвалковую клетку (трио Лаута) и чистовую четырехвалковую клетку. Технология прокатки на этом стане подобна применяющейся на двух рассмотренных выше агрегатах. Величина припуска на обрезку кромок от 85–155 мм, в зависимости от ширины полосы, связана с несовершенством технологии. Это требует дополнительных затрат на обрезку и переплавку.

Стан 4500 Мариупольского металлургического комбината им. Ильича одноклетевой. Клетка – двухвалковая реверсивная, ско-

рость прокатки – 2,2 м/с. Слиток максимального размера прокатывается за 43 прохода. Размеры слитков разные, ибо металл заливается в формы без взвешивания. Вследствие этого невозможно обеспечить одинаковые условия при прокатке таких слитков.

Нестабильность размеров слитков обуславливает дополнительные трудности при определении времени нагрева в печах. Разогреть поверхность полосы в печи до температуры выдачи не трудно. Но поскольку температуру внутри слитка, при имеющейся технологии контроля, установить невозможно, то на практике имеются колебания температуры по сечению, что может вызывать нестабильную температуру и усилия при прокатке этих слитков.

К станам более нового типа относятся станы 2250 и 2800 (1952 и 1955 годов пуска) Алчевского металлургического комбината. Стан 2250 укомплектован двухвалковой черновой клеткой и четырехвалковой чистовой. Толщина прокатываемой полосы – от 4 до 25 мм. Заготовка (сляб) имеет ширину 105–250 мм. Температура после первого прохода в черновой клетке 1160–1180 °С. Температура конца прокатки в черновой клетке 1030–1050 °С. Температура прокатки перед вторым проходом в чистовой клетке 980–1030 °С. Новым технологическим элементом оборудования этого стана является возможность прокатки по регламентированному температурному режиму, при котором температура начала прокатки в чистовой клетке для улучшения качества полосы может быть снижена до 930 °С.

До модернизации в 2006 г. стана 2800 в стан 3000 он производил листы из углеродистых, низколегированных и конструкционных марок стали толщиной от 8 до 50 мм, шириной от 1500 до 2500 мм и общей длиной до 20 метров. Реализация программы модернизации этого прокатного стана позволила увеличить ширину выпускаемого стального листа, повысить производительность на 20 % – до 1 млн 200 тыс. т листового проката в год, снизить расход металла при производстве продукции, производить стальные листы для изготовления газопроводных труб большого диаметра.

Стан 3600 Мариупольского металлургического комбината «Азовсталь» введен в эксплуатацию в 1973 году. Предназначен для прокатки листов толщиной 9–50 мм и плит толщиной 51–200 мм. Имеет три клетки с вертикальными валками для разрыхления ока-

лины и две четырёхвалковые клетки – черновую и чистовую. Необходимая температура раската при регламентированной прокатке достигается реверсированием полосы на рольганге перед чистовой клетью, снижением скорости прокатки и охлаждением с помощью установки гидросмыва окалины. Листы толщиной до 50 мм передают после прокатки к роликовой закалочной машине для снижения температуры полосы перед нормализацией до 500–600 °С.

В составе оборудования стана есть установка ускоренного охлаждения листов после их нагрева в печах, установленных в потоке стана. Температура начала охлаждения полосы на установке 900–950 °С, время охлаждения до 500–700 °С – от 5 до 20 секунд. Система охлаждения: сверху – ламинарным потоком, снизу – форсунками. Максимальные расходы воды составляют 60 м³/год [2].

Стан 3000 Мариупольского металлургического комбината им. Ильича введен в эксплуатацию в 1985 году. Состоит из двух четырёхвалковых клеток – черновой и чистовой. Предназначен для производства листов толщиной 8–25 мм из низколегированных сталей типа Г2САФБ. Возможна прокатка листов толщиной 5–25 мм из конструкционных сталей. Между черновой и чистовой клетями имеется устройство для охлаждения раскатов, а за чистовой клетью – устройство для охлаждения полосы. Температура начала прокатки в черновой клетке 1000–1200 °С, в чистовой – 750–800 °С. Температура конца прокатки 700–740 °С. Время прокатки из слябов толщиной 315 мм низколегированных сталей – 8 минут, углеродистых – 6,2 минуты [2].

Стан 1680 металлургического комбината «Запорожсталь» введен в эксплуатацию в 1938 году, восстановлен в 1947 году, реконструирован в 1957 году. Для прокатки тонких листов имеется две группы клеток – черновая и чистовая. В состав черновой группы входят одна двухвалковая клетка, четыре четырёхвалковые и три вертикальные. Чистовая группа – одна двухвалковая и шесть четырёхвалковых клеток. Толщина листов, прокатываемых из углеродистых сталей 2,0–6,0 мм, из нержавеющей сталей – 3,0–10,2 мм.

Непрерывный широкополосный стан 1700 Мариупольского металлургического комбината им. Ильича введен в эксплуатацию в 1960 году. Оборудование: двухвалковая черновая клетка для разрыхления окалины, пять

четырёхвалковых клеток черновой группы и шесть – чистовой. Предназначен для производства листов толщиной от 2 до 10 мм. За чистовой группой клеток расположена установка для принудительного охлаждения полосы длиной 60 м.

Обзор литературных материалов [3], касающихся зарубежного прокатного оборудования, которое используется для прокатки полосы, показал, что сейчас наибольшее количество тонких горячекатанных листов прокатывается на широкополосных станах (ШПС) с непрерывными чистовыми группами клеток. В 20-м веке сменилось 5 поколений ШПС.

К I поколению относятся станы с массой слябов около 10 тонн.

На станах II поколения прокатывают слябы массой до 30 тонн, при мощности привода только горизонтальных валков до 70 МВт. Скорость прокатки – до 20 м/с.

Станы III поколения способны прокатывать слябы массой до 45 тонн, при скорости прокатки до 23 м/с. Сооружение станов III поколения требует слишком больших капиталовложений, что в настоящее время в условиях мирового кризиса и спада производства экономически не оправдано.

Широкополосные станы IV поколения появились как следствие энергетических кризисов 1974 и 1979 годов. Для снижения затрат энергии они имеют более компактное расположение оборудования, а также пониженную массу сляба.

В конце XX века считалось, что тонкие листы толщиной 0,6–1,5 мм необходимо изготавливать холодной прокаткой. Однако разница цен одинаковых по марке и качеству горячекатанных и холоднокатанных полос достигает 20–25 %, т. е., по сравнению с холоднокатанными, горячекатанные тонкие полосы дешевле на 20–120 долл/т в зависимости от технологии производства. Такое различие цен обеспечивает, в случае даже частичного использования потребителем горячекатанных полос вместо холоднокатанных, значительный экономический эффект [3, с. 27–29]. Необходимо отметить, что в случае предъявления невысоких требований к качеству поверхности горячекатанных тонких полос, данные полосы могут применяться как очищенные от окалины, так и неочищенные от окалины.

В отличие от станов I–IV поколений, станы V поколения могут прокатывать горячекатанный лист толщиной до 0,7 мм, благода-

ря применению новой технологии прокатки. Существует два варианта технологии.

По первому варианту металл на тонкослябовом литейно-прокатном агрегате (ЛПА) разливают в слябы толщиной 50 мм, обжимают в первой клети до 40 мм (с незаствившей серединой), пропускают через проходную печь (в которой температура полосы снижается и выравнивается по сечению).

После прокатки в черновой группе металл попадает в установку сверхскоростного охлаждения для снижения температуры до уровня 830 °С. Утверждают [3], что прокатка стали с составом 0,04 % углерода, при такой температуре, не приводит к росту усилия на валки.

По второму варианту (рис. 1) используют промежуточное сматывание полосы и подачу её в чистовую группу (задним концом). Такая технология обеспечивает равномерность температуры при прокатке в чистовой группе [4, 5].

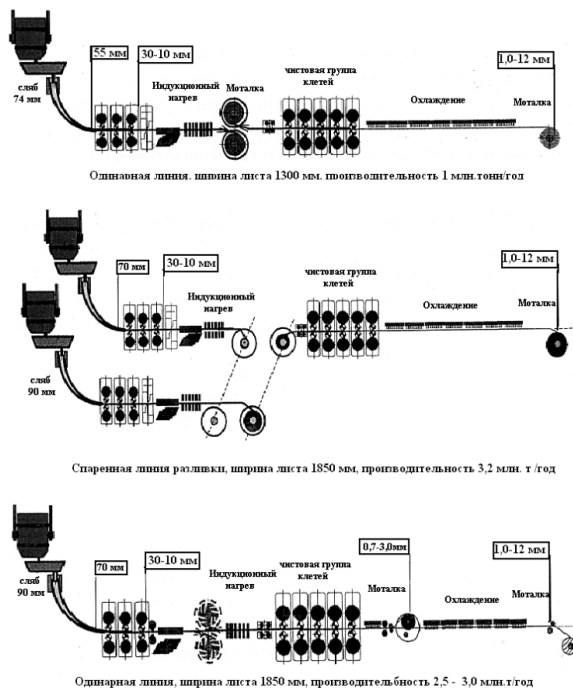


Рис. 1. Схемы литейно-прокатных агрегатов фирмы Arvedi Steel Technology (Кремона, Италия)

Сверхтонкие горячекатаные полосы можно получить и на станах IV поколения из низкоуглеродистых сталей методом ферритной прокатки при температуре начала прокатки в чистовой группе 830 °С. Это позволяет существенно снизить производственные затраты за счет значительного уменьшения температуры нагрева слябов до 1150 °С. Пе-

реход на низкотемпературную прокатку экономит до 20 % энергии.

Ферритная прокатка низкоуглеродистых сталей позволяет получать сверхтонкие горячекатаные полосы, пригодные для штамповки деталей кузовов автомобилей, с целью частичной замены ими холоднокатанных [6]. Так, фирма Arcelor остановила станы холодной прокатки полосы на севере Франции общей мощностью 800 тыс. тонн/год и планирует снизить производство холоднокатанной полосы в Северной Европе [7]. Совершенствование технологии прокатки и охлаждения позволяет получить горячекатанную листовую сталь со стабильными механическими свойствами при прокатке как сверхтонких, так и толстых листов [8].

Одной из технологий, разработанной компанией VAI (Австрия), предусматривается аустенитная прокатка полосы с толщиной 1,5 мм, по традиционной технологии. После этого полосу сматывают в рулон, который передают на отдельно расположенную клеть для прокатки до толщины 0,8 мм в ферритной области. Клеть имеет двигатель мощностью 12 МВт и способна обеспечивать обжатие до 50 % при скорости прокатки со смазкой до 20 м/с. Для установки подобного оборудования на действующем стане необходимо 35 млн дол. США [3].

В Голландии в начале 2000 года построен ЛПА общей длиной 450 м при стоимости оборудования 283 млн дол. США [4]. Для быстрого охлаждения полосы водой смонтирована установка длиной 32 м.

Себестоимость горячекатаных листов, произведенных на тонкослябовых ЛПА, оказывается на 50 дол. США/тонну проката ниже, чем при прокатке по традиционной технологии. Это связано с меньшими затратами на энергию и обслуживание оборудования [5].

В работах [3, 10–11] приведены описания технологии производства сверхтонких полос на тонкослябовых ЛПА, основой которой являются компактные установки сверхскоростного охлаждения полосы (Ultra Fast Cooling – UFC), которые устанавливаются между черновой и чистовой группами клетей, а также после чистовой группы перед моталками. Длина установки охлаждения полосы уменьшилась с 60 м (стан 1700 Мариупольского металлургического комбината им. Ильича) [2] до 32 м (ЛПА в Голландии – оборудование поставлено фирмами SMS – Demag (Германия), Techint Technologies Italmimpianti (Италия), Mitsubishi Heavy Ind

(Япония) [4] и до 7 метров на заводе Cockerill-Sambre (Франция) [11].

Работа ЛПА в непрерывном режиме прокатки требует безупречных систем охлаждения прокатных валков. При этом расход воды, давление и способ её подачи должны соответствовать тепловой нагрузке валков.

Выводы

Анализ технического состояния оборудования заводов Украины и технологий изготовления горячекатанной полосы на этих заводах, а также сравнение этого оборудования с оборудованием и технологиями современного производства горячекатанной полосы за рубежом показал следующее:

1. В промышленно развитых странах (Германия, Япония, Франция, США, Италия, Южная Корея) проводятся исследования технологии прокатного производства горячекатанной полосы, с целью сокращения затрат на производство тонны проката (экономия топлива, электроэнергии, металла) за счет сокращения времени технологического процесса.

2. На Украине оборудование и технология прокатки полосы были созданы в соответствии с требованиями времени их конструирования, с применением слитков больших размеров при минимуме оборудования. Такая технология требует неоднократного нагрева проката и, вследствие этого, отличается большими затратами энергии на производство тонны проката.

3. Технологии прокатки полосы на Украине требуют существенных изменений, с учетом требований экономии энергии для уменьшения себестоимости готовой продукции путем совершенствования оборудования и режимов обжаты, с учетом теплового состояния полосы.

Литература

- Капланов В.И. Модернизация листопрокатного производства Украины: главные направления развития и перспектива / В.И. Капланов // Вісник приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. – 2011. – Вип. 22. – С. 86–89.
- Прокатные станы: справочник / В.Г. Антипин, Д.К. Нестеров, В.Г. Кизиев и др. – М.: Металлургия, 1992. – Т. 3. Листопрокатные станы и профилегибочные агрегаты. – 428 с.

- Дегнер М. Новые технические разработки в области горячей прокатки полосы / М. Дегнер, Х.У. Тамлер // Черные металлы. – 2001. – С. 15–17.
- Матвеев Б.Н. Совершенствование непрерывного производства горячекатанной широкополосной стали / Б.Н. Матвеев // Производство проката. – 2002. – №4. – С. 17–24.
- Tomitz A. Ferritic rolling with additional annealing to produce a deepdrawable ultra-thin-gauge hot strip / A. Tomitz, K. Kaspar // Steel Res. – 2000. – 71, № 12. – P. 497–503.
- Kvackaj T. Auto body sheets for a new car generation / T. Kvackaj, I. Pokorny // Metallurgia. – 2002. – 41, no. 1. – P. 37–42.
- Clarke I. Arcelor reviews CR over-capacity / I. Clarke // Metal Bull. – 2003. – no. 8745. – P. 14.
- Herman J.C. Impact of new rolling and cooling technologies on termomechanically processed steels / J.C. Herman // Ironmak. And Steelmak. – 2001. – 28, no. 2. – P. 159–163.
- Porter D. Termomechanical processing on hot strip and plant mills / D. Porter // Ironmak. And Steelmak. – 2001. – 28, no. 2. – P. 164–169.
- Hendricks C. Start-up and initial experience with the castin-rolling plant of Thyssen Krupp Stahl AG / C. Hendricks, W. Rasim, H. Janssen // La Revue de Metallurgie. – C1T. – 2001. – no. 78. – P. 633–666.
- De Paepe Control of the temperature of the bar on entry to the finisher / De Paepe, Simon P., Moerkerke I., Hermann J.C. // ECSC STEEL RTD PROGRAMME. – 2000. – P. 1–9.
- Ткалич К.Н. Изменение температурного поля сляба в процессе прокатки / К.Н. Ткалич, Н.В. Гончаров, Н.А. Бригов // Сталь. – 1974. – № 1. – С. 52–55.

References

- Kaplanov, V.I. (2011). Modernizaciya listoprokatnogo proizvodstva Ukraini: glavnie napravleniya razvitiya i perspektiva. [Modernization of sheet rolling production in Ukraine: main directions of development and prospects]. *Visnik priazovskogo derzhavnogo tehnicnogo yuniversitety. Seriya: Tehnichni nayki*, 22, 86-89 [in Russian].
- Antipin, V.G., Nesterov, D.K., Kizijev, V.G. (1992). *Prokatnie stani: Spravochnik. T. 3. Listoprokatnie stani i profilegibochnie agregati* [Rolling mills: Handbook. V. 3. Sheet

- rolling mills and roll forming machines]. Moscow: Metallurgiya [in Russian].
3. Degner, M., Tamler, H.Y. Novie tehnicheckie razrabotki v oblasti goryachei prokatki polosy [New technical developments in the field of hot strip rolling]. *Chernie metalli - Ferrous metals*, 15-17 [in Russian].
 4. Matveev, B.N. (2002). Sovershenstvovanie neprerivnogo proizvodstva goryachekatanoi shirokopolosnoi stali [Perfection of the continuous production of hot-rolled broadband steel]. *Proizvodstvo prokata - Rolled products*, 4, 17-24 [in Russian].
 5. Tomitz A., Kasrar K. (2000). Ferritic rolling with additional annealing to produce a deep-drawable ultra-thin-gauge hot strip. *Steel Res*, 71, 12, 497-503 [in English].
 6. Kvackaj, T., Pokorny, I. (2002). Auto body sheets for a new car generation. *Metallurgia*. 41, 1, 37-42 [in English].
 7. Slarke, I. (2003). Arselor reviews CR overcapacity. *Metal Vull*. 8745, 14 [in English].
 8. Nerman, J.S. (2001). Impact of new rolling and cooling technologies on thermomechanically processed steels. *Ironmak and Steelmak*, 28, 2, 159-163 [in English].
 9. Porter, D. (2001). Thermomechanical processing on hotstrip and plant mills. *Ironmak. And Steelmak*, 28, 2, 164-169 [in English].
 10. Hendricks, C., Rasim, W., Janssen, H. (2001). Start-up and initial experience with the castin-rolling plant of Thyssen Krupp Stahl AG. *La Revue de Metallurgie - CIT*, 78, 633-666.
 11. De Paere, Simon, P., Moerkerke, I., Hermann, J.C. (2000). Control of the temperature of the bar on entry to the finisher. *ECSC STEEL RTD PROGRAMME*, 1-9 [in English].
 12. Tkalich, K., Goncharov, N.B., Brigov, N.A. (1974). Izmenenie temperatyrnogo polya slyaba v processe prokatki. [Change in the temperature field of a slab in the rolling process]. *Stal - Steel*, 1, 52-55 [in English].

Тришевський Олег Игоревич, д.т.н., проф.,
кафедра технології матеріалів,
Харківський національний технічний
університет сільськогосподарського
імені Петра Василенка, 61002, Україна,
г. Харків, ул. Алчевських 44,
тел.+38 050-407-26-11, Zshev@ukr.net

СТАН ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ І ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ГАРЯЧЕКАТАНОГО ЛИСТА В УКРАЇНІ

**Тришевський О.І., Харківський Національний
технічний університет сільськогосподарства
імені П. Василенка**

***Анотація.** Не так давно Україна займала одне з лідируючих місць у світі з виплавки сталі, причому листову сталь становила значну частку від загальної кількості металургійної продукції. Вихід українських виробників на світовий ринок зумовив різке підвищення вимог до якості вітчизняного листового прокату. Для його забезпечення необхідно домагатися стабільності параметрів технологічного процесу за рахунок застосування сучасних конструкцій прокатних станів, оснащення їх відповідною контрольно-вимірною апаратурою та засобами автоматизації технологічного процесу. Охарактеризовано основні напрями розвитку новітніх технологій світового рівня, що забезпечують випуск тонколистового прокату високої якості з мінімальними енергетичними затратами, економічного і конкурентоспроможного для вибору напрямів вдосконалення та модернізації листопрокатного обладнання і технологій в Україні. Аналіз технічного стану устаткування заводів України і технологій виготовлення гарячекатаної смуги на цих заводах, а також порівняння цього обладнання з обладнанням і технологіями сучасного виробництва гарячекатаної смуги за кордоном показали, що: а) у промислово розвинених країнах проводяться дослідження технології прокатного виробництва гарячекатаної смуги, з метою скорочення витрат на виробництво тонни прокату (економія палива, електроенергії, металу) за рахунок скорочення часу технологічного процесу; б) в Україні обладнання та технологія прокатки смуги були створені відповідно до вимог часу їх конструювання, із застосуванням злитків великих розмірів при мінімумі обладнання. Така технологія вимагає неодноразового нагріву прокату і, внаслідок цього, відрізняється великими витратами енергії на виробництво тонни прокату; в) технології прокатки смуги в Україні вимагають істотних змін, з урахуванням вимог економії енергії для зменшення собівартості готової продукції шляхом вдосконалення обладнання і режимів обтиснення з урахуванням теплового стану смуги.*

***Ключові слова:** гарячекатана смуга, широко-смуговий стан, ливарно-прокатний агрегат, чорнова кліть, чистова кліть, температурний режим, прискорене охолодження.*

**STATE, DIRECTIONS OF DEVELOPMENT
AND PERFECTION OF PRODUCTION OF
HOT-ROLLED SHEET IN UKRAINE****Trishevskii O., Kharkiv National Technical
University of Agriculture Science**

Abstract. Problem. Not so long ago Ukraine occupied one of the leading places in the world for steel production, and sheet steel accounted for a significant share of the total amount of metallurgical products. The output of Ukrainian producers on the world market has led to increase in the requirements for the quality of domestic rolled products. To ensure this, it is necessary to achieve the stability of the parameters of the technological process by using modern design of rolling mills, equipping them with the appropriate test equipment and automation of the technological process. **The purpose of the article** is to characterize the main directions of development, the newest world-class technologies that ensure the production of high-quality thin-sheet rolled products with minimal energy costs, and the economical and competitive ways to improve and modernize sheet rolling equipment and technologies in Ukraine. **Results and practical value.** Analysis of the technical condition of

the equipment of Ukrainian metallurgical plants and hot-rolled strip manufacturing technologies at these plants, as well as comparison of this equipment with the equipment and technologies of modern production of hot-rolled strip abroad, showed that: a) in the industrialized countries, the technology of rolling production of hot-rolled strip directed to reduce the cost of producing of rolled metal (saving fuel, electricity, metal) by reducing the time technological process; b) in Ukraine, equipment and technology for rolling the strip were created in accordance with the requirements of the time of their design, with the use of ingots of large sizes with a minimum of equipment. Such a technology requires repeated heating of the rolled stock and, as a consequence, is characterized by high energy costs for the production of a ton of rolled products; c) the technology of rolling the strip in Ukraine requires significant changes, taking into account the requirements of energy saving to reduce the cost of finished products by improving equipment and compression modes, taking into account the thermal state of the strip.

Key words: hot-rolled strip, broadband flattening mill, casting-rolling aggregate, draft cage, clean cage, temperature condition, speed-up cooling.
