

3. Білоцерківець В.В. Проблеми і перспективи інноваційного розвитку металургійної промисловості України / В.В. Білоцерківець, О.О. Завгородня, Ю.С. Пройдак, В.М. Тарасевич [та ін.] // Економіка України. – 2016. – №3. – С. 3-16.

4. Сухоруков А. Щодо напрямків реформування металургійної галузі України: Аналіт. зап. / А.Сухоруков, О. Собкевич, С. Воробйов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/435>

5. Минаев А.А. Концептуальные пути решения основных проблем металлургического комплекса Украины / А.А. Минаев, В.В. Кисиль // Научные труды ДОННТУ. Металлургия. – 2011. – №13(194). – С. 4-11.

6. Белоцерковец В.В. Металлургический комплекс Украины: проблемы и инновационные императивы развития в контексте вызовов глобальной конкуренции / В.В. Белоцерковец, Е.А. Завгородня, В.Н. Тарасевич // Металл и литье Украины. – 2016 (принято к печати). – С. 1-10.

7. Металургія сталі. Конвертерне виробництво / О.Г. Величко, Б.М. Бойченко, П.С. Харлашин, М.Є. Нехаєв, М.М. Штода. – Дніпропетровськ, РВА «Дніпро-VAL». – 2015. – 434 с.

8. Тенденции развития конвертерного производства стали в мире и Украине / А.Г. Величко, Б.М. Бойченко, Е.В. Синегин, Л.С. Молчанов, А.С. Лантух // Сб. трудов Всеукраинской научно-технической конференции «Актуальні проблеми розвитку металургійної освіти і науки». – 2017. – С. 44-61.

9. Направления модернизации и технического обновления конвертерного производства стали / А.Г. Величко, Б.М. Бойченко, Г.В. Бергеман, А.С. Заспенко // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2012. – №7. – С. 3-10.

УДК 669

**В.Г. Герасименко, Е.В. Синегин, Л.С. Молчанов, Д.А. Мусунов**

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

## **ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНЫХ МОДУЛЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ В УКРАИНЕ**

Переход на рыночные отношения, выход цен на энергоносители на мировой уровень, повышение требований по экологической загрязненности производства

ставят особо актуальными вопросы реконструкции сталеплавильного и сортопрокатного производства Украины.

За рубежом уже в течении ряда лет рассматриваются вопросы увязки в единый комплекс сталеплавильное производство, непрерывную разливку заготовок на МНЛЗ и прокатный стан.

Если вопросы состыковки сталеплавильного производства с МНЛЗ в общем решены на достаточно высоком технологическом уровне, то вопросы состыковки в комплексе «МНЛЗ – прокатный стан» еще находится в стадии проработки. Особенно много вопросов возникает в реализации комплекса «МНЛЗ – сортопрокатный стан.

Традиционно машины непрерывной разливки размещались в сталеплавильных цехах, расположенных на больших расстояниях от прокатных.

Это делало практически невозможным применению прямой прокатки и «горячего всада». Зарубежный опыт освоения процессов прямой прокатки и «горячего всада» непрерывнолитых заготовок свидетельствует о целесообразности строительства МНЛЗ в непосредственной близости от прокатного стана, даже за счет их удаления от сталеплавильных агрегатов на расстояние до 600 м.

Имеющиеся в настоящее время схемы состыковки МНЛЗ с сортопрокатным станом показывают, что еще не найдены технологические решения, позволяющие полностью использовать тепло, имеющееся в заготовках на выходе с МНЛЗ. Реализация предлагаемых технических решений позволяют использовать не более 25% энергии имеющейся в выходящей из МНЛЗ сортовой заготовки.

Совмещение непрерывного литья с обработкой давлением (прокатки) представляет собой достаточно сложную инженерную проблему.

История создания литейно-прокатных модулей ЛПМ (агрегатов), осуществляющих принцип непрерывного производства металлургической продукции от расплава стали до готового проката берет начало с 70-х годов прошлого века, т.е. в период широкого промышленного распространения технологии непрерывного литья, а особенно строительства металлургических мини-заводов, изготавливающих мелкосортную продукцию. Строительство мини-заводов производящих как правило, мелкосортной продукции стало фундаментом для разработки и создания технологии ЛПМ.

Интерес к проблеме совмещения непрерывной разливки с прокатной возрастал и возрастает из-за следующих преимуществ, достигаемых при этом:

- повышение производительности и экономия в капиталовложениях и производственных площадях и расходах на транспортировку заготовок из разливочного отделения в прокатный цех;

- экономия топлива и энергии вследствие исключения (или уменьшения) энергетических затрат на нагрев заготовки перед прокаткой;
- заметное повышение качества стали, наблюдаемое даже при не большой обкатке непрерывного слитка.

Основными препятствиями в совмещении технологических процессов литья и прокатки являются:

- несоответствие производительностей машин не прерывного литья заготовок и прокатного стана;
- несоответствие (примерного на порядок) максимальной скорости литья заготовок и требуемой скорости начала прокатки;
- проблема сохранения тепла медленно движущейся заготовки.

Разработка совмещенного процесса непрерывная разливка – прокатка идет двумя стадиями:

1. установка системы прокатных валков непосредственно на пути движения заготовки;
2. порезка заготовок на мерные длины, пропуск горячих заготовок через устройство дополнительного нагрева (плазменной или индукционный нагрев) и дальнейшее их движение непосредственно в прокатный стан.

Исторически сложилось, что черная металлургия Украины выпускаемой примерно 60% сортовой продукции от общего количества выпускаемого проката и где около половины выпускаемой сортовой продукции производящая на мелкосортных и среднесортных станах.

Большинство мелкосортных станов были пущенные в середине 20-го века и работают на исходной заготовке от 80×80 мм и до 150×150 мм, причем заготовки в основном 80×80 мм.

При состыковке с мелкосортным станом возможно применение заготовок сечением 130×130 мм и 150×150 мм. Как показал опыт мини-заводов, качество заготовок позволяющий получить прокат сечением до круга 40 мм.

При получении проката большого сечения необходимо большое сечение непрерывнолитой заготовки. При этом необходимо учитывать, что для получения качественного проката необходима вытяжка не менее 10. Значительные требования и для высоколегированных марок стали и сплавов, качественно проката группы «Г» и др.

Рекомендуется два варианта сортамента и две схемы получения сортового проката из непрерывнолитой заготовки.

Первая схема предусматривает производство мелкосортного проката из углеродистых и низколегированных марок стали до круга диаметром 40 мм из непрерывнолитой заготовки квадрат 130 или 150 мм с промежуточным термостатом.

Вторая схема предусматривает производство сортового проката из качественных марок стали любого требуемого сортамента. Непрерывнолитая заготовка имеет сечение 220×260 мм или 260×310 мм.

При ее просадке обеспечивается вытяжкам не менее 10 и специальные приемы проработки структуры, которые позволяют гарантировать требуемое качество проката.

Основные трудности совмещения МНЛЗ и сортового стана следующие: станы имеют широкий марочный и размерный сортамент, на них прокатывают продукцию разной формы, часто партии металла невелики. Все перечисленное обуславливает различную производительность прокатного стана, а МНЛЗ имеет сравнительно постоянную производительность.

Причем сложности совмещения сортового стана возникают не только при объединении их в литейно-прокатный модуль, но и при организации прямой прокатки и даже высокотемпературного горячего посада. Рассмотрены четыре варианта совмещения МНЛЗ с криволинейным (мелкосортным) станом:

1. горячий посад заготовок с использованием накопителя-термостата.
2. горячий посад заготовок с использованием накопителя-термостата и подогревательной печи.
3. горячий посад заготовок с использованием индукционной установки.
4. горячий посад заготовок с использованием тепло-накопителя.

Характерным для всех схем являются то, что везде наличествует нагревательная печь (лишь в схеме 3 предусмотрены подогреватель для заготовок холодного посада). Во всех схемах также имеется накопители-термостаты и предусмотрена посадка холодных заготовок. Все это позволяет: во-первых, максимально сохранить тепло металла; во-вторых, создать временный буфер при несоответствиях производительности МНЛЗ и прокатного стана, в том числе и путем посада холодной заготовки. Возможна экономия энергии для всех вариантов составляющей 95-140 кВт·ч/т.