

Разливка стали: особенности процесса

60 лет назад в металлургию Украины пришла новая технология – непрерывная разливка стали. Примечательно, что это была и одна из первых в мире промышленных установок непрерывной разливки стали (УНРС). Она начала работать 30 июля 1960 года в Донецке. В первый год на ней произвели 16,7 тыс. тонн слэбов. А за первые 10 лет освоили 30 марок стали. С тех пор машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ, так теперь называют УНРС) стали неотъемлемой частью мировой металлургии.



Непрерывная разливка распространялась в мире одновременно с технологической революцией в выплавке стали. Еще каких-то 50-60 лет назад в

[металлургии](#)

доминировали **мартеновские печи**. Плавка в них длилась несколько часов до тех пор, пока сталь не приобретала нужные характеристики. Но мартеновские печи не строятся уже с 1970-х гг. В те годы вместо них начали активно внедрять **кислородные конвертеры** и **дуговые электросталеплавильные печи (ДЭСП)**, которые сегодня обеспечивают практически 100% мировых сталеплавильных мощностей.

От способа выплавки стали зависит не только выбор сырья и состав шихты. Новые технологии повлияли и на количество промежуточных переделов между еще жидкой сталью и уже твердым готовым прокатом. Хотя МНЛЗ доминируют в

[современной металлургии](#)

, в промышленных масштабах все еще используют два основных способа разливки стали:

- разливку стали в слитки;
- производство товарных полуфабрикатов путем непрерывной разливки.

Мартеновский способ выплавки стали появился задолго до того, как была разработана технология непрерывной разливки. Поэтому практически во всех существовавших на тот момент мартеновских цехах мира сначала производили слитки. Разливка жидкой стали происходила в специальные ковши, а из них – в изложницы, в которых формируются стальные слитки (квадратные, прямоугольные, круглые). Есть два основных способа разливки стали в **изложницы**: либо сверху по очереди в каждую форму, либо снизу – через сифон сразу в несколько изложниц. Сифон позволяет ускорить процесс и улучшить качество полуфабриката. Далее слитки разогревают и обрабатывают давлением на специальных заготовительных или обжимных станах – **слябингах** (в случае получения заготовки для дальнейшего производства плоского проката –

[стального листа](#)

и рулона) или **блюмингах** (для изготовления квадратной, прямоугольной и круглой заготовки). Лишь после этого слэб, квадрат или круг попадает в прокатные цеха для производства готового проката.

Прохождение всех этих стадий занимает достаточно много времени и требует больших энергозатрат, например, для разогрева слитков, а также для их обработки давлением.



Эту трудо- и энергоемкую процедуру удалось радикально усовершенствовать после Второй мировой войны. Именно в конце 1940-х-начале 1950-х появились **первые опытные и опытно-промышленные машины непрерывной разливки стали вертикального типа**. А в 1960 году в Донецке заработала крупная промышленная УНРС, о которой говорилось ранее. Технология непрерывной разливки позволила из жидкой стали сразу производить слябы, квадратную или круглую заготовку, пригодную для переката в готовую металлопродукцию. В 1970-е гг. были созданы радиальные и криволинейные МНЛЗ, которые сейчас являются стандартом для этой технологии.

Примечательно то, что первая украинская УНРС работала в паре с мартеном. Но в проектах большинства старых сталеплавильных цехов не была предусмотрена возможность внедрения новой прогрессивной технологии – вплоть до отсутствия места для размещения нового оборудования. Поэтому МНЛЗ начали массово появляться вместе с новыми более эффективными сталеплавильными мощностями. На крупных меткомбинатах это были **кислородно-конвертерные цеха**, на мини-металлургических заводах использовались **дуговые электросталеплавильные печи**.

Практически вся конвертерная и электросталь сейчас разливается по такой технологии: жидкий металл сливают в сталеразливочные ковши и далее, после доводки до нужных параметров в установке ковш-печь, ее подают в промежуточные ковши МНЛЗ. Из них металл впускают через кристаллизатор, в котором полуфабрикаты постепенно остывают, затвердевают и, покрываясь корочкой, приобретают заданную форму сляба, квадрата или круга.

При этом в современной металлургии активно используется технология внепечной обработки стали. Это значит, что металл получает окончательные характеристики не в сталеплавильной печи (мартене, конвертере или ДЭСП), а в установке печь-ковш. Это позволяет существенно ускорить процесс плавки и повысить производительность оборудования, а также обеспечить непрерывную подачу жидкой стали на МНЛЗ. По данным worldsteel.org, в 2019 году с помощью непрерывной разливки произвели 1,8 млрд. тонн стальной продукции в мире и более 11 млн. тонн – в Украине.

Каковы преимущества машин непрерывного литья заготовок?

Во-первых, растет качество готовой продукции, улучшаются ее физические, химические и геометрические свойства, качество поверхности и структура самой стали. Во-вторых, уменьшаются затраты энергии (газа и электричества) и расходных материалов, таких как огнеупоры. И в-третьих, все это вместе позволяет сократить себестоимость полуфабрикатов и готового металлопроката.

Неужели технология непрерывной разливки столь хороша, что не имеет недостатков? Нет ничего совершенного. К недостаткам можно отнести сокращение оборотного лома, которое вынуждает заводских снабженцев более активно работать, а также высокую стоимость самой технологии. К примеру, новая слябовая МНЛЗ в комплексе с другим оборудованием обошлась ММК им. Ильича Группы Метинвест в 150 млн. долларов США. Но такие вложения окупаются за счет получения дополнительных объемов высококачественной продукции.



Строительство МНЛЗ №4 на ММК им. Ильича началось в сентябре 2016 года. Комплекс высокопроизводительного оборудования для него поставила австрийская компания Primetals Technologies. В его состав, кроме двухручьевого машины непрерывного литья заготовок, входит установка печь-ковш с современной газоочисткой, водоподготовка с обратным осмосом, фильтрокомпенсирующая система и прочее. Это оборудование позволило увеличить сталеразливочные мощности ММК им. Ильича и полностью удовлетворить потребности стана горячей прокатки рулонов 1700 в высококачественных непрерывнолитых полуфабрикатах.

Новая МНЛЗ в Мариуполе может каждый год производить около 2,5 млн. тонн литых слабов размером 170-250 x 900-1550 мм. Это позволяет сократить экспорт чугуна и сосредоточиться на выпуске продукции с более высокой добавленной стоимостью.

Запуск новой МНЛЗ на ММК им. Ильича в начале 2019 года стал значимым этапом на пути модернизации металлургических предприятий Группы Метинвест.

Согласно данным

worldsteel.org

сейчас в мире около 97% стали разливается с помощью МНЛЗ. В Украине этот показатель несколько ниже, но постоянно растет. Если в 2008 году он был на уровне 40%, то в 2020-м может достичь 60-70%, так как большинство украинских производителей отказались от разливки стали в изложницы.

Сегодня в нашей стране фактически только два металлургических предприятия не имеют технологии непрерывной разливки стали. Крупнейшее из них – комбинат Запорожсталь. Здесь выплавляют сталь в двухванных сталеплавильных агрегатах, которые представляют собой мартеновские печи, прошедшие глубокую модернизацию. В прошлом году здесь произвели более 4 млн. тонн стали. И всю ее разливают в слитки, которые, пройдя через слэбинг и прокатные станы, превращаются в готовый плоский прокат. Он пользуется спросом как в Украине, так и на многих экспортных рынках.

Стоит ли объединять мартен в Запорожстали с непрерывной разливкой? Скорее всего, этого не понадобится. Группа Метинвест уже несколько лет ведет подготовительную работу по строительству нового кислородно-конвертерного цеха в Запорожье. И здесь планируют внедрить еще более продвинутую версию непрерывной разливки – **литейно-прокатный модуль**. При таком способе разливки стали используется комплекс оборудования, в котором объединены несколько металлургических переделов. Фактически из жидкого металла в нем можно производить готовый горячекатаный плоский прокат. Такой процесс будет еще более эффективным и экологичным даже по сравнению с МНЛЗ, которые уже являются привычной технологией для металлургов Украины и мира.