

Розлив сталі: особливості процесу

Шістдесят років тому в металургію України прийшла нова технологія - безперервний розлив сталі. Показово, що це була й одна з перших у світі промислових установок безперервного розливу сталі (УБРС). Вона почала працювати 30 липня 1960 року в Донецьку. У перший рік на ній виробили 16,7 тис. тонн слябів. А за перші 10 років було освоєно 30 марок сталі. З того часу машини безперервного розливання заготовок (МБРЗ, так тепер називають УБРС) стали невід'ємною частиною світової металургії.



Безперервне розливання поширювалося в світі одночасно з технологічною революцією в виплавці сталі. Ще якихось 50-60 років тому у металургії домінували **мартенівські печі**. Плавка в них тривала кілька годин до тих пір, поки сталь не набувала потрібних характеристик. Але мартенівські печі не будуються вже з 1970-х років. В ті роки замість них почали активно впроваджувати кисневі конвертери і дугові електросталеплавильні печі (ДЕСП), які сьогодні забезпечують практично 100% світових сталеплавильних потужностей.

Від способу виплавки сталі залежить не тільки вибір сировини та склад шихти. Нові технології вплинули й на кількість проміжних стадій переробки між ще рідкою сталлю і вже твердим готовим прокатом. Хоча МБРЗ домінують у

[сучасній металургії](#)

, в промислових масштабах все ще використовують два основні способи розливання сталі:

- розлив сталі у зливки;
- виробництво товарних напівфабрикатів шляхом безперервного розливу.

Мартенівський спосіб виплавки сталі з'явився задовго до того, як було розроблено технологію безперервного розливу. Тому практично у всіх мартенівських цехах світу, що існували на той час, спочатку виробляли зливки. Розлив рідкої сталі відбувався у спеціальні ковші, а з них - в **виливниці**, в яких формуються сталеві зливки (квадратні, прямокутні, круглі). Є два основні способи розливу сталі у виливниці: зверху по черзі у кожну форму, або знизу - через сифон відразу в кілька виливниць. Сифон дозволяє пришвидшити процес та поліпшити якість напівфабрикату. Далі зливки розігрівають і обробляють тиском на спеціальних заготівельних або обтискних станах - слябінгах (в разі отримання заготовки для подальшого виробництва плоского прокату - сталевих листа і рулону) або блюмінгах (для виготовлення квадратної, прямокутної і круглої заготовки). Лише після цього сляб, квадрат чи круг потрапляє до прокатних цехів для виробництва готового прокату.

Проходження всіх цих стадій займає досить багато часу і вимагає великих енерговитрат, наприклад, для розігріву злиwkів, а також для їхньої обробки тиском.



Цю праце- та енергоємну процедуру вдалося радикально вдосконалити після другої світової війни. Саме наприкінці 1940-х - початку 1950-х з'явилися **перші дослідні та дослідно-промислові машини безперервного розливання сталі вертикального типу**. А в 1960 році в Донецьку запрацювала велика промислова УБРС, про яку йшлося вище. Технологія безперервного розливання дозволила з рідкої сталі відразу виробляти сляби, квадратну або круглу заготовку, придатну для перекачу в готову металопродукцію. У 1970-ті рр. були створені радіальні і криволінійні МБРЗ, які зараз є стандартом для цієї технології.

Показово те, що перша українська УБРС працювала в парі з мартеном. Але в проектах більшості старих сталеплавильних цехів не було передбачено можливості впровадження нової прогресивної технології - аж до відсутності місця для розміщення нового устаткування. Тому МБРЗ почали масово з'являтися разом із новими ефективнішими сталеплавильними потужностями. На великих меткомбінатах це були **киснево-конвертерні цехи**, на міні-металургійних заводах використовували **дугові електросталеплавильні печі**.

Практично всю конвертерну сталь та електросталь зараз розливають за такою технологією: рідкий метал зливають в сталерозливні ковші і далі, після доведення до потрібних параметрів в установці піч-ківш, її подають в проміжні ковші МБРЗ. З них метал впускають через кристалізатор, в якому напівфабрикати поступово остигають, тверднуть і, вкриваючись скоринкою, набувають задану форму сляба, квадрата або круга.

Водночас, у сучасній металургії активно використовується технологія позапічної обробки стали. Це означає, що метал набуває кінцевих властивостей не у сталеплавильній печі (мартені, конвертері або ДЕСП), а в установці піч-ківш. Це дозволяє суттєво пришвидшити процес плавлення й підвищити продуктивність обладнання, а також забезпечити безпервну подачу рідкої сталі до МБРС. За даними worldsteel.org, у 2019 році за допомогою безперервного розливання було вироблено 1,8 млрд. тонн сталевих продукції в світі і більше 11 млн. тонн - в Україні.

Які переваги машин безперервного розливання заготовок?

По-перше, зростає якість готової продукції, поліпшуються її фізичні, хімічні та геометричні характеристики, якість поверхні та структура самої сталі. По-друге, після впровадження МБРЗ різко збільшується вихід придатної продукції - на 15-20%. По-третє, зменшуються витрати енергії (газу й електрики) і витратних матеріалів, таких як вогнетриви. І, по-четверте, все це разом дозволяє скоротити собівартість напівфабрикатів і готового металопрокату.

Невже технологія безперервного розливання настільки добра, що не має недоліків? Не має нічого досконалого. До недоліків можна віднести скорочення оборотного брукту, що змушує заводських постачальників активніше працювати, а також високу вартість самої технології. Наприклад, нова слябова МБРЗ у комплексі з іншим обладнанням обійшлася ММК ім. Ілліча Групи Метінвест 150 млн. доларів США. Проте такі вкладення окупаються завдяки отриманню додаткових обсягів високоякісної продукції.



Будівництво МБРЗ №4 на ММК ім. Ілліча почалося у вересні 2016 року. Комплекс високопродуктивного обладнання до неї було поставлено австрійською компанією Primetals Technologies. До його складу, крім двострумкової машини безперервного розливання заготовок, входить установка піч-ківш із сучасною газоочисною, водопідготовка зі зворотним осмосом, фільтрокомпенсувальна система тощо. Це обладнання дозволило збільшити потужності ММК ім. Ілліча з розливу сталі та повністю задовольнити потреби стану гарячої прокатки рулонів 1700 у високоякісних безперервно розлитих напівфабрикатах.

Нова МБРЗ в Маріуполі може щороку виробляти близько 2,5 млн. тонн литих слябів розміром 170-250 x 900-1550 мм. Це дозволяє скоротити експорт чавуну та зосередитися на виробництві продукції з більш високою доданою вартістю.

Запуск нової МБРЗ на ММК ім. Ілліча на початку 2019 року став значним етапом на шляху модернізації металургійних підприємств Групи Метінвест.

За даними

worldsteel.org

, близько 97% сталі розливається зараз у світі за допомогою МБРЗ. В Україні цей показник дещо нижчий, але він постійно зростає. Якщо у 2008 році він був на рівні 40%, то у 2020-му він може досягти 60-70%, оскільки більшість українських виробників відмовилися від розливу сталі у виливниці.

Сьогодні у нашій країні фактично лише два металургійних підприємства не мають технології безперервного розливу сталі. Найбільше з них - комбінат Запоріжсталь. Тут сталь виплавляють у двох агрегатах, які є мартенівськими печами, що пройшли глибоку модернізацію. Минулого року тут виготовили більше 4 млн. тонн сталі. Всю її розливають у зливки, які проходять через слябінг та прокатні стани, щоб перетворитися на готовий плоский прокат. Він користується попитом як в Україні, так і на багатьох експортних ринках.

Чи варто поєднувати мартен на Запоріжсталі з безперервним розливом? Скоріш за все, це не знадобиться. Вже декілька років Група Метінвест веде підготовчу роботу для будівництва нового киснево-конвертерного цеху у Запоріжжі. Тут планують впровадити ще більш просунуту версію безперервного розливання - **ливарно-прокатний модуль**. Такий спосіб розливання сталі використовує комплекс обладнання, який поєднує декілька стадій металургійної переробки. Фактично з рідкого металу в ньому можна виробляти готовий гарячекатаний плоский прокат.

Такий процес буде ще ефективнішим та екологічнішим навіть за МБРЗ, які вже стали звичайною технологією для металургів України та світу.