

1.3 метою запобігання браку по усадочних раковин необхідно по можливості забезпечувати надсилання затвердіння виливки у напрямку до місць розташування найбільш масивних її частин.

2.3 метою запобігання браку по пісочним раковин і інших пороків необхідно основні оброблювані поверхні, а також розвинуті поверхні виливки розташовувати переважно знизу по заливці, а за відсутності такої можливості вертикально або похило.

3.3 метою зниження шлюбу за недоливу більш тонкі стінки виливка повинні розташовуватися в нижніх із заливки частинах форми і по можливості у вертикальному або похилому положенні.

Для усунення можливості утворення усадочних раковин у вузлах і масивних частинах виливки, при проектуванні і виготовленні форми передбачається установка прибутків, які служать також збірниками спливаючих неметалічних включень або можливих інших виділень.

Вага прибутку для сталевих деталей становить 30 - 50% ваги виливки.

Рекомендується при виборі місця встановлення та призначення кількості, розмірів і форми прибутків для сталевого лиття враховувати наступні обставини:

1. Усадочна раковина утворюється в місцях виливки, остигають останніми, до них відносяться всі найбільш масивні частини, місцеві стовщення, вузли зчленування окремих елементів деталі, а також місця утрудненою тепловіддачі.
2. Усадочна раковина прагне зайняти найвище положення в литві.
3. Відкриті прибутку встановлюють на верхніх частинах виливки, закриті - на масивних частинах виливки, розташованих усередині форми.
4. Постановка прибутків на масивні частини виливки уповільнює швидкість охолодження останньої, сприяючи збільшенню в ній залишкових напружень.
5. Постановка прибутків у місцях концентрації розтягуючих напружень у литві при високій температурі, сприяє утворенню гарячих тріщин у цих місцях при затвердінні виливки.
6. Постановка прибутків на необроблювані частини виливки призводить до збільшення витрат на її обробку.

7. Для охолодження місцевих вузлів і головним чином потовщених місць виливки, якщо останні не забезпечуються харчуванням від прибутку, при виготовленні форми встановлюють холодильники - металеві вкладиші.

## **2. Ковші для розливу сталі**

Рідка сталь, отримана у сталеплавильному агрегаті (дугова піч, мартен, конвертор, індукційна піч і т.п.), повинна бути транспортована до місця розливання. Для цієї мети використовується спеціальний сталерозливний ківш. Його призначення - прийом розплавленої сталі, переміщення отриманого обсягу сталі від сталеплавильного агрегату до місця розливання, короткочасне зберігання і розливання сталі в живильники ливарних форм.

У залежності від способу транспортування ковшів і їх призначення в технологічному процесі вони підрозділяються на кранові та монорейкові. Кранові ковші у свою чергу поділяються на:

1. Конічні, ємністю від 1 до 70 т.
2. Стопорні, ємністю про 1 до 70 т.
3. Барабанні, ємністю від 1 до 5 т.

Монорейкові ковші поділяються на;

1. Конічні, ємністю від 100 до 400 кг.
2. Конічні з механізмом повороту, ємність від 500 до 800 кг.
3. Чайникова, ємністю від 100 до 250 кг.
4. Барабанні, ємністю від 400 до 800 кг.

Зовнішній корпус ковша виконаний із сталі. Дві цапфи, розташовані діаметрально протилежно і трохи вище центру ваги ковша, жорстко закріплені на зовнішній поверхні корпусу. Цапфи необхідні для опори ковша на посадочні місця монорельсової візки або кранової підвіски. Спосіб фіксації ковша визначається його вантажопідйомністю і методом транспортування.

Внутрішня порожнина ковша облицьована термостійкої футеровкой, що забезпечує довговічність ковша, що виключає прогар зовнішнього корпусу рідким металом і що грає роль термоізолятора, що підтримує температуру рідкої сталі в ковші.

Розлив рідкої сталі з ковша здійснюється шляхом його повороту на цапфах на деякий кут. Траєкторія закінчення металу параболічна і зі зміною кута нахилу ковша змінюється форма параболи і інтенсивність струменя витікаючого металу.

пристрій якої допускає видачу рідкого металу через сопло, розташоване в дні ковша і закривається стопором. Управління роботою стопора здійснюється спеціальним важільним механізмом, закріпленим на зовнішній поверхні корпусу.

Переваги розглянутого ковша перед попереднім полягає в тому, що по-перше відсутня необхідність повороту ковша, а по-друге потік впливає металу прямолінійний і спрямований вертикально вниз.

Розвиток процесів розливання сталі призвело до створення і застосування ковшів барабанного типу. Ківш являє собою циліндр 2 з горизонтальною віссю обертання; торці циліндра жорстко і герметично закриті кришками, на зовнішній поверхні яких суворо соосно встановлені цапфи 1. Для заливання рідкого металу в ківш і видачі цього металу з ковша на бічній поверхні циліндра розташоване вікно 3.

Корпус ковша і цапфи виготовлені зі сталі, а його внутрішня поверхня викладена вогнетривким футеровочних матеріалів.

Конструкція даного ковша має ряд переваг перед попередніми:

1. Допускається використання в механізованих пристроях транспортування, заливки та видачі рідкої сталі.
2. Жорстка фіксація ковша під час транспортування.
3. Краща теплоізоляція ковша, завдяки чому збільшується час відбору рідкої сталі.
4. Можливість повороту ковша на  $180^{\circ}$ .

Ковші за своєю конструкцією, металоємності і способу транспортування рідкої сталі підбираються в залежності від вимог технологічного процесу, способу отримання готової продукції ливарного виробництва і ступеня механізації виробничих процесів.

### **3. Способи виготовлення сталевих виливків**

Рідка сталь може бути використана:

- Для отримання фасонних штучних виливків будь-яких габаритів і маси як в одиничному, великосерійному так і масовому виробництві

- Для заливання в виливниці з метою подальшої обробки отримано злитку тиском (прокатка, ковка) і як завершальна стадія цього процесу - отримання сортового прокату.

- Для безперервного розливання на спеціальному обладнанні з метою отримання сортового прокату минаючи стадії отримання злитку, його охолодження, додатковий нагрів і подальшу обробку тиском.

### **3.1 Отримання штучних фасонних виливків**

Ці виливки є заготовками деталей будь машинобудівної галузі. Приблизно 23% за обсягом всього виробленого сталеливарної промисловістю асортименту складають фасонні виливки з виходом придатного металу трохи більше 60%. Для отримання сталевих фасонних виливків з вуглецевої сталі використовуються в основному ливарні сталі марок 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л і 55Л. У межах однієї і тієї ж групи складності і маси виливки можуть бути виготовлені різними способами.

До основних способів виготовлення виливків відносяться:

А. Звичайний спосіб лиття: - лиття в разові сирі та сухі піщані форми незалежно від способу формування.

Б. Спеціальні способи лиття:

- У металеві форми (кокілі),
- Лиття в оболонкові форми,
- Лиття по виплавлених моделях,
- Відцентрове лиття.

Спосіб виготовлення виливки вибирається з урахуванням подальшої механічної обробки готової виливки, на основі порівняльного техніко - економічного аналізу.

Найпростіший спосіб, відомий з найдавніших часів - виготовлення форми в ґрунті (на плацу). Форма в ґрунті відкрита застосовується при одиничному (індивідуальному) виробництві. Більш відповідальні відливки і з підвищеною ваговою характеристикою отримують при формуванні різними способами: нижня частина вилівки в ґрунті, верхня - в опоке. У цьому випадку заливання рідкого металу здійснюється через живильник.

Відлиття можуть бути отримані при формуванні моделі в двох опоках, як однакових по висоті, так і різновисоких. Процес формування здійснюється вручну, а заливка рідкої сталі здійснюється через живильник і ливникову систему. У формі, при необхідності, можуть бути розташовані прибутку.

При машинній формуванні форми виготовляються за рідкісним винятком у двох опоках. Цей спосіб застосовується в серійному і масовому виробництвах. При використанні форм, представлених на рис. 4, заливання рідкої сталі виробляється в сиру форму, а при використанні форм, представлених на рис. 5, заливання рідкої сталі здійснюється в суху форму або форму з поверхневою підсушилою.

Вагові групи виливків для даного способу заливки спосіб формування не обмежені.

Крім звичайних способів отримання сталевих виливків методом лиття в разові піщані форми досить широко поширені спеціальні способи лиття.

Лиття в металеві форми (кокілі), Ці форми багаторазового використання, виготовлені зі сталі або чавуну. Застосовуються форми з горизонтальною, вертикальною і комбінованою площиною роз'єму. За площині роз'єму виготовляють порожнину конфігурації відливки та литникової системи. Для отримання внутрішніх порожнин в литві застосовують піщані стрижні.

Заливка рідкої сталі в кокіль проводиться через живильник, після затвердіння вилівки вибивають.

Застосовується лиття в кокіль для отримання сталевих виливків, при цьому номенклатура виливків дуже різноманітна.

Лиття в оболонкові форми застосовується переважно з метою скорочення великого обсягу механічної обробки вилівки та виготовлення відливок 4 ... 6 квалітетів точності, а також тоді, коли спосіб отримання вилівки по виплавлених моделях економічно не виправданий.

Заливка рідкої сталі, найчастіше, здійснюється сифонним способом.

Лиття в оболонкові форми застосовується в серійному та масовому виробництві.

Лиття по виплавлених моделях застосовується для скорочення великого обсягу механічної обробки, аж до повного її виключення, головним чином тоді, коли сталеве лиття важко піддається різанню.

Застосовується в серійному і масовому виробництві.

Відцентрове лиття застосовується головним чином для забезпечення високої щільності матеріалу виливки і виключення центрових стрижнів.

Отримання сталевих виливків методом відцентрового лиття проводиться на спеціальних машинах з горизонтальною, вертикальною або похилою віссю обертання виливки.

Заливка сталі у обертову форму проводиться за спеціальним відкритого лотку безпосередньо з ковша. Стрижні для одержання внутрішньої порожнини виливки не потрібні.

Проводячи аналіз способів отримання виливків можна сказати, що розливання рідкої сталі у форми в одиничному або дрібносерійному виробництві проводиться без застосування засобів автоматизації безпосередньо з ковша в живильник форми.

В умовах серійного і масового виробництва застосовується метод розливання рідкої сталі в разові в основному сирі піщані форми, що виготовляються у двох равновисоких опоках методом машинного формування з тиском допрессовки 20 - 30 МПа. Такий спосіб отримання форм є передумовою для створення механізованого або автоматизованого ділянки заливки форм рідкої сталю, тому що такі форми в опоках допускають їх транспортування.

Прискорення темпу виготовлення форм у потоці (12 с. і менше) в умовах масового і великосерійного виробництва робить необхідною автоматичну заливку рідкої сталі. Промисловістю (як вітчизняної так і зарубіжної) випускаються установки для автоматичної розливання рідкої сталі - це установки з застосуванням магнітного насоса, дозуючого розливного ковша з індукційним підігрівом, проміжного стопорного барабанного ковша з дозуванням маси металу та ін. Для механізованої або автоматизованої розливання рідкої сталі

використовують електрофікованого візки типу ТМЛ - 100 і ТМЛ - 200, що випускаються вітчизняною промисловістю. Ці візки забезпечені кабіною оператора, і водночас мають можливість дистанційного управління пересуванням і маніпуляціями ковша (підйом, опускання, поворот і т.п.). Візок переміщається по монорельсовому шляху.

При використанні методу розливання рідкої сталі безпосередньо з ковша в форму необхідно дотримуватися час відбору рідкої вуглецевої сталі з ковша, яке рекомендується приймати по наведеним матеріалами:

Ємність ковша, т 4 6 - 16 серпня

Час відбору, хв 17 грудня 1923

### **Розливання сталі у виливниці**

Розливку рідкої сталі у виливниці застосовують для отримання сталевих заготовок, значних габаритів і маси, для їхньої подальшої обробки тиском (після їх охолодження і подальшого додаткового нагрівання) з метою отримання сортового прокату або великих поковок. Розливку рідкої сталі у виливниці здійснюють з ковша. Форми для розливання (виливниці) приймаються в залежності від запланованій готової продукції: для сортового і фасонного прокату.

Виливниці представляють собою чавунні форми для отримання зливків різного перетину. По конструкції виливниці підрозділяють на глухоні і наскрізні, за способом заливки металу - на заповнюються зверху і заповнюються знизу (сифонна розлив). Чавунні виливниці вертикального тіпаіспользуются для розливання сталі. Виливниці для зливків, призначених для поковок, вміщують до 100 т сталі і більше; виливниці для сталі, що йде в прокатку, розраховані на злитки масою від 100 кг до 20 т (злитки для слябів). З метою зменшення усадочної раковини в злитках І. виготовляють з утепленою надставкою.

Спосіб розливання сталі в виливницю і стан металу в процесі розливання і затвердіння істотно впливають на властивості сталі. В основному розрізняють два види розливання: киплячій і спокійної сталі.

Застосовують два способи розливання сталі у виливниці: зверху безпосередньо у виливницю і сифоном

При розливанні зверху сталь заливають з ковша 2 в кожен виливницю 1 послідовно.

При такому способі розливання сталі поверхню злитків внаслідок попадання бризок рідкого металу на стінки виливниці може бути забрудненою плівками оксидів.

При сифонної заливці (рис. 6, б) сталю заповнюють одночасно від 2 до 6 встановлених на піддоні 5 виливниць через центровий літник 3 та канали в піддоні. У цьому випадку сталь надходить у виливниці знизу, що забезпечує плавне, без розбризкування їх заповнення, поверхня злитку виходить чистою, скорочується час розливання. Сталь в надставці 4 зберігається в рідкому стані, завдяки чому зменшуються раковина і відходи злитка при обрізку.

Розливку зверху зазвичай застосовують для вуглецевих, а розливку сифоном - для легованих сталей.

**3.3 Твердіння і будова сталевих злитків** Процес затвердіння сталевих злитків і освіта кристалічної структури в ньому було розглянуто вище. Необхідно додати, що будова зливка визначається не тільки умовами охолодження, але і ступенем розкислення. За цією ознакою сталі діляться на киплячі, спокійні і напівспокійних.

Кипляча сталь - сталь, не повністю раскислена в печі. Її розкислення триває у виливниці за рахунок взаємодії оксиду заліза  $FeO$  з вуглецем. Утворений при цьому оксид вуглецю  $CO$  виділяється із сталі і вона не містить неметалевих домішок, володіючи при цьому високою пластичністю.

Киплячу сталь раскисляють так, що вона і під час наповнення виливниці і після закінчення процесу наповнення виділяє газ. У результаті реакції вуглецю з киснем на фронті затвердіння утворюється окис вуглецю. При цьому формуються чистий поверхневий шар (щільна кірка) і серцевина, збагачена домішками (зона ліквідації) - Інтенсивне виділення газу аж до повного затвердіння запобігає зосереджене зменшення обсягу в середині верхньої (головний) частини злитка. Зменшення обсягу (усадочна раковина) обумовлюється неоднаковим питомим об'ємом сталі в рідкому і твердому агрегатних станах. У киплячій сталі раковина розподілена у формі газових бульбашок (пір) по всьому об'єму злитка. При подальшій гарячій обробці тиском газові бульбашки заварюються, так як вони майже не забруднені. Це позитивно позначається на виході придатного. Ще однією перевагою є чиста поверхнева зона, яка задовольняє високим вимогам до якості поверхні. Недоліком є збагачення елементами-домішками (ізоляція): вуглецем, фосфором, сіркою, азотом і киснем в осьовій зоні, особливо у верхній частині злитка. Це призводить до нерівномірності



властивостей матеріалу по висоті злитка і по його поперечному перерізі. Ще одним недоліком є підвищена схильність до крихкого руйнування, так як азот зв'язати не вдається.

Спокійна сталь виходять при повному раскисленні металу в печі і ковші (мал. 7, б). Така сталь твердне без виділення газів, у злитку утворюється щільна структура, а усадочна раковина концентрується у верхній частині злитка, що збільшує вихід придатного металу. Спокійна сталь усуває перераховані вище недоліки, властиві киплячої сталі. При розливанні спокійної сталі забезпечуються істотне зменшення вмісту кисню та елементів, що мають спорідненість з киснем, які перераховані вище. Оскільки елементи алюміній, титан, ванадій і цирконій одночасно володіють і високою спорідненістю до азоту, тим самим одночасно досягається і зниження схильності до крихкого руйнування сталі. Неприятливий вплив на якість сталі можуть надати оксиди, що утворюються при зв'язуванні кисню, які, якщо їх не представляється можливим видалити з розплаву, перетворюються на неметалеві включення і при достатній концентрації можуть обмежити використання матеріалу з-за освіти несплошностей в ньому. Оскільки в результаті ерозії вогнетривкого матеріалу в сталь потрапляють додаткові (екзогенні) неметалеві включення, зменшення їх утримання шляхом виділення слід приділяти особливу увагу. При продувці рідкої сталі аргоном досягається зниження вмісту неметалічних включень у ній. Ще залишаються неметалеві включення виділяються в процесі затвердіння, особливо в підповерхневої зоні, що може несприятливо позначитися на якості поверхні. Однак і по всій довжині злитку і особливо у верхній його частині (де кінчається усадочна раковина) можливе збагачення неметалевими включеннями. Ще одним недоліком спокійних сталей є зосереджене зменшення обсягу у верхній частині злитка, що знижує вихід придатного. При використанні виливниць, обладнаних у верхній частині теплоізолюючими прибутковими надставками, це зменшення виходу придатного може бути певною мірою компенсовано.

Полуспокойная сталь виходить при раскисленні ферромарганцем та недостатньою кількістю феросиліцію або алюмінію і шляхом цілеспрямованого регулювання вмісту кисню. У результаті виходить полуспокойная або механічно закупорена сталь. Ці заходи дозволяють досягти кращої якості поверхні, ніж у спокійній сталі, і більш рівномірного розподілу ліквіруючих елементів, ніж в киплячій сталі, а сам злиток не має концентрованої усадочної раковини, в нижній частині він зазвичай має будову спокійною, а у верхній - киплячої сталі ( рис. 7, в). Така сталь за якістю застосовна тільки для деяких певних цілей, а за вартістю є проміжною між киплячій і спокійною.

### 3.4 Обробка рідкого металу поза сталеплавильного агрегату

При позапічної обробки метал, виплавлений в звичайному сталеплавильному агрегаті (мартенівської печі, конвертері або електропечі), піддається зовнішньому впливу в сталеразливочном ковші. Основною метою позапічної обробки рідкої сталі в ковші є зниження вмісту розчинених у металі газів, неметалевих включень і сірки.

В даний час немає такого способу обробки рідкої сталі в ковші, який дозволив би одночасно значно знизити в металі вміст неметалевих включень, сірки і газів. Тому залежно від поставленого завдання застосовується той чи інший спосіб позапічної обробки металів.

Обробка металів в ковші синтетичним шлаком призводить до зниження в сталі кількості сірки, неметалевих включень і кисню. Суть методу полягає в тому, що метал випускають з печі в ківш, частково заповнений рідким шлаком (4 - 5% від маси металу), який попередньо виплавляють у спеціальному агрегаті. Рідкий шлак і метал інтенсивно перемішуються. Сірка, кисень і неметалеві включення переходять з металу в шлак. При обробці металу синтетичним шлаком важливу роль грає його склад і фізико-хімічні властивості. Шлаки повинен мати низькі температуру плавлення і в'язкість, а також володіти високою основністю і низькою окисленістю. Цим вимогам відповідають вапняно-глиноземисті шлаки, що містять 50 - 55% CaO, 38 - 42% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,5 - 4% SiO<sub>2</sub>, 0,15 - 0,5% FeO. Шлаки такого складу мають високу рафінують здатністю.

Підвищення якості сталі, обробленої синтетичним шлаком, компенсують витрати, пов'язані з виплавкою такого шлаку.

Продування металу у ковші порошкоподібними матеріалами є одним із сучасних способів підвищення якості сталі та продуктивності сталеплавильних агрегатів.

Електрошлаковий переплав (ЕШП) полягає в наступному:

Переплавляють сталі подається в установку у вигляді витрачається (переплавляється) електрода 1 (рис. 8). Розплавлений шлак 2 (суміш 60 ... 65% CaF<sub>2</sub>, 25 ... 30% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO та інші добавки) володіє великим електроопору і при проходженні електричного струму в ньому генерується тепло, достатню для розплавлення електрода. Краплі металу проходять шар шлаку, збираються у ванні і тверднуть в водоохолодження изложнице, утворюючи злиток. При цьому

кристалізація металу відбувається послідовно і спрямована знизу вгору, що сприяє видаленню неметалічних включень і бульбашок газу і тим самим утворення щільної та однорідної структури злитку. В кінці переплаву піддон опускають і затверділий злиток витягують з виливниці.

Сучасні установки ЕШП дозволяють отримувати зливки різного перерізу масою 40 т.

Рідкий метал у потоці інертного газу (аргону) через фурму вводять подрібнені десульфуранти і раскислители. У результаті такої обробки можна одержати метал з вмістом сірки і кисню менше 0,005% кожного.

Обробка рідкої сталі аргонем в ковші є найбільш простим способом підвищення якості металу. Аргон вдувають в рідку сталь через пористі і вогнетривкі пробки, які встановлюють в днищі ковша. Аргон не розчиняється в рідкій сталі, тому при продувці металу аргонем в обсязі рідкої сталі утворюється велика кількість бульбашок, які інтенсивно перемішують метал і виносять на його поверхню неметалеві включення. Крім того, водень і азот, розчинені в сталі, переходить до бульки аргону і разом з ним покидають рідкий метал, тобто відбувається дегазація сталі.

Найбільш простим способом є вакуумування сталі в ковші. У цьому випадку ківш з рідким металом вміщують у герметичну камеру, з якої відкачують повітря. При зниженні тиску в камері метал закипає внаслідок бурхливого виділення з металів газів. Після дегазації металу камеру розгерметизується, а ківш з вакуумированной відправляють на розливання.

Ковшового вакуумування неефективно при обробці повністю розкислення сталі і великих мас металу. У цьому випадку внаслідок слабкого розвитку реакції  $2C + O_2 = 2CO$  метал кипить мляво. Для поліпшення дегазації сталі вакуумну обробку металів в ковші поєднують з продувкою його аргонем і електромагнітним перемішуванням. Зазвичай дегазацію металу у ковші проводять протягом 10 - 15 хв. Більш тривала обробка призводить до значного зниження температури металу.

Парціонное і циркуляційний вакуумування сталі застосовують при дегазації великих мас металу.

При парціонном вакуумуванні футерованная вакуумна камера не великого обсягу поміщається над ковшем з рідким металом. Патрубок камери, футерованих зсередини і зовні, занурений у рідкий метал. Під дією атмосферного тиску порція

металу (10 - 15% від загальної маси) піднімається до камери і дегазується. При русі ковша униз чи камери вгору метал впливає, а при зворотному русі знову піднімається в камеру, для повної дегазації сталі необхідно провести від 30 до 60 циклів вакуумної обробки.

При циркуляційному способі вакуумування сталі застосовують вакуумну камеру з двома патрубками. Рідкий метал з ковша піднімається в камеру по одному патрубку, дегазується і впливає знову на ківш по другому патрубку. Відбувається безперервна циркуляція металу через вакуумну камеру. Підйом рідкої сталі у камеру відбувається за рахунок дії аргону, який подають у вхідний патрубок.

Струминне вакуумування металу застосовується в основному при литві великих зливків. Цей спосіб є більш досконалим, тому що усувається вторинне окислювання при розливанні вакуумованого металу з ковша у виливниці.

При литві зливків в вакуумі струмінь металу, переливається з ковша а виливницю, встановлену у вакуумній камері, розривається виділяються газами на безліч дрібних крапель металу. Поверхня металу різко зростає, що приводить глибокої дегазації сталі. Крім того, сталь також дегазується у виливниці.

Останнім часом для отримання сталі з дуже низьким вмістом вуглецю обробку металу у вакуумі поєднують з продувкою його киснем або сумішшю аргону і кисню.

Рафінована синтетичним шлаком сталь відрізняється низьким вмістом кисню, сірки і неметалевих включень, що забезпечує їй високу пластичність і ударну в'язкість.

### **3.5 Безперервне розливання сталі**

Безперервне розливання сталі - процес отримання з рідкої сталі злитків - заготовок (для подальшої прокатки, кування або пресування), що формуються безперервно в міру надходження рідкого металу з одного боку виливниці - кристалізатора і видалення частково затверділої заготовки з протилежного боку. При цьому слід зазначити, що процесу безперервного лиття піддають виключно спокійну сталь, оскільки, зважаючи на високій швидкості витягування, отримати задовільну якість поверхні не вдається.

Безперервне розливання сталі має наступні переваги перед звичайною розливанням: на 10 ... 15% скорочується витрата металу на 1 т придатного прокату внаслідок зменшення обрізу головний і донної частини заготовлі, скорочуються капітальні витрати на виготовлення парку чавунних виливниць, які повністю виключаються при даному техпроцесі, відсутні ділянки для підготовки виливниць і вилучення зливків з них, повністю відсутні дорогі блюмінги і слябінг, на яких великі злитки обжимаються в заготовку для подальшої прокатки; створюються умови для повної механізації і автоматизації процесу розливання; завдяки прискоренню затвердіння підвищується ступінь однорідності металу, поліпшується його якість.

Безперервне розливання сталі здійснюється на спеціальних установках - УНРС.

Рідку сталь з ковша 6 через проміжне пристрій 5 безперервно заливають зверху в водоохолоджувальну виливницю без дна - кристалізатор - 4, а з нижньої його частини витягають з певною швидкістю (яка коливається в межах 1 ... 2,5 м / хв), за допомогою валків 3 затвердеваючий злиток. Кристалізатор 4 має внутрішню порожнину, профіль якої відповідає поперечним перерізом вилівки. Робочу частину кристалізатора, контактує з металом, виконують з міді, твердих алюмінієвих сплавів, сталі або графіту. Корпус кристалізатора інтенсивно охолоджується водою, що циркулює по наявних у ньому каналах.

Сталеві вилівки ллють у довгі кристалізатори (1000 ... 1500 мм). Для отримання вилівок з внутрішніми порожнинами в кристалізатор встановлюють стрижень відповідного перерізу.

На початку процесу в кристалізатор вводиться тимчасове дно - так звана запал, поєднана з індивідуальним приводом і має профіль, відповідає профілю перерізу одержуваної вилівки. Метал твердне у стінок кристалізатора й у запалу, яка звільняє шлях для вилучення із кристалізатора оболонки заготовки і яка починає витягуватися з кристалізатора з постійною, заздалегідь заданою швидкістю. Зверху в кристалізатор безперервно подається рідкий метал в такій кількості, щоб його рівень був постійним у процесі всієї розливання. Для зменшення зусилля витягування кристалізатора повідомляється зворотно - поступальний рух по його поздовжній осі, а на його стінки подається мастило. Поверхня рідкого металу охороняється від окислення шаром синтетичного шлаку або захисною атмосферою, створюваної інертним газом. На виході з кристалізатора заготовля з рідкою серцевиною надходить у зону

вторинного охолодження, де на її зовнішню поверхню подається з форсунок розпорошена вода. і вона остаточно твердне і потрапляє в зону різання, де її розрізають газовим різакром 2 на злитки необхідної довжини. Отримані злитки за допомогою кантувача 1 опускаються на роликівий конвеєр і подаються на прокатні стани.

Описаний спосіб безперервного лиття носить назву лиття за способом Юнганса.

На УНРС відливаються заготовки квадратного перерізу розміром від 50x50 до 300x300 мм, плоскі сляби товщиною від 50 до 300 мм і шириною від 300 до 2000 мм, круглі заготовки (суцільні і з внутрішньою порожниною) діаметром від 100 до 550 мм, з яких отримують труби, сортовий і листовий прокат, поковки. Велика ступінь хімічної однорідності по довжині і поперечним перерізом безперервнолитих заготовок забезпечує стабільні механічні властивості і підвищує надійність роботи металовиробів. Завдяки своїм перевагам Безперервне розливання сталі прийнята в якості основного способу розливання у всіх знову споруджуються сталеплавильних цехах і буде широко використовуватися при реконструкції діючих заводів. Найбільша продуктивність УНРС забезпечується при їх роботі в поєднанні з кисневими конвертерами. У цьому випадку досягається рівність циклів випуску сталі з конвертера і розливання її на УНРС, завдяки чому рідкий метал може подаватися на установку безперервно протягом тривалого часу. У цехах з сучасними дуговими печами, тривалість плавки в яких витримується досить точно, також може бути організована розливання так званим методом «плавка на плавку» (одна установка безперервно приймає метал від декількох печей).

Завдяки безперервному харчуванню та надісланим затвердеванню в злитках, отриманих на УНРС, відсутні усадочні раковини. Тому вихід придатних заготовок може досягати 96 ... 98% маси разливаемої сталі, поверхня одержуваних злитків відрізняється гарною якістю, а метал злитка - щільним і однорідним

Для зменшення капітальних вкладень і для створення найбільш доцільного суміщення безперервного лиття з прокаткою створена радіальна установку безперервного розливання сталі. Ця установка в 2 - 3 рази нижче вертикальних (висота яких може перевищувати 40 м) і відповідно дешевше. Ці установки ділять на два види радіальна УНРС без деформації заготовки до повного затвердіння і з деформацією заготовки до закінчення затвердіння.

Розливання сталі, здійснюється з ковша Чайникова типу, що має перегородку для затримання шлаку під час зливу металу. Перед розливанням ківш з металом встановлюють на люльку механізму повороту з приводом. З ковша метал через носок заливається в проміжну ємність, встановлену на кронштейні, прикріпленому до рами люльки повороту ковша. У проміжній ємності над кристалізатором встановлений цирконовий дозатор. Проміжна ємність має нерухомий жолоб для зливу металу в разі переповнення ковша і поворотний жолоб для зливу першого забруднених і охолоджених порцій металу. Під проміжною ємністю закріплений ще один поворотний жолоб, який служить для перерви струменя металу, що надходить у кристалізатор. Перед розливанням футеровку основного ковша і проміжної ємності розігрівають до 900-1150 ° С.

Конвеєрне лиття - Безперервне лиття між рухомими в одну сторону конвеєрами (рисунок 11). Рідкий метал 1 заливається між двома рядами пластин (виливниць), з'єднаних в конвеєри 2. Пази в виливницях утворюють канал, перекритий запалом. У міру руху конвеєрів метал, закристалізувався на стінках виливниць, видається у вигляді квадратного, круглого або іншого профілю.

Також в металургійних цехах з сучасними дуговими печами, тривалість плавки в яких витримується досить точно, застосовується спосіб «плавка на плавку». Одна установка безперервно приймає метал від декількох печей.

Рідкий метал подають з ковша або з роздавальної печі 1 в кристалізатор 2, під впливом водоохолоджуваних стінок якого починається охолодження. Затверділу частину вилівки 3 витягають тягнуть роликми 4 і періодично розрізають пилами або різакми 5 на заготовки необхідної довжини.

Даний спосіб безперервного розливання сталі має переваги перед іншими способами: це відсутність вторинного окислення при переливі металу з метеллоприємника в кристалізатор, дане перевага дозволяє розливати високолеговані сталі з більш високою якістю, відсутність деформації злитка, що дає можливість розливати трещінночувствительние сталі, які не витримують розгину, характерного наприклад, для радіальних машин. Також можна відзначити гнучкість конструкції, що дає можливість при незначних витратах міняти технологічну довжину машини, кількість і розташування пристроїв вторинного охолодження, що особливо важливо, це можливість оперативного переходу на лиття іншого перерізу.

Прогресивний спосіб отримання сталевих заготовок методом безперервного лиття вимагає постійного вдосконалення та впровадження наукових досягнень у

виробництво, що призводить до збільшення випуску продукції при одночасному підвищенні якості.

### **Список використаної літератури**

1. Небагатій Ю.Є. і Тамаровській В.І. Спеціальні види лиття. М.: «Машинобудування», 1975.
2. Біге А.М. Металургія сталі. М.: Металургія, 1987.
3. Михайлов О.М. Ливарне виробництво. М.: «Машинобудування», 1987.
4. Бойченко М.С., Рутес В.С., Фультмахт В.В., Безперервне розливання сталі, М., 1961.
5. Миколаїв О.А., Саричев А.В., Івін Ю.А. та ін Технологія виплавки сталі в двухванновом агрегаті і способи її підготовки для розливання на сортових МНЛЗ. ISSN 0038 - 920X «Сталь». № 3. 2006
6. Шварцмайер В., Безперервне розливання, пров. з нім., М., 1962;
7. Германн Е., Безперервне лиття, пров. з нім., М., 1961; Теорія безперервного розливання. Технологічні основи, М., 1971.