

**Раздел 6. Теория и технология разливки стали.  
Тема 6.2. Разливка стали на МНЛЗ**

**Лекции № 163**

**Затравка. Механизм деления заготовок на мерные длины. Другое вспомогательное оборудование.**

**План лекции:**

1. Затравка.
2. Механизм деления заготовок на мерные длины.
3. Другое вспомогательное оборудование.

**Тянуще – правильная машина (ТПМ)** расположена в конце зоны вторичного охлаждения МНЛЗ и предназначена для вытягивания литой заготовки из кристаллизатора с одновременным выпрямлением дугообразной заготовки (имеющей кривизну базового радиуса) в прямолинейную и подачи непрерывнолитой заготовки к гидравлическим ножницам.

Кроме этого ТПМ выполняет следующие операции:

- подачу затравки в кристаллизатор;
- удержание затравки в кристаллизаторе на время уплотнения зазоров;
- вытягивание затравки с непрерывнолитой заготовкой из кристаллизатора;
- отделение головки затравки от заготовки.

Тянуще-правильная система вертикальных машин состоит из четырех валков. В тянущих валках не должно быть обжатия слитков с жидкой сердцевиной.

На криволинейных машинах система состоит из неприводных и приводных роликовых проводок. Неприводные устанавливаются за кристаллизатором. Конструкция должна исключать выпучивание затвердевшей корочки слитка и прорывы металла, обеспечивать точное расположение слитка по отношению к технологической оси машины, возможность быстрой замены проводки (не более 90 мин).

Приводная роликовая проводка предупреждает выпучивание корочки слитка ниже неприводной проводки, перемещает слиток вдоль технологической оси и выпрямляет его (правит).

Установка тянуще-правильных машин многоручьевого МНЛЗ состоит из одинаковых клеток (по одной клетки на каждый ручей МНЛЗ), установленных на общем основании, которое, в свою очередь, устанавливается на фундамент. Проемы в фундаментах вокруг основания закрываются съемными настилами.

Клетки взаимозаменяемые, устанавливаются на основание на специальные направляющие штыри (жестко установленные на основании), обеспечивающие фиксацию положения клетки относительно оси ручья. Каждая клетка крепится к основанию болтами. На основании расположены также плавающие головки специальных соединений, соединяющих трубопроводы охлаждающей воды с разводками охлаждения на каждой клетке. На каждую клетку предусмотрены соединения (для подвода и слива воды). Замыкание и размыкание этих соединений происходит при установке или снятии клетки автоматически, без дополнительных креплений. Разводки трубопроводов гидравлики и смазки по

клетям с подводами на основании соединяются быстроразъемными соединениями, подвод питания к электрокабельным разводкам по клетям выполнен на специальных разъемах. Места подвода электропитания, гидравлики и смазки располагаются на выходной стороне клеток (со стороны транспортного рольганга) и закрываются от теплового излучения движущихся заготовок специальными съемными шторами из гибкого негорючего материала.

Клеть может состоять из пяти роликов, из которых три нижних ролика установлены на опорной раме, причем первый по ходу движения заготовки (со стороны разливочной дуги) ролик выполнен приводным. Остальные два нижних ролика холостые. На среднем (опорном) ролике установлен круговой импульсный датчик. Два верхних ролика установлены на качающихся рычагах верхней стойки, закрепленной на опорной раме, над первым и последним роликами клетки, образуя две тянущие пары. Оба верхних ролика выполнены с индивидуальным приводом от электродвигателей через двухступенчатые планетарно-червячные редукторы. Качание рычагов и прижатие верхних роликов к движущейся заготовке (и к затравке при запуске МНЛЗ) осуществляется гидроцилиндрами, в которые встроены путевые датчики. Расположение роликов выбрано таким образом, что первая (по ходу движения заготовки) пара роликов контактирует с заготовкой, имеющей кривизну базового радиуса (например 7м), а вторая - с прямолинейной заготовкой.

При движении заготовки от первой пары ко второй происходит непрерывное выпрямление заготовки. Причем за счет наличия среднего опорного ролика выпрямление происходит в два этапа:

— между первой парой и опорным роликом - с кривизны базового радиуса (7метров) до кривизны промежуточного радиуса (14метров). Зона перегиба находится на первом нижнем ролике;

— между опорным роликом и второй парой роликов - с кривизны промежуточного радиуса до прямолинейной заготовки. Зона перегиба находится на опорном ролике. Усилие правки создается гидроцилиндром путем прижима заготовки верхним приводным роликом к нижнему холостому ролику.

В опорной раме клетки, со стороны транспортного рольганга, установлен механизм отделения затравки от заготовки, представляющий собой холостой ролик на рычаге, имеющем возможность поворота на шарнирах в опорной раме таким образом, чтобы образующая ролика в крайних положениях была выше и ниже образующей последнего нижнего ролика клетки (выше и ниже уровня движения заготовки). Поворот рычага осуществляется гидроцилиндром, крайние положения ролика контролируются конечными выключателями.

Во всех трех гидроцилиндрах, установленных на клетки (двух гидроцилиндрах качания рычагов верхних роликов и гидроцилиндре механизма отделения затравки), предусмотрена возможность дистанционного регулирования давления. Кроме того, для гидроцилиндра механизма отделения затравки, предусмотрен режим работы на низком давлении (около 0,4 МПа), подаваемом в обе полости цилиндра одновременно. Также, для установки оптимальной величины подъема ролика механизма отделения затравки над уровнем движения заготовки, предусмотрена регулировка хода цилиндра посредством ограничения

поворота рычага механизма регулировочным болтом, расположенным на опорной раме.

Внутри клетки между стенками рамы и верхней стойки расположен водоохлаждаемый кожух, закрывающий заготовку с четырех сторон за исключением проемов, в которых расположены ролики. Кожух выполнен разъемным из трех секций. Каждая секция представляет собой сварную трубчатую конструкцию из прямоугольных труб, по которым циркулирует вода. Кожух служит для защиты конструкций клетки от нагревания тепловым излучением заготовки.

На выходе из клетки установлены боковые линейки для направления заготовки по оси ручья и предохранения боковых стенок кожуха от контакта с движущейся заготовкой. Боковые поверхности линеек, которые могут контактировать с заготовкой, наплавлены износостойким термостойким сплавом.

Ролики и корпуса подшипников роликов имеют внутреннее проточное водяное охлаждение. Также предусмотрено проточное водяное охлаждение электродвигателей и масляных ванн редукторов. Бочки роликов наплавлены износостойким термостойким сплавом.

Редукторы привода верхних роликов установлены непосредственно на хвостовиках приводных роликов (хвостовик ролика вставляется в полый тихоходный вал редуктора) и от проворачивания зафиксированы тягами, шарнирно прикрепленными одним концом к редуктору, а другим — к верхней стойке клетки. Длина и места крепления тяг выбраны таким образом, чтобы при повороте рычагов (при подъеме роликов) редукторы совершали плоско-параллельное перемещение без наклона редуктора (независимо от угла поворота рычага). Редуктор привода нижнего ролика также установлен на хвостовике приводного ролика и зафиксирован от проворачивания серьгой, прикрепляемой к боковой стенке рамы.

Приводы секций роликовой проводки и тянуще-правильной машины унифицированы и могут состоять из электродвигателя постоянного тока мощностью 5,5 кВт, планетарного редуктора с цилиндрическими колесами и шпинделя с универсальными шарнирами Гука. Применение последних обусловлено необходимостью быстрого соединения и разъединения ролика с приводом. Максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора 25 кН·м.

Скорость вытягивания заготовки регулируется посредством изменения частоты вращения электродвигателей.

**Затравка** предназначена для образования временного «дна» в кристаллизаторе перед началом разливки и последующего вытягивания со сцепленной заготовкой тянуще - правильной машиной. Головка затравки имеет профиль, позволяющий захватить и потянуть за собой затвердевающий слиток. Поперечное сечение головки, затравки на 1-2,5 мм меньше сечения рабочей полости кристаллизатора. Головка затравки соединена с корпусом, имеющим длину, достаточную для достижения уровня тянущих клеток или специальных валков, приводящих в движение затравку и слиток. После прохождения затравкой тянущих устройств валки захватывают непосредственно сам слиток. Затравка отделяется от слитка и удаляется.

Конструкция узла сцепления головки затравки со слитком обеспечивает возможность автоматического их разделения после выхода затравки из тянущей – правильной машины с помощью специального механизма.

На радиальных МНЛЗ применяют затравки двух типов – жесткие дугообразные и гибкие (цепные) которые вводятся в кристаллизатор с помощью специальных машин.

Жесткие затравки относительно просты в изготовлении. Они накладывают специфические требования на способ отделения головки от заготовки и на конструкцию ТПМ. Недостатком жесткой затравки является их постепенная раскатка и изменение кривизны. Это усложняет эксплуатацию МНЛЗ.

Жесткие затравки представляют собой дугообразный брус, по форме сечения одинаковый с отливаемым слитком и изогнутый по дуге окружности с радиусом кривизны технологической оси машины. Ввод жесткой затравки в кристаллизатор производят снизу через роликовые проводки. Такие затравки используют на машинах литья сортовых заготовок.

На многих сортовых машинах используется цепная затравка с пружинным ужесточением шарниров. Затравка содержит также ограничители взаимного поворота звеньев: от прямолинейного в разогнутом состоянии до изогнутого с радиусом МНЛЗ. Эти ограничители имеют достаточную прочность для переноски затравки краном. Конструкция головки затравки связана с технологией заведения, заделки в кристаллизаторе, установке уплотнительного пластмассового жакета и холодильника, а также способа сцепления и отделения от заготовки. Устройство для уборки и хранения затравки выполняется индивидуально для каждого ручья и располагается за гидравлическими ножницами. В этом случае удовлетворительно решается вопрос аварийного отделения затравки при приварке головки. Так как на МНЛЗ разливаются заготовки различных сечений, затравка комплектуется головками требуемых сечений и переходными звеньями соответствующих размеров.

Затравки цепного типа также применяют в радиальных и криволинейных МНЛЗ, предназначенных для литья слябов. В зависимости от податливости звеньев цепные затравки могут быть с жесткими и раздвижными звеньями. Область применения затравок с жесткими звеньями – МНЛЗ с гидравлическими механизмами перемещения и прижатия роликов. Использование затравок с раздвижными звеньями обычно является вынужденным, в случае установки на МНЛЗ приводной проводки с пружинным прижатием роликов к слитку.

Затравка с раздвижными звеньями конструкции УЗТМ имеет звенья шарнирно связаны между собой осями. Для быстрой замены головки ее соединение с крайним звеном выполнено двумя короткими осями на ригельных планках. Вдоль всей затравки расположены четыре резиноканевых рукава, помещенных между неподвижными и подвижными пластинами звеньев. Перемещение подвижных пластин ограничивается болтами. Подачу воздуха в рукава (надувку затравки) осуществляют через коллекторы, снабженными запорными клапанами. Для захвата затравки крюком в хвостовой части предусмотрена проушина.

Затравки с жесткими звеньями отличает простота конструкции и надежность в работе. Недостатками затравок являются: быстрый выход из строя резиноканевых рукавов и потеря ими герметичности; недостаточное усилие

прижатия звеньев к роликам, что обычно требует увеличения числа приводных роликов в проводке.

Подачу и ввод затравки в кристаллизатор, ее отсоединение от слитка и уборку после протягивания по роликовым проводкам, как и удержание в нерабочем положении, производят специальными машинами, часто в комплексе со вспомогательными механизмами. Затравку вводят в кристаллизатор двумя способами - сверху и снизу, которые и определяют два типа машин.

В комплекс оборудования, обеспечивающего цикличное перемещение затравки, входят машина для подачи и ввода затравки в кристаллизатор, качающийся рольганг и механизм для отсоединения затравки от слитка. Машина выполняет следующие операции: принимает на свой рольганг затравку, транспортирует ее к МНЛЗ и задает в кристаллизатор. Качающийся рольганг предназначен для приема затравки, выходящей из роликовой проводки МНЛЗ, ее удержания в нерабочем положении и передачи на машину. Эти операции осуществляются соответственно при верхнем, горизонтальном и нижнем положениях качающегося рольганга. Гидравлический механизм, служащий для отсоединения затравки от слитка, выполняет эту операцию в процессе их движения.

Другая машина представляет собой тележку, снабженную механизмом передвижения, неприводным рольгангом и цепным механизмом перемещения затравки. Машина передвигается по рельсовому пути, расположенному на рабочей площадке. Механизм передвижения состоит из электродвигателя, тормоза и коническо-цилиндрического редуктора, соединенного с приводным скатом. Рольганг машины выполнен с двумя параллельными рядами коротких роликов, расположенных на прямолинейном и дугообразном участках рамы. Ряды роликов образуют между собой зазор, в который помещена верхняя ветвь замкнутой пластинчатой цепи, снабженной захватом. Последняя отклоняющими роликами копирует профиль рольганга. Приводная звездочка получает вращение от электродвигателя через комбинированный редуктор. Цепь при движении захватывает хвостовую часть затравки и выдает ее на рольганг машины.

Качающийся рольганг состоит из рамы с двумя параллельными рядами непрерывных роликов, задающих роликов с рычажно-пневматическим механизмом прижима верхнего ролика, опоры и двух качающихся гидроцилиндров механизма наклона. При подаче на качающийся рольганг затравка зажимается рычажно-пневматическим механизмом между верхним приводным и нижним неприводным задающими роликами. Приводной ролик получает вращение от электродвигателя через планетарный редуктор. В горизонтальном положении качающийся рольганг удерживается пневматическим стопорным механизмом. Механизм отсоединения затравки от слитка состоит из одноплечего рычага с роликом, поворачиваемого гидроцилиндром.

Недостатком рассмотренной машины является отделение от нее операции подъема затравки, которая выполняется сложным и металлоемким качающимся рольгангом.

Для резки движущегося непрерывнолитого слитка на мерные длины и обрезки головной и донной части применяют **передвижные машины газовой резки, ножницы и машины импульсной резки.**

Наибольшее применение получили машины газовой резки, обладающие простой конструкцией, небольшой металлоёмкостью и возможностью быстрой замены вышедших из строя узлов. Однако они имеют существенный недостаток - значительные потери металла в шлам при резке (1-2%) и большой расход ацетиленового газа и кислорода.

Ножницы не имеют этих недостатков и бывают двух типов – качающиеся гидравлические и машины импульсного (ударного) действия.

Первый тип применяется для резки слябов и сортовых заготовок, второй для резки мелкого сорта. Иногда применяют другие способы резки: сверхзвуковая газовая резка, плазменная резка, пилы горячей резки, горячая абразивная резка.

Ножницы маятникового типа имеют более сложную конструкцию, но основное их преимущество – безотходное резание металла.

Использование ножниц с гидравлическим приводом с нижним резом в направлении под углом  $45^\circ$  к вертикали (по диагонали сечения заготовки) исключает уширение заготовки вблизи торца. Так как порезка осуществляется на ходу, применяют ножницы на подвижной каретке. При порезке заготовки на гидравлических ножницах учитываются следующие требования:

- получение торца заготовки, пригодного для нанесения клейма;
- исключение уширения заготовки вблизи реза;
- обеспечение требуемой точности мерного реза;
- исключение возникновения усилий на заготовку в осевом направлении;
- исключение опасности пожара;
- обеспечение уборки обреза от зоны реза.

Порезка заготовок на мерные длины чаще осуществляется в автоматическом режиме. Предусмотрена также возможность ручного режима задания команды на выполнение реза НЛЗ.

Для сбора и удаления головной и донной обреза заготовок используются специальные короба, установленные на тележках, которые перемещаются под ножницами.

За ножницами располагается рольганг который предназначен для:

- приема заготовок после порезки на ножницах и передачи их на рольганг перед холодильником;
- перемещения затравок при их заведении в период подготовки МНЛЗ и вывода в начале разлива стали.

Между ТПМ и ножницами на многих сортовых машинах располагается рольганг предназначенный для:

- приема заготовки после тянутой - правильной машины и передачи к ножницам;
- приема затравки с рольганга за ножницами и передачи ее в ТПМ и на радиальную часть;
- приема затравки с радиальной части и от ТПМ и передачи на рольганг за ножницами.

Рольганг разделен на секции, ролик каждой секции может быть общим для нескольких ручьев.

Участок уборки обычно состоит из транспортных рольгангов, опускающихся и стационарных упоров, устройства подъема непрерывнолитой заготовки на

разгрузочный стеллаж, сталкивателя, клеймителя, холодильника и устройства взвешивания и увязки пакета заготовок. Участок уборки готовой продукции должен отвечать следующим требованиям:

- уборка заготовок, требуемой длины;
- исключение возникновения искривления заготовок;
- позиционирование с требуемой точностью и удержание заготовок при клеймении;
- снижение температуры заготовок до температуры, допускающей уборку магнитными кранами;
- возможность отбора и маркировки темплетов.

На складе заготовок предусмотрены площади для размещения штабелей заготовок, а также крановое оборудование для погрузки заготовок в вагоны.

Маркировку заготовок производят на торце заготовок методом клеймения. Размеры символов зависят от размера сечения, качества торца и количества символов. Содержание клейма: номер плавки, номер ручья, порядковый номер заготовки. При разливке «плавка на плавку» отдельно помечаются переходные заготовки. При разливке высококачественных марок стали предусматривается отбор и маркировка темплетов в потоке агрегата. Для этой цели предусмотрена специальная газорезка. Система управления маркировочной машины является зависимой от АСУ МНЛЗ.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Где производят маркировку заготовок?
2. Что означает метод клеймения?
3. Что входит в содержания клейма?
4. Как и чем производится погрузка заготовок?
5. Что применяют для резки движущегося непрерывнолитого слитка на мерные длины и обрезки головной и донной части?
6. Назначение затравки?
7. Затравку вводят в кристаллизатор двумя способами, назовите их.
8. Назначение тянуще – правильной машины (ТПМ)?
9. Где располагается ТПМ?

#### **Использованная литература:**

С.В. Куберский «Непрерывная разливка стали»