

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

Лекция 157

**Тема: Классификация МНЛЗ, конструкция и назначение их основных узлов. Сталеразливочный стенд. Промежуточный ковш**

**План лекции:**

1. Классификация МНЛЗ, конструкция и назначение их основных узлов.
2. Сталеразливочный стенд.
3. Промежуточный ковш.

По типу заготовки МНЛЗ делятся на слябовые, блюмовые и сортовые. Заготовки, отливаемые на слябовых машинах, имеют форму поперечного сечения в виде прямоугольника с соотношением длинной стороны к короткой более 3...4. На блюмовых и сортовых МНЛЗ отливают заготовки в виде круга, квадрата или прямоугольника с малым отношением сторон. Заготовки с размером стороны больше 200 мм обычно называются блюмами, с меньшим размером – сортовыми заготовками.

По принципу работы различают установки непрерывной разливки и полунепрерывного литья. На машинах непрерывной разливки слиток режется на заготовки мерной длины, что позволяет разливать плавки сериями методом плавка на плавку. При полунепрерывном литье длина заготовки обусловлена конструктивными особенностями – ходом механизма вытягивания, который выбирается из соображения упрощения и удешевления машины в данных условиях производства. Порезка слитка, если это необходимо, осуществляется вне машины.

По составу различают одно- и многоручьевые МНЛЗ. Увеличение производительности установки достигается разливкой металла из сталеразливочного ковша в несколько кристаллизаторов. Обычно сортовые машины имеют четыре – восемь ручьев, а слябовые – два. В последнее время изготавливаются слябовые машины с четырьмя ручьями.

Непрерывные слитки из разных ручьев могут вытягиваться с помощью тянущих клетей общим приводом или с установкой привода на каждый ручей. Недостатком машин с общим приводом является возможность выхода ручья из строя в процессе разливки при неполадках. Поэтому в современных машинах каждый ручей, как правило, оборудуется собственным приводом.

**По характеру движения кристаллизатора** различаются следующие типы МНЛЗ:

- с неподвижным кристаллизатором (к ним относится горизонтальная МНЛЗ);
- с возвратно-поступательным движением, когда кристаллизатор определенный период движется одновременно со слитком или, опережая его, а затем возвращается в начальное положение (к этому типу машин относится основное количество установок непрерывной разливки стали);
- с кристаллизатором,двигающимся со скоростью слитка, что обеспечивает отсутствие скольжения оболочки слитка относительно кристаллизатора и,

следовательно, трения между ними, а также снижает вероятность разрыва оболочки при высоких скоростях разливки, (к этому типу МНЛЗ относится так называемая роторная машина, где скорость разливки в 2...3 раза выше, чем скорость на обычных установках).

**По расположению технологической оси** установки непрерывной разливки стали делятся на машины с постоянной кривизной оси до окончания затвердевания слитка и машины с технологической осью на участке затвердевания слитка переменной кривизны.

**К машинам с постоянной кривизной технологической оси** относятся:

– вертикальные и вертикальные с изгибом, изгиб слитка осуществляется после полного затвердевания для вывода технологической оси в горизонтальное положение.

Ограничением для эксплуатации вертикальных МНЛЗ являются малые скорости разливки и соответственно производительность установок. Это обусловлено тем, что с ростом скорости литья возрастает металлургическая длина (глубина лунки жидкого металла), а увеличение металлургической длины вертикальных машин ведет к росту ферростатического давления жидкой фазы и нагрузок на опорные элементы системы зоны вторичного охлаждения. Все это приводит к значительному росту массы оборудования, строительству глубоких колодцев или высоких башен. Опыт эксплуатации вертикальных МНЛЗ показывает, что их целесообразно применять при металлургической длине установки, не превышающей 12...14 м;

– радиальные, имеющие постоянный радиус кривизны на участке затвердевания металла. В этом случае металлургическая длина МНЛЗ при том же ферростатическом давлении увеличивается в  $\pi/2$  раз, вследствие чего возрастает скорость разливки и производительность машины;

– наклонно-прямолинейные и наклонно-радиальные. Значительное снижение высоты машины и следовательно ферростатического давления позволяет значительно уменьшить массу оборудования МНЛЗ и соответственно его стоимость;

– горизонтальные МНЛЗ. Технологическая ось машины располагается под углом 7...12° к горизонтам. Имеет те же преимущества, что и наклонные машины.

**К машинам с технологической осью переменного радиуса** относятся:

– криволинейные МНЛЗ с радиальным кристаллизатором, имеющие кристаллизатор и часть зоны вторичного охлаждения с постоянной кривизной и участок переменной кривизны, где происходит плавное выпрямление с жидкой сердцевиной. Такие машины при общей высоте (как вертикальные, так и радиальные) могут иметь значительно большую длину (до 40 м) и соответственно более высокую производительность;

– криволинейные МНЛЗ с вертикальным кристаллизатором, в которых после небольшого вертикального участка зона вторичного охлаждения (ЗВО) имеет участок изгиба слитка, радиальный участок и участок выпрямления слитка. Выпрямление слитка может проводиться после его полного или частичного затвердевания.

Следует отметить, что в странах СНГ в настоящее время преимущественно эксплуатируются радиальные и криволинейные МНЛЗ. В конвертерных цехах,

как правило, устанавливаются криволинейные МНЛЗ, а в электросталеплавильных цехах, выплавляющих стали более сложных марок, радиальные. В мартеновских цехах небольшой производительности устанавливаются горизонтальные МНЛЗ. Проектируется установка в ряде цехов криволинейных МНЛЗ с вертикальным кристаллизатором, наклонно-радиальных и роторных МНЛЗ.

На МНЛЗ первых конструкций разливку стали, производили с использованием разливочного крана, обеспечивающего перемещение ковша и его удержание в период заполнения металлом промежуточного ковша. Такой способ практически не применим для отделений с несколькими машинами из-за длительного задалживания разливочных кранов и необходимости увеличения их числа, трудности организации грузопотоков сталеплавильного цеха.

На современных МНЛЗ для разливки применяют **сталеразливочные стенды**, которые не только обеспечивают выполнение всех необходимых операций, но и создают большую автономность машин, позволяют осуществить передачу ковшей из одного пролета здания в другой, обеспечивают более оперативное управление при возникновении неполадок в работе и лучшее наблюдение за процессом заполнения промежуточных ковшей и кристаллизаторов.

По конструкции и принципу работы сталеразливочные стенды разделяют на два типа – мостовые и поворотные. В зависимости от связи между движениями ковшей различают стенды с одновременным и раздельным вертикальными перемещениями. Более предпочтительно использование стендов снабженных индивидуальными механизмами вертикального перемещения ковшей, которые обеспечивают большую гибкость и безопасность в работе. В последнее время отечественные машины все чаще оборудуются поворотными стендами.

Сталеразливочный подъёмно-поворотный стенд представляет собой стационарно установленное двухпозиционное устройство подъёмно-поворотного типа.

Стенд предназначен для размещения на нем сталеразливочных ковшей, передачу их из резервного положения в положение разливки и обратно, подъема и опускания ковшей при разливке, а также для непрерывного взвешивания ковшей с металлом.

Конструкция стенда обеспечивает перемещение сталеразливочного ковша при аварийном отключении электроэнергии с помощью резервного привода.

Стенд спроектирован таким образом, что может выдержать любую комбинацию нагрузок, а именно:

- один рычаг с полным ковшом и один без нагрузки;
- один рычаг с полным ковшом и другой с пустым ковшом;
- оба рычага с наполненными ковшами.

На разливочной площадке обычно располагаются две полупортальные тележки для промежуточных ковшей.

Тележка служит для удержания промежуточного ковша при разливке и его перемещения из резервной позиции в рабочую.

В резервной позиции тележки осуществляется центровка, разогрев футеровки промежуточного ковша и разогрев каналов дозаторов.

Механизмы тележки промковша обеспечивают подъём, опускание и центрирование промежуточного ковша в направлении продольной оси МНЛЗ. Тележки оборудованы устройствами, обеспечивающими непрерывное взвешивание промковша.

На балке тележки под промковшом устанавливаются отсечные поворотные желоба.

Конструкция и вместимость **промежуточного ковша** в значительной степени определяют стабильность процесса разливки стали и качество слитка.

Промежуточный ковш обеспечивает поступление металла в кристаллизатор с определенным расходом и, обеспечивая хорошо организованную струю, позволяет разливать сталь в несколько кристаллизаторов одновременно и осуществлять серийную разливку методом плавка на плавку при смене сталеразливочных ковшей без прекращения и снижения скорости разливки. Промежуточный ковш является буферной емкостью, так как с его помощью согласовывается поступление металла из сталеразливочного ковша в кристаллизатор. При этом обеспечиваются усреднение поступающей порции металла и предотвращение попадания шлака в кристаллизатор. Конструкция промежуточного ковша должна обеспечивать минимальные потери теплоты.

Наилучшая организация струи истекающего металла из промежуточного ковша обеспечивается при поддержании уровня металла в ковше, равном 600...700 мм. Более высокий уровень металла в ковше излишне турбулизирует струю металла, а меньший делает ее менее наполненной, уменьшает время пребывания металла в ковше и затрудняет работу при разливке металла сериями. Наличие шлака в промежуточном ковше создает опасность попадания его в кристаллизатор. Поэтому в промежуточном ковше особенно при смене сталеразливочных ковшей необходимо иметь запас металла слоем 250...300 мм для предотвращения образования воронок при истечении металла.

Запас металла, находящийся между двумя уровнями, должен обеспечивать смену сталеразливочных ковшей без изменения скорости разливки.

За время, которое металл находится в промежуточном ковше, происходит не только перемешивание металла, но и некоторая очистка стали от неметаллических включений. Поэтому на отечественных МНЛЗ с учетом разливки методом плавка на плавку металл в промежуточном ковше находится в течении 5...10 мин. В последние годы для получения более чистого металла по неметаллическим включениям и обеспечения требуемого температурного режима продолжительность нахождения металла в ковше увеличивают за счет повышения вместимости промежуточного ковша путем увеличения уровня металла в нем до 800...1100 мм и даже 1300 мм.

Постоянство расхода металла может обеспечиваться или соответствующим размером канала стакана-дозатора при соответствующем уровне металла в ковше, или изменением размера отверстия при постоянном уровне металла.

Промежуточный ковш выполняется сварным из стальных листов, футеруется огнеупорными материалами. Для уменьшения тепловых потерь он снабжен крышкой, футерованной кирпичом или набивной огнеупорной массой. В ряде случаев применяют цельнометаллические крышки, изготовленные из слябов или плит. В крышках имеются отверстия для ввода защитной трубы, через

которую поступает металл из сталеразливочного ковша в промежуточный, и отверстия для установки горелок для разогрева ковша.

Для уменьшения воздействия статических и динамических нагрузок, воздействия термических напряжений металлические стены, как правило, выполняются ребристыми. В области воздействия струи металла из сталеразливочного ковша увеличена толщина корпуса, кроме того, корпус имеет наружное кольцо жесткости, в котором закреплены цапфы для транспортировки ковша.

Струя металла регулируется обычно стопорным механизмом. В последнее время для этой цели начинают использовать шибберные затворы.

Для предотвращения перелива металла через край ковша при аварийной ситуации ковш снабжен сливным носком, позволяющим направить избыточный металл в аварийную емкость.

Промковш обеспечивает возможность следующих вариантов разливки стали:

- безстопорная разливка;
- разливка со стопорами;
- разливка металла открытыми струями;
- разливка с погружными стаканами;
- разливка с защитой струй металла сильфоном.

Промежуточный ковш так же, как и сталеразливочный, может футероваться штучными огнеупорными материалами или иметь монолитную футеровку. Тип футеровки зависит от марки разливаемой стали,

наличия огнеупорных материалов и требуемой стойкости футеровки.

Футеровка промежуточных ковшей состоит, как правило, из трех слоев: теплоизоляционного, арматурного и рабочего. Теплоизоляционный слой снижает тепловые потери и температуру корпуса ковша, что препятствует его тепловой деформации и позволяет улучшить условия труда на рабочей площадке.

В качестве теплоизоляционного слоя в зависимости от условий разливки используется асбестовый лист, легковесные огнеупорные материалы и шамотный кирпич. Арматурный слой защищает металлический корпус от воздействия жидкого металла и выполняется обычно из шамотного кирпича. Рабочий слой футеровки может выполняться из шамотного, высокоглиноземистого или периклазового кирпича. Для увеличения стойкости футеровка рабочего слоя может подвергаться торкретированию или может быть покрыта защитным слоем.

Ковши небольшой вместимости могут выполняться с набивной футеровкой.

В зоне падения струи металла из сталеразливочного ковша устанавливается так называемая отбойная плита, которая изготавливается из плавленного муллита или периклаза.

Для обеспечения необходимого температурного режима при разливке и снижения тепловых потерь футеровка промежуточных ковшей разогревается перед разливкой до 1200...1500 °С, а иногда и выше. Это требует наличия на рабочей площадке специально оборудованного стенда (резервной позиции) и ухудшает экологические условия работы.

В последнее время все более широко применяются так называемые холодные промежуточные ковши, т.е. промежуточные ковши без

предварительного нагрева. В качестве рабочего слоя используются изоляционные плиты толщиной 25...30 мм, изготовленные из волокнистых материалов на основе оксида кремния (80...90%SiO<sub>2</sub>) или периклаза (70...85% MgO) и связки. Использование такой футеровки позволяет не подвергать футеровку предварительному нагреву благодаря высокому теплоизолирующему эффекту плит. Нагреваются только разливочные стаканы, стопоры и защитные трубы. Потеря температуры металла в начале разливки в зависимости от типа МНЛЗ только на 5...10% выше, чем при использовании обычных ковшей. Хорошие экономические показатели при использовании холодных ковшей обеспечиваются хорошей стойкостью против эрозии теплоизоляционных плит. Стойкость таких ковшей составляет 8...10 плавов. Кроме того, в значительной степени снижаются затраты на выполнение футеровки ковша. В этом случае футеровка выполняется, как правило, из штучных огнеупорных материалов (обычно шамотных). Днище промежуточного ковша засыпают ровным слоем песка, на который укладывают донные плиты. Затем на эти плиты устанавливают боковые стенки. Швы обмазываются и уплотняются быстротвердеющей обмазкой. Зазор между изоляционными плитами и футеровкой засыпается песком. Плиты прижимаются к стенкам промежуточного ковша с помощью распорных прутков или труб.

Использование таких ковшей позволяет резко сократить затраты труда на их ремонт.

Стабильность процесса непрерывной разливки, являющаяся одним из главных условий получения высококачественной заготовки, во многом определяется работой **дозировующих устройств** промежуточного ковша. Специфика процесса непрерывной разливки стали предъявляет повышенные требования, которым должны удовлетворять эти устройства. Эти требования сводятся к следующему:

- дозирующее устройство должно давать хорошо организованную стабильную струю металла;
- материал должен минимально взаимодействовать с расплавленной сталью;
- конструкция устройства должна быть простой и надежной в эксплуатации.

Конструкция и материал дозирующего устройства промковша определяется химическим составом разливаемой стали, массой плавки, массовым расходом металла в единицу времени и способом подвода металла в кристаллизатор.

При постоянном металлостатическом напоре и постоянном удельном расходе струя жидкости, свободно вытекающая из стакана-дозатора в днище ковша более компактна и имеет более длинный сплошной участок, чем у струи, вытекающей из стакана-дозатора большего диаметра при условии подтормаживания струи стопором. Поэтому, при непрерывной разливке должно быть, по возможности, обеспечено свободное истечение струи при условии поддержания постоянного уровня металла в промежуточном ковше и применения износостойких стаканов-дозаторов.

В реальных условиях разливки происходит некоторое изменение диаметра стакана, вследствие его размыва или зарастания. В канале существует трение

жидкого металла о стенки, а при входе металла в канал стакана происходит сжатие струи. Все эти факторы необходимо учитывать.

На многих МНЛЗ разливка производится без применения стопорных и шиберных затворов. Поскольку функции регулирования расхода металла при этом отпадают, диаметр канала дозатора промковша, даже при высокой продолжительности разливки, должен оставаться практически неизменным. Скорость разливки до конца процесса должна повышаться незначительно.

Это означает, что диаметр канала дозатора промковша при разливке не должен изменяться.

Если учесть, что скорость струи в канале дозатора может достигать 4,5 м/с, то можно представить, какие высокие требования предъявляются к материалу дозатора.

Стаканы-дозаторы, в зависимости от конкретных условий разливки могут быть изготовлены из шамота, муллитокорунда, корунда, циркона, оксида циркония, периклаза и других материалов.

Одним из самых надежных материалов для изготовления стаканов-дозаторов промежуточного ковша является диоксид циркония.

При использовании дозаторов из диоксида циркония наблюдается тенденция к уменьшению их размеров, что обусловлено экономическими соображениями, или применению комбинированных материалов. Такие стаканы-дозаторы могут быть изготовлены из двух материалов. Причем, отдельно изготовленные детали из разных материалов, при сборке узла, соединяются с помощью высокостойкого мертеля (например, на хромфосфатной связке) или запрессовываются одна в другую.

Когда необходима высокая стойкость к химическому воздействию и разрушению, то есть в случаях, когда требуется длительная разливка низкоуглеродистых сталей с высоким содержанием кислорода, автоматных, кремний – марганцовистых сталей, диоксид циркония обеспечивает необходимые свойства.

Диоксид циркония представляет собой стабилизированный тонкокерамический материал, пористость которого точно соответствует заданной. Благодаря этому удается предотвратить образование трещин

**Погружные стаканы** предназначены для защиты металла на участке промежуточный ковш - кристаллизатор. Для сортовых машин используются погружные стаканы с прямым выходом, а для слябовых – с выходами под разными углами. Изготавливаются погружные стаканы из плавленого кварца с 99,5% SiO<sub>2</sub>. Они обладают хорошей термостойкостью, но плохо противостоят эрозии при разливке сталей, содержащих [Mn]>1%. Для таких сталей используют корундографитовые стаканы. Для уменьшения подсоса воздуха в процессе разливки и подачи аргона в струю металла за рубежом изготавливаются погружные стаканы с пористыми вставками. А для улучшения их стойкости в шлаке они снабжаются защитными кольцами из оксида циркония или нитрида бора.

Для установки погружных стаканов между промежуточным ковшем и кристаллизатором на каждом ручье МНЛЗ служит манипулятор погружных стаканов.

**Стопор** для промежуточного ковша изготавливается из металлических стержней или труб с защитой из высокоглиноземистых катушек. Пробка стопора изготавливается обычно из шамотографитового или корундографитового материала. В последнее время широкое распространение получили монолитные стопоры, изготовленные из огнеупорного блока. В качестве материала для изготовления монолитного стопора используются графитошамотные или графитокорундовые материалы.

Стопорное устройство промежуточного ковша состоит из стопора, вилки, направляющей трубы, в которой перемещается ползун. У правильно подготовленного ковша стопорное устройство при разливке стали обеспечивает:

- плавное и быстрое поднимание и опускание стопора;
- полное перекрытие струи;
- плотную, ровную, без перекосов вытекающую струю.

Стопорное устройство позволяет регулировать расход металла из промежуточного ковша как вручную с помощью рычага, так и с использованием дистанционного управления (гидравлического или электрического).

Традиционно стопор состоит из металлического стержня, футерованного огнеупорными трубками. В нижней части металлический стержень защищен огнеупорной пробкой, которая крепится к нему с помощью резьбы или анкерным болтом. Наиболее простое и надежное крепление достигается при резьбовом соединении.

Стопорные стержни для промежуточных ковшей изготавливают пустотелыми с внутренним охлаждением сжатым воздухом, что необходимо при серийной разливке.

Наиболее распространены стопорные механизмы с гидравлическим приводом. Устройство состоит из насосной станции, гидравлических цилиндров, соединительной гидроарматуры.

Такие недостатки наборных стопоров из шамотных трубок, как размягчение стопорного стержня, его расплавление в результате проникновения стали в швы стопорных трубок, неточная их установка, неправильная сушка и установка стопора, могут приводить к аварийной разливке. Ненадежная работа таких стопоров послужила поводом для создания монолитного стопора. Этот стопор состоит из одного огнеупорного блока, поэтому в стопоре отсутствуют швы.

В зависимости от условий работы можно использовать монолитный стопор одно- или многократного использования. Стопоры, изготовленные методом изостатического прессования, следует использовать при очень большой продолжительности разливки, так как они экономичны только в этих случаях. Монолитные стопоры пластического прессования можно, в зависимости от условий разливки, использовать один или несколько раз.

При разливке стали на блюмовых машинах регулирование скоростью разливки осуществляют с помощью монолитных стопоров и разливочных стаканов, получаемых методом изостатического прессования, в основном из корундографитовой массы. При этом характеристики изделий специально приспособляют к соответствующим требованиям, которые часто бывают чрезвычайно высокими. В этой связи, важными условиями являются, обработка стали кальцием и непрерывная разливка в течение продолжительного времени.

Для выполнения этих требований, методом изостатического прессования, изготавливают композитные изделия, составляющими которых являются периклазографитовые, цирконографитовые, корундографитовые участки.

Для обеспечения качества металла большое значение приобретает эффективная защита струй и поверхности жидкого металла от вторичного окисления на всем пути от сталеразливочного ковша до кристаллизатора.

В настоящее время, защита металла от окисления, осуществляется за счет применения погружаемых огнеупорных труб и стаканов, сильфонов, шлакообразующих смесей, газовой защитной атмосферы.

В свою очередь, огнеупорные материалы и шлаки могут быть источниками загрязнения неметаллическими включениями отливаемой заготовки, поэтому к их составу и свойствам предъявляют специальные требования.

Огнеупоры, идущие на изготовление погружаемых в металл труб и стаканов, должны обладать хорошей износостойкостью, термостойкостью и высоким сопротивлением к резким изменениям температуры.

Для того, чтобы предотвратить повторное окисление металла и поглощение им азота из окружающей атмосферы, участок струи стали между сталеразливочным и промежуточным ковшами должен быть надежно защищен.

Защита струи металла между сталеразливочным и промежуточным ковшами, обычно, осуществляется с помощью корундографитовых труб, полученных методом изостатического прессования с высокой сопротивляемостью термическим ударам.

Защитные трубы позволяют, также, уменьшить потери температуры и обеспечить прямую струю стали в промежуточный ковш без разбрызгивания и без оголения зеркала металла.

Особенно большое значение имеет конструкция механизма присоединения защитной трубы к шиберному затвору стального ковша, которая должна гарантировать их газоплотное соединение.

Применение защитной трубы на участке «стальковш – промковш» обеспечивает:

- повышение качества стали за счет:
- значительного снижения вторичного окисления струи металла;
- снижения турбулентности струи;
- ограничения затягивания шлака в металл;
- улучшения всплывания неметаллических включений в ковше.
- снижение образования настывлей в промковше и увеличение срока службы футеровки;
- повышение безопасности работ за счет исключения брызг металла во время разливки.

Погружной огнеупорный стакан, устанавливаемый на участке промковш - кристаллизатор и примыкающий к дозатору промковша, выполняет следующие функции:

- предотвращение вторичного окисления стали;
- направление струи металла в кристаллизатор.

Погружной стакан применяется совместно со стопорным устройством промковша.

Основная часть стакана изготовлена из корундографитового материала. Стакан полностью покрыт глазурью, за исключением наружной поверхности верхней части, примыкающей к дозатору. Кроме того, для предотвращения термоудара во время разогрева и охлаждения снаружи, погружной стакан покрыт слоем волокнистого теплоизоляционного материала.

Одним из эффективных методов защиты струй металла от окисления на участке промковш – кристаллизатор, для мелкосортных МНЛЗ, является укрытие с помощью сиффонов.

Сиффон крепится к днищу промежуточного ковша и изготовлен из огнеупорной силикатной ткани типа Alufix 1400. Устройство сиффонной защиты включает непосредственно сам сиффон, с вшитыми металлическими кольцами, приспособление для крепления сиффона к днищу промковша и складывания сиффона по типу «гармошки», а также устройство для подачи инертного газа в его полость.

После запуска ручьев МНЛЗ и стабилизации процесса разлива стали (при автоматическом режиме поддержания уровня металла в кристаллизаторе), сиффон раскрывается и в его полость осуществляется подача аргона, что обеспечивает изоляцию струи металла от контакта с воздухом.

Рекомендуемый расход аргона в полость сиффона – 5 м<sup>3</sup>/ч.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Классификация МНЛЗ, конструкция и назначение их основных узлов.
2. Назначение сталеразливочного стенда?
3. Назначение промежуточного ковша.
4. Как по типу заготовки МНЛЗ делятся?
5. Заготовки, отливаемые на слябовых машинах, имеют какую форму?
6. На блюмовых и сортовых МНЛЗ отливают заготовки в виде чего?
7. Заготовки с размером стороны больше 200 мм обычно называются.....?
8. Заготовки с размером стороны менее 200 мм обычно называются.....?
9. Сколько ручьев имеют сортовые машины?
10. Под каким углом располагается горизонтальные МНЛЗ?
11. В странах СНГ в настоящее время эксплуатируются какие типы МНЛЗ?
12. Назовите самый надежный материал для изготовления стаканов-дозаторов промежуточного ковша

#### **Использованная литература:**

С.В. Куберский «Непрерывная разливка стали»