

УДК 621.7.044.2 С.А. Мазниченко, А.Н. Застела, Т.Е.Обрываева, Ю. А. Воробьев

## **Машины импульсной резки в линии непрерывного литья заготовок**

*Национальный аэрокосмический университет им. М. Е. Жуковского «ХАИ»*

Рассмотрена проблема резки горячих заготовок в линии непрерывного литья режущими агрегатами импульсного действия МИР, обладающими технологическими и эксплуатационными преимуществами по сравнению с другими видами оборудования для резки металла. Преимущества участка резки реализуются в полной мере при проектировании МНЛЗ и её строительстве совместно с комплексом МИР.

**Ключевые слова:** машина непрерывного литья заготовок, импульсная резка горячего металла, сортовая заготовка, скорость вытягивания слитка.

Предприятия черной металлургии являются одними из крупнейших поставщиков сортовой заготовки и проката на мировой рынок, динамика развития которого характеризуется заметным повышением конкуренции и, как следствие, – требований к качеству продукции.

Под сортовой заготовкой принято понимать стальную балку квадратного или прямоугольного сечения, полученную разливкой на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) или прокаткой из слитка на блюминге, максимальный размер меньшей стороны которой не превышает 180...200 мм. Преимущество отдается заготовкам меньшего сечения (максимально приближенным к размерам профиля конечного продукта), поскольку в условиях ускоренного затвердевания в меньшей степени развиваются ликвационные и усадочные процессы. Это доказывает, что объём работ по переделу слитков большого размера (до 900 см<sup>2</sup>) с последующим получением нужного сечения прокаткой или продольной разрезкой экономически нецелесообразен.

Одним из перспективных направлений повышения качества отливок является переход от производства слитков квадратного сечения к прямоугольному. Это обусловлено технологической возможностью уменьшить пористость отливки и повысить точность профиля. Еще одной важной проблемой, которой будет уделяться внимание в ближайшем будущем, является качество поверхности заготовок, в том числе поверхности срезов [1, 2].

Большинство производителей отдают предпочтение прямому получению сортовых заготовок на МНЛЗ радиального типа. При увеличении скорости вытягивания время для образования корочки слитка уменьшается, однако известными конструктивными и технологическими методами подготовки охлаждающей среды и улучшением отбора теплоты в кристаллизаторе и зоне вторичного охлаждения по ходу слитка удается достаточно успешно разрешить эти проблемы и увеличить скорость вытягивания с трех до четырех – шести м/мин. Затвердевший металл поступает в зону, где размещены режущие устройства.

Результаты анализа возможности увеличения производительности за счет интенсификации литья путем повышения скорости вытягивания показывают, что «узким местом» в разрешении этой проблемы становятся устройства для резки слитков на мерные заготовки ввиду их «тихоходности». При достигнутом повышении скорости единственным возможным является использование для резки непрерывнолитых заготовок оборудования, обладающего конструктивными, энергетическими, технологическими и эксплуатационными преимуществами перед

существующими образцами режущих агрегатов. Это оборудование – машины импульсной резки (МИР), которые выгодно отличаются от широко используемых газорезущих и гидромеханических устройств меньшими габаритными размерами и массой, высокой энерговооруженностью, быстродействием (длительность реза – 0,02...0,05 с, полного цикла – 2...3 с). Они обеспечивают качественный срез, удобно вписываются в технологическую линию многоручьевых МНЛЗ, не требуют специальных фундаментов, успешно работают в автоматическом режиме в составе АСУ МНЛЗ, не препятствуют росту производительности за счет увеличения скорости вытягивания [3].

Рассмотрим конструктивные и технологические особенности МИР, предназначенных для безотходной резки горячих заготовок сортовых сечений в условиях технологических линий непрерывного литья, прокатки или заготовительного производства металлургических и машиностроительных предприятий.

Схема МИР с подвижным энергоузлом и вертикальной осью движения ударных частей с инструментом наиболее востребована в промышленности. Подавляющее большинство работающих импульсных режущих машин выполнено по этой схеме. Такая компоновка режущего агрегата, как свидетельствует практический опыт, обеспечивает минимальную занимаемую импульсной машиной производственную площадь, конструкция МИР и устройства присоединения к примыкающему оборудованию технологической линии более просты, энергоузел с агрегатами камеры сгорания расположен ниже механизмов, транспортирующих заготовку, а значит, находится на достаточном удалении от раскаленного металла и поэтому получает меньше лучевой и конвективной теплоты, упрощаются обслуживание и текущий ремонт импульсного оборудования.

МИР подобной конструкции и компоновки можно использовать для резки расположенных горизонтально прокатанных и непрерывнолитых заготовок как неподвижных, так и движущихся со скоростью до 10...12 м/мин в горячем состоянии при температуре поверхности не ниже 750...800°C с любой формой сечения из любых конструкционных, легированных, специальных (в том числе нержавеющей) сталей и сплавов.

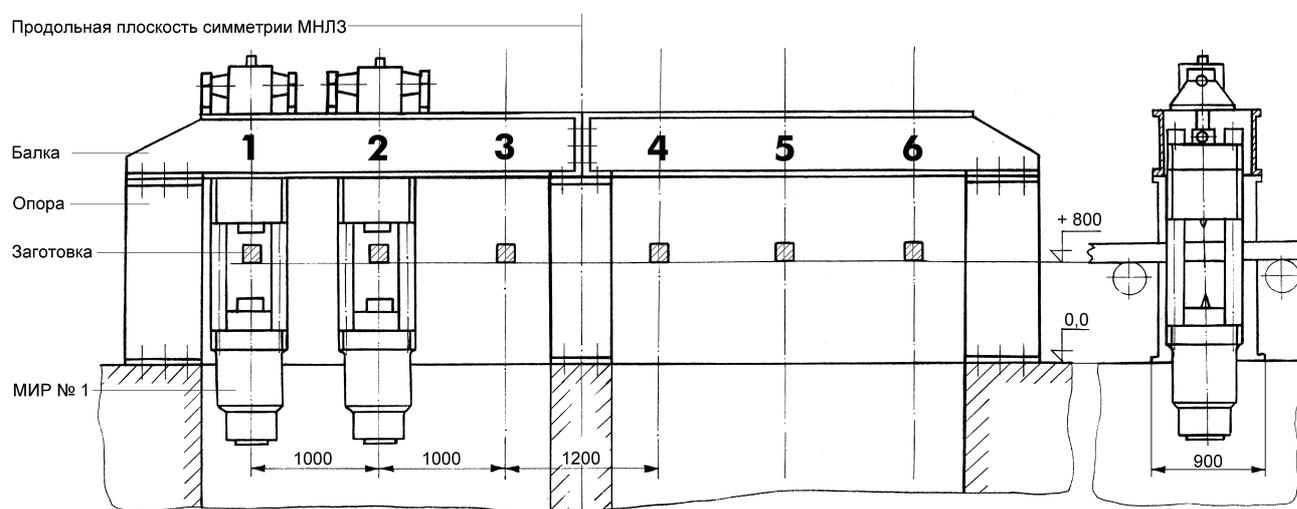
Агрегаты, смонтированные на корпусе камеры сгорания привода МИР, конструктивно являются типовыми и унифицированными для любых режущих импульсных установок, оборудованных тепловым газовоздушным приводом с номинальной цикловой мощностью от 50 до 630 кДж.

В качестве основной и типовой конструктивно-кинематической схемы МИР, снабженной энергоприводом с мощностью цикла, находящейся в середине указанного диапазона и предназначенной для технологической линии непрерывного литья, также принята (как наиболее целесообразная по компоновке участка резки) схема с подвижным корпусом, содержащим энергоузел и шабонтную часть с одним из ножей, соединенные стяжными силовыми колоннами. Другая подвижная часть – боёк со вторым ножом.

Ножи МИР – расходная, легко заменяемая деталь, представляющая собой плоскую пластину с наклонными ребрами и клиновидной режущей кромкой, заточенной под углом 60...80°. Ножи имеют простую геометрическую форму, стоимость материала (простые инструментальные стали типа У7, У8) и изготовления их невелика. Поскольку контакт с раскаленным металлом слитка длится сотые доли секунды, рабочая стойкость ножей по характеру износа

(абразивном) при температуре заготовки в зоне резки МНЛЗ 700...750<sup>0</sup>С составляет более 5000 резов. При температуре 950...1000<sup>0</sup>С, которая характерна для высокоскоростных МНЛЗ, ножи сохраняют работоспособность до 40000...50000 резов [4].

Подвижный силовой корпус отдельной МИР посредством индивидуального устройства для его пневмоамортизации монтируют на специализированной опорной конструкции – раме, представляющей собой соединённое из стальных листовых деталей с помощью электродуговой сварки коробчатое устройство опорно-балочного типа с посадочными местами для всех МИР комплекса резки, входящего в состав оборудования многоручьевого машины непрерывного литья. Режущие агрегаты устанавливают на каждом ручье технологической линии так, чтобы было обеспечено движение разрезаемых заготовок в межколонном пространстве силовых корпусов импульсных машин. В качестве примера на рисунке показана схема размещения в линии шестиручьевого МНЛЗ рамы с режущими агрегатами МИР с регулируемой номинальной мощностью цикла в пределах от 160 до 300 кДж.



Размещение рамы с МИР в линии МНЛЗ (вид против хода заготовок)

Как видно, порталная рама охватывает в поперечном направлении весь технологический тракт многоручьевого радиальной МНЛЗ на горизонтальном участке движения заготовок и содержит, как правило, крайние и промежуточную опоры, а также монтажную балку, в ячейках которой смонтированы все МИР режущего комплекса по числу ручьёв. Образованный таким образом участок импульсной резки размещают непосредственно за тянуще-правильными механизмами МНЛЗ. Далее за участком резки конструктивно следует технологическая зона выдачи заготовок.

При этом в фундаментном блоке машины непрерывного литья целесообразно разместить поперечно специальное (далее агрегатное) помещение туннельного типа и трубообразный общий для всех МИР глушитель шума выхлопа, расположенный горизонтально и перпендикулярно продольной оси движения заготовок. В помещении монтируют коммуникации и устанавливают элементы обслуживающих систем МИР: магистральные трубопроводы для подачи газа и сжатого воздуха, блоки дозирования компонентов смеси, приборы систем

зажигания, датчики контроля параметров, вспомогательные агрегаты, аппаратуру, прокладывают общие и междублочные трубопроводные и кабельные связи и т.д.

Подобное расположение агрегатного помещения позволяет разместить участок резки в системе МНЛЗ наиболее компактно на минимально занимаемой площади, установить блоки дозирования и зажигания на кратчайшем расстоянии от камер сгорания энергоузлов МИР, что позволяет сократить время подготовки цикла, увеличить точность дозирования и качество смеси, т.е. получить наиболее рациональные эксплуатационные параметры. При этом следует отметить, что все перечисленные преимущества такого участка резки удаётся реализовать в полной мере при проектировании МНЛЗ и её строительстве совместно с комплексом МИР.

При монтаже МИР на многоручьева МНЛЗ с повышенной скоростью вытягивания заготовки необходимо обеспечивать возможность качания силового корпуса режущего агрегата вдоль оси заготовки, для чего используют двухшарнирную схему подвески. Поэтому пневмоамортизатор к опорным конструкциям присоединяют также шарнирно.

Таким образом, при проектировании высокоскоростного режущего оборудования ударного действия в составе МНЛЗ следует соблюдать условия установки и эксплуатации машин, их взаимодействия с примыкающими механизмами технической линии с учетом специфики высокоскоростного процесса резки. Эти требования в значительной степени определяют подходы к вопросам надежности, прочности и долговечности промышленных машин с импульсным приводом МИР для поперечной резки ножами сортовых, находящихся в движении, горячих стальных заготовок.

В целом, комплексно обеспечив соответствующий отбор теплоты от жидкого металла, увеличив за счет этого скорость вытягивания и применив режущие агрегаты МИР, становится возможным добиться роста производительности МНЛЗ практически в полтора-два раза.

#### Список литературы

1. Колпаков, С.В. Технология производства стали в современных конвертерных цехах [Текст] /С. В. Колпаков, Р. В. Стасов, В. В. Смоктий. – М.: Машиностроение, 1991. – 464 с.
2. Машины непрерывного литья заготовок на зарубежных металлургических заводах. [Текст] Обзорная информация. /А. М. Муратов, Н. Н. Каменская, А. Н. Кузнецова и др. – М.: ЦНИИТ ЭЧМ, 1997. – 50 с.
3. Импульсная резка горячего металла [Текст] /В. С. Кривцов, А. Ю. Боташев, А. Н. Застела и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2005. – 476 с.
4. Мазниченко, С.А. Некоторые результаты анализа длительной эксплуатации ножей высокоскоростных машин для резки горячих металлических заготовок [Текст] /С.А Мазниченко – Х., //Обработка металлов давлением в машиностроении: сб. науч. тр. Харьк. авиац. ин-та им. Н. Е.Жуковского «ХАИ». Вып. 18. 1982. – с 67-72.

**Рецензент:** докт. техн. наук, проф. В. Н Кобрин, Национальный аэрокосмический университет им. М. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Поступила в редакцию 10.06.2013

## **Машини імпульсного різання в лінії безперервного лиття заготовок**

Розглянуто проблему різання гарячих заготовок у лінії безперервного лиття ріжучими агрегатами імпульсної дії МІР, які мають технологічні та експлуатаційні переваги у порівнянні з іншими видами обладнання для різання металу. Переваги ділянки різання повною мірою реалізуються при проектуванні МБЛЗ і її будівництві сумісно з комплексом МІР.

**Ключові слова:** машина безперервного лиття заготовок, імпульсне різання гарячого металу, сортова заготовка, швидкість витягання зливка.

## **The pulse metal-cutting machines in the continuous casting line**

The problems of hot metal blanks cutting by the pulse metal-cutting machines in the continuous casting line are considered. The pulse metal-cutting machines have technological and exploiting advantages in comparison to other types of the machines for metal cutting. The advantages of such cutting shopfloor are realized in full scale when the continuous casting line and the system of the pulse machines is designed and constructed at the same time (simultaneously).

**Keywords:** the continuous casting blanks machine, the pulse cutting of hot metal, sort blank, pulling speed ingot.