

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МНЛЗ СОРТОВОЙ СТАЛИ

Денис Юрьевич Дронов, Андрей Анатольевич Мальцев

Студент 6 курса

кафедра «Оборудование и технологии прокатки»

Московский государственный технический университет

Научный руководитель: А.А. Мальцев,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

Объектом изучения и теоретического исследования является машина непрерывного литья заготовки (МНЛЗ) агрегата непрерывной разливки и прокатки стали и сплавов (АНРиПСиС), расположенного в сталеплавильном цехе №3 (СПЦ-3) металлургического завода «Электросталь» (ОАО МЗ «Электросталь»). В здании цеха СПЦ-3 размещен только один агрегат АНРиПСиС, который производит бунтовый прокат круглого профилера размера $\varnothing 8...10$ мм, как поставляемый заказчику, так и потребляемый внутри завода прокатным цехом №2 (ПЦ-2). Производство характеризуется сложностью марочного состава, включающего высоколегированные нержавеющие, жаропрочные и коррозионностойкие и прецизионные сплавы.

Кроме МНЛЗ агрегат АНРиПСиС включает в себя две индукционные установки, задающую и планетарные клетки, шестиклетьевую группу с моталкой (рис.1).

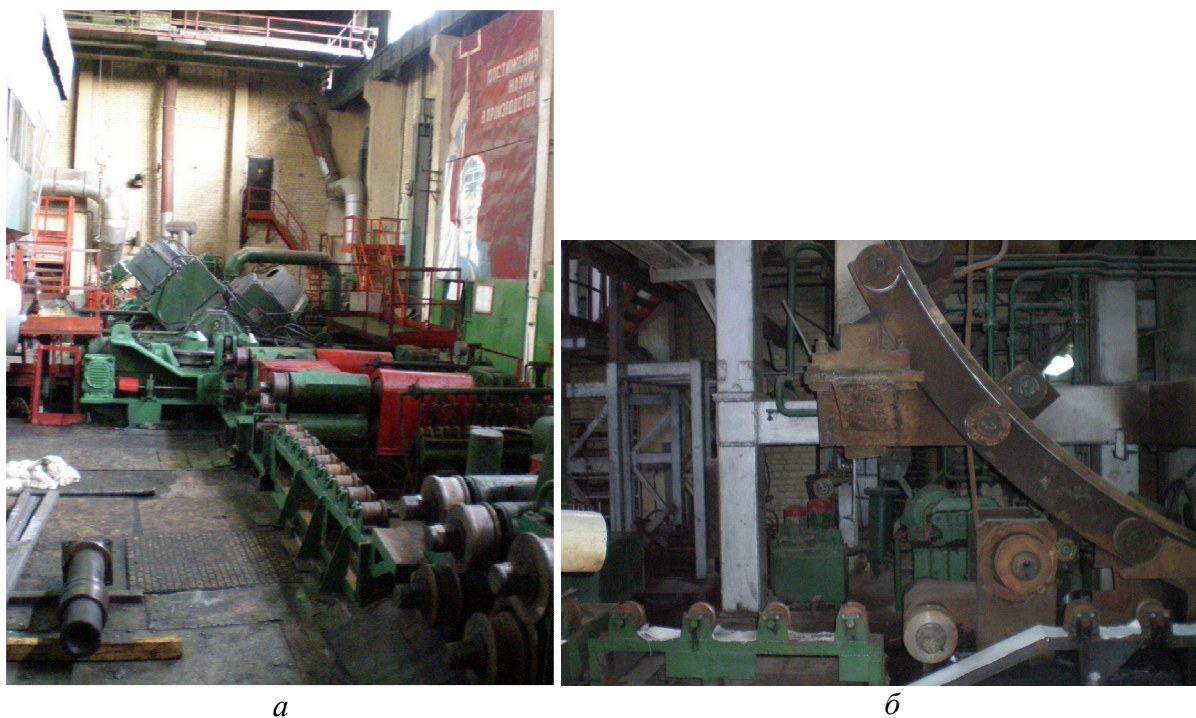


Рис 1. Агрегат АНРиПСиС: а — вид на планетарный стан 100; б — вид на МНЛЗ

МНЛЗ радиального типа производит заготовку 60 × 80 мм в виде непрерывно-литого слитка (рис. 2).

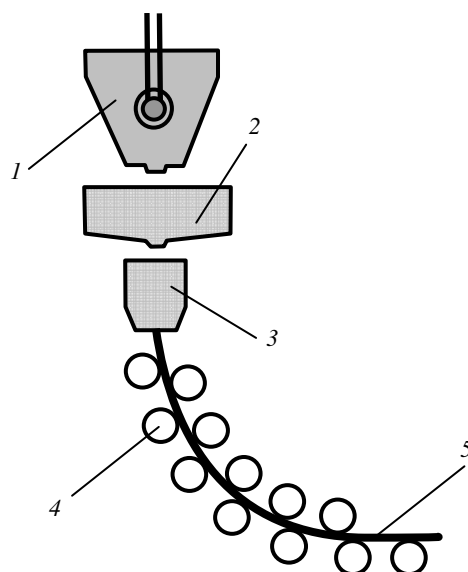


Рис. 2. Радиальная МНЛЗ: 1 — стелеразливочный ковш; 2 — промежуточный ковш; 3 — кристаллизатор; 4 — рольганг; 5 — непрерывно-литой слиток

МНЛЗ работает следующим образом. Выплавленную сталь выпускают из сталеплавильной печи в стелеразливочный ковш, который удерживается за две цапфы литейным краном. Через отверстие на дне стелеразливочного ковша жидкий металл поступает в промежуточный ковш, где осуществляется подогрев, перемешивание и дополнительное легирование металла. После открытия стопора промежуточного ковша металл через сливное отверстие поступает в кристаллизатор, в котором застывают стенки отливки и на ней образуется корка. Формирующийся непрерывно-литой слиток с еще жидкой сердцевиной медленно вытягивается из кристаллизатора на рольганг, представляющий собой дуговой участок ручья.

Рольганг состоит из массивных холостых роликов и форсунок, подающих охлаждающую воду на поверхность непрерывно-литого слитка. Ролики предохраняют слиток от выпучивания его корочки вследствие высокого давления. В результате интенсивного охлаждения корочка быстро твердеет и нарастает.

После выхода на прямолинейный участок непрерывно-литой слиток (заготовку) разрезают ножницами на мерные длины.

Непрерывно-литой слиток, полученный на МНЛЗ, благодаря своей сравнительно малой толщине и быстрому затвердеванию отличается меньшей химической неоднородностью, более равномерным распределением неметаллических включений, чем слиток, застывший в изложнице. Поверхность непрерывно-литого слитка более чистая и гладкая, хотя может содержать поверхностные и внутренние трещины.

Главная задача МНЛЗ — производство качественного непрерывно-литого слитка, а главная задача технического обслуживания и ремонтов (ТО и Р) этой МНЛЗ — обеспечение безаварийной работы оборудования.

Несмотря на совершенствование оборудования и технологий, число аварий и уровень травматизма на МНЛЗ остаются высокими.

При эксплуатации МНЛЗ могут возникнуть следующие аварийные ситуации, обусловленные недостатками конструкции (табл. 1)

Таблица 1. Виды аварий МНЛЗ и мероприятия по их устранению

Авария	Причины	Устранение и ремонт
Перелив металла через верх кристаллизатора	Невнимательность разлищика	Остановить ручей, очистить кристаллизатор от остатка наплыва
Отрыв затравки от заготовки	Преждевременный пуск ручья, износ головки затравки, перерыв струи	Остановить ручей, вывести затравку
Проход металла через футеровку промежуточного ковша	Износ футеровки, перегретый металл	Закрыть шиберный затвор стальной ковша, переместить промежуточный ковш в резервное положение
Зависание слитка в кристаллизаторе	Прилипание (приварка) корочки слитка, вызванная засорением канала охлаждения кристаллизатора	Кратковременно остановить машину с перекрытием подачи металла в кристаллизатор, затем запустить с малой скоростью
Неполноценная струя металла, вытекающая из стакан-дозатора	Образование «козелка» в канале стакан-дозатора кислородом	Прожечь канал стакан-дозатора кислородом
Прорыв металла под кристаллизатором	Зависание корочки слитка в кристаллизаторе	При резком понижении уровня металла в кристаллизаторе, хлопках, появлении зеленого пламени под кристаллизатором прекратить подачу металла, продолжить извлечение бьюма после прорыва, чтобы избежать его застывания внутри машины

Во избежание вышеперечисленных аварийных ситуаций необходимо принять комплекс мер, среди которых основную роль играет правильная организация ТО и Р оборудования МНЛЗ с установкой современной аппаратуры для диагностики его технического состояния (ТС).

Во время прохождения студентами производственной практики в СПЦ-3 было установлено, что основной причиной простоев АНРиПСиС является прорыв металла на выходе из кристаллизатора.

Анализ формирования непрерывно-литой заготовки показал, что расплавленный

шлак попадает между формирующейся коркой сляба и стенками качающегося кристаллизатора. Этот шлак — отличная смазка, не дающая корке сляба прилипнуть к стенкам кристаллизатора. Струя жидкого металла (1450⁰С) способна размывать корку, в результате чего корка местами прилипает к стенкам кристаллизатора. В корке образуются трещины, приводящие, в лучшем случае, к браку непрерывно-литого слитка, а в худшем случае — к прорыву жидкого металла на выходе из кристаллизатора, что является серьёзной аварией, требующей ремонта оборудования. Поэтому профилактика прорывов вызывает огромный интерес [1,2].

Для уменьшения трения между непрерывно-литой заготовкой и стенками кристаллизатора подается смазка в виде разнообразных масел или парафина. Локальные прилипания корки к стенкам кристаллизатора также можно избежать путем добавления подачи шлака. В случае возникновения прилипания увеличивается сила, приложенная к кристаллизатору со стороны непрерывно-литой заготовки; эту силу предлагается измерять тензометром.

Кроме того, предлагается применять термопары, установленные по высоте кристаллизатора, и тепловизоры для контроля температурного поля непрерывно-литой заготовки на выходе из кристаллизатора.

В работе предлагается заменить гильзовый кристаллизатор на сборный. Гильзовый кристаллизатор, установленный на МНЛЗ, изготовлен из медной цельнотянутой трубы. В отличие от него, сборный кристаллизатор имеет четыре медные рабочие стенки, каждая из которых крепится шпильками к жесткой стальной плите. Конструкция сборного кристаллизатора позволяет варьировать поперечный размер непрерывно-литой заготовки путём перемещения стенок.

Для организации безопасной работы оборудования и агрегатов на металлургическом предприятии создается система управления промышленной безопасностью, обеспечивающая выполнение ряда организационных и технических мероприятий, направленных на своевременное выполнение требований промышленной безопасности, мониторинг технического состояния оборудования и агрегатов и снижение риска возникновения аварий. Благодаря прогрессу в развитии технологий МНЛЗ всё более автоматизированы и механизированы: большинство средств управления вынесены на безопасные участки, благодаря множеству различных датчиков (конечные выключатели, командоаппараты, магнитогерконовые датчики, фотореле, радиоактивные датчики), термоизмерительных зондов, а также современных вычислительных средств стало возможным производить максимальный анализ готовности оборудования и протекания процесса разлива стали [3].

Отечественные металлургические заводы всё чаще отказываются от непрофильного ТО и Р и переходят на аутсорсинг.

Аутсорсинг — это передача заводом функций ТО и Р фирме, которая специализируется в этой области, на определённый в контракте срок времени. Фирму, берущую на себя функции ТО и Р принято называть аутсорсинговой, или аутсорсером. Но для снижения аварийности МНЛЗ не достаточно учредить новое юридическое лицо и сосредоточить в нем весь квалифицированный ремонтный персонал. Необходимо правильно организовать саму систему ТО и Р, создать диагностическую аппаратуру, позволяющую точно прогнозировать остаточный ресурс деталей и узлов оборудования.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана под руководством профессора Вафина Р.К. разрабатывалась система диагностики и мониторинга ТС металлургических машин (Мониторинг ТС МЕТМАШ), использование которой на МНЛЗ агрегата АНРиПСиС дало бы значительный экономический эффект [4]. Велись активные работы над совершенствованием методики расчета усталостной долговечности элементов прокатных станов. Подбирался коллектив из сотрудников и студентов для ТО и Р

оборудования различных металлургических предприятий.

В последнее время в рамках курсового и дипломного проектирования прокатных станов помимо задачи совершенствования конструкции металлургического оборудования, удовлетворения экологических требований и требований по охране труда, а также задач повышения технологичности и экономической эффективности производства, студентам всё чаще ставится задача улучшения организации ТО и Р объекта, предусматривающая компоновку диагностической аппаратуры.

Для решения поставленной задачи авторами предлагается аппаратура, включающая каналы измерения температуры, вибрации и крутящего момента. Особое внимание уделено вопросу контроля температурного поля непрерывно-литой заготовки тепловизором с целью предупреждения возникновения трещины в корке, приводящей к прорыву металла под кристаллизатором. Также необходим контроль за наиболее изнашиваемыми частями футеровки ковшей МНЛЗ, что позволит вовремя выявить максимальный износ огнеупоров и не допустить прогара брони ковшей.

Современные тепловизоры оснащены устройством, которое высвечивает на экране изотермические поверхности, и устройством для измерения выходного сигнала, значение которого функционально связано с измеряемой температурой поверхности.

Методика работы с тепловизором основана на методе теплового неразрушающего контроля, что позволит в течение часа провести натурное обследование МНЛЗ. Основными характеристиками тепловизора являются: температурное разрешение, размер и скорость формирования изображения, диапазон измеряемых температур, спектральный диапазон и расход энергии.

На верхних участках МНЛЗ рекомендуется применять, например, высокочастотный пирометр «Термоскоп 800 – 2С» ООО «ИНФРАТЕСТ» (<http://www.infratest.ru/files/prokat.pdf>).

Другой вариант — пирометр серии Metis MW, разработанный специально для непрерывного измерения температуры в камерах распыления МНЛЗ (<http://www.sensortherm.de/ru/node/109>). Согласно инструкции «... при измерении температуры прокатной полосы пирометр устанавливается снизу, что исключает воздействие на измерение температуры окалины, воды или пара. Сигнал подается по гибкому, плетеному, герметически защищенному кабелю в блок обработки сигнала, который может быть установлен дистанционно в менее жестких условиях окружающей среды, например в щитовой шкафу...».

Вспомогательный канал измерения вибрации необходим для обнаружения изменений вибрационного состояния в процессе эксплуатации механизма качания кристаллизатора. Причинами изменений вибрационного состояния в большинстве случаев являются дефекты. В предлагаемой диагностической аппаратуре, поскольку она пока не включена в систему аварийной защиты, используется один канал измерения вибрации, к которому последовательно подключаются все используемые датчики вибрации. Число точек контроля сведено к минимуму, до одной – двух на каждый объект мониторинга, имеющий общий корпус. Такой подход существенно снижает стоимость аппаратуры без существенного снижения достоверности получаемых результатов.

Сам канал измерения вибрации включает акселерометр на магнитной присоске и модуль усилителя сигнала с выходом на АЦП. Акселерометр — датчик ускорения сейсмического типа у которого отсутствует связь с неподвижной опорой. Действие датчика основано на преобразовании силы, возникающей при ускоренном движении инерционной массы в электрический заряд; преобразователем является пьезоэлемент. Усилитель сигнала с моста реализован на основе операционного усилителя с отрицательной обратной связью. В качестве индикатора вибрации пока используется

телефон, дающий возможность качественно охарактеризовать уровень вибрации. Для получения цифровой оценки виброускорения в дальнейшем планируется применить виброметр.

Литература

1. Пиксаев А.В., Хребто В.Е., Бодяев Ю.А., Вдовин К.Н. Механизм качания кристаллизатора слабовых МНЛЗ. Конструирование и расчет. Монография. Магнитогорск: МГТУ, 2001. 87 с.
2. Бирюков А.Б. Современные аспекты теплового мониторинга работы МНЛЗ // Металл и литье Украины. 2008. № 7-8. С. 37- 40.
3. Лубнин И. И. Разработка основных положений концепции роботизации МНЛЗ. [Электронный ресурс] // Труды Всероссийской научно-технической конференции «Студенческая весна 2013: Машиностроительные технологии». М.: МГТУ им. Н.Э Баумана. 2014.
4. Дронов Д. Ю., Иконников Д. А. Система мониторинга остаточного ресурса МНЛЗ и прокатных станов. [Электронный ресурс] // Труды Всероссийской научно-технической конференции «Студенческая весна 2013: Машиностроительные технологии». – М.: МГТУ им. Н.Э Баумана. 2014.