



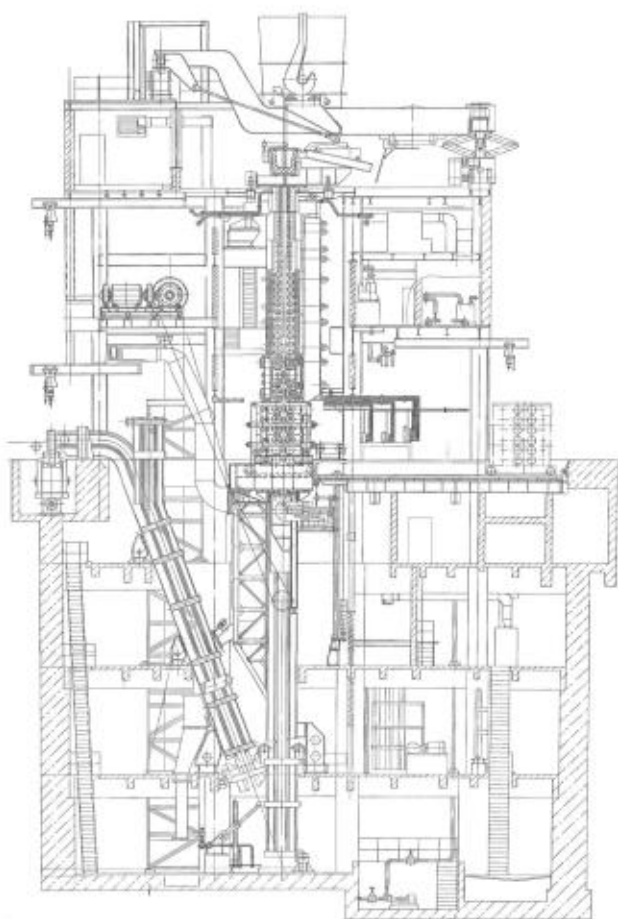
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНЦЕРН
ОРМЕТО · ЮУМЗ



СПРАВОЧНИК ПРОЕКТА

Совершенствование
технологии и оборудования
для непрерывной разливки
стали методом
поэтапной модернизации
слябовой МНЛЗ
ЭСПЦ ОАО «Северсталь»





**Основные участники
реконструкции МНЛЗ ОАО "Северсталь"**

Заказчик МНЛЗ

– ОАО "Северсталь"

Генеральный проектировщик, изготовитель
и поставщик комплектного механического
оборудования

– ОАО "МК ОРМЕТО-ЮУМЗ"

Разработчик реконструируемых узлов
механического оборудования, а также
электропривода и систем управления

– ОАО "МК ОРМЕТО-ЮУМЗ"

Разработчик и поставщик АСУ ТП МНЛЗ

– ЗАО "НПЦ ВНИПИ САУ-30"

Разработчик и поставщик
электрогидравлических систем управления
качением кристаллизатора и мягким
обжатием сляба

– ОАО "СКБ ПА"





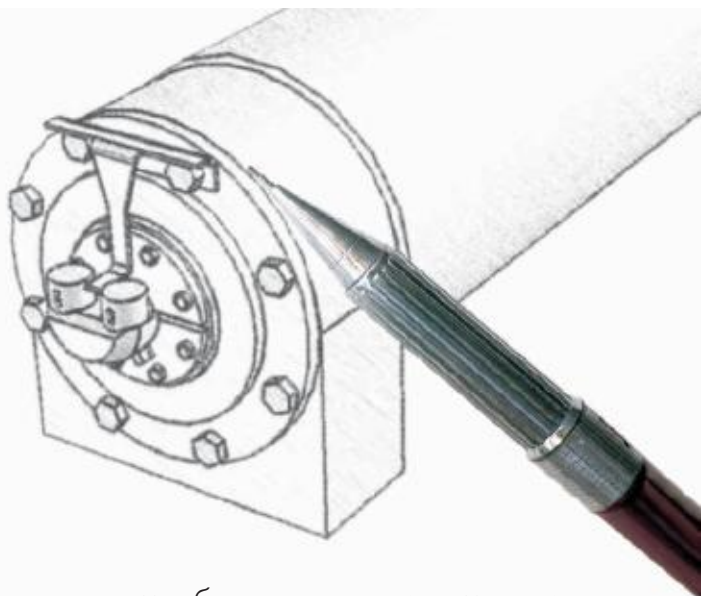
“Северсталь” – крупнейшее предприятие Северо-Запада России и одно из крупных предприятий – производителей стального проката.

Комбинат имеет многолетние традиции и известен как производитель стали для судостроения, автомобилестроения, а также конструкционных материалов широкого назначения.

Более половины продукции комбината поставляется на зарубежный рынок.

Открытое акционерное общество “Северсталь” - предприятие с полным циклом металлургического производства. Мощности включают в себя коксохимическое, агломерационное, доменное, сталеплавильное и прокатное производства с широким спектром продукции: это горячекатаный и холоднокатаный стальной прокат, гнутые профили и трубы, сортовой прокат, большая группа коксохимической и сопутствующей продукции. На долю “Северстали” приходится пятая часть всего российского проката.

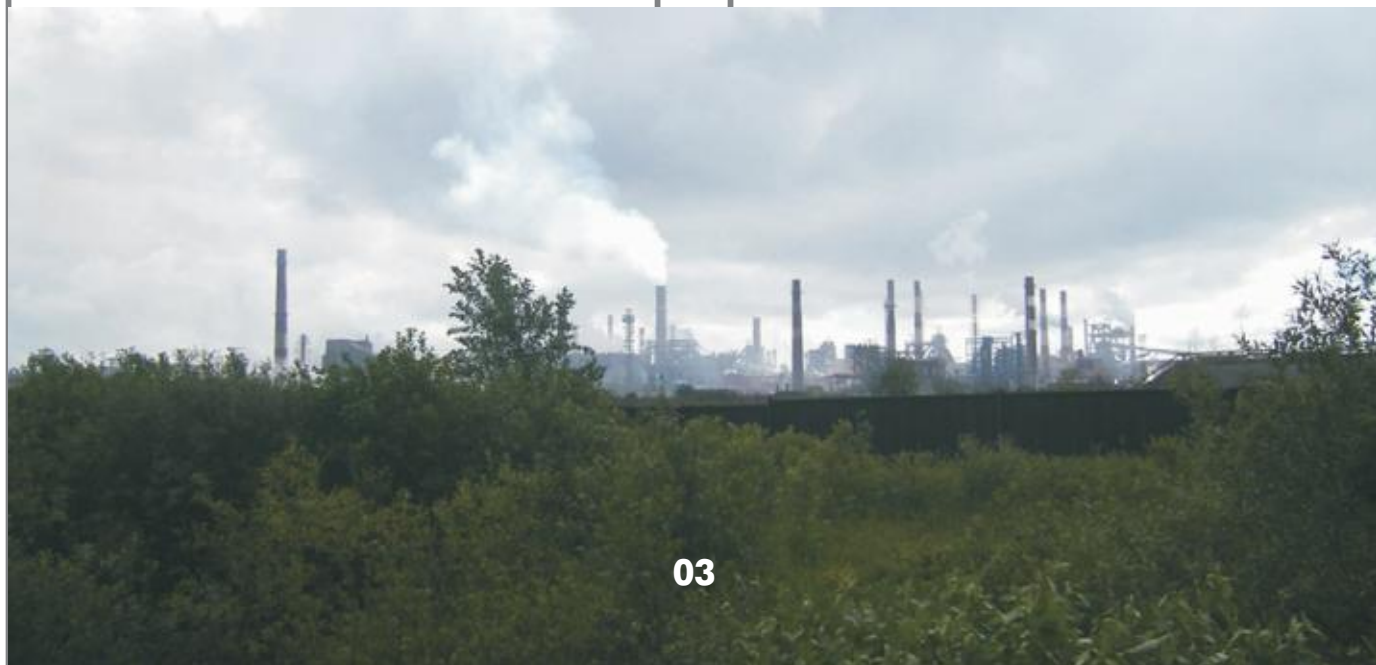
ОАО “Северсталь” - крупнейший экспортер России, что подтверждено рейтингом, проводимым компанией DHL International в сотрудничестве с рейтинговым агентством “Эксперт РА”. По итогам 2001 года, ОАО “Северсталь” победило сразу в двух из шести заявленных номинаций: среди предприятий-экспортеров с наибольшим количеством иностранных компаний-клиентов и среди предприятий-экспортеров с наибольшей географией внешней торговли.



Наряду с этим, сбытовая стратегия компании - в увеличении доли внутреннего рынка. Эти планы компания намерена осуществить за счет крупных проектов, направленных на выпуск продуктов более высокого передела. С 2003 по 2012 гг. запланировано вложить в развитие производства и рынков 1 млрд. долл.

ЧерМК ОАО “Северсталь”, открытое для всего нового в области металлургического оборудования и технологий предприятие, является крупнейшим разработчиком и поставщиком технологий на рынке интеллектуальной собственности. По числу полученных патентов на изобретения, компания - одна из лидеров Российской металлургии. Основная часть изобретений получена на новые марки стали, новые технологии их производства, совершенствование металлургического оборудования и конструкции новых агрегатов.

Кроме того, стратегическим направлением ЧерМК ОАО “Северсталь” является внедрение новых технологий, прогрессивных как с точки зрения создания конкурентоспособной продукции, так и экологической безопасности.





“Машиностроительный концерн ОРМЕТО-ЮУМЗ” - ведущее предприятие металлургического машиностроения и лидер по производству погрузочно-заборного и усреднительного оборудования в России.

Производственная база концерна включает в себя следующие основные и вспомогательные производства: металлургическое, сварочное, механосборочное, производство прокатных валков, инструментальное производство, структуру службы качества.

“Машиностроительный концерн ОРМЕТО-ЮУМЗ” проектирует и поставляет комплектное оборудование:

- для складов насыпных материалов
- дробильное
- коксовое
- агломерационное
- доменное
- сталеплавильное
- для непрерывной разливки стали
- прокатное
- для цветной металлургии
- брикетировочное
- общепромышленного назначения

модернизирует и реконструирует ранее поставленное оборудование поставляет сменное оборудование и запасные части

разрабатывает системы приводов и автоматизированные системы управления технологическими процессами.



“МК ОРМЕТО-ЮУМЗ” (до 2000 года “Южуралмаш”) был основан в 1942 году как Орский завод тяжелого машиностроения и имеет более чем шестидесятилетний опыт успешной работы на мировых и внутрироссийских рынках сталеплавильного, агломерационного, прокатного, усреднительного и других видов оборудования.

Машины и оборудование производства “МК ОРМЕТО-ЮУМЗ” снискали признание на предприятиях металлургии, горнодобывающей промышленности, тепловой электроэнергетики и в морских портах более чем 30 стран Европы, Азии, Африки и, конечно, в России. Качество продукции отмечено престижными международными наградами.

В число крупнейших российских потребителей продукции концерна входят ММК, Северсталь, НЛМК, ЗСМК, НТМК, ОЭМК, МЕЧЕЛ, НКМК, “Уральская Сталь”, Лебединский ГОК, Михайловский ГОК, РАО ЕЭС России (в т.ч. Мосэнерго, Кузбассэнерго) и другие.





Одним из стратегических приоритетов является новаторство в инженерно-технических разработках и развитие инновационного потенциала. Это стало возможным благодаря проведенной реструктуризации предприятия и внедрению эффективной системы управления. "МК ОРМЕТО-ЮУМЗ" активно сотрудничает в развитии новых технологий и создании новых видов оборудования с ВНИИМЕТМАШ, НИИ "Тяжпромэлектропроект", ЛенГИПРОМЕЗ, ЦНИИчермет и другими научно-исследовательскими институтами и проектными организациями.

Ведется работа по защите авторских прав на конструкторские разработки концерна, приобретаются лицензии и техническая документация на производство новых видов продукции. За более чем полувековую историю предприятия накоплен и сохранен большой творческий потенциал, сформирован высококвалифицированный инженерно-конструкторский корпус.

В конце 2005 года ОАО "Машиностроительный концерн ОРМЕТО-ЮУМЗ" вошло в состав холдинга "Металлоинвест", который управляет активами наиболее высокотехнологичных и эффективных предприятий горно-металлургической и машиностроительной промышленности: ОАО "Михайловский ГОК", ОАО "Лебединский ГОК", ОАО "Уральская сталь", ОАО "Оскольский электрометаллургический комбинат".



Машиностроительный концерн "ОРМЕТО-ЮУМЗ" располагает внушительным списком реализованных проектов, выполненных как с нуля, так и на основе модернизации существующих систем и технологических процессов.

Оригинальные и эффективные технические и технологические решения позволяют МК "ОРМЕТО-ЮУМЗ" успешно конкурировать с иностранными компаниями, присутствующими на российском рынке.



Первая машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), изготовленная в цехах ЮУМЗ, была запущена в эксплуатацию на Новолипецком металлургическом комбинате в 1959 году. К настоящему времени на рынок России, ближнего и дальнего зарубежья машиностроительным концерном "ОРМЕТО-ЮУМЗ", образованным на производственных площадях ЮУМЗ, изготовлено и поставлено по собственным проектам, а также запущено в эксплуатацию 84 МНЛЗ различного типа и назначения с 307-ю ручьями. Одна из последних по времени слябовая МНЛЗ, созданная в альянсе с фирмой "Mannesmann-Demag", для ОАО «Уральская сталь», передана в эксплуатацию в четвертом квартале 2004 года. Комбинированная МНЛЗ (бюм – круг), спроектированная совместно с "SMS Demag", запущена там же в 2008 году. По мере совершенствования технологии непрерывной разливки, расширялись и усложнялись требования, предъявляемые к машинам непрерывного литья.

Передаваемые от поколения к поколению опыт и традиции в области создания МНЛЗ – это тот фундамент, опираясь на который специалисты концерна провели поузловую модернизацию слябовой МНЛЗ ОАО «Северсталь». В результате заказчик получил машину, которая выдает продукцию более высокого качества с производительностью, возросшей почти в два раза.



за разработку и внедрение отечественных технических решений для создания установок непрерывной разливки стали мирового уровня и модернизация действующих машин на предприятиях черной металлургии

Председатель Правительства Российской Федерации



М.Е. Фрадков

№ 5297
МОСКВА



За разработку и внедрение новой технологии и оборудования на этом объекте группе научных работников, конструкторов и производственников была присуждена Премия Правительства РФ в области науки и техники за 2004 год. Главным инженером проекта поузловой модернизации МНЛЗ ЭСПЦ ОАО "Северсталь" являлся заместитель главного конструктора МНЛЗ Луковников Владимир Сергеевич.

Руководством концерна в качестве приоритетной определена задача сохранения и поддержания тесных контактов с металлургическими предприятиями – основными потребителями нашей продукции. Цель такого взаимодействия – оперативное получение информации о нуждах и проблемах металлургов. В содружестве с целой группой предприятий и фирм, базирующихся как в России, так и за рубежом, мы можем предложить весь свой опыт сегодняшним и будущим потребителям нашей продукции.

Помимо поставок запасных частей, которые не прекращались в самые трудные для нас времена экономического кризиса, мы предлагаем не только поставки новых комплектов современных МНЛЗ, но и поэтапную поузловую модернизацию действующих МНЛЗ. Примером претворения наших лозунгов стала поэтапная реконструкция МНЛЗ ОАО "Северсталь". Такой подход позволяет, не останавливая производство



на длительное время, избегая ощутимых единовременных затрат, в несколько приемов получить новую современную машину на месте прежней. МК "ОРМЕТО-ЮУМЗ" одним из первых разработчиков машин непрерывной разливки стали в России внедрил передовые конструкторские и технологические решения в разливку высококачественного сляба для производства толстого и тонкого листа, а также товарного сляба, идущего на изделия машиностроительного производства.

Специалисты МК "ОРМЕТО-ЮУМЗ" в 1995-1996 годы разработали основные технические решения по современному оборудованию МНЛЗ и технологии непрерывной разливки. Металлургам предложена поузловая реконструкция существующих блюмовых и слябовых МНЛЗ на основе отработанных в экспериментальном, а затем и в промышленном производстве технических решений, которые соответствуют мировым стандартам.

В этот период было спроектировано следующее основное технологическое оборудование слябовых МНЛЗ:

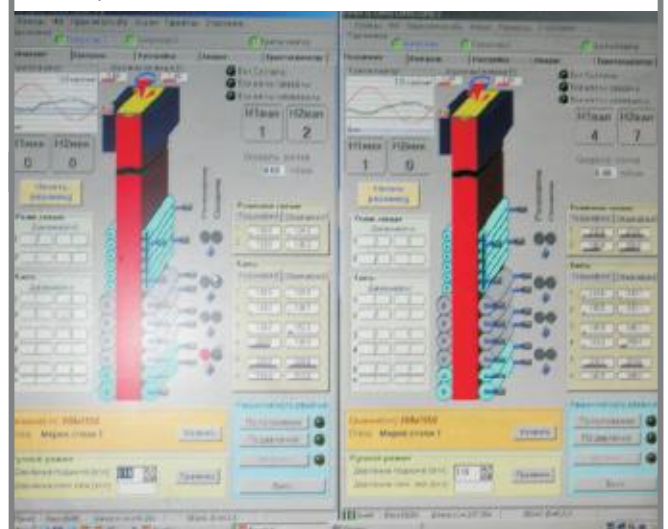
- холоднокатаные тонкостенные легированные серебром плиты для стенок кристаллизаторов, покрытые никелем, с щелевыми каналами охлаждения;
- рессорные механизмы качания с высокой частотой и малыми амплитудами качания с электрогидравлической системой управления;
- многовалковые тянуще-обжимные клетки для вытягивания и мягкого обжатия загото-



вок с жидкой сердцевиной с индивидуальными приводами вращения и перемещения каждого вала;

- роликовые секции для удержания заготовок и мягкого обжатия жидкой сердцевины с клиновым раствором роликовых полотен;
- системы охлаждения кристаллизатора с контролем и регулированием расхода воды, а также контролем температуры воды на входе и выходе из кристаллизатора;
- системы динамического водовоздушного охлаждения заготовок с линейной характеристикой расходов воды и воздуха, водовоздушные коллектора с возможностью регулирования зон охлаждения по ширине заготовок;
- скоростные приводы подъемников выдачи заготовок;
- корзины для выдачи заготовок и опорные подшипники повышенной стойкости;
- система уборки окалины со всей МНЛЗ на дне колодца со шламовыми насосами.

АСУ ТП МНЛЗ создана на современном мировом уровне на элементной базе, выбранной заказчиком.



“МК ОРМЕТО-ЮУМЗ” получены патенты на конструкцию кристаллизатора, механизма качания, на устройство для охлаждения заготовок, поданы заявки на технологию мягкого обжата слябовых и блюмовых заготовок, на способ качания кристаллизатора, на механизмы качания для сортовых и блюмовых машин.

Реконструкция слябовой МНЛЗ в ЭСПЦ ОАО «Северсталь» проведена в 2 этапа: в 1999 и в 2005 годах. В общей сложности было поставлено 1600 тонн оборудования.

Основные этапы подготовки и выполнения контракта:

1995-1996 - разработка концепции реконструкции МНЛЗ с увеличением производительности с 400 000 до 1 000 000 тонн литых слябов в год.

1996, Декабрь - разработка технико-коммерческого предложения (ТКП) на 1-ый этап реконструкции оборудования МНЛЗ.

1997, Июнь - рассмотрение ТКП на 1-ый этап реконструкции оборудования МНЛЗ.

1997, Октябрь - подписание договора на поставку оборудования для 1-го этапа реконструкции МНЛЗ на сумму около 30 млн. руб., оформление договора на использование изобретений и “НОУ-ХАУ”.

1998, Декабрь - 1-ый квартал 1999 - поставка оборудования для 1-го этапа реконструкции МНЛЗ.

1998, Декабрь - техническое совещание по подготовке МНЛЗ к реконструкции.

1999, Декабрь - пуск МНЛЗ после 1-го этапа реконструкции с увеличением производительности с 400 000 до 800 000 тонн литых слябов в год.

2002, Ноябрь - получение технического задания №70068 на 2-ой этап реконструкции оборудования МНЛЗ.

2003, Ноябрь - подписание договора на поставку оборудования для 2-го этапа реконструкции МНЛЗ на сумму около 90 млн. руб.

2004 - поставка оборудования для 2-го этапа реконструкции МНЛЗ.

2005, Январь - пуск МНЛЗ после 2-го этапа реконструкции с увеличением производительности до 1 050 000 тонн литых слябов в год.

Демонтаж и монтаж нового оборудования МНЛЗ были проведены в рекордно короткие сроки – за 20 дней.



На первом этапе было поставлено следующее оборудование:

- установка передвижных стенов для стальной;
- кристаллизаторы;
- механизмы качания;
- многовалковые тянуще-обжимные клетки с индивидуальным приводом на валок;
- МГР в колодце;
- АСУ ТП.

На втором этапе было поставлено следующее оборудование:

- многовалковые тянуще-обжимные клетки новой конструкции с зонами мягкого обжата и калибровки заготовки и усиленными подшипниками валков;
- роликовые секции над тянущей клетью, расширяющие протяженность зоны обжата заготовки;
- подклетьевые рамы для установки клеток и сбора окалина с линии транспортировки заготовки;





- скоростной привод подъемника для выдачи заготовок из колодца;
- МГР на складе для порезки мерных слябов на кратные длины;
- автогенное оборудование (резак, распределительные щиты) для МГР в колодце и на складе сляба;
- системы охлаждения кристаллизаторов;
- системы вторичного охлаждения;
- системы контроля уровня металла в кристаллизаторе на электромагнитных датчиках;
- новые пульта и контрольно-измерительные приборы;
- АСУ ТП по новой технологии разливки.

По окончании второго этапа реконструкции заказчик практически обновил машину, оборудование которой обусловило ее выход на качественно новый уровень производства слябов, соответствующих современным требованиям на мировом рынке.



Особенности нового кристаллизатора – это прежде всего, холоднокатаные из медно-серебряного сплава плиты с никелевым покрытием и щелевыми каналами охлаждения. Толщина медных стенок уменьшена до 40 мм, что уменьшило удельный расход меди. Стойкость стенок до перестройки возросла до 1500 плавов. Равномерное охлаждение сляба контролируется по температуре воды на каждой стенке. Для обеспечения стабильной работы МНЛЗ предусмотрена система предупреждения прорывов. Гидрозатяжка стенок исключает подмятие широких медных плит. Настройка кристаллизатора на требуемую ширину сляба может выполняться как на участке подготовки кристаллизаторов, так и непосредственно на машине непрерывной разливки заготовки.



Механизм качания рессорного типа с уравнивающим устройством обеспечивает кристаллизатору движение с минимальными отклонениями от теоретической траектории. Привод механизма электрогидравлический от насосной станции и гидроцилиндров. Частота качания $60 \div 350 \text{ мин}^{-1}$, амплитуда качания $1 \div 5 \text{ мм}$. Закон качания – синусоидальный и несинусоидальный. Параметры работы механизма качания задаются перед началом разливки и могут корректироваться непосредственно в процессе литья. Благодаря новому механизму качания существенно улучшилось качество поверхности сляба, отпала необходимость в их зачистке.

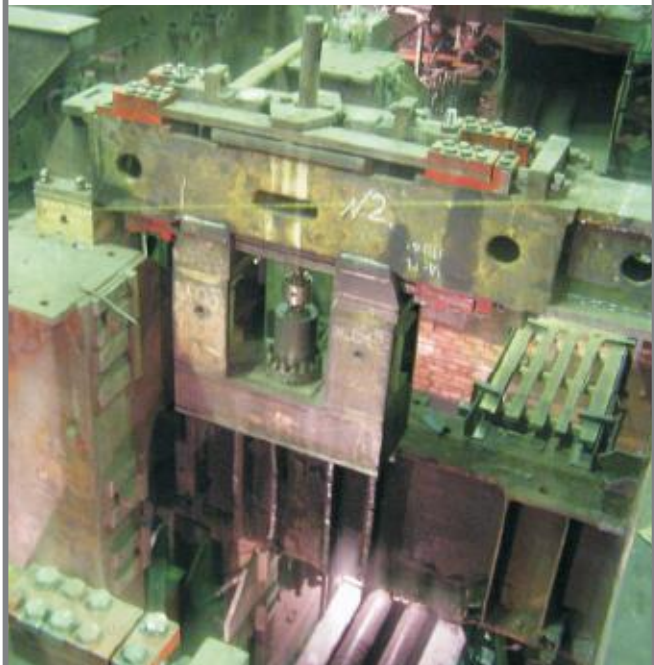
Тянуще-обжимная клеть шестью парами валков удерживает затвердевшую корочку сляба от раздутия под воздействием ферростатического давления, не допуская критических деформаций корочки, которые могут инициировать появление в ней трещин. Каждая пара валков поддерживает при разливке свой индивидуальный раствор в динамическом режиме, благодаря чему обеспечиваются расчетные режимы вытягивания сляба и его мягкое обжатие. Методика расчета режимов мягкого обжатия, проверенная на практике, обеспечила получение на МНЛЗ слябов с качеством как поверхности, так и сердцевины, которое соответствует самым взыскательным требованиям к металлу на мировом рынке. На втором этапе реконструкции клеть была дополнена кассетой калибрующих валков.

Машина газовой резки в колодце (МГР) с устройством для сцепления со слитком обеспечивает качественный рез для получения безотходного мерного сляба.



МГР укомплектована новым автогенным оборудованием на давление режущего кислорода $20 \div 25 \text{ бар}$. В результате повысилась скорость резания, уменьшилась ширина реза, повысилось качество поверхности реза. Тем самым сокращены потери металла и обеспечена возможность увеличения скорости разливки.

Роликовые секции, расположенные непосредственно над тянуще-обжимной клетью, также могут участвовать в мягком обжатии сляба. Увеличенная за счет этих секций протяженность зоны мягкого обжатия предоставляет технологам разливки более широкие возможности в выборе режимов разливки для достаточно большого сортамента марок сталей. Выставка клинового зазора между полотнами роликов секций и его корректировка в соответствии с изменениями режимов разливки, производится электрогидравлической системой управления.

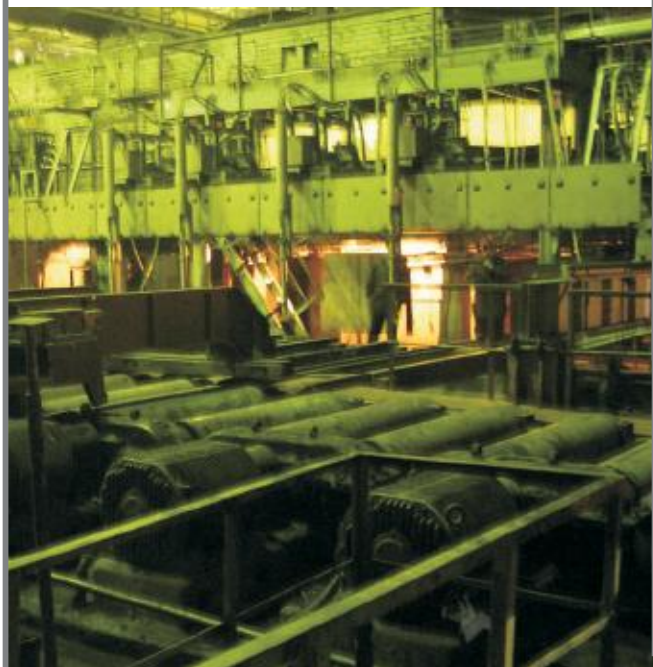




Подъемники слябов после реконструкции имеют новый привод подъема с компактным планетарным редуктором и двигателем переменного тока с частотным регулированием скорости. Новый привод обеспечивает увеличение скорости выдачи слябов, что необходимо для увеличения производительности МНЛЗ.

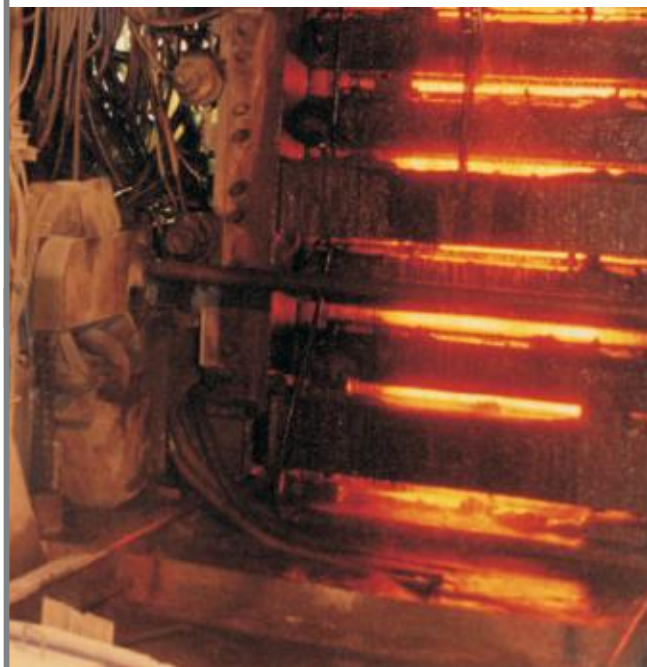
Машины газовой резки на складе слябов имеют по четыре каретки с резаками для порезки слябов на кратные длины. МГР также укомплектованы автогенным оборудованием на давление режущего кислорода $20 \div 25$ бар и имеют автоматизированные системы выставки сляба и резаков на мерный рез.

Система вторичного охлаждения слябов – водовоздушная, за счет глубокого регулирования интенсивности охлаждения обеспечивает мягкое равномерное охлаж-



дение слябов и разливку широкого марочного состава сталей. Она расположена на протяжении всей металлургической длины сляба, включая тянущие клетки. Надежная контролируемая работа форсунок исключает возникновение на слябах продольных сетчатых трещин.

Возможность регулирования системой охлаждения кристаллизаторов скорости потока воды в каналах охлаждения медных плит в пределах до 12 м/с обеспечивает отвод тепла от поверхности сляба, позволяющий вести разливку со скоростью до 1,25 м/мин. Контроль за перепадом температуры воды на входе и выходе по каждой стенке кристаллизатора способствует равномерному наращиванию корки при затвердевании по всему периметру сечения, что исключает поковки и трещины у сляба.



Наряду с системой автоматизированного управления технологическим процессом разливки (АСУ ТП), МНЛЗ имеет также локальные системы: поддержания уровня металла в промковше, в кристаллизаторе; систему управления механизмами качания кристаллизаторов; систему управления мягким обжатием; системы управления МГР в колодце и на участке выдачи; систему управления подъемниками слябов.

За два этапа реконструкции скорость разливки увеличена с 0,5 м/мин до 0,75÷1,25 м/мин, серийность разливки - до 200 плавов, значительно увеличена стойкость оборудования, улучшилось качество заготовок и повысилась производительность МНЛЗ. На I этапе производительность увеличилась с 400 до 800 тыс. тонн, на II этапе - до 1050 тыс. тонн в год. Второй этап реконструкции проведен в рамках технологической цепочки производства слябов «Шахтная печь - Печьковш - МНЛЗ».

Благодаря модернизации на МНЛЗ освоена разливка нового сложного марочного состава сталей, а именно: для оборонной промышленности, сталей типа АБ-АК для судостроения, включая стали для



корпусов подводных лодок; особо хладостойкой стали с Z-свойствами для морских платформ, используемых при освоении шельфа северных морей; стали для труб большого диаметра с высокой коррозионной стойкостью и хладостойкостью; для котлов и сосудов работающих под давлением; для медицинского инструмента и других изделий высокой сложности.



Предложения по дальнейшей модернизации МНЛЗ

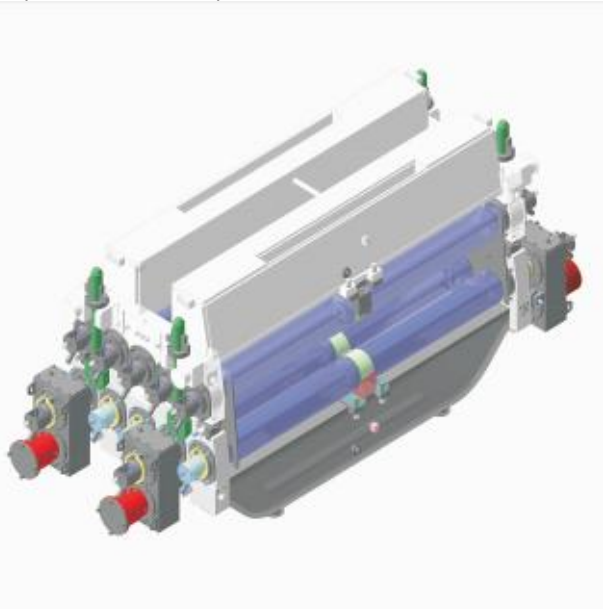
1. Роликовые секции

Для дальнейшей модернизации оборудования МНЛЗ предлагается поставка новых роликовых секций №1,2,3. Имеющиеся роликовые секции (РС) поставки 1968 года имеют низкую стойкость роликов и подшипников опор, выполнены на одно сечение сляба. В результате тратится много времени для их замены при перестройке МНЛЗ с одного сечения на другое.

Секции №1 и 2 предлагается выполнить с гидроприводом перемещения подвижных роликовых полотен на требуемую толщину непосредственно на машине без их демонтажа.

Секции №3 предлагается наделить функцией мягкого обжатия сляба и датчиком контроля положения жидкой фазы. Тем самым дополнительно увеличится протяженность зоны мягкого обжатия, что позволит уменьшить нагрузки на секции №4 и обеспечить обжатие в переходных режимах при разливке плавка на плавку. Это решение снизит количество отбракованных слябов.

Ролики этих секций должны быть охлаждаемыми, с промежуточными охлаждаемыми опорами. Рамы РС также должны быть охлаждаемыми. Крепление секций на МНЛЗ рекомендуется выполнить при помощи гидроаек.



2. Охлаждение оборудования

Систему охлаждения оборудования для повышения стойкости уплотнений и подшипниковых узлов, стенок кристаллизатора предлагается реконструировать, обеспечив тонкую очистку воды самоочищающимися фильтрами, разделив систему на контуры охлаждения.

Проект подготовки воды может быть выполнен фирмой «ЭКО-проект» г. Екатеринбург.

3. Оборудование разливочной площадки

Предлагается модернизировать промковши с увеличением их емкости до 25÷30 тонн (сейчас 15 т), тележки промковшей на более высокую грузоподъемность, а также стеллажи разогрева промковшей.

4. Оборудование участка выдачи слябов

Предлагается организовать работу участка по системе ручей-рольганг с переносом одной из имеющихся МГР порезки на кратные слябы во вторую линию рольгангов с обеспечением уборки слябов на адьюстаже в пакеты.

Перечисленные мероприятия по дальнейшей реконструкции МНЛЗ, улучшив условия работы оборудования, повысят его стойкость, сократят плановые простои и эксплуатационные затраты, снижат напряженность труда персонала и уменьшат количество отбракованных слябов.





**462403, Оренбургская обл., г. Орск,
пр. Мира 12,
тел.: (3537) 25 05 97, 25 37 38,
факс: (3537) 25 97 11.
e-mail: ormeto@email.orgus.ru
www.ormeto-yumz.ru**