

УДК 629.039.58

РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ КОНЦЕПЦИИ РОБОТИЗАЦИИ МНЛЗ

Иван Игоревич Лубнин

*Студент 4 курса,
кафедра «Оборудование и технологии прокатки»
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: П.Ю. Жихарев,
ассистент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»,
старший научный сотрудник ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»*

Появление машин непрерывного литья заготовок стало революцией в металлургической отрасли. С их помощью стало возможным значительно увеличить общую производительность, повысить качество выходных заготовок, а также связать процесс получения стали с прокаткой литых заготовок. Однако со времен введения в эксплуатацию первых МНЛЗ возникает ряд проблем, связанных с настройкой и использованием данных агрегатов. МНЛЗ представляет собой самый сложный комплекс оборудования, эксплуатация которого требует тщательной настройки и точного выполнения технологических операций. В связи с этим, а также с постоянным ростом требований к производительности и качеству отливаемых заготовок, довольно остро стоит вопрос механизации и автоматизации МНЛЗ. По мере отработки технологии и появления более современных машин внедрялось множество устройств и процессов, увеличивающих производительность и положительно влияющих на условия эксплуатации МНЛЗ, например:

- комплекс устройств для проведения разливки в режиме «плавка на плавку»;
- устройства для заведения затравки сверху через полость;
- механизированные устройства для быстрого съёма кристаллизатора и первых двух роликовых секций;
- устройства для ускоренного демонтажа роликовых секций на дуговом, криволинейном, горизонтальном участках;
- настроечные стенды для кристаллизатора и всех роликовых секций;
- перестраиваемые кристаллизаторы по ширине сляба непосредственно в машине при помощи электромеханических/гидравлических приводов;
- дистанционная перестройка роликовых секций на другую толщину сляба с пульта управления;
- системы АСУ ТП, обеспечивающие сбор, обработку и хранение информации о процессе разливки.

В целом системы автоматизации обеспечивают:

1. Оптимальное ведение процесса с целью повышения качества продукции и выхода годного, увеличения фонда рабочего времени.
2. Повышение степени информированности обслуживающего персонала о процессе и состоянии оборудования МНЛЗ.
3. Предупреждение аварийных ситуаций благодаря контролю параметров технологического процесса, а также параметров работы электрического и механического оборудования.

Как можно видеть из некоторых приведенных выше примеров, а также из рис.1, многие меры автоматизации МНЛЗ направлены на уменьшение количества требуемого персонала, а также отдаление рабочих мест от наиболее опасных участков разливки. Данные мероприятия в основном реализуются с помощью создания второстепенных механизмов, способных заменить ручной труд удалённым контролем с пультов управления.

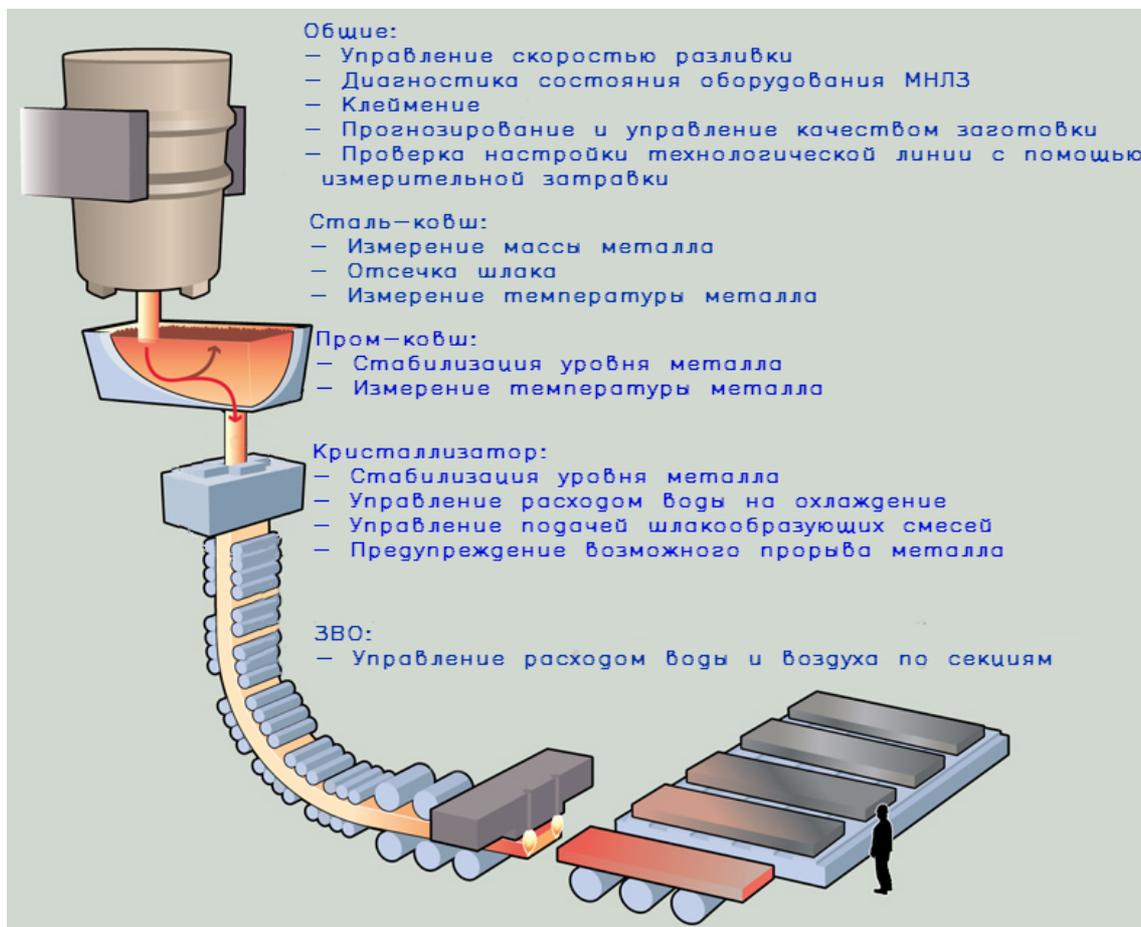


Рис.1 Функциональный состав технологической автоматизации МНЛЗ

Благодаря прогрессу в развитии технологий, необходимости их внедрения, а также их реализации сегодня машины непрерывного литья заготовок 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 разливки стали. Это позволяет в максимально возможной степени безопасно и наиболее подробно управлять МНЛЗ и её узлами.

Однако совершенствование подобных процессов практически не бывает окончательным и ведётся постоянный анализ возможности внедрения более новых систем, позволяющих каким-либо образом улучшить производственный процесс. Дело в том, что до сих пор на участке разливки стали сохранилась потребность в рабочей силе

обслуживающего персонала, который при проведении плавки вынужден находиться в непосредственной близости к металлу. Проанализировав процесс проведения разливки, можно выявить основные задачи, которые требуется решить с целью полной автоматизации процесса:

- Подача термоизолирующих (в промковш) и шлакообразующих (в кристаллизатор) смесей;
- Отбор проб металла и проведение дополнительных измерений;
- Управление шиберным затвором и стопорами;
- Автозапуск механизма качания и механизма вытягивания;
- Установка/замена защитной трубы на стальковш;
- Нагрев, подача и установка (замена) погружных стаканов на промковш;
- Установка/снятие крышки на стальковш (экономия кранового времени);
- Подвод энергоснабжения к промковшу (аргон, сжатый воздух и т.п.);
- Автоматическая замена сталеразливочных стаканов на время смены (соответственно, требуется место закладки стаканов, а также секция для их нагрева);

С целью предотвращения последствий аварийных ситуаций необходимо предусмотреть дублирующие средства (энергии, воды, электроники и т.д.) наиболее важных узлов МНЛЗ. Это позволит значительно сократить риски серьезных повреждений в режиме чрезвычайных ситуаций.

Кроме того стоит отметить, что большое количество применения ручного труда снижает цикличность процесса, его общую надежность, требует больше времени, в отличие от роботизированного участка. В то же время идея роботизации участка разливки МНЛЗ сопровождается рядом проблем: при решении каждой конкретной задачи требуется устанавливать дополнительный манипулятор, что снижает надежность всей системы и увеличивает объем ремонтных работ. Всё это сопровождается также потенциальным фактором риска, снижающим безопасность труда.

При создании роботизированных систем следует обратить внимание на возможность автоматизации и роботизации участка разливки стали посредством стандартных промышленных роботов, которые разрабатывались для автомобильной промышленности, но стали находить очень широкое применение, в том числе и в отраслях тяжелой металлургии. Преимущества использования данных роботов заключаются в том, что технологии их использования уже обкатаны, на рынке доступно целое множество подобных промышленных роботов, а их обслуживание составит минимум трудностей. Вопрос лишь стоит в оптимизации стандартных промышленных роботов.

При проектировании систем роботизации столь сложных агрегатов, коими являются МНЛЗ, нужно понимать, что использование большого количества роботов разного типа делает их использование малоэффективным, дорогим, а также чрезвычайно сложным в обслуживании. Поэтому при создании систем роботизированной МНЛЗ стоит придерживаться цели создать комплексную систему управления процессом, в которой один многоцелевой робот мог бы выполнять несколько операций, а несколько совместно работающих роботов позволяли бы полностью автоматизировать процесс. Рационально создать подобную систему из комплекса различных модулей, которые можно комбинировать для решения различных задач. Также это предоставляет возможность постепенного увеличения функционала системы.



Рис.2 Промышленный робот KUKARoboticsFoundryRobots

При подборе роботов для создания роботизированной МНЛЗ необходимо учитывать, что промышленные роботы в данном случае должны быть очень неприхотливы к окружающей среде и рассчитаны на использование при высоких температурах, что позволило бы применять их в области тяжелой металлургии. Могут быть применены промышленные роботы KUKARoboticsFoundryRobots (рис.2) или роботы других фирм, отвечающие указанным требованиям. Также стоит отметить наличие большого ассортимента и возможности подбора робота в соответствии с габаритами, грузоподъемностью и креплением, что положительно сказывается на универсальности системы.

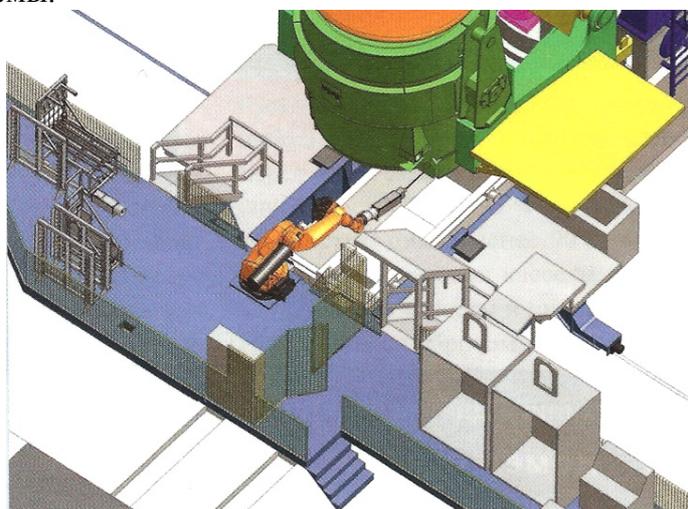


Рис.3 МНЛЗ №5, voestalpineStahl, Австрия

В той же степени необходимо уделить внимание и безопасности использования данных систем. В процессе проектирования предусматриваются следующие меры обеспечения безопасности персонала и оборудования:

- ограничители перемещения;
- анализ рисков получения травм;
- максимальное уменьшение рабочей зоны робота;

- разработка рабочих зон безопасности, т.е. определение мест размещения ограждений и дверей;
- создание дополнительных ограждений, защищающих от удара роботом, движущимся на полной скорости;
- разработка кодов, систем блокировки оборудования и ограждений;
- выделение участков, где робот может безопасно работать, а также участков, где его работа недопустима.

Исполнение некоторых приведенных мер можно увидеть на рис.3

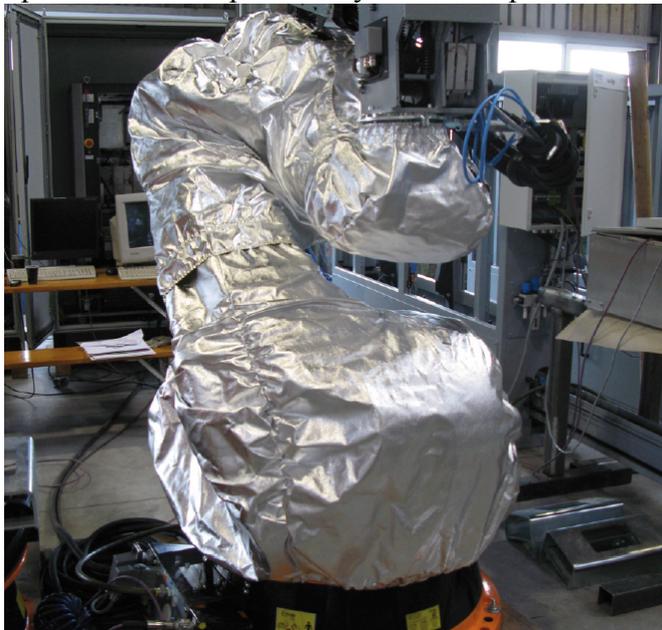


Рис.4 Система LiquiRob

Примером реализации описанного подхода является система LiquiRob, разработанная корпорацией VAI-Siemens (рис.4).

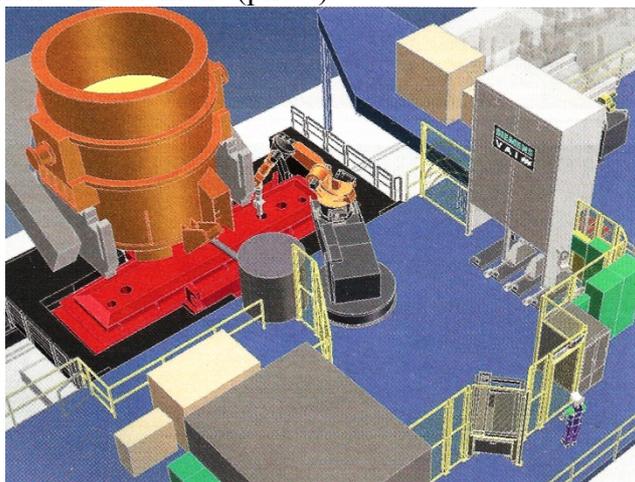


Рис.5 Проведение измерений роботизированной системой LiquiRob на заводе компании Posco в Кванъяне

Первый успешный запуск системы LiquiRob проведен в Кванъяне на участке непрерывного литья завода южно-корейской компании Posco (рис.5). Она позволяет выполнять измерения стали в промежуточном ковше, производить отбор проб стали, а

также подавать шлакообразующие смеси. Затем появлялись новые исполнения данной системы: на заводе компании UsiminasCubatao (Cosipa) в Бразилии, в Нёв-Мезоне в компании Riva во Франции, на заводе ThyssenKruppCSA в Бразилии, в Линце на заводе компании voestalpineStahl в Австрии. Во время установки и запуска роботизированных систем на указанных выше заводах компания SiemensVAI совершенствовала свою систему и позволяла всё сильнее увеличить степень автоматизации участков. По мере совершенствования системы она стала обладать следующими возможностями:



Рис.6 Измерение температуры, МНЛЗ №3 компании UsiminasCubatao, Бразилия

- Проведение измерений температуры стали в промежуточном ковше (рис.6);
- Отбор проб стали в промежуточном ковше;
- Подача шлакообразующей смеси(рис.7);

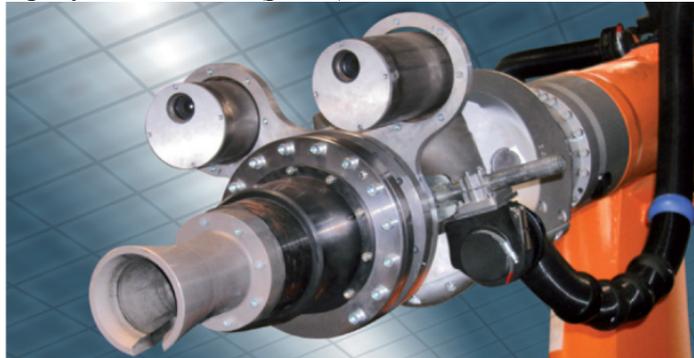


Рис.7 Модуль для внесения ШОС.

- Измерение температуры жидкой стали и содержания кислорода (в электродуговой печи);
- Отбор зондовых проб T, TCS, TSO и распознавание дефектных проб (на кислородных конвертерах);
- Измерение содержания кислорода и водорода;
- Использование кассетных зондов без датчиков и исполнительных механизмов;
- Управление цилиндрами шиберного затвора;
- Автоматическое подключение ковша к энергоснабжению;
- Подсоединение погружного стакана;
- Дозирование порошкообразных присадок;

- Перемещение и закрепление защитной трубы между разливочным и промежуточным ковшами;
- Использование манипуляторов для механизации управления крышками стальной ковша, что обеспечивает экономию кранового времени (рис.8);

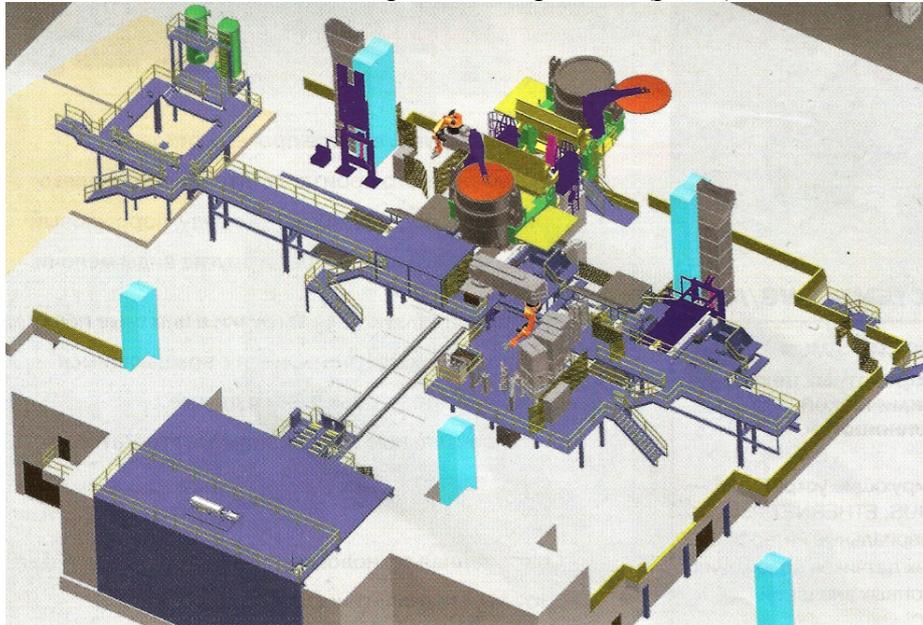


Рис.8 Планировка МНЛЗ №7 с двумя системами LiquiRob, voestalpineStahl, Австрия

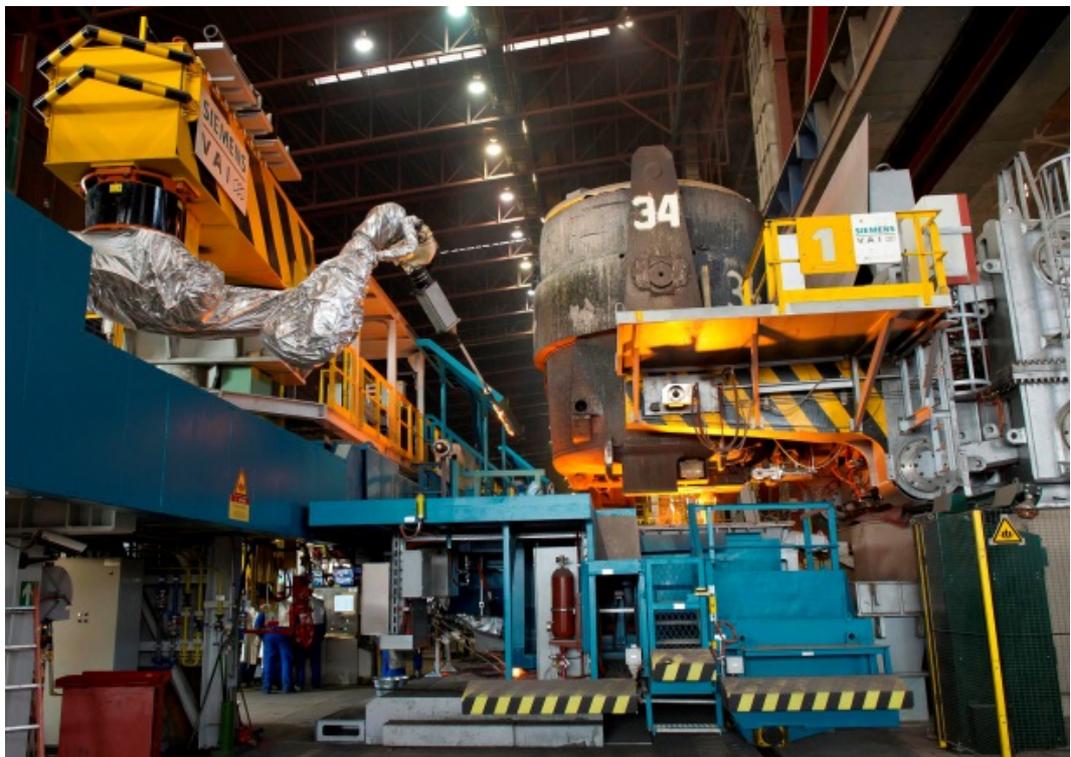


Рис.9 МНЛЗ №5, voestalpineStahl, Австрия

На наиболее новой системе LiquiRob, которая установлена на МНЛЗ №7 завода voestalpineStahl в Австрии (на рис.9 изображена одна из нескольких систем,

установленных на заводе), удалось полностью исключить ручной труд. Также важной особенностью реализации системы на данной МНЛЗ является то, что большинство операций выполняется в полностью автоматическом режиме, в то время, как многие операции, связанные с непрерывной разливкой, все ещё запускаются вручную. Добиться столь высокого уровня автоматизации удалось благодаря применению системы контроллеров.

Таким образом, можно выделить основные преимущества роботизации процессов МНЛЗ:

1. Повышение безопасности труда оператора;
2. Исключение ручных операций на рабочей площадке;
3. Сокращение ремонтных расходов;
4. Сокращение длительности рабочего цикла.

При грамотной реализации данной системы может быть определен еще целый ряд преимуществ, как то, например, что по мере удаления рабочей силы от основных узлов машины могут быть ослаблены требования к безопасности основного оборудования, а это, возможно, позволит увеличить производительность или качество МНЛЗ.

Внедрение роботизированной системы возможно не только на вновь отстраиваемых заводах, но и на существующих. По этой причине системы роботизации могут быть интересны Российским предприятиям, в связи с чем планируется провести подробный анализ и изучить возможность установки, а также заинтересованность российского рынка металлургии в таких системах.

Литература

1. Фролов К.В. Машиностроение, энциклопедия, Том IV-5 Машины и агрегаты металлургического производства – М.: Машиностроение, 2000, 897 с.
2. Перлов Н.И., Истеев А.И., Тюрин В.А. и др. Англо-русский металлургический словарь – М.: Рус.яз., 1985, 841 с.
3. Dr. Martin Hirschmanner et al Improved safety and systematic procedures on the casting floor using advanced robotics // MPT International. – 2011, №6, 34-40 с.
4. Докт. Мартин Хиришманнер и др. Применение современных промышленных роботов повышает безопасность труда в разливочном пролёте // МРТ Русское издание. – 2012, №1, 26-34 с.
5. Официальный сайт: Siemens - <http://www.siemens.com>
6. Официальный сайт: KukaRobotics - <http://www.kuka-robotics.com>