



УДК 531.43/46

Д. В. Туманов, А.Л. Кузьминов
ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет»
г. Череповец, Россия
E-mail: alkuzminov@chsu.ru
Дата поступления 09.12.2022

РАЗРАБОТКА И ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРА С ГИДРОПОДЖИМОМ ДЛЯ УСТАНОВКИ И ЗАМЕНЫ ЗАЩИТНОЙ ТРУБЫ НА УСТАНОВКЕ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

Аннотация

В работе описаны конструктивные решения и особенности применения в промышленных условиях сталеплавильного производства Череповецкого металлургического комбината ПАО «Северсталь» манипулятора с гидроподжимом для установки и замены защитной трубы в технологической системе «сталеразливочный ковш-промежуточный ковш» установки непрерывной разливки стали. Особенностью конструкции разработанного манипулятора является то, что он прижимает защитную трубу к коллектору шибера затвора стальной ковша и может сопровождать ковш при его движении в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Аргон для дополнительной защиты стыка защитной трубы и шибера подводится к коллектору шибера затвора стальной ковша по отдельной трубе или по конструкции манипулятора. Это обеспечивает защиту струи жидкого металла способом, исключающим насыщение, стали азотом, кислородом и другими газами из атмосферы и создает условия для повышения качества металла и уменьшения брака непрерывнолитых заготовок.

Ключевые слова: установка непрерывной разливки стали (УНРС), непрерывно-литая заготовка, манипулятор, защитная труба, шибера затвор, сталеразливочный ковш, промежуточный ковш, аргон, гидроподжим.

Введение

Разливка стали на установке непрерывной разливки стали (УНРС) является высокопроизводительным процессом и требует адаптации к быстро изменяющимся условиям производства. Тонкая настройка технологии непрерывной разливки возможна только при автоматизации и механизации большинства технологических операций получения непрерывно-литой заготовки, как, например, подача шлакообразующей смеси [1], микро- и макрохолодильников (иннокуляторов) в кристаллизатор [2], автоматизированное управление вторичным охлаждением [3].

До последнего времени, узким местом технологической системы «сталеразливочный ковш-промежуточный ковш-кристаллизатор» являлась эффективная защита струи жидкого металла способом, исключа-

ющим насыщение, стали азотом, кислородом и другими газами из атмосферы. Как следствие, это ведет к неизбежному ухудшению качества слитка. Достаточно давно применяемая на большинстве УНРС система подачи жидкого металла в промковш закрытой струей через защитную трубу [4], как правило, предусматривала ручное управление манипулятором, которое исключало эффективное сопровождение сталеразливочного ковша в процессе его перемещения на подъемно-поворотном стенде. Это вносило неизбежные ошибки в систему управления положением защитной трубы, обусловленные субъективными причинами и, соответственно, не позволяло, в полной мере, решить задачу исключения инъекции в струю жидкой стали газов из атмосферы.

Основная часть

Разработанный манипулятор с гидроподжимом показан на рисунке 1. Он предназначен для установки и замены защитной трубы во время разливки стали на установке непрерывной разливки стали (УНРС). Манипулятор прижимает защитную трубу к коллектору шибера затвора стальной ковша и может сопровождать ковш при его движении в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Аргон подводится к коллектору шибера затвора стальной ковша по отдельной трубе или, если позволяет конструкция защитной трубы, по конструкции манипулятора. Исполнение манипулятора позволяет развивать усилие прижима защитной трубы к коллектору шибера затвора стальной ковша до 700 кгс.

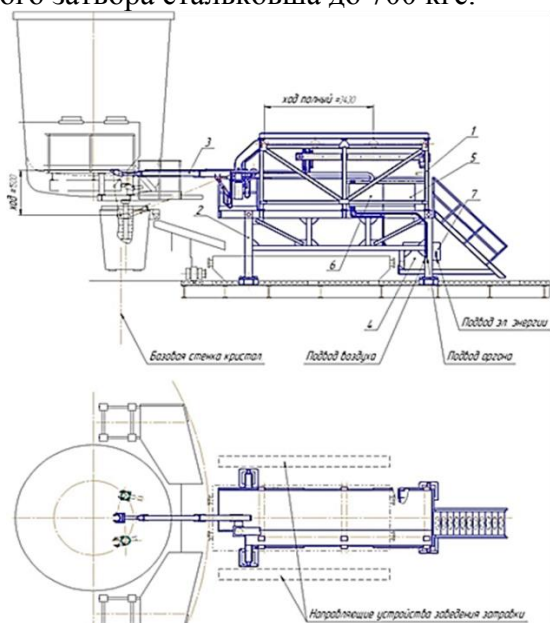


Рисунок 1. Манипулятор с гидроподжимом для установки и замены защитной трубы: 1- площадка верхняя; 2- площадка нижняя; 3-манипулятор; 4- гидростанция 5- шкаф управления; 6-шкаф регулирования и учета аргона; 7-соединительная коробка

Конфигурация аппаратов гидравлической станции, рисунок 2, обеспечивает создание необходимого усилия поджатия защитной трубы, поддержание его при подъеме (опускании) стальной ковша, при этом обеспечивается герметизация стыка с коллектором шибера затвора.

Гидравлическая система включает цилиндр (1) поджатия защитной трубы, содержащий штоковую (1а) и поршневою (1б)

полости, соединенные с распределителем (2) и двумя дросселями (3), при этом цилиндр (1) через распределитель (2) подключен к сливной (Т) и напорной (Р) магистралям, с последней из которых соединен гидроаккумулятор (4). Также система включает реле давлений верхнего (5) и нижнего (6) значений давления в системе, распределитель разгрузки (7), предохранительный клапан (8).

Управляющий элемент (контроллер), получивший сигнал о критическом значении давления в гидравлической системе управляет распределителем (2) и распределителем разгрузки (7).

Нормальная работа гидравлической системы для обеспечения усилия поджатия стальной ковша, составляющего 450-700 кгс реализуется при давлении в системе 110-160 бар.

В случае, если давление в напорной линии цилиндра (1), например, при опускании стальной ковша, превысило допустимый уровень 160 бар, то поток рабочей жидкости сбрасывается на слив, за счет настроек перепускного предохранительного клапана (8).

Если давление в гидравлической системе понизилось ниже допустимого уровня разрядки аккумулятора (135 бар), то реле нижнего давления (6) подаст сигнал на катушку распределителя разгрузки (7) и давление в гидросистеме станет снова повышаться до значения настройки реле верхнего давления (5) (145 бар).

Пуск гидростанции производится с пульта управления манипулятора включением ключом-биркой. Далее, в течение всего процесса разливки, гидростанция остается включенной. При длительных остановках разливки ее выключают ключом-биркой.

Движение манипулятора по направляющим вперед-назад (1), см. рисунок 3 осуществляется при помощи мотор-редуктора и цепной передачи.

Угол наклона (2) стрелы манипулятора в вертикальной плоскости осуществляется при помощи гидроцилиндра.

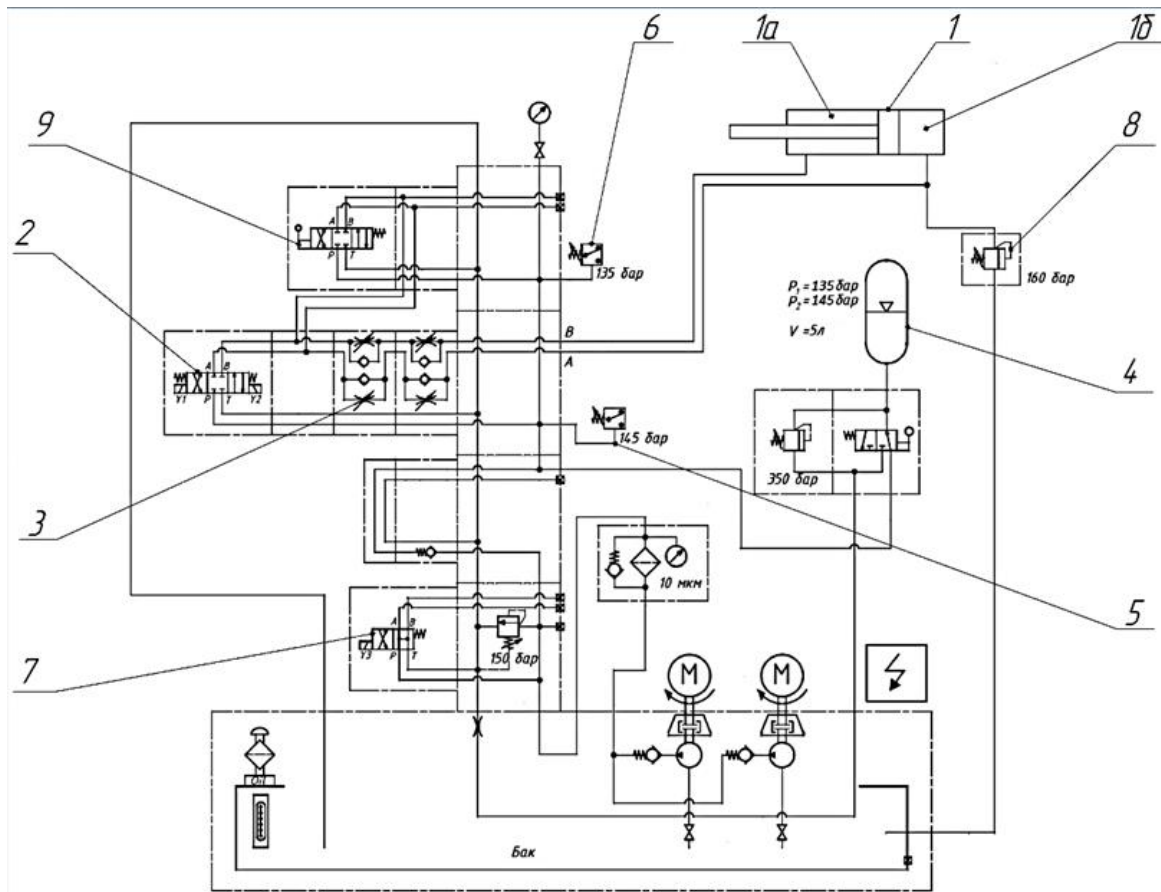


Рисунок 2. Гидравлическая система манипулятора

Поворот (3) стрелы манипулятора в горизонтальной плоскости осуществляется вручную за рукоятку.

Вращение (4) стрелы манипулятора вокруг своей оси осуществляется вручную, через редуктор.

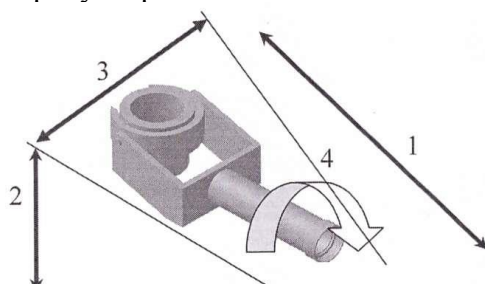


Рисунок 3. Схема движений манипулятора

Система управления обеспечивает ручное управление процессом установки и поджатия защитной трубы.

Перед началом процесса установки, защитная труба помещается в корзину манипулятора. Затем, манипулируя джойстиком и кнопками «Стакан поднять» - «Стакан опустить», расположенными на пульте управления манипулятором, оператор манипулятора перемещает защитную трубу

под шиберный затвор стальной трубы. Во время движения манипулятора включается световая и звуковая предупредительная сигнализация.

Отцентрировав трубу с коллектором шиберного затвора стальной трубы, оператор нажимает кнопку «Стакан поднять». Гидросистема манипулятора производит подъем защитной трубы. После поджатия защитной трубы к коллектору шиберного затвора дальнейшее поддержание усилия поджатия обеспечивается автоматически, за счет соответствующей настройки компонентов гидростанции.

Одновременно со стыковкой трубы, система управления формирует управляющие воздействия на запорно-регулирующую арматуру тракта подачи аргона на уплотнение стыковочного узла трубы. Заданный расход аргона поддерживается в автоматическом режиме. В процессе работы манипулятора система управления осуществляет контроль частотного преобразователя, гидростанции, расхода аргона.

Для замены отработавшей трубы манипулятор перемещают в исходное положение. Разворачивают корзину, пока труба не выпадет в мусорную емкость.

При аварийном отводе защитной трубы от шибера затвора (при отключении электроэнергии) управление наклоном стрелы манипулятора возможно от ручного клапана, расположенного на гидроблоке насосной станции. В гидроаккумуляторе сохраняется давление достаточное для 1-2-х подъемов – опусканий стрелы манипулятора.

Перемещение тележки манипулятора при этом возможно вручную.

В рамках данной работы был изменен выходной патрубок коллектора шибера стальковша с увеличенной площадью контакта защитной трубы и разработан коллектор аргонной защиты, рисунок 4. Оригина-

льной конструкцией предусмотрено равномерное распределение аргона на стык защитной трубы и коллектора шибера.

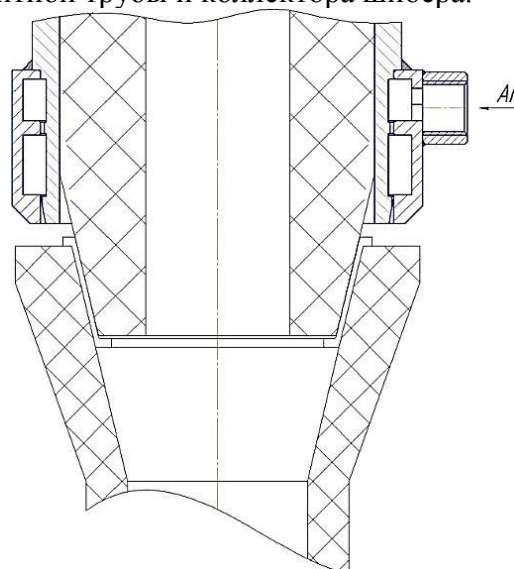


Рисунок 4. Конструкция выходного патрубка коллектора шибера стальковша



Рисунок 5. Внешний вид модернизированной защитной трубы

Кроме этого, были проведены работы по газовому уплотнению со стороны защитной трубы (рисунок 5). Выполнена доработка защитной трубы по организации подвода аргона на место стыка со стакан-коллектором. На внутреннем конусе трубы выполнена кольцевая проточка, к которой через герметичное штуцерное соединение организован подвод аргона. Для увеличения несущей нагрузки защитной трубы при ее

прижмем к коллектору шибера, на трубу дополнительно установлена защитная стальная обечайка.

Установка манипулятора в течение достаточно длительного времени в условиях цеха разливки конверторной стали сталеплавильного производства Череповецкого металлургического комбината ПАО «Северсталь» на установках непрерывной разливки стали (рисунок 6) позволила получить прирост аргона до 5 ppm на 70% плавков от 38% базовых.



Рисунок 6. Размещение манипулятора на разливочной площадке конвертерного цеха сталеплавильного производства ЧерМК ПАО «Северсталь»

Заключение

1. Разработана усовершенствованная по сравнению с аналогами конструкция манипулятора с гидроподжимом защитной трубы для подачи жидкого металла в промковш УНРС закрытой струей, снабженная следящим гидроприводом. Это обеспечивает сопровождение ковша при его движении в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Организован подвод аргона в зону стыка между шибером и защитной трубой.
2. Промышленное применение манипулятора в условиях конвертерного цеха сталеплавильного производства

ЧерМК ПАО «Северсталь» позволило снизить содержание азота и других газов, инжектируемых из атмосферного воздуха, и, тем самым, повысить качество разливаемых непрерывно-литых слитков.

Библиографический список

1. Туманов Д.В., Кузьминов А.Л. Методы и аппаратные устройства для ввода присадок в кристаллизатор // Научно-технический прогресс в черной металлургии: Матер. 1-й Междунар. науч.-техн. конф. – Череповец, 2013. – С. 357—363.
2. Туманов Д.В., Кузьминов А.Л., Виноградов В.П. Опытнo-промышленная реализация технологии и оборудования для подачи холодильников-иннокуляторов в кристаллизатор УНРС в условиях ПАО «Северсталь»/ Металлург. - №7. - 2016. - С. 41-46.
3. Кузьминов А.Л., Голубев А.В., Кожевников А.В. и др. Совершенствование системы охлаждения непрерывнолитой заготовки на основе реальной информации о тепловом состоянии слитка //Металлург. - 2009. -№4. - С. 41-44.
4. В.М. Нисковских и др. Машины непрерывного литья слябовых заготовок. - М.: Металлургия, 1991. - 272 с.

Information about the paper in English

D.V. Tumanov, A.L. Kuzminov
Cherepovets State University
Cherepovets, Russia
E-mail: alkuzminov@chsu.ru
Receipt date: December 09, 2022

DEVELOPMENT AND INDUSTRIAL USE OF THE HYDRAULIC HOLD-DOWN MANIPULATOR TO INSTALL AND CHANGE THE SHROUD AT THE CONTINUOUS CASTING MACHINE

Abstract

The paper describes design solutions and features of the industrial use of the hydraulic hold-down manipulator to install and change the shroud in the process flow system: the ladle – the tundish of the continuous casting machine at the steelmaking division of the Cherepovets Steel Mill (PJSC Severstal). The design of the developed manipulator is characterized by holding down the shroud to the collector of the slide gate of the ladle and accompanying the ladle in vertical and horizontal travels. Argon used to additionally protect the connection point of the shroud and the slide gate is supplied to the collector of the slide gate of the ladle by an individual pipe or the structure of the manipulator. This protects the liquid steel jet by excluding the pickup of nitrogen, oxygen and other ambient gases and creates conditions for the better quality of steel and reduced amount of rejected concast billets.

Keywords: continuous casting machine (CCM), concast billet, manipulator, shroud, slide gate, ladle, tundish, argon, hydraulic hold-down.
