

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО АСПИРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ЛИТЕЙНОГО ДВОРА И БУНКЕРНОЙ ЭСТАКАДЫ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ №3 НА ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ»

**Д**оменное производство является крупнейшим источником загрязнения окружающей среды. С отходящими технологическими газами и вентиляционным воздухом в окружающую среду выбрасывается большое количество токсичных твердых и газообразных веществ, а также пыли.

Согласно приказу Министерства охраны окружающей природной среды № 309 от 27.06.2006 г. выброс массовой концентрации твердых веществ ограничивается до 50 мг/м<sup>3</sup>. В связи с этим модернизация действующих и строительство новых аспирационных систем на всех стадиях производства – важная экологическая задача отечественных металлургических заводов.

Система аспирации комплекса доменной печи предназначена для очистки воздуха от трех крупных источников: литейного двора доменной печи; бункерной эстакады и загрузочного устройства доменной печи.

Аспирация литейного двора предназначена для локализации и отсоса газов и пыли, образующихся при выпуске чугуна и шлака из доменной печи. Система обеспечивает отсос от леток для выпуска чугуна, включая участок главного желоба, примыкающий к печи, от мест слива чугуна и шлака, от укрытий главного желоба в районе скиммера, шлаковых желобов.

Аспирация бункерной эстакады локализует и отсасывает пыль от технологического оборудования, используемого при транспортировании, сортировке и дозировании шихтовых материалов.

Аспирация загрузочного устройства обеспечивает отсос загрязненного воздуха от мест загрузки шихтовых материалов в печь.

Аспирация доменной печи представляет собой разветвленную систему воздуховодов с различной формой (круглой, квадратной, прямоугольной) и размерами поперечного сечения, которые определяются аэродинамическим расчетом, а также обусловлены стесненными условиями доменного цеха, наличием большого количества прилегающих конструкций и обору-



**Е.И. Гезенцвей**  
начальник отдела строительного проектирования ООО «Метинвест Инжиниринг», г. Днепр



**Е.С. Иосилевич**  
ведущий инженер отдела строительного проектирования ООО «Метинвест Инжиниринг», г. Днепр, к.т.н.



**В.И. Переверзев**  
генеральный директор ООО «Криворожская Строительная Компания», г. Кривой Рог

дования. Из воздуховодов, обеспечивающих отсос от непосредственных источников запыления, загрязненный воздух поступает в сборные воздуховоды большого диаметра, транспортирующие его к очистным фильтрам. И далее уже очищенный воздух поступает в выбросную трубу и выбрасывается в атмосферу. Постоянный поток в аспирационной системе обеспечивается тягодутьевыми машинами.

В 2019 году для доменной печи № 3 на ЧАО «МК «Азовсталь» была запроектирована и смонтирована аспирационная установка непрерывного действия, включающая в себя два рукавных фильтра и систему подводящих воздуховодов.

Сборные воздуховоды аспирации литейного двора 3800 мм и аспирации бункерной эстакады 3200 мм расположены друг над другом на общих опорах. Опорение воздуховодов осуществляется на систему скользящих и неподвижных опорных частей.

Конфигурация трассы воздуховодов была обусловлена необходимостью передачи выбро-

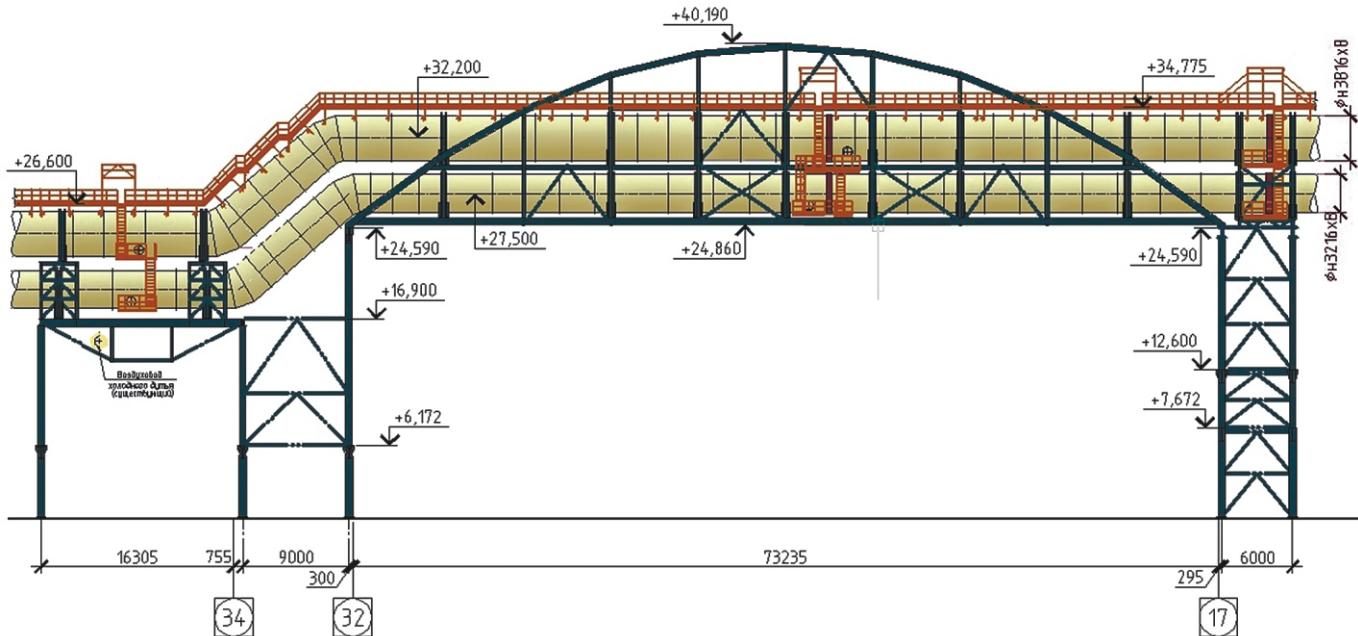


Рис. 1. Общий вид арочного пролетного строения

сов к рукавным фильтрам по кратчайшему расстоянию. Проектирование системы усложнялось насыщенностью участка трассы железнодорожными путями, трубопроводами, различными сооружениями и устройствами, строительство которых осуществлялось в разное время, что создало весьма стесненные условия площадки строительства новой трассы.

Также необходимо было определить возможные места расположения промежуточных опор и прохода над зданием литейного двора соседней доменной печи № 2, где установить опоры на земле было невозможно. В связи с этим, проектом было предусмотрено пролетное строение в виде двух арок, связанных между собой в единый пространственно-связевой блок, внутри которого расположены воздуховоды (проект ООО «Метинвест Инжиниринг»). Расстояние между опорами арок составляет 73,83 м, отметка низа конструкций 24.860 мм (рис. 1).

Конструктивная форма опор продиктована их значительной высотой и расположением оси трассы газоходов по оси железнодорожных путей, что также усложнило проектирование и сооружение фундаментов. В результате опоры были выполнены из нескольких ярусов (рис. 2 и 3).

Описываемое сооружение рассматривалось как единая система, расчетно-конструктивные требования к которой заключались в удовлет-

ворении условий прочности и жесткости как всего комплекса в целом, так и отдельных его элементов.

Кроме собственного веса самого пролетного строения, сооружение воспринимает весьма значительные нагрузки от веса воздуховодов и технологических воздействий, составляющие вертикальные нагрузки:

- для воздуховода аспирации литейного двора
  - н 3816 8:
    - собственный вес металлоконструкций – 8,5 кН/м;
    - заполнение производственной пылью (в соответствии с технологическим заданием заполнение составляет 20 % – поперечного сечения при объемном весе пыли 20 кН/м<sup>3</sup>) – 50 кН/м;
    - отложения пыли снаружи воздуховода – 2,2 кН/м;
    - нормативная технологическая температура транспортируемой среды – 120 °C;
- для воздуховода аспирации литейного двора
  - н 3216 8:
    - собственный вес металлоконструкций – 7 кН/м;
    - заполнение производственной пылью – 35,4 кН/м;
    - нормативная технологическая температура транспортируемой среды – 60 °C;

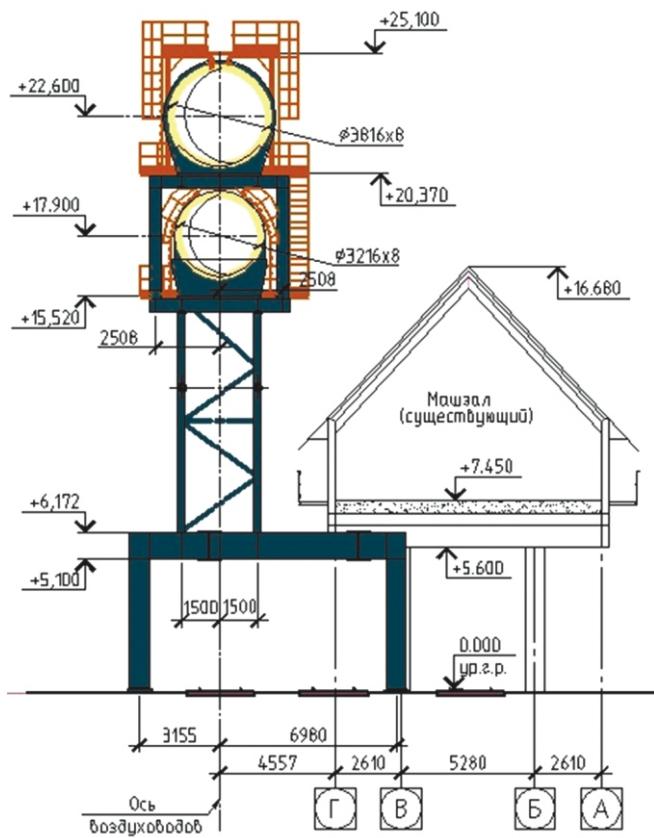


Рис. 2. Поперечний разріз траси аспираційних воздуховодів

- нормативное разрежение внутри воздуховодов – 4,5 кПа;
- нагрузки от сопутствующих площадок обслуживания и кабельной трассы – 8,4 кН/м.

Таким образом, суммарная распределенная вертикальная нагрузка на пролетное строение составила около 115 кН/м. Поскольку воздуховоды опираются на систему неподвижных и скользящих опор, последние выполнены с применением фторопластовых прокладок, что позволило снизить коэффициент трения скольжения с  $\mu = 0,3$  до  $\mu = 0,1$  и, таким образом, уменьшить горизонтальные нагрузки на сооружение.

Для компенсации температурных деформаций на воздуховодах установлены тканевые компенсаторы.

Кроме указанных выше технологических воздействий, система воспринимает также климатические и сейсмические воздействия. Конструкции системы и ее элементы рассчитывались на самое невыгодное сочетание нагрузок.

Учитывая полученные усилия, а также предполагаемое применение монтажных кранов большой грузоподъемности для монтажа крупными блоками, необходимо было учесть

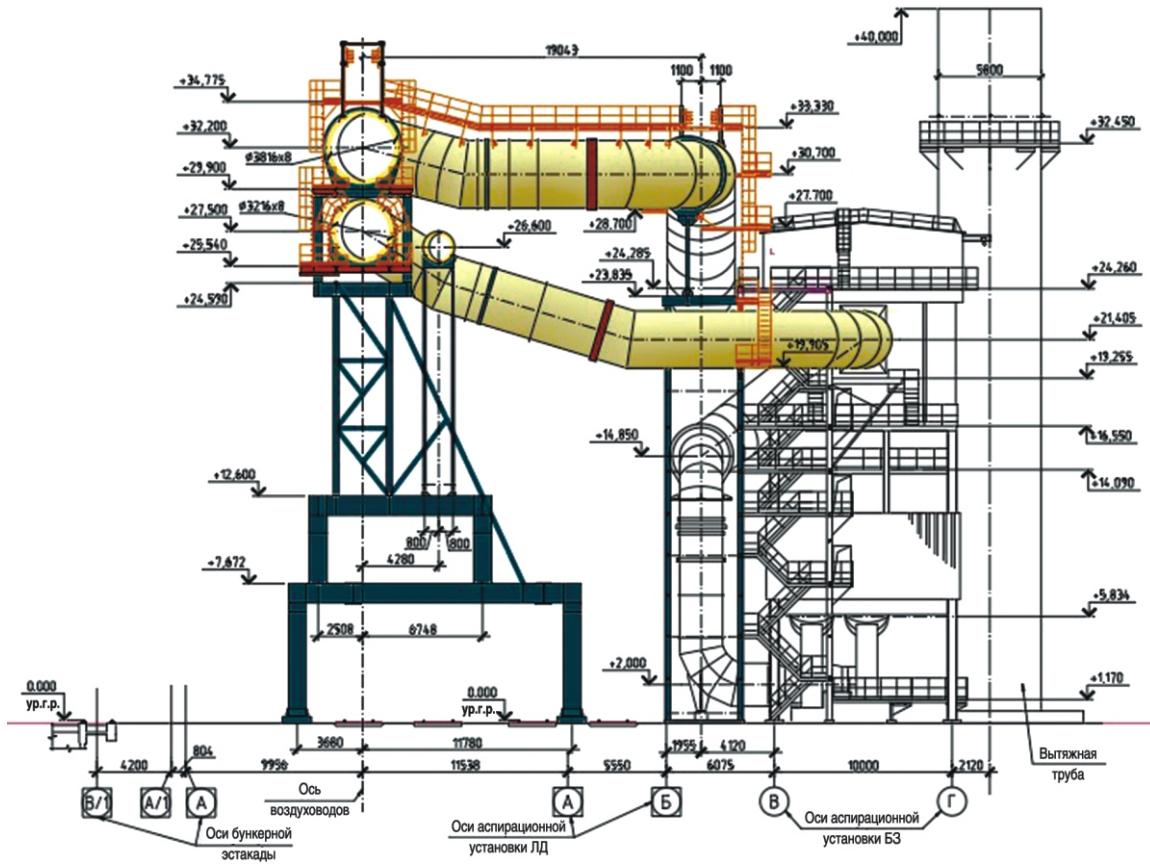


Рис. 3.  
Подвод аспираційних воздуховодів к фільтру  
и выбросній трубі

создание конструктивов определенного предельного веса, что обусловило применение для пролетного строения высокопрочной стали класса С440 марки 06Г2Б согласно ТУ У 27.1-26416904-150:2005.

Контрольная сборка арочного пролетного строения выполнена на заводе-изготовителе, после чего конструкции были разобраны и россыпью доставлены на строительную площадку.

Монтаж металлоконструкций был осуществлен ООО «Криворожская Строительная Компания» (далее ООО «КСК»).



Рис. 4. Сборка арочного пролетного строения на строительной площадке

Непосредственно на строительной площадке, на специально отведенном месте для укрупнительной сборки, арочное пролетное строение было собрано целиком в единый пространственный блок весом 136 т (рис. 4).

Укрупнительная сборка арочного пролетного строения в единый блок выполнялась в специальном кондукторе, обеспечивающем устойчивое пространственное положение и проектную геометрию составных частей блока на период сборки.

Монтаж укрупненного блока в проектное положение был осуществлен одним краном (рис. 5).

Строповка укрупненного блока выполнена с помощью системы траверс и систем самоцентрирующихся стропов с общей нагрузкой на крюк крана 149,9 т (рис. 6). Система траверс представляет собой одну продольную и две поперечные траверсы, к концам которых через шарнирные захваты присоединена система самоцентрирующихся стропов.

Воздуховоды внутри арки монтировались после ее надежного проектного крепления на опорах.

Отдельные укрупненные блоки воздуховодов длиной до 24 м подавались с двух противоположных концов арочного пролетного строения, а затем затягивались в проектное положение с последующим креплением в районе седел.



Рис. 5. Монтаж арочного пролетного строения

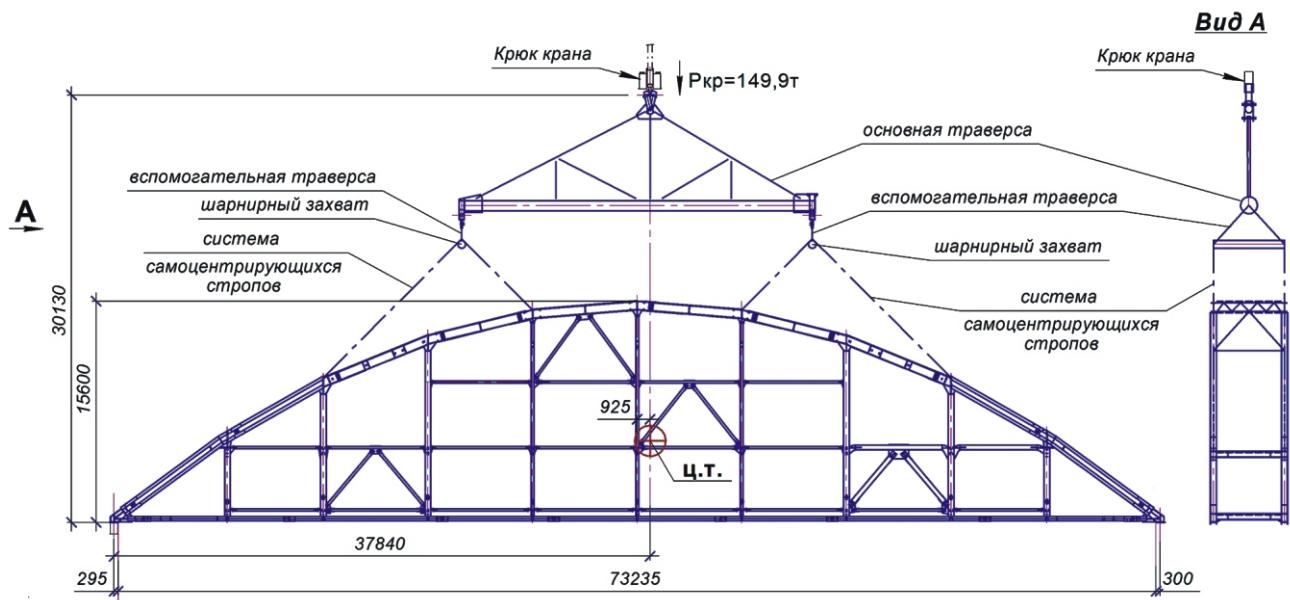


Рис. 6. Схема строповки блока арочного пролетного строения



Рис. 7. Общий вид конструкции с установленными технологическими трубопроводами

Все монтажные приспособления, а также технологические карты по укрупнительной сборке, монтажу арочного пролетного строения, перемещению блоков воздуховодов внутри пролетного строения были запроектированы ООО «КСК» и согласованы с ООО «Метинвест Инжиниринг» (рис. 7).

Эффект от внедрения аспирационной системы с арочным пролетным строением:

- Экономия материально-технических ресурсов и сокращение времени строительства за счет прокладки трассы воздуховодов по кратчайшему к фильтрам пути.
- Улучшение условий труда технологического персонала и, как результат, снижение риска возникновения нештатных ситуаций из-за «человеческого фактора».
- Создание условий для улучшения экологических показателей работы комплекса доменной печи.
- Уменьшение вероятности выхода из строя технологического оборудования.
- Снижение затрат электроэнергии на каждую тонну уловленной пыли.

- [1] Любин А.Е. Надземные промышленные трубопроводы металлургических предприятий. Металлические конструкции. – К.: Изд-во «Сталь», 2013.
- [2] Стрелецкий Н.С. Курс металлических конструкций. Ч.III. Металлические конструкции специальных сооружений. – М.: Стройиздат Наркомстроя, 1944.
- [3] Сахновский М.М. Технологичность строительных сварных конструкций. – К.: Изд-во «Будівельник», 1970.