

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ КБ
№4 (ПАО «ЯСИНОВСКИЙ КХЗ»),
ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ РАБОТЫ НА
ВЛАЖНОЙ И ТЕРМИЧЕСКИ
ПОДГОТОВЛЕННОЙ ШИХТЕ (ТПШ)**

**CONSTRUCTION FEATURES OF COKE-
OVEN BATTERY № 4 (PJSC
“YASINOVSKY COKING PLANT”),
DESIGNED TO WORK ON A WET AND
DRY COAL BLEND (TPB)**

© 2013 Чаленко В.И., (ПАО «ЯКХЗ»),
Бежин В.И., Дариенко В.Е.
(ЧАО «Коксохимпроект»),
Шульга И.В., к.т.н. (ГП «УХИИ»)

Chalenko V.I.,
(PJSC “Yasinovsky Coking Plant”)
Bezhin V.I., Darienko V.E.,
(PJSC “Koksohimproekt”),
Shulga I.V., PhD in technical sciences
(SE “UKHIN”)

Изложены конструктивные особенности печей, отопительной системы и оборудования реконструированной коксовой батареи № 4 ПАО «ЯКХЗ», предназначенной для работы на влажной и термически подготовленной шихте. Показаны специальные приемы работы при загрузке термически подготовленной шихты.

The article describes the construction features of furnaces, heating systems and equipment of the reconstructed coke-oven battery number 4 of PJSC “Yasinovsky Coking Plant” intended for use on wet and dry coal charge. A special techniques for working during the loading of the dry coal charge are shown.

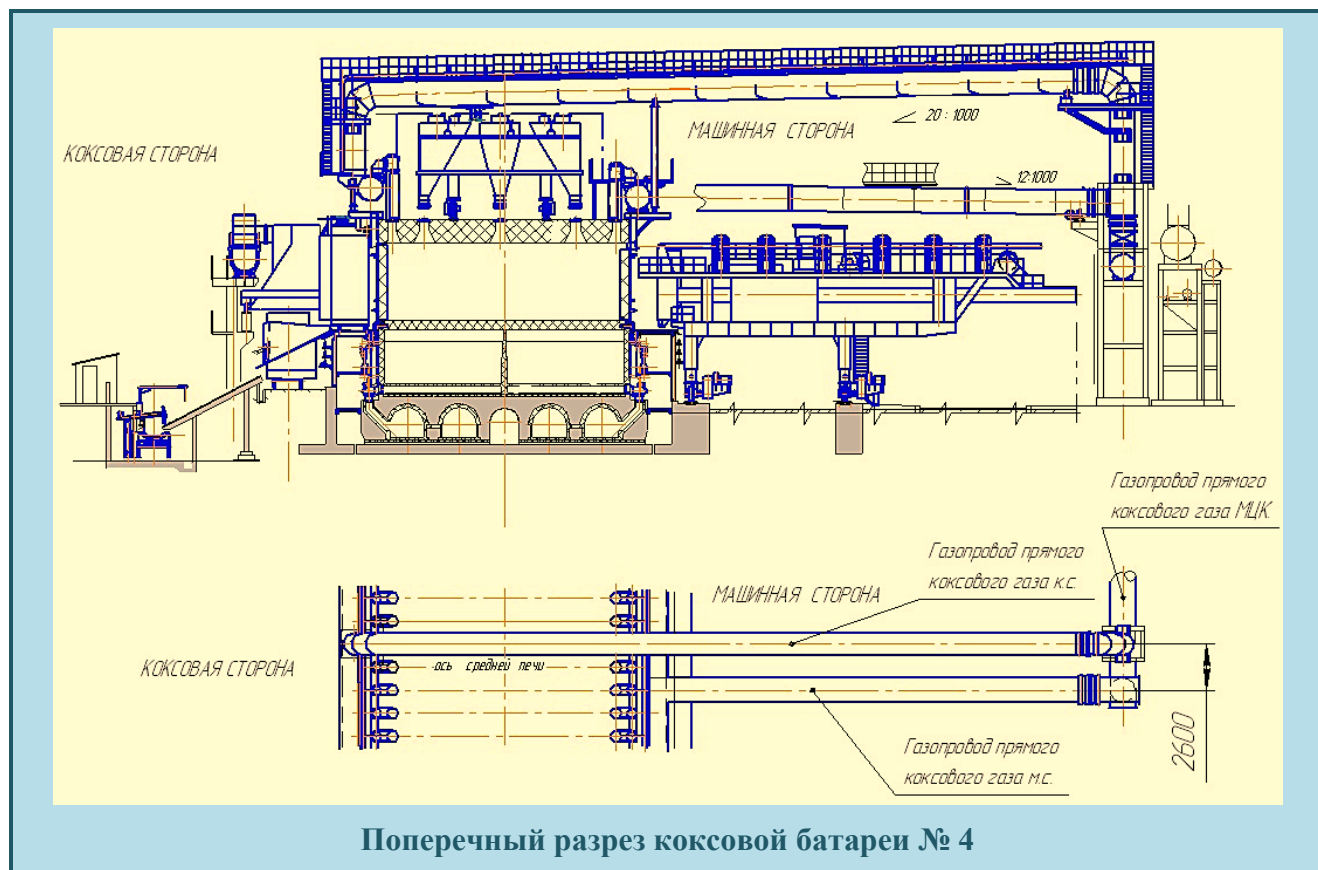
Ключевые слова: коксовая батарея, термическая подготовка шихты, бездымная загрузка, коксовые машины.

Keywords: coke-oven battery, thermal preparation of coal blend, smokeless charging, coke machines.

Коксовая батарея (КБ) № 4 работала на Ясиновском КХЗ с 1953 по 1996 гг. и была остановлена в связи с полным физическим износом. При принятии в 2008 г. решения о реконструкции батареи специалисты ПрАО «Донецксталь»-МЗ» и коксохимического предприятия руководствовались общими тенденциями развития коксохимического производства в мире и в нашей стране, – в частности, необходимостью снижения себестоимости кокса, в которой затраты на угольную шихту составляют 85,0-92,5 %. При этом в рамках промышленного процесса слоевого коксования в непрерывно работающих батареях коксовых печей периодического действия основное внимание уделяется развитию технологий подготовки шихты, позволяющих увеличить в ней содержание более дешевых углей с меньшей спекаемостью, – желательны, малометаморфизованных, доля которых в общих геологических запасах каменных углей в нашей стране превышает 60 %. Наибольшее количество малометаморфизованных углей, в частности газовых, позволяет использовать технология коксования термически подготовленных шихт. Поэтому, с учетом имеющегося на ПАО «ЯКХЗ» опыта промышленного использования данной технологии, было принято решение в конструкции коксовой батареи № 4 предусмотреть возможность коксования как влажной, так и термически подготовленной шихты. Проектная документация на коксовую батарею выдавалась ЧАО «Коксохимпроект» в 2009-2010 гг.

В объеме реконструкции комплекса коксовой батареи № 4 были предусмотрены: новая батарея с частичным использованием существующей фундаментной плиты старой КБ № 4, коллектор беспылевой выдачи кокса с третьим опорным рельсом для двересъемной машины, межцеховые коммуникации – газопровод прямого коксового газа с сепаратором на трассе межцеховых коммуникаций (МЦК), коксовая рампа № 2 с объектами подачи кокса на коксортировку (натяжная станция, перегрузочная станция, галерея конвейера К-4), промышленная установка термической подготовки шихты (ТПШ) производительностью 85,0 т/ч, малая конденсация и др.

После реконструкции печи батареи № 4 характеризуются основными размерами и параметрами, приведенными в табл. 1. Общий вид батареи (поперечный разрез) с комплектом коксовых машин и газопроводами прямого газа представлен на рисунке.



Поперечный разрез коксовой батареи № 4

Проектирование кладки перекрытия батареи выполнено со швом скольжения между динасовой и шамотной кладкой. Ряды кладки перекрытия камеры 55-57, 1в-7в выполнены из динасового кирпича. Начиная с ряда 58, 8в кладка выполнена из шамотного кирпича. Кладка загрузочных и газоотводящих люков в зоне рядов 55-57 выполнена также из динасового кирпича.

В перекрытии камеры по сторонам батареи предусмотрено два газоотводящих люка с площадью сечения, увеличенной на 30 % в расчете на больший объем газов, выделяющихся при загрузке и коксовании шихты. Также предусмотрены три загрузочных люка одинаковой конструкции. Взаимное расположение загрузочных, газоотводящих люков и путей углезагрузочного вагона предусмотрено аналогично батареям №№ 1-3.

В связи с разным ростом динасовой и шамотной кладки, оси загрузочных и газоотводящих люков, а также шахточек в динасовой и шамотной кладке смещены друг относительно друга так, чтобы после разогрева их оси совместились. Таблица 1

Техническая характеристика КБ № 4

Параметр	Значение
Количество камер коксования, шт.	53
Полезный объем камеры коксования, м ³ :	
– при загрузке ТПШ	24,3
– при загрузке влажной шихтой	25,2
Средняя ширина камеры, мм	480
Осевое расстояние, мм	1300
Средняя ширина простенка, мм	820
Конусность камеры, мм	60
Высота камеры (общая), мм	4300
Высота камеры (полезная), мм:	
– для ТПШ	3850
– для влажной шихты	4000
Осевое расстояние между вертикалами, мм	480
Оборот печей, ч:	
– при загрузке ТПШ	14,5
– при загрузке влажной шихтой	18,0
Режим работы батареи:	
– рабочих дней при загрузке ТПШ	329
– рабочих дней при загрузке влажной шихтой	36
Производительность в год по коксу валовому 6 %-й влажности при работе на ТПШ, тыс. т/год	460
Производительность в год по коксу валовому 6 %-й влажности при загрузке только влажной шихтой, тыс. т/год	383
Количество вертикалов в отопительном простенке, шт.	28
Ширина простенка с машинной стороны, мм	850
Ширина простенка с коксовой стороны, мм	790
Ширина регенератора, мм	952
Ширина крайних регенераторов, мм	320
Уровень обогрева, мм	800
Высота перекрытия камеры в холодном состоянии, мм	1316
Высота зоны подовых каналов и регенераторов, мм	2940
Высота корнюрной зоны, мм	1194
Длина простенка в холодном состоянии, мм	13980
Количество газоотводящих люков, шт.	2
Количество загрузочных люков, шт.	3
Расстояние от оси крайней печи до контрфорсов, мм	2000

В перекрытии камеры в шамотной кладке не предусмотрены закладка головок после роста батареи и заливка броней. Предусматривается отдельное поперечное армирование динасовой и шамотной частей кладки перекрытия камер на время разогрева печей. При этом пружинный узел армирования располагается максимально близко к шву скольжения, а листы армирования обладают подвижностью относительно пружинного узла во время роста батареи.

Для обеспечения газоплотности кладки батарея армируется бронями с помощью анкерных колонн и поперечных анкерных стяжек. Брони изготовлены литыми из чугуна и установлены со стыком по оси камеры. Они прижимаются к головной части простенка с машинной и коксовой сторон с помощью специальных узлов армирования, установленных на анкерных колоннах. Предусмотрено три узла армирования брони по высоте: сверху, посередине и внизу, два узла армирования стен регенераторов, а также промежуточное армирование стен регенераторов. Двери коксовых печей приняты типовой конструкции с двумя винтовыми ригелями и уплотняющими рамками с уплотнением типа «железо по железу». Наличие газоотводящих каналов позволяет исключить газование дверей.

Анкерные колонны запроектированы усиленными, сварной конструкции, коробчатого сечения. Для удобства изготовления, монтажа и замены анкерных колонн в период эксплуатации все колонны выполнены одной (максимальной) высоты. Поперечные анкерные стяжки изготовлены с пружинными узлами, установленными отдельно на каждой стяжке. Стяжки укладываются в трубы, расположенные в каналах перекрытия печей, что обеспечило подвижность стяжек с машинной стороны на коксовую и позволило установить пружинные узлы только с машинной стороны. Продольные стяжки имеют пружинные узлы армирования, которые устанавливаются в пазах-карманах на контрфорсах.

Наверху батареи установлены рамы загрузочных люков прямоугольной формы. Их конструкция позволяет отказаться от использования специальных люковых марок в кладке батареи путем уплотнения жаропрочным бетоном, исключить прососы сырого коксового газа к анкерным стяжкам и предотвратить их прогорание. Крышки загрузочных люков – типовой конструкции, позволяющей выполнять их съём и установку механизированным способом с помощью люкосъёмов, устанавливаемых на углезагрузочной машине.

Проектом предусмотрен боковой обогрев батареи только коксовым газом, подаваемым через новые газопроводы коксового газа с новыми реверсивными (кантовочными) кранами. Газопроводы располагаются в тоннелях с машинной и коксовой стороны батареи на специальных площадках.

Для обеспечения подачи обратного коксового газа на обогрев батареи № 4 запроектирован новый газопровод диаметром 1020 мм. Газопровод выполнен самонесущим (без опорного моста) от существующего штуцера на общем газопроводе обратного коксового газа КБ №№ 1-4, расположенном на МЦК, с уклоном в сторону концевой площадки батареи № 4. Тем самым обеспечен сброс конденсата из газа в сторону газоподогревателя.

Газоподогреватель установлен на концевой площадке на уровне пода печей, что обеспечивает безопасную эксплуатацию и ремонты. Все газовые задвижки размещаются на открытом воздухе.

Проектом реконструкции батареи предусмотрен новый кантовочный механизм с установкой кантовочной и обезграфичивающей лебедок с верхними расположениями их рычагов и тросовым соединением с боковыми штангами кантовочного механизма. Лебедки установлены на новых фундаментах в кантовочном помещении на нулевой отметке концевой площадки. Управление лебедками – автоматическое. Направление потоков газа, воздуха и продуктов горения в отопительной системе печей изменяется через каждые 20 мин. При реконструкции батареи предусмотрена установка новых реверсивных (газовоздушных) клапанов, обеспечивающих отвод продуктов горения в боковые боровы машинной и коксовой сторон, а далее – через общий боров в дымовую трубу.

Конструкция оборудования для отвода сырого коксового газа из камер учитывает возможность коксования как термически подготовленной, так и влажной шихты. Газоотводящее оборудование включает в себя два газосборника, два стояка для каждой камеры коксования, перекидные и общий газопроводы прямого газа, регулировочные дроссели с гидроприводами и др.

Газосборники устанавливаются на кронштейнах, которые крепятся к анкерным колоннам. Для обеспечения сброса коксового газа газосборники снабжены свечами диаметром 630 мм с гидрозатворами. Свечи оборудуются устройствами для автоматического открывания и запальниками.

Газоотводящие стояки со встроенными клапанными коробками имеют гидравлический привод открывания-закрывания крышек. Корпус клапанной коробки выполнен единым с плоскими наклонными фланцами присоединения к штуцеру газосборника. Диаметр проходного сечения стояков увеличен до 480 мм, что способствует лучшей эвакуации газов загрузки, уменьшению скорости потока газов через сечение стояков, и как следствие, снижению уноса пыли в газосборник. Крышка стояка – с пневмоуплотнением, раструб стояка – с гидроуплотнением. Это полностью исключает газование стояков и раструбов, что подтверждается многолетней эксплуатацией таких конструкций на заводах Украины.

На машинной стороне батареи установлен газосборник круглой формы диаметром 1420 мм с уклоном (6 мм на один погонный метр) к середине. В середину газосборника

непосредственно врезается горизонтальный газопровод диаметром 1420 мм, передающий прямой коксовый газ в общий газопровод. Это позволяет обеспечить отвод обратной аммиачной воды от газосборника по газопроводу в сепаратор и далее на механизированные осветлители.

На коксовой стороне батареи предусмотрен круглый газосборник того же диаметра со встроенными клапанными коробками и уклоном от середины батареи в сторону концевой и промежуточной площадок. Эвакуация надсмольной воды из газосборника через гидрозатворы производится по отдельным трубопроводам обратной аммиачной воды на специальные механизированные осветлители КБ № 4, предназначенные для отстоя от твердых частиц. Газосборник соединен отдельным перекидным газопроводом с общим газопроводом прямого коксового газа.

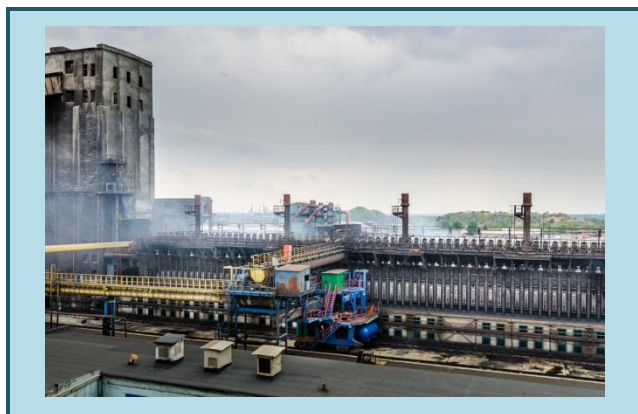
Газопроводы прямого коксового газа от машинной и коксовой сторон запроектированы самонесущими без опорных мостов (ферм). Регулировочные дроссели (бабочки) с гидроприводами установлены на вертикальных участках перекидных газопроводов перед врезкой в общий газопровод.

На газосборниках и газопроводах прямого коксового газа предусмотрены обслуживающие площадки, на которые укладываются технологические трубопроводы подачи аммиачной воды, гидроинжекции, гидро- и пневмосистемы стояков и т.п. Ширина обслуживающих площадок – 1500 мм.

Для обеспечения бездымной загрузки коксовых печей используется гидроинжекция – подача аммиачной воды в колено стояка через форсунку орошения под давлением 3,0-3,5 МПа. С этой целью с машинной стороны батареи предусмотрена специальная насосная с установкой двух насосов (один – рабочий, один – резервный), обеспечивающих подачу аммиачной воды высокого давления. Подвод воды к насосной осуществляется из коллектора аммиачной воды от отделения конденсации. В дальнейшем (при реконструкции батареи № 3) предполагается дооборудование насосной для работы на две батареи.

Наличие аммиачной воды высокого давления на верху батареи позволяет использовать ее для обеспечения сгона фусов и угольной пыли из газосборников, а также продувки аммиакопроводов после газосборника коксовой стороны от отложений угольной пыли. Применение гидроинжекции газов загрузки печей практически обеспечивает исключение выбросов угольной пыли и сырого коксового газа в атмосферу при загрузке печей обоими типами шихты (влажной и термоподготовленной).

Отвод коксового газа при работе на влажной шихте предусмотрен по обычной схеме – от двух газосборников по отдельным газопроводам в общий газопровод МЦК. При коксовании термоподготовленной шихты перекидной газопровод коксовой стороны отключается от общего газопровода (на МЦК) запорной арматурой, и газосборник коксовой стороны служит в качестве загрузочного. На период загрузки печей и в первые 30-40 мин коксования (период «кипения» ТПШ в печи) клапанные коробки пяти-шести отгазованных печей (за один час до выдачи) подключаются к газосборнику коксовой стороны, а остальные печи отключаются. Также на это время клапанные коробки свежезагруженных ТПШ печей отключаются от газосборника машинной стороны. Запыленные газы загрузки, проходя через стояки в газосборник коксовой стороны, орошаются аммиачной водой, а затем через подсводовые пространства пяти-шести близких к выдаче печей за счет потери скорости газа очищаются от угольной пыли и поступают в газосборник машинной стороны через орошаемые стояки с этой стороны, и далее вместе с прямым коксовым газом по общему газопроводу подаются на первичные газовые холодильники.



Надсмольная вода газосборника с коксовой стороны содержит преимущественно мелкие угольные частицы, поэтому ее осветление производится на индивидуально закрепленных двух механизированных осветлителях. Имеющееся оборудование позволяет в течение одного часа переводить батарею на коксование другого типа шихты без изменения температурного и гидравлического режимов.

При реконструкции батареи № 4 выполнены новые пути углезагрузочной и двересъемной машин, тушильного вагона и коксовыталкивателя. Для обеспечения надежной работы путей углезагрузочной машины в кладке батареи по осям простенков предусмотрены специальные закладные детали. Это позволяет вертикальную нагрузку от машины передавать на простенки, исключая передачу ее на перекрытие печей.

Пути коксовыталкивателя выполнены без использования деревянных шпал. Рельсовый путь укладывается на стальной лист толщиной 40 мм, который непосредственно опирается на железобетонный фундамент. Между фундаментом и металлическим листом для гашения вибрационных колебаний укладывается транспортерная лента. Рельс к листу крепится ребрами-петушками, привариваемыми только к листу.

Для проведения работ на концевой площадке установлены поворотные-опускающиеся станции для ремонта дверей, стационарные вращающиеся станции (на 3 двери) для отремонтированных дверей и приема дверей, выводимых в ремонт. Предусмотрены специальные гаражи для работ по ремонту и замене футеровки дверей.

Для ремонтных работ по замене стояков, рам загрузочных люков, бункеров и механизмов углезагрузочной машины на концевой площадке предусмотрена установка специального консольного крана грузоподъемностью 3 т. На концевой площадке предусмотрены станции для ремонта и смены выталкивающих и планирных штанг коксовыталкивателя.

При реконструкции имеющийся фундамент старой КБ № 4 был усилен. Был построен новый контрфорс с фундаментом со стороны угольной башни. Его конструкция рассчитана на восприятие вертикальной нагрузки от этажерки высотой ~ 47 м и оборудования установки термической подготовки шихты. Второй стороной этажерка опирается на закладные детали в усиленных колоннах угольной башни.

Для обслуживания коксовой батареи № 4 предусмотрен комплект коксовых машин, состав которого приведен в табл. 2.

Все коксовые машины предназначены для обслуживания батареи при загрузке ее обоими типами шихты. Конструкция машин соответствует современным требованиям, включает ряд принципиально новых технических решений, использующих современный передовой опыт. На новой углезагрузочной машине, помимо двух крайних бункеров, работающих на обеих шихтах, предусмотрен третий (средний) бункер для работы только с влажной шихтой. Кроме того, для ликвидации выбросов газов загрузки помимо гидроинжекции предусмотрены опускающиеся кожухи с прижимной резиной вокруг загружаемых люков.

Строительно-монтажные работы были выполнены в 2009-2011 гг. После этого специалистами предприятия совместно с бригадой ГП «Коксохимстанция» были проведены сушка и разогрев батареи, перевод ее на постоянный обогрев, пуск и освоение при работе на влажной шихте. В 2013 г., с пуском реконструированной установки термической подготовки,

началось освоение работы этой установки и коксование термически подготовленных шихт. Таблица 2

Состав комплекта коксовых машин

Наименование	Количество, шт.
Коксовыталкиватель	2 (1 рабочий, 1 резервный)
Углезагрузочная машина	2 (1 рабочая, 1 резервная)
Двересъемная машина с зонтом и передаточной тележкой БВК	2 (1 рабочая, 1 резервная)
Электровоз	2 (1 рабочий, 1 резервный)
Коксотушильный вагон	2 (1 рабочий, 1 резервный)

Эффективность использования термической подготовки шихты перед коксованием определяется комплексом факторов, как улучшающих показатели производства, так и требующих определенных дополнительных затрат. К первым из них относятся:

- снижение заготовительной стоимости шихты в результате привлечения в нее более дешевых газовых углей;
- увеличение производительности коксовых батарей за счет снижения на 15-25 % периода коксования.

Основным фактором, обуславливающим дополнительные затраты, является строительство и эксплуатация в комплексе коксовой батареи специальной установки по термической подготовке шихты.

Анализ влияния всех перечисленных факторов (с учетом изменения выхода и качества получаемых продуктов) показывает, что наибольший вклад в технико-экономическую эффективность использования термической подготовки оказывает увеличение производительности коксовых батарей, то есть использование этой технологии наиболее эффективно в периоды экономического подъема, в условиях роста спроса на кокс. В условиях экономической стагнации главным положительным фактором становится удешевление шихты, то есть наиболее эффективным использованием термической подготовки шихты будет при производстве высокорреакционного кокса для недоменных потребителей, в частности, – для нужд ферросплавного производства.

Рукопись поступила в редакцию 08.08.2013