

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ  
ГИПРОКОКСА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА  
НОВЫХ И РЕКОНСТРУКЦИИ  
СУЩЕСТВУЮЩИХ КОКСОВЫХ  
БАТАРЕЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

© 2009 Рудыка В.И., к.э.н., Зингерман Ю.Е.,  
Каменюка В.Б., Суренский О.Н.,  
Коськова Г.Э., Деревич В.В.,  
Гушин В.А. (Гипрококс)

*В статье представлены разработки Гипрококса для строительства новых и реконструкции действующих в настоящее время коксовых батарей. Дан анализ отечественной и мировой практики и сформулированы рекомендации Гипрококса по основным направлениям нового строительства и по реконструкции существующего печного фонда.*

*In the article Giprokoks designs are presented for building of new and reconstruction of operating coking batteries. The analysis of national and world practice is given, Giprokoks recommendations are formulated on the new building basic directions and on the reconstruction of the existent coke oven batteries.*

Ключевые слова: кокс, печь, оборудование тушения, строительство, реконструкция, передовые разработки, качество кокса, снижение выбросов.

Поддержание существующего печного фонда в работоспособном состоянии вызывает необходимость реконструкции и технического переоснащения коксохимических предприятий на новой технической основе с осуществлением комплекса мероприятий по повышению эффективности производства, экологической безопасности и улучшению условий труда. В последние годы на основании анализа отечественной и мировой практики производства кокса Гипрококсом разработаны оптимальные технические решения по новому строительству и по реконструкции коксовых батарей. Реализация каждого из этих вариантов может осуществляться по двум направлениям.

Реконструкция коксовых батарей может осуществляться как с сохранением существующей производственной мощности, так и с ее увеличением на 15-20 %. При этом увеличение мощности достигается за счет изменения основных габаритных размеров, а также уменьшения толщины стенки камеры коксования до 90-100 мм. Предусматривается максимально возможное использование существующих фундаментов коксовой батареи, угольной башни, дымовой трубы, фундаментов путей коксовыткаткивателя и других сооружений с незначительной их реконструкцией.

Строительство новых коксовых батарей может осуществляться на свободной территории или на месте существующих изношенных батарей. Такие коксовые батареи отличаются увеличенным полезным объемом камер коксования (41,3-63,4 м<sup>3</sup>) и большой производительностью (900-1250 тыс. т/год кокса 6 % влажности).

Типоразмеры коксовых батарей различной емкости камер коксования, разрабатываемых в настоящее время Гипрококсом при новом строительстве и реконструкции, приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Объем камер коксования, м <sup>3</sup>	Размеры печей (в холодном состоянии), мм			Осевое расстояние, мм	Подвод отопительного газа	Обогрев
		Длина	Высота	Ширина			
1	21,6	13980	4300	410	1143	боковой	комбинированный кокосовый газ бедный газ
2	24,6	13120	4300	500	1233	боковой	кокосовый газ
3	23,5	13120	5000	410	1200	боковой	комбинированный
4	27,3	15040	5000	410	1260	нижний	комбинированный
5	30,0	15040	5000	450	1260	нижний	кокосовый газ
6	35,8	15900	5000	500	1340	боковой нижний	кокосовый газ
7	30,3	15040	5500	410	1260	нижний	кокосовый газ
8	32,3	15900	5500	410	1300	нижний	комбинированный
9	35,2	15900	5500	450	1300	боковой	кокосовый газ
10	35,5	14940	5500	480	1300	боковой	кокосовый газ
11	30,7	13980	6000	410	1320	боковой	комбинированный кокосовый газ
12	32,7	13120	6200	450	1320	боковой	комбинированный
13	41,3	15860	7000	410	1400	нижний	комбинированный кокосовый газ
14	42,9	15860	6650	450	1400	нижний боковой	кокосовый газ
15	51,0	16820	7000	480	1570	нижний	кокосовый газ бедный газ
16	63,4	18740	7400	500	1650	нижний	кокосовый газ

Одним из основных преимуществ печей конструкции Гипрококса является максимальная простота схемы обогрева и доступность для обслуживания и контроля основных элементов отопительной системы.

Модернизация кладки коксовых батарей осуществляется в плане герметизации и упрочнения отдельных узлов и зон, применения улучшенной перевязки швов, различных замковых соединений, дополнительного шпунтования, а также путем устройства швов скольжения между массивами динаса и шамота, имеющими различные коэффициенты термического расширения. В частности, на коксовых батареях, введенных в эксплуатацию за последние 5 лет, проектом предусматривается шов скольжения в перекрытии печей. Это позволяет обеспечить сохранность кладки, ее монолитность и герметичность при разогреве и дальнейшей эксплуатации (рис. 1).

Выполнение кладки стен камер коксования с чередованием стыков стеновых изделий через 3 ряда уменьшает образование преждевременных разрушений (сплошных вертикальных трещин). Для устойчивой работы обогревательного простенка и для предотвращения его отклонения от вертикали в процессе эксплуатации предусматривается т. наз. «зашемление» простенка в перекрытии печей.

Уменьшение толщины стен камер коксования позволяет повысить скорость коксования (при этом период коксования изменяется на 5,4-6,5 минуты на каждый миллиметр изменения толщины стенки при постоянной температуре в обогревательных каналах) [1]. В целях повышения термической эффективности работы коксовых печей, для кладки отопительных простенков в ряде проектов коксовых батарей (КБ) применены огнеупоры, обеспечивающие уменьшенную толщину стен камер: КБ №1 Пьембино, Италия – 100

мм, КБ №1 ОАО «ЗСМК», Россия – 90мм, КБ №1 ООО «КЗ Ченстохова Нова», Польша – 100мм. За счет этого при сохранении периода коксования обеспечивается снижение температур в обогревательных простенках, а, следовательно, и уменьшение расхода тепла на коксование. Также снижается количество вредных выбросов в атмосферу. Обследование КБ № 1 ОАО «ЗСМК» показало хорошее состояние кладки, при этом трещин и деформации кладки не обнаружено. Для КБ № 2-бис ОАО «МК «Азовсталь» и № 7 ОАО «Северсталь» толщина стен камер коксования предусматривается разной по высоте (в пределах соответственно 115-105 мм и 105-95 мм). При этом более широкие стеновые изделия выполняются со специальными пазами со стороны обогревательного простенка, что увеличивает поверхность теплопередачи и обеспечивает равномерность температур по высоте камеры при заданном периоде коксования.

При разработке проектов как нового строительства, так и реконструкции, Гипрококсом уделяется большое внимание повышению производительности коксовых батарей. Эта цель достигается увеличением емкости камер коксования, в частности, увеличением ширины камеры, и, в свою очередь, позволяет обеспечивать менее напряженный режим работы коксовых машин. В 2006 г введены в эксплуатацию коксовая батарея № 4-

бис АОЗТ «Харьковский коксовый завод» с печами шириной 500 мм и коксовая батарея № 5 ОАО «Алтайкокс» с печами шириной 480 мм (рис. 2). На коксовых батареях № 1 и № 2 ОАО «ЗСМК» после реконструкции ширина камер увеличена до 480 мм (рис. 3).

При реконструкции коксовых батарей с объемом камер 41,6 м<sup>3</sup> применяется как сохранение основных габаритных размеров печей, так и изменение размеров камеры коксования с увеличением средней ее ширины до 450 мм и уменьшением высоты до 6650 мм. Одним из важнейших преимуществ увеличения ширины камер коксования является возможность снижения выбросов газов и пыли при загрузке шихты и выдаче кокса из печей за счет уменьшения количества выданных печей при той же производительности. Полученный в таких печах кокс отличается большей крупностью и прочностью при той же истираемости. По мнению Гипрококса ширина камер коксования 450 мм является более предпочтительной, чем 410 мм.

Такие технические решения реализованы в проектах коксовых батарей № 3 ОАО «Кокс» (г. Кемерово) и №1-бис ОАО «Запорожкокс».

В табл. 2 приведен перечень коксовых батарей, построенных по проектам Гипрококса и введенных в эксплуатацию с 2005 г.

Таблица 2

№ п/п	Предприятие, коксовая батарея	Объем камер коксования, м <sup>3</sup>	Дата пуска
1	ОАО «НЛМК» (Россия), КБ № 1	23,7	11.11.2005
2	ОАО «ЗСМК» (Россия), КБ № 1	35,5	22.12.2005
3	ООО «КХЗ ДУНАФЕРР-ДБК» (Венгрия), КБ № 3	42,0	15.03.2006
4	АОЗТ «Харьковский КЗ» (Украина), КБ №4-бис	24,6	09.06.2006
5	ОАО «Ясиновский КХЗ» (Украина), КБ № 1	21,6	07.2006
6	ОАО «Алчевсккокс» (Украина), КБ № 10-бис	35,8	26.10.2006
7	ОАО «Алтай кокс» (Россия), КБ № 5	51,0	25.10.2006
8	ОАО «Северсталь» (Россия), КБ № 3	21,6	28.10.2006
9	«Миттал Стил Темиртау» (Караганда), КБ № 7	41,3	09.11.2006
10	ОАО «Миттал стил Кривой Рог» (Украина), КБ № 4	30,7	19.01.2007
11	ОАО «НЛМК» (Россия), КБ № 2	23,7	25.01.2007
12	ОАО «Кокс» (Россия), КБ № 3.	42,9	27.04.2007
13	ОАО «Миттал стил Кривой Рог» (Украина), КБ № 3	30,7	27.12.2007
14	РАКSTEEL (Пакистан), КБ № 2	30,5	03.10.2008
15	КЗ Радлин (Польша), КБ № 1-бис	35,8	24.11.2008

Большой объем работ был выполнен и выполняется сегодня Гипрококсом по реконструкции существующих и строительству новых коксовых батарей в Индии, Пакистане, России, Польше, Турции, Бразилии. Перечень коксовых батарей, запроектированных в 2005-2009 гг., приведен в табл. 3.

Предлагаемые технические решения по коксовым машинам соответствуют современному уровню в области коксового производства. На углезагрузочных машинах предусмотрена регулируемая загрузка

коковых печей с помощью шнековых питателей, а для взвешивания шихты в каждом бункере установлены тензодатчики. Двересъемные машины платформенного типа выполнены с опорой ходовых колес на обслуживаемую площадку и эстакаду УБВК, обслуживающие печи с одной установки. Зонт коксонаправляющей оснащен газоперепускной тележкой.

На машинах, обслуживающих коксовую батарею, применяются:

- бесконтактные системы управления;
- бортовые управляющие комплексы с использованием микропроцессоров;
- гидроприводы для исполнительных механизмов;
- программное автоматизированное управление группами операций;
- система позиционирования;
- устройства по автоматической регистрации времени выдачи и номера печи;

- механизмы передвижения, оснащенные приводами с частотным регулированием.

Машины оборудованы:

- механизмами и устройствами для механизации трудоемких работ;
- устройствами для бездымной загрузки печей;
- устройствами для беспылевой выдачи кокса;
- устройствами для кондиционирования воздуха в кабинах машинистов и кабинах электрооборудования.

Таблица 3

№ п/п	Предприятие, коксовая батарея	Объем камер коксования, м <sup>3</sup>	Размеры камеры коксования, мм
1	ОАО «Запорожжкокс» (Украина), КБ № 1-бис	42,9	15860·6650·450
2	ОАО «МК «Азовсталь» (Украина), КБ № 2-бис	41,3	15860·7000·410
3	МЗ в Бхилаи (Индия), КБ № 5, 6	21,6	13980·4300·410
4	ОАО «ММК» (Россия), КБ № 11-бис	51,0	16820·7000·480
5	РАКСТЕEL (Пакистан), КБ № 1	30,5	15160·5500·410
6	Искендерунский МК (Турция), КБ № 4	27,3	15040·5000·410
7	ПССО (Индия), КБ № 11	41,3	15860·7000·410
8	ОАО «Северсталь» (Россия), КБ № 7	32,1	15900·5500·410
9	КЗ Ченстохова Нова (Польша), КБ № 1	20,0	13170·3800·460
10	ООО «Мечел-Кокс» (Россия), КБ № 6	21,6	13980·4300·410
11	ОАО «Северсталь» (Россия), КБ № 4	21,6	13980·4300·410
12	МЗ в Бхилаи (Индия), КБ № 11	41,6	16000·7000·410
13	МЗ фирмы USIMINAS (Бразилия), КБ № 3-4	37,7	15500·6000·450

Для коксовых батарей с высотой камер коксования 5,5 м и ниже предусматривается электровоз (гидровоз) пониженной высоты. Это в свою очередь позволяет улучшить отсос пылегазовоздушной смеси при выдаче кокса из печей.

Внедряемые гидроприводы (технологическое оборудование и коксовые машины), в т. ч. стояки, гидравлическое кантовочное устройство, опускающиеся станки для ремонта дверей, затворы угольной башни, централизованная смазка кранов отопительного газа позволяет упростить кинематические схемы, продлить срок службы механизмов, уменьшить массу машин и оборудования.

Вышеуказанные решения выполнены в рабочих проектах реконструкции коксовой батареи №1-бис ОАО «Запорожжкокс», №1-бис коксового завода в г. Радлин (Польша). Такое решение будет также реализовано и для коксовой батареи №1 Хута Ченстохова (батарея с боковым подводом).

Особого внимания заслуживают вопросы проектирования, строительства и освоения проектной мощности коксовой батареи №1-бис КЗ «Радлин» (Польша). Это первая батарея с технологией коксования трамбованной шихты, с нижним подводом и со стационарными устройствами для трамбования. Введен в эксплуатацию и находится в процессе наладочных работ блок В.

Одной из наиболее актуальных задач в настоящее время является экологическая безопасность

производства [2, 3]. В проектах Гипрококса большое внимание уделяется снижению вредных выбросов при производстве кокса. Решения по конструкции кладки и армированию печей обеспечивают высокую монолитность и газоплотность кладки, что исключает возможность перетока сырого коксового газа из камер коксования в отопительные простенки и сброса дополнительных газовых выбросов в атмосферу с продуктами горения. Конструкция отопительной системы обеспечивает высокую равномерность прогрева по длине и высоте коксового пирога и, как следствие, его оптимальную готовность, что позволяет существенно сократить выбросы газов и пыли при выдаче кокса. Уменьшение греющей стенки обогревательных простенков до 80-100 мм (снижение температуры в простенках) и увеличение средней ширины камер коксования до 450-500 мм обеспечивают оптимальные условия сжигания отопительного газа и за счет этого сокращение содержания окислов азота в продуктах горения.

Для устранения выбросов пыли и газов при загрузке и выдаче кокса предусматриваются система бездымной загрузки печей с применением гидронжекции (паронжекции) и беспылевая выдача кокса. Гипрококк предусматривает в своих проектах стационарную установку беспылевой выдачи кокса – УБВК (коллектор с уплотняющей конвейерной лентой и газоперепускной тележкой). В настоящее время начата разработка локальной установки по отсосу и очистке



пылегазовоздушной смеси на коксовыталькивателе с машинной стороны (улавливание вредных выбросов и их сухая очистка при обслуживании дверей). В исключительных случаях возможно также применение локальной УБВК на двересъемных машинах (очистка также сухая), но эти установки в значительной степени менее эффективны, чем стационарные.

С точки зрения проблемы снижения вредных выбросов представляет определенный интерес технология производства кокса в печах без улавливания химических продуктов коксования. Агентством по охране окружающей среды в США эта технология отнесена к категории технологий, при которых достигается максимальное ограничение выбросов. Печи работают под разрежением, поэтому выбросы в атмосферу при загрузке печей и выдаче кокса сводятся к минимуму. В таких печах весь газ, получаемый в процессе коксования, сжигается непосредственно в печном пространстве, обеспечивая таким образом получение тепла, необходимого для коксования. В настоящее время Гипрококк разрабатывает коксовую батарею с печами без улавливания химических продуктов коксования. Габаритные размеры печей: длина – 13,5 м, ширина – 3,6 м, высота – 2,9 м; высота угольной загрузки – 1 м.

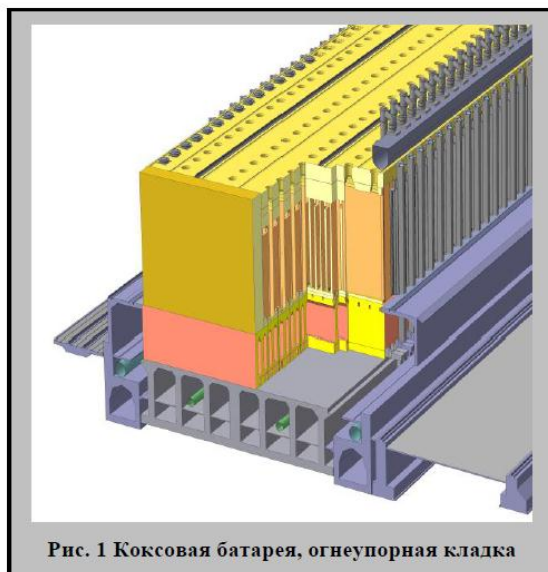


Рис. 1 Коксовая батарея, огнеупорная кладка

Эта технология привлекательна еще и тем, что позволяет использовать низкосортные слабоспекающиеся угли для производства качественного кокса и утилизировать тепло отходящих газов для выработки электроэнергии (при годовом объеме производства 1 млн. т кокса благодаря утилизации тепла отходящих газов может быть выработано приблизительно 90 МВт электроэнергии).

Для тушения раскаленного кокса, выдаваемого из печей коксовых батарей, предусматриваются установки сухого тушения кокса и объекты мокрого тушения. Применение процесса сухого тушения кокса в последние десятилетия во многих странах стало преобладающим. Это связано с рядом существенных преимуществ данного процесса по сравнению с мокрым тушением кокса.

Однако, в настоящее время Гипрококк предусматривает новые технические решения по объектам мокрого тушения с целью улучшения качества кокса, уменьшения его влажности при тушении и уменьшения объема вредных выбросов в атмосферу. Тушильные башни предусматриваются с устройством регулируемых и стационарных отбойников, систем пылепароподавления в вытяжной трубе. Тушение раскаленного кокса в тушильном вагоне – комбинированное, подача воды осуществляется сверху и снизу. Такое техническое решение реализовано при разработке рабочей документации реконструкции КБ № 3 ОАО «Кокс» (г. Кемерово), КБ № 3 ОАО «Авдеевский КХЗ» и др. (разработана рабочая документация).



Рис. 2 ОАО «Алтайкокс», коксовая батарея № 5

Для коксовых батарей №№ 5-6 ОАО «Северсталь» была разработана и построена тушильная башня, введенная в эксплуатацию в 2008 г. Нижняя часть тушильной башни выполнена из железобетона, вытяжная труба – из нержавеющей стали с устройством специальных каплеотбойников.

Разработки систем тушения кокса отличаются разнообразием как по способу тушения кокса, так и по архитектурно-строительной части. Конструкция вытяжной трубы для объекта ОАО «Северсталь» представляет собой сочетание прямоугольной пирамиды с переходом в цилиндрическую форму. Отбойники выполнены из листового прокатного

профиля в виде чередующихся между собой разновысоких полуцилиндров и крепятся к элементам трубчатого восьмиугольного снования. Над каплеотбойником предусматривается форсуночное оросительное устройство.



Рис. 3 ОАО «ЗСМК», коксовая батарея №1

Конструкция тушильной башни батарей № 3 ОАО «Кокс» рассчитана на комбинированный способ тушения кокса. Для некоторых объектов разрабатывается документация на тушильные башни с напорными баками.

Следует особо отметить разработки для ОАО «Кокс», где в наиболее полной форме внедрены новые технические решения, обеспечивающие улучшение экологической обстановки. На этом объекте сокращение выбросов в окружающую среду обеспечивается как на первом этапе – при приеме кокса в тушильный вагон системой беспылевой выдачи кокса, так и при тушении кокса комбинированным способом. При этом объем вредных выбросов снижается за счет следующих факторов:

– для тушения кокса предусматривается вагон уменьшенных габаритов, а прием раскаленного кокса осуществляется в коксотушильный вагон с одной постановки, что дает возможность пылеотсасывающим зонтам дверсъемной машины перекрыть площадь над вагоном и обеспечить максимальную эффективность беспылевой выдачи кокса;

– при транспортировке вагона такой конструкции к тушильной башне обеспечивается минимальный угар кокса;

– комбинированный способ тушения обеспечивает более резкое падение температуры массы кокса и сокращение времени его контакта с парами воды.

Подводя итог, следует упомянуть, что за период с 2004 г. Гипрококсом разработано 28 проектов реконструкции и строительства коксовых батарей, из которых 15 воплощены в готовые объекты. В институте имеются проверенные и успешно себя зарекомендовавшие на практике технические концепции и решения по строительству современных высокопроизводительных коксовых батарей взамен физически и морально изношенных, а также по реконструкции последних на новой технической основе. Разработаны и успешно эксплуатируются батареи с технологией коксования трамбованной шихты, позволяющей расширить сырьевую базу коксования. Предусматривается в проектах и внедряется большой комплекс природоохранных мероприятий, обеспечивающий экологическую безопасность производства на уровне мировых стандартов.

#### Библиографический список

1. Израэлит Э.М. Совершенствование отопительной системы коксовых печей. – М.: Металлургия, 1964. – 219 с.
2. Закон Украины № 1264-ХІІ от 25.06.91 г. «Об охране окружающей природной среды».
3. Закон Украины № 2707-ХІІ от 16.10.92 г. «Об охране атмосферного воздуха».

Рукопись поступила в редакцию 08.03.2009

Как получить

Единственный в Украине специализированный научно-технический журнал, охватывающий все отрасли коксохимического производства.  
ул. Веснина 7, 61023 Харьков, Украина,  
тел. (057) 704-1319, факс (057) 704-1323,  
E-mail: [nto@ukhin.org.ua](mailto:nto@ukhin.org.ua)

«УглеХимический журнал»