

**КОНЕЧНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ КОКСОВОГО
ГАЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

© 2009 Федак С.П., Казак Л.А.,
Сырова Л.Ф., Моралина Н.Ф.,
Ли В.М., Романов В.Н. (Гитрококс)

В статье описаны технологические схемы установок конечного охлаждения коксового газа с применением нового оборудования. Рассмотрены пути увеличения эффективности работы установок и снижения негативного влияния их на окружающую среду.

Flowsheets for the COG final cooling units with new apparatus are described. Ways of field-performance data improving and negative ecologic influence reducing are viewed.

Ключевые слова: коксовый газ, конечное охлаждение, новое оборудование, окружающая среда, выбросы, снижение.

Конечное охлаждение коксового газа предназначено для снижения его температуры после сульфатного отделения с 55-65 до 30-35 °С, то есть до температуры, благоприятной для улавливания бензольных углеводородов [1]. Эффективность работы установки конечного охлаждения коксового газа влияет на режим работы бензольных скрубберов и степень улавливания бензольных углеводородов.

В настоящее время на действующих коксохимических предприятиях работают установки конечного охлаждения с открытым либо закрытым циклом циркулирующей охлаждающей воды.

Охлаждение газа в конечных холодильниках непосредственного действия и последующим охлаждением циркулирующей воды на градирне является нецелесообразным с точки зрения громоздкости и высокой металлоемкости оборудования, а также ущерба, который наносится окружающей среде. При такой схеме конечного охлаждения в атмосферу выбрасывается большое количество вредных веществ – сероводорода, бензола, аммиака, цианистого водорода. Это негативно воздействует на здоровье персонала предприятия и жителей близлежащих населенных пунктов, вызывает интенсивную коррозию металлоконструкций и оборудования не только на самой установке, но и на прилегающих территориях, а также влечет за собой наложение на предприятие штрафных санкций за загрязнение окружающей среды.

Закрытие цикла циркулирующей воды конечного охлаждения позволяет полностью исключить выбросы вредных веществ в атмосферу с градирни, улучшить экологическую обстановку, снизить капитальные затраты на ремонт оборудования. В свою очередь, отдельные действующие установки с закрытым циклом имеют в своем составе большое количество теплообменного оборудования (кожухотрубчатые теплообменники) для охлаждения циркулирующей воды, которые занимают значительную территорию и имеют высокую металлоемкость.

Ниже приведен ряд технологических схем (и соответствующего оборудования), разработанных Гипрококсом для оптимизации работы установок конечного охлаждения коксового газа.

Конечное охлаждение коксового газа в холодильнике непосредственного действия с закрытием цикла циркулирующей воды

Охлаждение газа осуществляется по схеме (рис. 1) в холодильнике комбинированной конструкции, состоящем из верхней газовой и нижней отстойной частей. Газовая часть аппарата оборудована крупнодырчатými тарелками решетчатого типа. Коксовый газ поступает в газовую часть аппарата и движется противотоком охлаждающей воде, подаваемой в верхнюю часть аппарата через оросительное устройство. За счет подпора, создаваемого газовым потоком, на поверхности тарелок образуется пенно-жидкостная фаза, способствующая увеличению поверхности контакта между газом и жидкостью. В результате этого интенсифицируются процессы тепло- и массообмена.

Для увеличения глубины экстракции сублимированного нафталина из газа, технологической схемой установки предусматривается подача каменноугольной смолы, либо поглотительного масла из отделения дистилляции бензола в количестве 6-8 м³/ч во всасывающий коллектор насосов циркулирующей воды конечного охлаждения. Смесь воды и смолы (масла), насыщенная нафталином, из газовой части по распределительной трубе стекает в отстойную часть холодильника диаметром 6000 мм для отстоя воды от смолы (масла). Отстоявшаяся вода из верхней части самотеком перетекает в отстойник для окончательного отделения воды от смолы. При работе с поглотительным маслом, в виду незначительной разницы удельного веса воды и масла, в схеме предусматривается установка отстойника для отстаивания воды от масла. При использовании смолы, последнюю из нижней отстойной части через смолоотводчик выводят в сборник смолы. Для улучшения экстракции нафталина из газа и в качестве дополнительной промывки холодильника от отложений нафталина предусматривается подача в газовую часть аппарата горячей смолы через форсунку. Вместо смолы возможна подача поглотительного масла. С целью предотвращения уноса потоком газа из холодильника капель смолы, масла, воды, газопровод после аппарата оборудован отбойником центробежного типа.

Циркулирующая вода конечного охлаждения находится в замкнутом цикле. Охлаждение воды осуществляется в спиральных теплообменниках технической водой, охлаждаемой на градирне. Для установки конечного охлаждения, рассчитанной на два газовых потока по 100000 м³/ч газа и расходом воды на охлаждение 400-500 м³/час для каждого потока, устанавливается по два рабочих теплообменника на один поток и один резервный на два потока. Подача смолы или масла во всас насосов циркуляционного цикла перед прохождением ее через теплообменники способствует промывке пространства между спиральями от отложений нафталина и препятствует забиванию теплообменной аппаратуры.

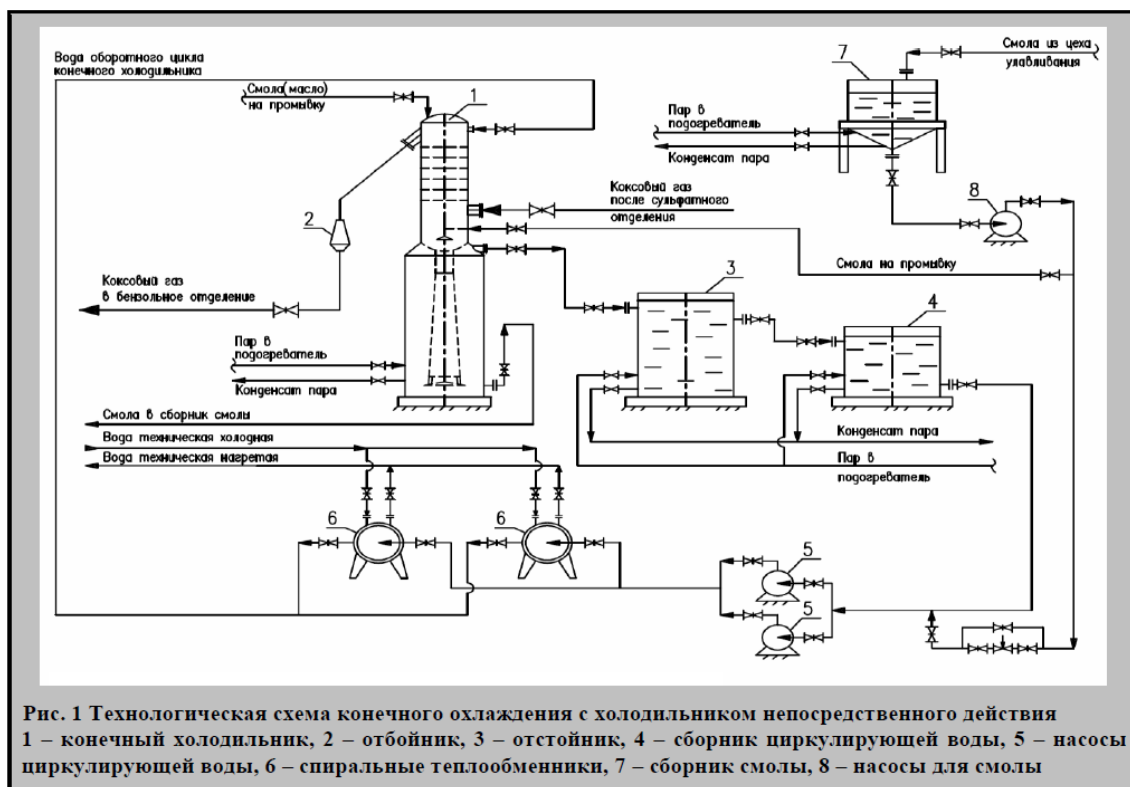


Рис. 1 Технологическая схема конечного охлаждения с холодильником непосредственного действия 1 – конечный холодильник, 2 – отбойник, 3 – отстойник, 4 – сборник циркулирующей воды, 5 – насосы циркулирующей воды, 6 – спиральные теплообменники, 7 – сборник смолы, 8 – насосы для смолы

В 2004 г. по проекту Гипрококса на КХП ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» введена в эксплуатацию установка закрытого цикла циркулирующей воды конечного охлаждения, где в качестве теплообменников используются спиральные самоочищающиеся аппараты фирмы «Alfa Laval», характеризующиеся высоким коэффициентом теплопередачи [2]. Конечное охлаждение газа осуществляется в холодильниках непосредственного действия с нафталинопромывателями в нижней части. В 2007 г. Гипрококс разработал рабочий проект реконструкции в условиях действующего цеха установки конечного охлаждения. Реконструкция предусматривала замену старого холодильника № 3 на холодильник новой конструкции и подключение соответствующих технологических коммуникаций.

В то же время, существует серьезный недостаток схем с закрытым водным циклом: в коксовом газе, поступающем в бензольные скрубберы, повышается концентрация цианистого водорода, под действием которого ухудшается качество поглотительного масла и усиливается коррозия оборудования [1]. Повышение концентрации цианистого водорода в газе отрицательно влияет и на очистку коксового газа от сероводорода. В цехе сероочистки ухудшается качество поглотительного раствора в виду увеличения количества роданистых образующихся солей. Кроме того, в результате многократной циркуляции воды в цикле, она

насыщается вредными компонентами (сероводород, бензол, аммиак, водород цианистый).

Для снижения концентрации цианистого водорода в газе целесообразно применять технологию десорбции цианистого водорода при атмосферном давлении из циркулирующей воды коксовым газом после сероочистки. Рабочая документация по реализации данной технологической схемы разработана для ОАО «Днепрококс».

Уменьшение габаритов холодильника, применение компактных и эффективных спиральных теплообменников с большой поверхностью теплообмена снижает металлоемкость установки конечного охлаждения коксового газа, а, следовательно, и капитальные затраты на строительство. Внедрение данной технологии возможно осуществить в условиях действующих цехов без остановки технологического процесса.

Конечное охлаждение коксового газа в холодильнике с горизонтальными трубами

В 2003 г. на ОАО «Маркохим» (ныне КХП ОАО «МК «Азовсталь») был реализован проект конечного охлаждения коксового газа в закрытой системе ещё одного типа: коксовый газ охлаждается оборотной технической водой в холодильнике с горизонтальными трубами.

В состав закрытого цикла входят: четыре два сборника водосмоляной эмульсии, насосы. Для холодильника с горизонтальными трубами (по конструкции аналогичны первичным газовым холодильникам) с поверхностью охлаждения 2900 м²; удаление отложений нафталина межтрубное пространство холодильников непрерывно орошается водосмоляной эмульсией.

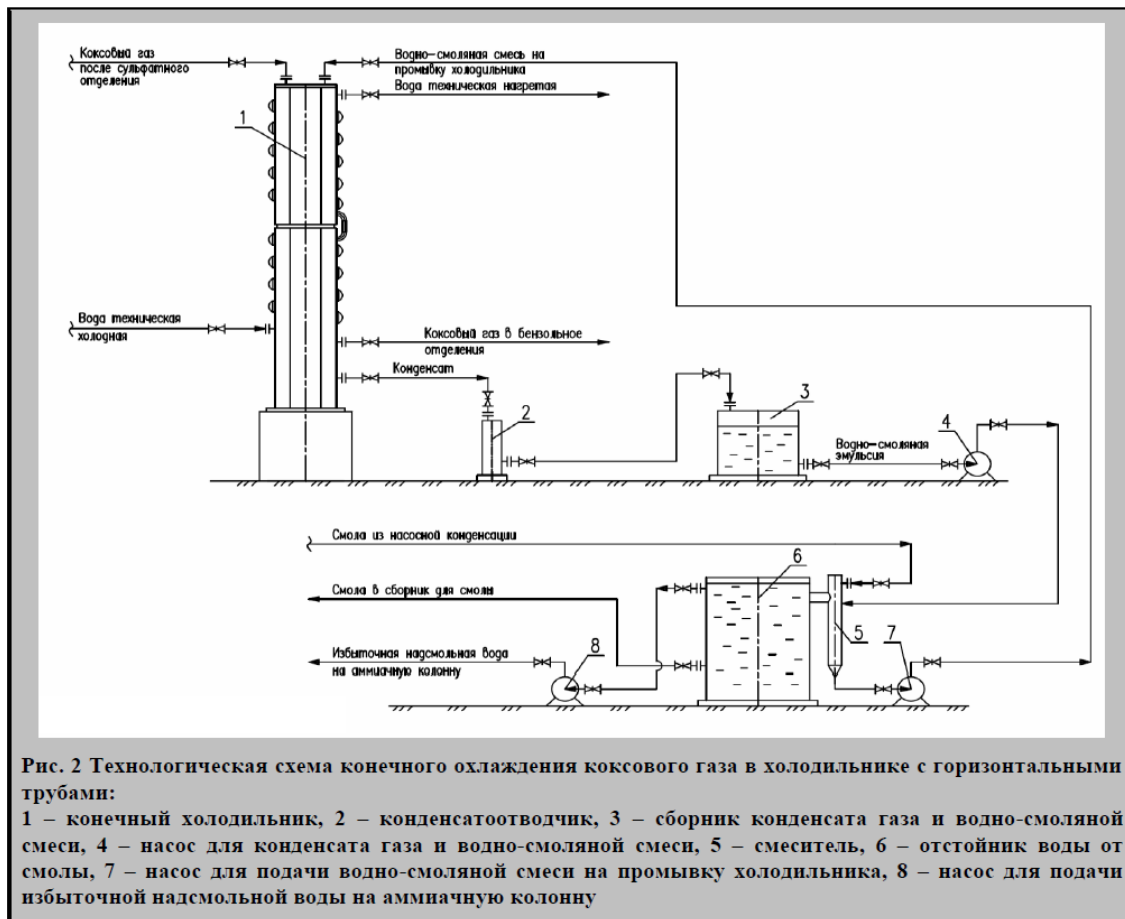


Рис. 2 Технологическая схема конечного охлаждения коксового газа в холодильнике с горизонтальными трубами:
 1 – конечный холодильник, 2 – конденсатоотводчик, 3 – сборник конденсата газа и водно-смоляной смеси, 4 – насос для конденсата газа и водно-смоляной смеси, 5 – смеситель, 6 – отстойник воды от смолы, 7 – насос для подачи водно-смоляной смеси на промывку холодильника, 8 – насос для подачи избыточной надсмоляной воды на аммиачную колонну

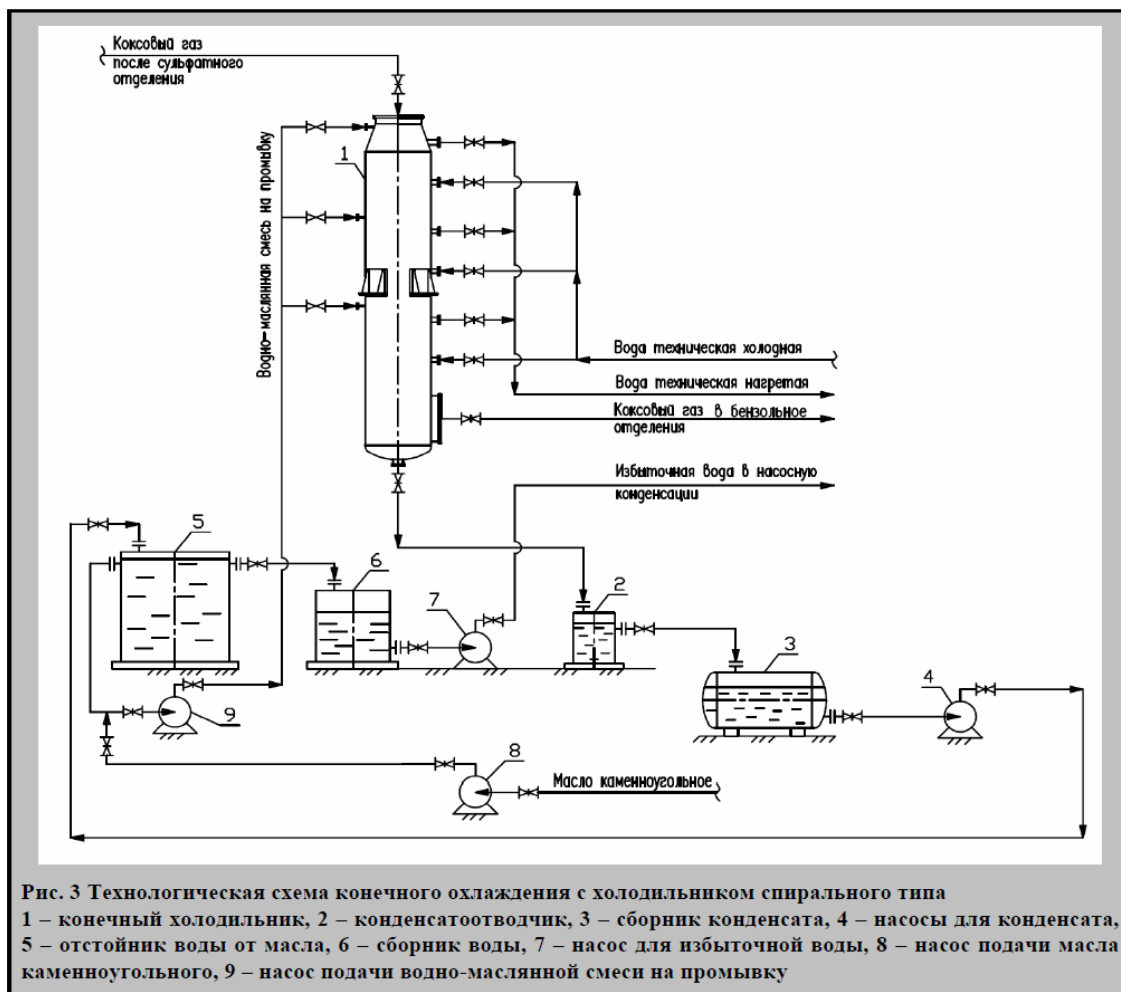
При закрытии цикла конечного охлаждения коксового газа с использованием трубчатых газовых холодильников с горизонтальным расположением труб обеспечивается необходимый температурный режим и очистка газа от нафталина до норм, предусмотренных ПТЭ. При улавливании бензольных углеводородов отсутствует накопление балластных солей в поглотительном масле [3]. Однако данной схеме присущи следующие недостатки: повышенный расход воды (в сравнении с холодильниками непосредственного действия), высокая металлоемкость, значительные капитальные затраты на строительство и ремонты.

Аналогичная система охлаждения эксплуатируется на АОЗТ «ХКЗ». Принципиальная технологическая схема представлена на рис. 2.

Конечное охлаждение коксового газа в холодильнике спирального типа

В последнее время на коксохимических предприятиях широко применяются спиральные (пластинчатые) теплообменные аппараты. Характерной чертой этого оборудования является высокий коэффициент теплопередачи, компактность конструкции и отсутствие непосредственного контакта газа с охлаждающей водой. Поэтому использование холодильников спирального типа большой единичной мощности в установках конечного охлаждения коксового газа представляется весьма перспективным.

Впервые конечный газовый холодильник спирального типа был применен Авдеевским коксохимическим заводом. В настоящее время Гипрококс ведет разработку технической документации для коксохимического производства ОАО «НЛМК» с применением оборудования данного типа.



Для устойчивой работы холодильника (рис. 3) предусматривается постоянная промывка каждой секции смесью каменноугольного масла (30 %) и воды (70 %) через разбрызгивающее устройство в количестве 4-5 м³/ч на одну секцию-спираль. За счет высокой скорости газа в аппарате (~ 20 м/с) и высокой степени турбулентности газового потока реализуется эффект самоочищения пластин. Производительность одного холодильника по газу составляет 100000 м³/ч. Для предотвращения образования отложений на спиральях со стороны оборотной воды к качеству последней предъявляются жесткие требования по содержанию солей жесткости, что, в свою очередь, требует проведения процесса водоподготовки. Характеристика

аппарата представлена в сводной таблице. Образующийся конденсат и промывная смесь отводятся из нижней части аппарата через гидрозатвор в сборник конденсата. После сборника водо-маслянная смесь насосом подается в отстойник для отделения воды от масла, после чего вода самотеком поступает в сборник воды.

Реализация данной технологической схемы позволяет отказаться от теплообменного оборудования для охлаждения оборотной воды цикла конечного холодильника. За счет отсутствия контакта охлаждающей воды и газа не образуются выбросы вредных веществ в атмосферу. Все оборудование герметично.

Характеристика конечных газовых холодильников различной конструкции						
№ п.п.	Параметры	Единицы измерения	Конечный холодильник с полками и нафталино-промывателем	Конечный холодильник с тарелками провального типа	Конечный холодильник спирального типа «Alfa Laval»	Конечный холодильник с горизонтальными трубами
1	Номинальная производительность по газу	нм ³ /ч	100000	100000	100 000	45000
2	Количество циркулирующей воды	м ³ /ч	650	400-500	-	-
3	Количество оборотной технической воды	м ³ /ч	-	500 на спиральные теплообменники	1200	450
4	Промывка холодильника	м ³ /ч	5,4-10,8 смола каменноугольная или масло каменноугольное	6-8 смола каменноугольная или масло каменноугольное	12-15 смесь воды и смолы каменноугольной или масла каменноугольного	20-25 смесь воды и смолы каменноугольной или масла каменноугольного
5	Температура газа на входе	°С	55	55	55	46
6	Температура газа на выходе	°С	30	30	30	26
7	Температура воды на входе	°С	25-30	25-30	25	24-25
8	Потеря давления в аппарате	мм. вод. ст.	150	100-150	120-140	100-120
9	Размер аппарата в плане	мм	Ø 6000	Ø 3600/6000	Ø 2400	2930-2986
10	Высота аппарата	мм	48500	33500	11500	24620
11	Вес аппарата	кг	130500	70500	25000	126000

Выводы

1. Внедрение установок конечного охлаждения с закрытым циклом циркулирующей воды позволяет исключить выбросы вредных веществ при охлаждении воды на градирне.

2. При применении конечного холодильника с тарелками решетчатого типа улучшается процесс охлаждения коксового газа и очистки его от сублимированного нафталина. Снижается металлоемкость оборудования и капитальные затраты при монтаже.

3. Использование высокоэффективных самоочищающихся спиральных теплообменников позволяет сократить до минимума теплообменное оборудование для циркулирующей воды, сократить занимаемую оборудованием территорию.

4. В условиях закрытия цикла конечного охлаждения коксового газа в последнем повышается концентрация цианистого водорода, а циркулирующая вода насыщается сероводородом, бензолом, аммиаком, цианистым водородом. Это приводит к ухудшению качества поглотительного масла, образованию

балластных солей в поглотительном растворе цеха сероочистки. Для предотвращения этого негативного воздействия рекомендуется проводить децианизацию циркулирующей воды.

5. Применение конечных холодильников спирального типа большой единичной мощности позволяет сократить габариты и количество оборудования, уменьшить количество обслуживаемых площадок, снизить капитальные затраты на монтаж установки. При этом:

– отсутствие непосредственного контакта коксового газа и охлаждающей воды позволяет применять оборотную воду, охлаждаемую на градирне;

– не требуется установка теплообменного оборудования для охлаждения циркулирующей воды в виду отсутствия таковой;

– не повышается концентрация цианистого водорода в коксовом газе вследствие отсутствия непосредственного контакта газа и воды.

6. Для устойчивой и эффективной работы холодильника спирального типа требуется подготовленная оборотная вода.

Библиографический список

1. Гребенюк А.Ф., Коробчанский В.И., Власов Г.И., Кауфман С.И. Улавливание химических продуктов коксования. Учебное пособие. Ч. 2. – Донецк: Восточный издательский дом, 2002. – 140 с.

2. Рудыка В.И., Зингерман Ю.Е., Грабко В.В., Казак Л.А. Основные направления модернизации

химических цехов коксохимических предприятий // Кокс и химия. – 2004. – № 7. – С. 29-34.

3. Груздев В.В., Григоров А.А., Лехтер В.И. Опыт эксплуатации закрытого цикла конечного охлаждения коксового газа // Кокс и химия. – 2005. – № 9. – С. 34-35.

Рукопись поступила в редакцию 12.03.2009