

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦЕХА УЛАВЛИВАНИЯ  
НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ –  
ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ  
РАЗВИТИЯ ОАО «АЛЧЕВСККОКС»**

© 2009 Данилов А.Б., Хачатрян Р.А.  
(ОАО «Алчевсккокс»),  
Ковалев Е.Т., д.т.н., Банников Л.П.  
(УХИИ)

*В статье освещены современные технические решения, положенные в основу модернизации цеха улавливания. Показаны ближайшие перспективы развития цеха.*

*Modern technical solutions on the modernization of the coke oven gas processing plant are shown in the article. The nearest plant update perspectives are shown.*

Ключевые слова: реконструкция, трубчатый газовый холодильник, аммиачная колонна, бензольный скруббер, трубчатая печь, трикантер.

.....  
**В** настоящее время одним из приоритетных направлений развития ОАО «Алчевсккокс» является реконструкция цеха улавливания.

В 2004 г. была составлена, а 2006 г. пересмотрена и актуализирована «Программа реконструкции и технического перевооружения ОАО «Алчевсккокс» до 2012 г.», в которой значительная часть мероприятий была

запланирована по цеху улавливания. На сегодняшний день реализован комплекс мероприятий, направленный на улучшение первичного и конечного охлаждения коксового газа, обеспечение очистки коксового газа от аммиака и бензольных углеводородов до норм, требуемых ПТЭ, на оптимизацию работы аммиачной и обесфеноливающей установок и др.

Известно, что первичное охлаждение коксового газа определяет работу цеха улавливания в целом. При эффективной работе конденсационной аппаратуры достигается глубокое выделение из газа смолы, нафталина паров воды и других компонентов, что в значительной мере облегчает работу всех последующих технологических переделов.

Так, в 2005 г. были введены в эксплуатацию новые трубчатые газовые холодильники (ТГХ) с горизонтальным расположением труб для первичного охлаждения коксового газа, поступающего с коксовых батарей №№ 5-8, а в 2008 г. – для охлаждения коксового газа к.б. № 9-бис. Из эксплуатации были выведены морально и физически устаревшие ПГХ 1-2 очереди с вертикальными трубами.

Известным недостатком первичных газовых холодильников с вертикальными трубами является быстрое забивание межтрубного пространства отложениями смолистых веществ и нафталина. Характерной особенностью их работы является интенсивное забивание в течение первых суток после пропарки, а в дальнейшем образование отложений на поверхности труб замедляется. Водно-смоляной конденсат выделяется главным образом в первых по ходу газа секциях, поэтому в последних секциях нафталин не может быть смыт с охлаждающей поверхности вследствие недостаточного количества конденсата. В тех случаях, где газ движется вверх навстречу стекающему вниз конденсату, происходит нагревание конденсата более теплым газом и испарение нафталина, который отлагается в последующих (более холодных) секциях.

Как показал промышленный опыт, применение холодильников с горизонтальным расположением труб обеспечивает более эффективное охлаждение газа, так как охлаждающая вода движется в трубах под напором и имеет более высокую скорость (0,8-1 м/с). Это позволяет интенсифицировать теплопередачу от труб к воде и уменьшить отложения взвешенных частиц в трубах. Наличие самостоятельных трубных секций позволяет использовать различные хладагенты в одном аппарате с утилизацией тепла коксового газа для технологических нужд.

Трубчатые газовые холодильники, смонтированные по проекту института «Гипрококс» (г. Харьков), имеют ряд преимуществ по сравнению с аналогами, работающими на других коксохимических заводах Украины: меньшие высота и вес, высокая поверхность теплопередачи (3600 м<sup>2</sup>) при увеличенном внутреннем диаметре теплообменных труб (для снижения количества операций по чистке труб от отложений) [1].

Реконструкция первичного охлаждения коксового газа с установкой ТГХ позволила оптимизировать первичное охлаждение коксового газа, обеспечить стабильность эвакуации газа из коксовых батарей, уменьшить содержание смолистых веществ и нафталина в коксовом газе и др. Значительная работа была также проведена в части приведения в удовлетворительное состояние градирен цикла первичного охлаждения коксового газа: морально и физически устаревшая насадка в трехсекционных градирнях заменена на более эффективную типа «ОСЦ» («Донэкоресурсы»). Преимущества насадки заключаются в эффективности обеспечения требуемого перепада температуры воды (10-12 °С), а также в простоте монтажа и очистки от отложений. Построена новая двухсекционная вентиляторная градирня производительностью по воде 1600 м<sup>3</sup>/ч.

На 1-м этапе расширения и реконструкции объектов цеха улавливания в комплексе коксовой батареи № 10-бис реализованы следующие мероприятия:

- установка нового механизированного осветлителя объемом  $V = 380 \text{ м}^3$  для отстоя надсмольной воды батарей № 10-бис;

- монтаж дополнительного насоса типа 1Д1250-125а в насосной конденсации № 2 для подачи надсмольной воды на батарею № 10-бис, а также резервуара для надсмольной воды;

- расширение и реконструкция машинного зала с установкой нового нагнетателя коксового газа типа 1200-27-2 с электрическим приводом; в перспективе намечена установка второго нагнетателя взамен физически и морально устаревшего существующего нагнетателя № 3;

- замена коллекторов коксового газа на линиях всасывания и нагнетания у машинного зала;

- установка дополнительной аммиачной колонны № 5;

- реконструкция газоповысительной станции с установкой двух газоповысителей типа 1050-13-1;

- строительство насосной перекачки конденсата для централизованного сбора и передачи конденсата пара из цеха улавливания в теплосилового цех.

На 2-м этапе планируется реализация следующих мероприятий:

- установка трех ТГХ для охлаждения коксового газа, поступающего с коксовой батареи № 10-бис;

- подключение газопровода коксового газа после трубчатых газовых холодильников с горизонтальными трубами батарей № 10-бис к коллектору коксового газа у машинного зала;

- непрерывная промывка межтрубного пространства холодильников смолконденсатной смесью;

- установка сборника емкостью 63 м<sup>3</sup> для приема конденсата коксового газа и смолконденсатной смеси из трубчатых газовых холодильников батарей № 10-бис;

- установка 2-х электронасосных агрегатов для подачи смол-конденсатной смеси на вновь

устанавливаемые холодильники и для откачки избыточного конденсата коксового газа со смолой в механизированный осветлитель батарей № 10-бис.

До строительства комплекса батарей № 10-бис в аммиачно-сульфатном отделении цеха улавливания в работе находились 4 аммиачные колонны производительностью по аммиачной воде до 30 м<sup>3</sup>/час каждая. В связи со строительством батарей № 10-бис потребовалось строительство новой аммиачной колонны № 5. Заводом совместно с институтом «Гипрококс» была предложена принципиально новая конструкция контактного устройства аммиачной колонны: пенно-вихревые тарелки (ПВТ). Установлена возможность замены в типовой колонне диаметром 1400 мм шелевидных решетчатых тарелок на пенно-вихревые, обеспечивающие повышение производительности аппарата по воде в 2,0-2,5 раза и сокращение расхода пара не менее чем на 15 % [2].

Конструкция ПВТ обеспечивает значительное большее «живое» сечение (до 40 %) по сравнению с действующими решетчатыми тарелками (~18 %) благодаря наличию радиальных каналов для прохода газа и жидкости между наклонными пластинами. В таких условиях возрастает эффективность процесса массопередачи – практически в 2 раза по сравнению с решетчатыми тарелками.

После пуска новой колонны в эксплуатацию остаточное содержание летучего аммиака в аммиачной воде на выходе из колонны составило 0,05-0,07 г/л, что ниже предела, заданного ПТЭ [3].

Известно, что процесс отгонки летучего аммиака из избыточной аммиачной воды осуществляется подачей в аммиачные колонны пара в количестве 0,25-0,30 т/м<sup>3</sup>. При этом количество сточной воды из колонны увеличивается на 25-30 % за счет конденсата пара. Поэтому вопрос уменьшения расхода пара на единицу объема перерабатываемой аммиачной воды актуален как с точки зрения экономии пара, так и для уменьшения количества сточных вод и затрат на их переработку.

Учитывая вышеизложенное, институтом «Гипрококс» совместно с заводом предложена новая технологическая схема, исключающая применение острого пара для отгонки аммиака из избыточной аммиачной воды [4]. Пар, необходимый для отгонки аммиака, генерируется в специально установленной трубчатой печи. Аммиачная сточная вода циркулирует по схеме: аммиачная колонна (кубовая часть) – насос – трубчатая печь – аммиачная колонна. Принятая принудительная циркуляция в системе: «аммиачная колонна – насос – трубчатая печь – аммиачная колонна» имеет кратность циркуляции, равную 12,5, что необходимо для испарения определенного количества воды. В системе нагрева воды в трубчатой печи поддерживается давление, необходимое для перегрева воды до температуры, которая обеспечивает эффективную теплонапряженность змеевика печи и исключает его коррозию. Нагрев воды происходит без кипения в трубах печи, что исключает разложение

солей, образование паровой фазы и снижает коррозионную активность потока. Перед колоннами давление воды сбрасывается регулирующим клапаном до давления 0,12 МПа, соответствующего избыточному давлению в нижней части колонны. Часть перегретой циркулирующей воды при этом испаряется; образующегося количества паров достаточно для отгонки летучего аммиака в колонне.

Указанная выше технологическая схема была реализована в составе комплекса батарей № 10-бис в 2007 г. – построена и введена в эксплуатацию новая трубчатая печь для нагрева аммиачной воды, подаваемой на аммиачную колонну № 5.

Установка трубчатой печи нагрева аммиачной воды позволила:

- исключить подачу «острого» пара (~22-25 т/ч) на аммиачную колонну, что уменьшило дисбаланс завода по пару в зимний период после ввода в эксплуатацию к.б. № 10-бис;

- уменьшить количество сточных вод на 20-30 %, и следовательно, затраты на их охлаждение и переработку на БХУ. Годовой экономический эффект по отчетным данным составил 952,34 тыс. грн.

ОАО «Алчевсккокс» – первое предприятие в Украине, внедрившее данную энергосберегающую и природоохранную технологию. До 2012 г. планируется монтаж еще трех трубчатых печей для нагрева аммиачной воды. Проектная документация разработана институтом «Гипрококс».

По причине морального износа существующих сатураторов проработан вопрос строительства новых более совершенной конструкции и большей производительности по коксовому газу. При замене сатураторов будут последовательно установлены более производительные центрифуги для отделения кристаллов сульфата аммония от маточного раствора.

Значительная работа по реконструкции и модернизации проведена в бензольном отделении цеха.

С целью обеспечения температуры масла «дебензине», поступающего на бензольные скрубберы, на уровне 25-30 °С, в комплексе к.б. № 10-бис была построена и введена в эксплуатацию 3-х секционная градирня производительностью каждой секции 1000 м<sup>3</sup>/ч. Площадь одной секции – 192 м<sup>2</sup>. В качестве оросителя и водоуловителя применена насадка типа «ОСЦ» фирмы «Донэкоресурсы». Применена новая гидроизоляция (фирма «Торзис», г. Луганск) – современный гидроизоляционный материал, имеющий ряд преимуществ как с технической, так и с экономической точки зрения. Выполнена замена насадки в конечных газовых холодильниках №№ 1-3 на решетчатые тарелки. После реконструкции КГХ было достигнуто удовлетворительное охлаждение коксового газа перед бензольными скрубберами (25-30 °С и ниже), а также снижено гидравлическое сопротивление конечных газовых холодильников. Снижение температуры коксового газа перед бензольными скрубберами позволило повысить эффективность улавливания бензольных углеводородов в бензольных

скрубберах.

Реконструкцией бензольных скрубберов ( $D = 3600$  мм) по проекту Гипрококса предусматривались следующие мероприятия: монтаж новой высокоэффективной структурированной гофрированной насадки (общая поверхность насадки одного бензольного скруббера –  $18750 \text{ м}^2$ ); установка распределительной тарелки в верхней части для равномерного распределения поглотительного масла по сечению скрубберов; установка перераспределительной тарелки в средней части скруббера; реконструкция нижней конусной части скруббера; замена каплеотбойников на новый, более совершенный тип.

Наиболее приемлемыми насадками бензольного скруббера являются структурированные насадки типа SULZER, KOCH-GLITSCH и их аналоги [5].

Технические решения по монтажу новой гофрированной насадки с высокой удельной поверхностью массообмена в бензольных скрубберах, по установке распределительной и перераспределительной тарелок усовершенствованного типа, а также по реконструкции нижней части скруббера с целью высвобождения дополнительного полезного объема для установки дополнительных пакетов насадки в бензольных скрубберах ОАО «Алчевсккокс» не имеют аналогов в Украине.

На сегодняшний день выполнена реконструкция трех бензольных скрубберов №№ 1,2,4, которая позволила:

- значительно улучшить процессы массопередачи и тем самым обеспечить улавливание бензольных углеводородов до остаточного содержания бензольных углеводородов в обратном коксовом газе на уровне  $2,4\text{--}2,8 \text{ г/нм}^3$ ;
- существенно (в  $\sim 1,5$  раза) снизить гидравлическое сопротивление скрубберов;
- уменьшить каплеунос поглотительного масла и тем самым снизить его потери.

На 2009 г. запланирована реконструкция последнего бензольного скруббера № 3 и тем самым работы по реконструкции скрубберного отделения будут выполнены в полном объеме.

В отделении дистилляции сырого бензола был осуществлен ряд технических мероприятий, направленных на улучшение работы колонны паровой регенерации поглотительного масла. Повышение эффективности ее работы привело к улучшению качественных характеристик оборотного поглотительного масла.

Помимо этого, после проведения соответствующего эксперимента был изменен режим подачи масла «бензине» в дистилляционную колонну 1-й очереди. Так, подачу масла осуществили на 29-ю тарелку, тогда как по проекту масло подается на 24-ю тарелку колонны. Подача поглотительного масла на 29-ю тарелку колонны позволила уменьшить остаточное содержание бензола в масле с  $0,6\text{--}0,7 \%$  до  $0,3\text{--}0,4 \%$ . В настоящее время проводятся аналогичные работы по дистилляционной колонне 2-й очереди.

В перспективе планируется замена тарелок дистилляционных колонн обеих очередей на более совершенные клапанные тарелки с целью доведения дебензинации поглотительного масла до остаточного содержания бензола на уровне  $0,2 \%$ .

По причине нестабильности реализации дорожного вяжущего СТУ завод запроектировал и смонтировал установку для утилизации кислой смолки сульфатного отделения.

В последнее время остро стоит вопрос расширения ассортимента производимой каменноугольной смолы. Завод традиционно производил низкополипролизованную смолу с удельным весом  $1165\text{--}1168 \text{ кг/м}^3$  и массовой долей веществ, нерастворимых в хинолине  $1,2\text{--}1,5 \%$ . В связи с усложнением реализации такой смолы во 2-м квартале текущего года в отделении конденсации был осуществлен комплекс технических и технологических операций, направленных на производство более тяжелой смолы с удельным весом  $\geq 1200 \text{ кг/м}^3$  и с массовой долей веществ, нерастворимых в хинолине, не менее  $3 \%$ . В настоящее время достигнута возможность производить каменноугольную смолу двух сортов: в отделении конденсации № 1 производится смола марки А 1-го сорта, в отделении конденсации № 2 – смола марки А 2-го сорта.

На ближайшую перспективу в цехе улавливания запланированы мероприятия по закрытию цикла конечных газовых холодильников с использованием спиральных холодильников для теплообмена между водой цикла «КГХ – насос – спиральные теплообменники – КГХ» и водой цикла «насос – спиральные теплообменники – градирня – насос». Периодическую промывку спиральных теплообменников от отложений планируется осуществлять горячим поглотительным маслом «дебензине». Освежение закрытого цикла воды будет осуществляться посредством подачи сепараторной воды отделения дистилляции. Избыточная вода цикла КГХ, образующаяся за счет конденсата коксового газа и сепараторной воды, будет отбираться с насосов, подающих циркуляционную воду на охлаждение, и одним потоком откачиваться на аммиачную установку. За счет отбора избыточной воды и освежения цикла планируется выводить часть агрессивных коррозионно-активных компонентов ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.) из загрязненной оборотной воды. Проектно-сметная документация на закрытие цикла КГХ разработана институтом «Гипрококкс».

Также планируется установка нагнетателя типа 1200-27-2 (производительностью  $76200 \text{ м}^3/\text{ч}$ ), монтаж колонны для регенерации поглотительного масла на 2-й очереди отделения дистилляции, модернизация газовой компрессорной сульфатного отделения с установкой новых компрессоров большей производительности, реконструкция бензольного скруббера № 3, монтаж трубчатой печи для огневого нагрева поглотительного масла второй очереди отделения дистилляции сырого бензола. Последнее мероприятие позволит:

- резко сократить удельный расход пара;

– увеличить степень отгона бензольных углеводородов из масла в дистилляционной колонне, так как применение существующего парового подогрева сопряжено с резким возрастанием расхода пара в колонну;

– уменьшить нагрузку на конденсаторы-холодильники сырого бензола.

Годовой экономический эффект от замены парового подогрева на огневой составит около 2,1 млн. грн. Проектно-сметная документация разработана ОАО «Коксохимпроект».

С целью улучшения качества каменноугольной смолы по показателям содержания влаги и золы планируется установка двух автоматизированных трикантеров центробежного типа фирмы «Флоттвег» (Германия). Производительность каждого трикантера по каменноугольной смоле – 25 т/ч. Трикантер оборудован регулируемым приводом оригинальной разработки фирмы «Флоттвег». Число оборотов барабана в процессе работы может плавно изменяться от 0 до 3250 об./мин. Уникальное устройство – эксцентриковый диск разделения фаз – позволяет регулировать качество разделения в зависимости от исходного состава смолы.

Следует отметить, что трикантеры фирмы «Флоттвег» могут значительно улучшить качественные показатели смолы по воде и золе, тем самым повышая конкурентоспособность продукции. Так, зольность смолы после трикантера может составлять 0,03-0,04 %, а массовая доля воды – 1-2 %.

Прорабатывается вопрос строительства установок сухого тушения кокса (УСТК) на существующих коксовых батареях №№ 5-8. Строительство УСТК приведет к дисбалансу образования и утилизации фенольных сточных вод, которые в настоящее время после очистки на биохимической установке направляются на мокрое тушение кокса. В связи с этим проработан вопрос реконструкции БХУ с целью очистки избыточных фенольных вод до качества подпиточной технической воды, подаваемой на освежение оборотных циклов цеха улавливания.

Планируется также ряд других мероприятий, направленных на замену изношенного оборудования и коммуникаций, улучшение санитарно-гигиенических условий труда обслуживающего персонала, повышение безопасности на рабочих местах, улучшение эргономики производства цеха, внедрение АСУТП, автоматизацию операций погрузки-разгрузки и т.д.

Значительный вклад в развитие цеха улавливания внесли Тихоненко В.А., Галич И.К., Морозов Б.С., Дзекунов С.Н., а в настоящее время продолжают вносить Выпряжкин Б.Ю., Василец В.П., Буртник А.Е., Новиков В.Н., Решетников В.В., Лагун Е.И., Скляр В.Н. и многие другие. В цехе трудится много молодых специалистов, которые претворяют на практике полученные в вузах знания. Это Петришин Д.А., Ридзель Е.К., Чепино А.А., Лантрат А.С., Щербаков П.Н. Именно от них зависит будущее цеха, его развитие.

#### Библиографический список

1. Рудыка В.И., Зингерман Ю.Е., Грабко В.В. Основные направления модернизации цехов коксохимических предприятий // Кокс и химия. – 2004. – № 7. – С. 29-34.
2. Зоря С.И., Кучма И.В., Проня Г.П. Интенсификация процесса очистки надсмольной воды от аммиака // Кокс и химия. – 2001 г. – № 9. – С. 36-38.
3. Правила технической эксплуатации коксохимических предприятий. – Харьков, 2001. – 309 с.
4. Грабко В.В., Ли В.М., Васильковский С.В. Выделение аммиака из надсмольной воды в аммиачных колоннах с применением трубчатой печи // Кокс и химия. – 2004. – № 7. – С. 34-35.
5. Шнигель Л., Майер В. Характеристики работы насадки МЕЛЛАПАК различных типов // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1994. – № 3. – С. 16-21.

Рукопись поступила в редакцию 06.03.2009