

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ КОКСОВОГО ГАЗА И ПУТИ РЕКОНСТРУКЦИИ УСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ ПониЖЕНИЯ РЕСУРСОВ СЕРОВОДОРОДА© Е.Т. Ковалев¹, *Л.П. Банников², к.т.н., А.В. Похилко³, В.А. Панасенко⁴ д.т.н.*Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7. Украина*¹Ковалев Евгений Тихонович, директор, доктор техн. наук, профессор, e-mail: kovalov@ukhin.org.ua²Банников Леонид Петрович, канд. тех. наук, зав. хим. отделом, e-mail: ukhinbannikov@gmail.com³Похилко Анна Владимировна, науч. сотр.⁴Панасенко Владимир Алексеевич, доктор техн. наук, главн. науч. сотр.

Проанализирована стабильность работы установок сероочистки коксового газа в условиях снижения ресурсов сероводорода, и его влияния на качественный состав газа и поглотительных растворов. Выявлены резервы установок с более высокими капитальными затратами. Обращено внимание на необходимость прогнозирования сырьевой базы при проектировании моноэтаноламиновых установок.

Ключевые слова: коксовый газ, соотношение кислых компонентов, мышьяково-содовая, моноэтаноламиновая и вакуум-карбонатная сероочистка.

В настоящее время сырьевая база отечественных коксохимпредприятий характеризуется существенным уменьшением доли отечественных коксующихся углей с содержанием серы более 1 %, а также привлечением углей различных бассейнов разных стран [1, 2].

Устойчивость к колебаниям объема очищаемого газа и, особенно, к понижению содержания в нем сероводорода является одной из основных и наиболее часто анализируемых характеристик работающих установок сероочистки в настоящее время. Для круговых способов очистки газа снижение производительности объемов циркулирующего раствора и пара в пропорции к понижению содержания сероводорода может явиться одним из способов реагирования на изменение процесса. Однако технически сокращение объема циркулирующего раствора не всегда бывает возможным из-за необходимости соблюдения технологического режима колонных аппаратов (плотности орошения, распределения жидкости по сечению аппарата, гидравлического режима тарельчатых устройств), производительности насосного оборудования и пр. [3].

Окислительно-восстановительные процессы очистки коксового газа также реагируют на чрезмерное снижение

* Автор для корреспонденции

содержания сероводорода. Отечественные установки мышьяково-содовой очистки были запроектированы под местную сырьевую базу со значительным долевым участием высокосернистых углей. Это подразумевало соответствующее количество циркулирующего раствора, плотность орошения воздуха на сечение регенератора, а также соответствующую плотность орошения скруббера с целью равномерного распределения раствора по сечению абсорбера.

Снижение концентрации сероводорода в очищаемом газе изменяет баланс компонентов, что влияет на технологический процесс улавливания и переработки извлекаемых кислых газов. В зависимости от типа применяемой технологии сероочистки наиболее значимым отношением может быть H_2S/HCN или H_2S/CO_2 .

Влияние отношения H_2S/CO_2

При осуществлении круговых абсорбционно-десорбционных способов снижение ресурсов сероводорода наиболее остро отражается на уменьшении calorificity кислых газов, потери теплонпряженности в топочных устройствах по сжиганию H_2S , на работе нижних слоев контактного аппарата и на уменьшении количества тепла при переработке кислых газов.

Отношение H_2S/CO_2 в очищаемом газе может уменьшаться за счет трех основных причин:

- привлечение для коксования высококачественных импортных углей с низким содержанием серы;
- увеличения в коксующей шихте доли окисленных углей, что приводит к увеличению содержания CO_2 в коксовом газе;
- повышенное образование CO_2 при взаимодействии водяного пара с углеродом в процессе коксования.

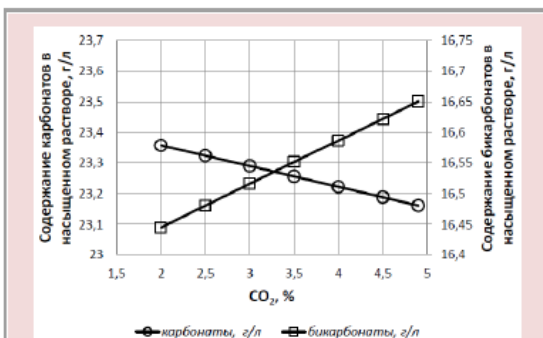


Рис. 1 Изменение состава насыщенного раствора в зависимости от содержания CO_2 в очищаемом газе

Отношение содержания H_2S/CO_2 в очищаемом газе для круговых абсорбционно-десорбционных способов определяет состав поглотительного раствора (соотношение карбонатов и бикарбонатов) и состав регенера-

торного газа. Вакуум-карбонатные сероочистки оказались относительно стойкими к снижению величины H_2S/CO_2 , так как принцип работы таких установок предусматривает улавливание не более десяти процентов CO_2 , содержащегося в коксовом газе. На рис. 1 и 2 приведены расчетные значения содержания карбонатов и бикарбонатов в насыщенном и регенерированном растворах для условий расчета, приведенных в табл. 1.

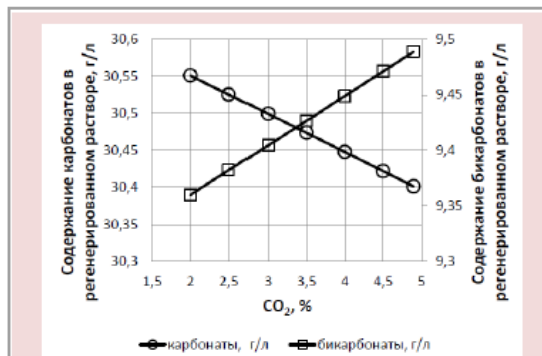


Рис. 2 Изменение состава регенерированного раствора в зависимости от содержания CO_2 в очищаемом газе

Уменьшение соотношения H_2S/CO_2 в очищаемом газе сказывается на составе поглотительного раствора, в частности, увеличивается содержание бикарбоната натрия ($NaHCO_3$) по отношению к карбонату (Na_2CO_3).

С одной стороны, повышение отношения $NaHCO_3/Na_2CO_3$ в насыщенном растворе, которое формируется в нижней части абсорбера, способствует повышению отпарки сероводорода в регенераторе и улучшению абсорбционных свойств раствора. Однако при прочих равных условиях регенерации (расход пара, давление) повышение отношения $NaHCO_3/Na_2CO_3$ в регенерированном растворе повышает равновесную концентрацию H_2S сверху абсорбера, что снижает степень очистки коксового газа от сероводорода.

Снижение ресурсов сероводорода в круговых процессах уменьшает соотношение H_2S/CO_2 в регенераторном газе, но наибольшее дестабилизирующее влияние на процесс получения серной кислоты оказывает пропорциональное снижение тепла от сжигания сероводородного газа в топке печи котла. Если проектная теплонпряженность топочного пространства котла рассчитана на содержание сероводорода в очищаемом газе с ориентацией на украинские сернистые угли, то в зависимости от производительности установки, при определенном значении прихода сероводорода на получение серной кислоты, наступает прекращение горения. Для

поддержания горения в котлах вакуум-карбонатной и моноэтаноламиновой установок подается коксовый газ в количестве, приблизительно соответствующем сни-

жению сероводорода (так как коксовый газ и сероводород сравнимы по теплотворной способности).

Таблица 1

Условия расчета составов раствора для рис. 1, 2

Параметры	значение
Содержание в регенерированном растворе, Na ₂ CO ₃ , г/л	31,0
Содержание в регенерированном растворе NaHCO ₃ , г/л	9,4
Плотность орошения, л/м ³	3,5
Температура абсорбции, °С	30
Объем раствора, м ³ /ч	350
Температура раствора перед регенератором, °С	60
Давление в верхней части регенератора, кПа	81,3
Расход пара, т/ч	25,4

В отличие от поглотительных растворов прочих рассматриваемых способов, раствор моноэтаноламина поглощает как сероводород, так и углекислый газ, что заставляет учитывать влияние взаимодействия кислых компонентов (CO₂, H₂S, HCN) в полной мере. Процесс очистки коксового газа раствором моноэтаноламина наиболее уязвим к снижению концентрации сероводорода в очищаемом газе, так как МЭА является хорошим поглотителем H₂S и не способен к селективной очистки в присутствии CO₂. Некоторое повышение селективности сопровождается неизбежной потерей эффективности процесса извлечения сероводорода. Понижение температуры абсорбции для решения данной задачи требует снижения содержания в коксовом газе нафталина и смолистых веществ, иначе качество поглотителя будет ухудшаться. Поэтому с уменьшением соотношения H₂S/CO₂ для МЭА-технологий затраты пара на регенерацию и затраты на циркуляцию раствора фактически не снижаются, удельные затраты на очистку в пересчете на выпуск продукции увеличиваются. Кроме того, повышение содержания углекислоты в очищаемом газе вызывает рост интенсивности образования таких нерегенерируемых соединений, как оксазолон и гидроксизилэтилендиамин. Это приводит к ухудшению абсорбционных свойств моноэтаноламинового раствора и к ускорению коррозии оборудования [5, 6].

Уменьшение соотношения H₂S/CO₂ для процесса мышьяково-содовой сероочистки оказывает наименьшее влияние, так как при pH рабочего раствора 7,5-8,0 в нем преимущественно содержится бикарбонат натрия, и раствор не поглощает CO₂. Влияние CO₂ на состав раствора, помимо содержащего карбонатно-бикарбонатной системы мышьяково-мышьяковистую с различным содержанием серы, оценить весьма сложно. При рассмотрении только карбонатно-бикарбонатной системы можно воспользоваться уравнением К.Л. Маи [4]:

$$P^*(\text{CO}_2) = \frac{1,654 \times 10^2 \times f^2 \times M_{\text{Na}}^{3,62}}{(1-f)} \exp\left(-\frac{2729}{T}\right) \quad (1),$$

где P^{*}(CO₂) – парциальное давление CO₂ над раствором, ат; f – доля натрия в виде бикарбоната в общем содержании натрия в растворе (карбонат+бикарбонат); M_{Na} – концентрация натрия в растворе, моль/л; T – температура, К.

Расчет по формуле (1) показывает, что, например, для раствора, содержащего 6 г/л общей щелочности в пересчете на Na₂CO₃, при pH = 7,9 расчетное содержание f составляет 0,97; M_{Na} – 0,11 моль/л, при температуре абсорбции 40 °С равновесная объемная концентрация диоксида углерода составляет 3,9 %. Следовательно, для рассматриваемых условий повышение содержания CO₂ в очищаемом газе выше 3,9 % вызовет снижение pH за счет закисляемости поглотительного раствора углекислотой, а не из-за протекания химической реакции окисления-восстановления между сероводородом и каталитическим комплексом. В этом случае управление технологическим процессом по ΔpH при абсорбции приведет к нарушению режима очистки. Для компенсации падения pH раствора за счет закисления углекислотой при абсорбции необходимо соответствующее увеличение расхода соды. С другой стороны, некоторое количество CO₂ отдувается при регенерации раствора за счет химической реакции окисления каталитического комплекса. Считается, что мышьяково-содовые процессы устойчивы к повышению содержания CO₂ до 8% об [11].

Таким образом, соотношение H₂S/CO₂ в коксовом газе для мышьяково-содового процесса не принципиально, является в какой то степени саморегулирующимся, и при необходимости может быть скорректировано увеличением щелочности раствора.

Влияние отношения H_2S/HCN

Отношение содержания H_2S/HCN в очищаемом газе определяет удельный расход соды на единицу вырабатываемой продукции, соотношение содержания тиоцианатов и тиосульфатов в поглотительном растворе. В конечном счете, данное соотношение влияет на качество регенераторного газа, утилизируемого отработанного раствора, используемого для приготовления строительных добавок, добавок в шихту для коксования, а также технического тиосульфата и смешанных солей. В общем случае, снижение отношения H_2S/HCN в очищаемом коксовом газе приводит к повышению концентрации в поглотительном растворе цианистого водорода и, в конечном счете, увеличения концентрации тиоцианатов, форматов и ферроцианидов.

Снижение соотношения H_2S/HCN для всех рассматриваемых способов сероочистки коксового газа является причиной ускоренного роста нерегенерируемых соединений, производных от цианистых соединений, которые и составляют преобладающее количество балластных солей. Известно, что повышение содосодержания поглотительного раствора в круговых способах сероочистки оказывает отрицательное влияние на степень абсорбции сероводорода, которое выражается в понижении подвижности ионов и в некотором уменьшении степени очистки газа от сероводорода. Напротив, присутствие балластных солей в регенераторе увеличивает степень регенерации сероводорода, и некоторым способом повышает селективность извлечения H_2S . Наибольшим отрицательным эффектом снижения соотношения H_2S/HCN для круговых способов сероочистки является пропорциональное повышение расхода соды на очистку газа и производство кислоты.

Увеличение концентрации солей мышьяково-содовой сероочистки при снижении соотношения H_2S/HCN уменьшает растворимость кислорода в растворе, повышает склонность раствора к кристаллизации и приводит к забиванию солями насадки скрубберов и застойных зон аппаратуры, вызывает повышение плотности, вязкости раствора и затрат на перекачивание раствора. Это требует повышенного расхода раствора на вывод из цикла, соответствующего увеличению потребления соды, повышения затрат на пропарку, чистку и обслуживания оборудования.

МЭА способ оказывается самым уязвимым к снижению отношения H_2S/HCN , поскольку затраты, связанные с расходом на пополнение рабочего раствора дорогостоящим поглотителем на восполнение образования балластных солей, самые высокие. Для ограничения поступления цианистого водорода в МЭА процесс необходимо газ обрабатывать полисульфидными растворами либо промывкой воды. При очистке синтез газов используется каталитический гидролиз в газовой фазе, с разложением HCN до NH_3 и CO . В условиях коксохимпроизводства некоторое снижение поступле-

ния цианистого водорода может происходить при увеличении продувки закрытого цикла конечных газовых холодильников, хотя объем продувки не может обеспечить существенного сокращения отрицательного влияния HCN .

Возможность компенсации отрицательных последствий при снижении ресурсов сероводорода

Для существующих способов очистки коксового газа растворами МЭА могут быть рекомендованы мероприятия по повышению селективности извлечения H_2S , которые в весьма ограниченных пределах не ухудшают степень очистки газа [5, 6]. Переход на новые поглотители, например МДЭА, позволяет существенно снизить отрицательные эффекты от понижения ресурса сероводорода в очищаемом газе [7]. Однако такое решение может быть реализовано только после экспериментального опробования нового способа разгонки поглотителя под вакуумом, или восстановления активности поглотителя с применением ионнообменных смол, электролиза и пр. Также необходима реализация решений по снижению поступления цианистого водорода на аминную установку.

При выборе метода очистки, оценке применимости и проектировании моноэтаноламиновой сероочистки необходимо уделять особое значение ресурсам сероводорода в поступающем на очистку газе. Это позволит получить достоверные сравнительные данные по капитальным и эксплуатационным затратам. Если требуется очищать газ от сероводорода в условиях значительных колебаний содержания последнего, необходимо рассмотреть целесообразность установки резервного оборудования. Прежде всего это касается отделения мокрого катализа.

Мышьяково-содовые установки, по нашему мнению, оказались наиболее стойкими к снижению соотношения концентраций H_2S и CO_2 в коксовом газе. Причиной этого является низкая щелочность поглотительного раствора (8-12 г/л в пересчете на Na_2CO_3), низкое значение pH раствора (7,6-7,9), а также каталитическое окисление сероводорода, приводящее к необратимому образованию серы, полисульфидов и серосодержащих соединений с более высокой степенью окисления.

Повышение степени очистки коксового газа мышьяково-содовым способом при снижении ресурса сероводорода является примером вынужденного экстенсивного развития данной технологии. Содержание сероводорода в очищенном газе для окислительных способов очистки (в частности, для технологии «Стретфорд») может составлять не более 2 мг/м^3 . В отличие от круговых абсорбционно-десорбционных способов, здесь регенерация раствора происходит с участием химической реакции окисления сероводорода, что снижает

концентрацию H_2S в регенерированном растворе и обуславливает весьма высокую степень очистки.

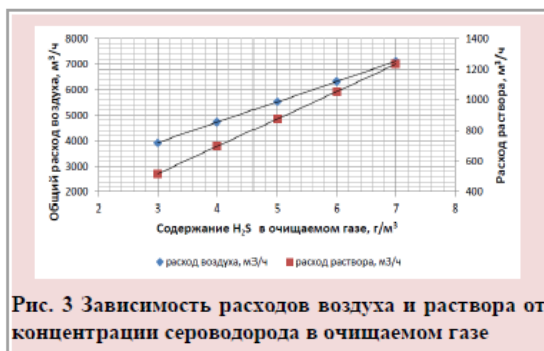


Рис. 3 Зависимость расходов воздуха и раствора от концентрации сероводорода в очищаемом газе

Начиная с периода с высоким содержанием сероводорода в очищаемом газе, близким к проектному, по настоящий период, коэффициент перехода сероводорода в тиосульфатную форму вырос с 0,17-0,22 до 0,3-0,7. Это связано со снижением ресурсов сероводорода в прямом коксовом газе и с повышением эффективности

его улавливания (до содержания в обратном газе ниже 100 мг/м³). Интенсивная очистка газа обуславливает, в том числе, и повышение уровня регенерации раствора, что достигается сохранением расхода воздуха на объем циркулирующего раствора. Но при этом повышается количество воздуха на единицу извлеченного H_2S . В результате некоторого переокисления концентрация тиосульфата в растворе не снижается при уменьшении ресурса сероводорода в исходном газе.

С понижением концентрации сероводорода в растворе усиливается влияние загрязнений (при самопроизвольном внесении в раствор поглотительного масла, фенолятов натрия, фенола, бензола, пиридиновых оснований, смазочных масел сжатого воздуха) на условную активность поглотительного раствора. Негативное действие органических примесей может снижать активность поглотительного раствора примерно в 1,2-1,4 раза. С пропорциональным понижением содержания H_2S и каталитических комплексов в растворе содержание органических примесей не уменьшается, что в целом понижает активность мышьяковых комплексов.

Таблица 2

Условия расчета для рис. 3

Параметры	Значение
Объем очищаемого коксового газа, м ³ /ч	71500,0
Содержание H_2S после очистки, г/м ³	0,1
Содержание роданидов в растворе, г/л	172,0
Содержание тиосульфатов, г/л	190,0
Содержание сульфатов, г/л	15,0
Количество выводимого раствора, м ³ /ч	1,6
Суммарный расход раствора на установку, м ³ /ч	1600,0
Температура в верхней части регенератора, °С	43,0
Содержание кислорода в отходящем воздухе, %	16,985

Со снижением ресурсов сероводорода в прямом газе объем циркулирующего раствора может быть сокращен пропорционально снижению содержания сероводорода при одном и том же отношении As_2O_3/H_2S . Продолжительность пребывания раствора в регенераторе при этом увеличивается обратно пропорционально понижению ресурсов сероводорода. Следует отметить, что снижение объема циркулирующего раствора ограничивается интенсивностью орошения на единицу площади сечения скруббера (20-45 м³/м²), а снижение объема воздуха на регенерацию – до 45-55 м³/м² сечения регенератора. На рис. 3 представлены результаты расчета объема циркулирующего раствора и воздуха на его регенерацию для параметров, представленных в табл. 2.

Среди современных способов окислительной сероочистки коксового газа мышьяково-содовый способ

неожиданно оказался вне конкуренции по расходу каталитических комплексных соединений: удельный массовый расход мышьяка в большинстве случаев намного меньше, а стоимость катализатора существенно ниже. Единственным недостатком является его токсичность.

Таблица 3

Расход химикатов для установки «Стретфорд» [8]

Наименование реагента	Стоимость, евро / т серы
АДА	38,50
Ванадат	56,25
Тартрат	14,90
Всего без учета соды	109,7
Сода	200

Таблица 4

Расход химикатов для мышьяково-содовой установки*

Наименование реагента	Стоимость, евро / т серы
As ₂ O ₃	3,2
Серная кислота	17,3
Всего без учета соды	20,5
Сода (при H ₂ S/HCN в очищаемом газе = 18,0/0,7 г/м ³)	194,6
Сода (при H ₂ S/HCN в очищаемом газе = 8,0/1,7 г/м ³)	925,0

*стоимость реагентов в сопоставимых ценах

Из приведенных данных следует, что затраты процесса «Стретфорд» на катализаторы примерно в пять раз выше. Структура затрат на реагенты показывает, что экономика процессов окислительной сероочистки во многом определяется расходом соды на побочные реакции. Поэтому отношение H₂S/HCN в очищаемом газе существенно влияет на расход соды.

По нашему мнению, мышьяково-содовая сероочистка коксового газа является низкзатратной технологией в сравнении с современными окислительными жидкофазными способами очистки, и в дальнейшем может быть с успехом использована с целью достижения ультранизких концентраций сероводорода в очищенном газе.

При проектировании круговых абсорбционно-десорбционных способов очистки необходимо иметь достоверный прогноз сырьевой базы коксования и производительность установки по объему перерабатываемого коксового газа. Прежде всего, при составлении теплового баланса процесса сжигания сероводорода должен учитываться его массовый расход, так как именно узел термической переработки регенераторного газа определяет диапазон колебаний производительности установки по получению серной кислоты или серы. Кроме того, количество сжигаемого сероводородного газа определяет концентрацию SO₂ в технологическом газе на установку Клауса и степень конверсии SO₂ в серу. При производстве серной кислоты методом мокрого катализа количество сжигаемого сероводорода определяет соотношение SO₂/O₂ в технологическом газе, поступающем на контактный аппарат, что влияет на уровень температур и интенсивность работы слоев катализатора.

Надежным средством обеспечения устойчивой работы установки мокрого катализа является эксплуатация двух параллельных ниток. Но такая схема является затратной, так как при работе одной технологической нитки предполагает наличие 100 %-ного резерва оборудования. В общем случае, запас оборудования должен приниматься на основе технико-экономических расчетов и с учетом колебаний количества и состава перерабатываемого регенераторного газа. Иногда рациональной является комбинированная схема, позволяющая

иметь в 100 %-ном резерве лишь часть оборудования, остальное оборудование должно обеспечивать работу установки в условиях широкого диапазона колебаний количества и состава сырья.

Основным недостатком вакуум-карбонатной двухступенчатой схемы является фактическое удвоение капитальных затрат. При эксплуатации схемы с изолированными растворными циклами абсорбционная способность раствора второй ступени не используется полностью – раствор с хорошей поглощающей способностью выводится на регенерацию. Практика эксплуатации двухступенчатой вакуум-карбонатной сероочистки коксового газа показала, что при одинаковой щелочности раствора состав солей по ступеням получается равноценным. Использовать потенциал двухступенчатой схемы с изолированными растворными циклами можно при изменении щелочности раствора по ступеням: на первой ступени использовать более слабый раствор, а на второй ступени – более крепкий. В результате применения такого режима повышается концентрация цианистого водорода в регенераторном газе и снижается расход соды [9, 10].

Преимуществом одноступенчатой технологической схемы является относительная простота основного оборудования и минимальное количество теплообменников и насосов. К недостаткам такой схемы относится невозможность регулирования продолжительности контакта газа и раствора в абсорбере, что бывает необходимо при значительных колебаниях отношения концентраций CO₂/H₂S в очищаемом газе.

Схема с разделением потоков в отечественной практике круговых сероочисток коксохимических предприятий не применялась. По сравнению с двухступенчатой схемой вакуум-карбонатной сероочистки в такой схеме ликвидируется растворная линия, теплообменное и насосное оборудование, которое служило для вывода раствора второй ступени из середины абсорбера. Также ликвидируется «глухая» тарелка для вывода раствора из середины аппарата. Для схемы с разделением потоков имеется возможность регулирования подачи раствора по высоте абсорбера, что может быть использовано для повышения селективности улавливания сероводорода. Но в условиях низких ресурсов H₂S при этом на

регенерацию поступает более насыщенный раствор, чем в двухступенчатой схеме. Это позволит обеспечить, по нашему мнению, наиболее устойчивую работу в широком диапазоне колебаний сероводорода в очищаемом газе.

Выводы

Устойчивая работа сероочистных установок коксового газа во многом зависит от состояния оборудования, пропускной способности отдельных узлов и степени понижения ресурсов сероводорода.

В условиях недостаточной нагрузки установок сероочистки и снижения содержания сероводорода в коксовом газе установки имеющие обоснованный запас мощности оборудования (мышьяково-содовые и вакуум-карбонатные) имеют более высокую устойчивость к колебаниям ресурсам сероводорода в исходном газе.

При реконструкции существующих вакуум-карбонатных установок, по нашему мнению, схему с разделением потоков, необходимо рассматривать как экономичную и устойчивую к колебаниям соотношения H_2S/CO_2 .

При проектировании моноэтаноламиновых установок, на строительство которых требуются более низкие капитальные затраты, необходим предельно точный прогноз сырьевой базы коксования.

Библиографический список

1. Гусак В.Г. Оптимизация угольной сырьевой базы для получения кокса рядового и улучшенного качества / В.И.Гаврилюк, М.С.Магомедов, А.А. Пастернак, Е.Т.Ковалев, И.Д.Дроздник // Углехимический журнал. – 2013. – № 5 – С. 8-13.

2. Гусак В.Г. Получение кокса улучшенного качества в условиях межбассейновой сырьевой базы ПАО «Запорожжкокс» / В.Г.Гусак, И.Д.Дроздник, Ю.С.Кафтан, Э.П.Торяник, Д.В.Мирошниценко, В.Н.Рубчевский, Ю.А.Чернышов, С.А.Овчинникова, А.В.Поддубный // Углехимический журнал. – 2012. – № 1-2 – С. 3-9.

3. Мури́н В.И. Технология переработки природного газа и конденсата. Ч. 1. / В.И.Мури́н. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 517 с.

4. Mai K.L. Vapor liquid equilibria by radioactive tracer techniques system carbon dioxide - hydrogen sulfide - sodium carbonate - sodium bicarbonate - sodium sulfide - water / K.L.Mai, A.L.Babb // Ind. Eng. Chem. – V. 47. – 1955. – P. 1749-1757.

5. Банников Л.П. Особенности совместного поглощения кислых компонентов коксового газа раствором моноэтаноламина / Л.П.Банников, А.В.Костенко, С.В.Нестеренко, А.В.Панасенко // Углехимический журнал. – 2014. – № 5. – С. 34-40.

6. Банников Л.П. Технологический контроль селективности поглощения H_2S раствором моноэтаноламина в цехе сероочистки / Л.П.Банников, А.В.Костенко, А.В.Похилко // Углехимический журнал. – 2015. – № 2. – С. 16-22.

7. Банников Л.П. Повышение селективности извлечения сероводорода из коксового газа раствором метилдиэтанолламина / Л.П.Банников, А.В.Костенко, С.В.Нестеренко // Углехимический журнал. – 2015. – № 1. – С. 30-35.

8. Sowa F. Advanced Technologies for Desulphurisation of Coke Oven Gas / F.Sowa, B.Otten, J.Kam / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.dmt.de/fileadmin/PDF/Broschuere/Kokereitechnik/Desulphurisation_presentation_eng.pdf.

9. Банников Л.П. К вопросу о способах уменьшения поступления HCN в поглотительный раствор вакуум-карбонатной сероочистки коксового газа / Л.П.Банников, Е.Т.Ковалев // Углехимический журнал. – 2008. – № 3-4. – С. 60-65.

10. Банников Л.П. Повышение селективности извлечения сероводорода из коксового газа на вакуум-карбонатных установках / Л.П.Банников // Углехимический журнал. – 2012. – № 3-4. – С. 71-79.

11. Kohl A.L. Gas purification / A.L.Kohl, R.B.Nielsen. – Houston, TX: Gulf Publishing Company, 1997. – 1395 p.

Рукопись поступила в редакцию 03.03.2015

POTENTIALS FOR UPGRADING COKE OVEN GAS DESULPHURIZATION PROCESSES AND WAYS FOR UNITS' RECONSTRUCTIONS UNDER H_2S INPUT LOWERING

© Kovalev Ye.T., Doctor of Technical Sciences Bannikov L.P., PhD in technical sciences, Pochylko A.V., Panasenko V.A., Doctor of Technical Sciences (SE "UKHIN")

Stability of coke oven gas desulphurization units at lower hydrogen sulfide resources, and its impact on the quality and composition of the gas absorption solutions were analyzed. The unit's capability with higher capital investments was stressed. A special attention must be paid for thorough coal base resource estimate in the design of monoethanolamine installations.

Keywords: coke oven gas, the ratio of acidic components, arsenic, soda, monoethanolamine and vacuum-carbonate desulphurization.