МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОРМ РАСХОДА КАУСТИЧЕСКОЙ И КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ ДЛЯ ГАЗОПЕРЕРАБОТКИ

РД 39-3-580-81

Москва ВНИИОЭНГ 1981

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УТВЕРЖДЕНО

Первым заместителем Министра

_____ В.И.Игревским

03.08.1981 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Методика разработки норм расхода каустической и кальцинированной соды для газопереработки

РД 39-3-580-81

Настоящий документ разработан:

Всесоюзным научно-исследовательским институтом организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности

Заместитель директора И.Е.Шевалдин

Ответственный исполнитель

Заведующий сектором лаборатории научных основ нормирования материалов А.Я.Рудов

Согласовано:

Заместитель начальника ВПО "Союзнефтегазпереработка"

С.М.Топлов

Заместитель начальника Технического управления

З.Д.Барановский

Методика разработана в соответствии с тематическим планом ВНИИОЭНГ и программой работ на 1980 г., согласованной с заместителем начальника ВПО "Союзнефтегазпереработка" П.А.Овчинниковым 11.10.78 г., и предназначена для расчета норм расхода каустической и кальцинированной соды, применяемых для очистки углеводородных газов на предприятиях газопереработки. При написании методики руководствовались РД 39-3-214-79.

В работе принимали участие: В.М.Петровичева, А.Я.Рудов, И.В.Тишакова.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

"Методика разработки норм расхода каустической и кальцинированной соды для газопереработки"

РД 39-3-580-81

Вводится впервые

Приказом Министерства нефтяной промышленности
от 24 августа 1981 г. № 457
Срок введения установлен с 01.10.81 г.
Срок действия до 01.10.86 г.

В В Е Д Е Н И Е

Сероводород (H_2S) и углекислый газ (CO_2) входят в состав многих природных и нефтяных газов. Содержание одного из этих компонентов в газе может доходить до 10% и более по объему. Применение для переработки газа, содержащего H_2S и CO_2, неблагоприятно сказывается на качестве выпускаемой продукции и вызывает коррозию металлов. Чтобы избежать этого, необходимо проводить очистку природных и нефтяных газов от H_2S и CO_2.

Распространенным способом очистки газов от H_2S и CO_2 является очистка каустической ($NaOH$) и кальцинированной (Na_2CO_3) содой.

Сущность процесса заключается в промывке газа, с небольшим содержанием H_2S и CO_2, водным раствором (концентрацией 1-3%) каустической и кальцинированной соды с последующей регенерацией этого раствора воздухом.

Химические реакции, лежащие в основе процесса очистки каустической и кальцинированной содой:

$$2NaOH + H_2S \rightleftharpoons Na_2S + 2H_2O,$$

$$Na_2S + H_2S \rightleftharpoons 2NaSH,$$

$$NaOH + H_2S \rightleftharpoons NaSH + H_2O,$$

т.е. при избытке щелочи образуется Na_2S, при недостатке $NaSH$;

$$2NaOH + CO_2 \rightleftharpoons Na_2CO_3 + H_2O,$$
$$Na_2CO_3 + H_2S \rightleftharpoons NaHS + NaHCO_3,$$
$$NaHS + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons NaHCO_3 + H_2S,$$
$$2NaHCO_3 \rightleftharpoons Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O.$$

Степень очистки составляет 85-95% и зависит от начального содержания сероводорода и углекислого газа, количества циркулирующего раствора, условий поглощения (давления, температуры), степени регенерации раствора.

Каустическая и кальцинированная сода используются на газоперерабатывающих заводах по-разному. На Долинском ГПЗ каустическая сода применяется для нейтрализации сернистых соединений. На Шкаповском ГПЗ NaOH используют в процессе выщелачивания стабильного бензина от H_2S для последующего получения пентановой и гексановой фракций.

На Миннибаевском и Отрадненском ГПЗ каустическая сода применяется для поглощения CO_2 из воздуха на гелиевых установках с последующим получением жидкого азота.

На газоперерабатывающих заводах ПО "Сибнефтегазпереработка" и ПО "Севкавнефтегазпереработка" (Грозненский ГПЗ, а также на Коробковском ГПЗ) каустическая сода применяется в пароснабжении, для нужд ТЭЦ, водоочистки и промывки котлов.

На Казахском ГПЗ NaOH используется для защелачивания продукции и водоочистки.

Кальцинированная сода применяется по аналогии с каустической на заводах ПО "Сибнефтегазпереработка", Миннибаевском ГПЗ.

На Шкаповском ГПЗ кальцинированная сода используется в процессе очистки нефтяного газа от сероводорода гидроокисью железа.

1. Структура норм расхода.

Формула расчета научно обоснованной нормы расхода каустической и кальцинированной соды:

$$H = H_т + \Sigma H_п - H_в, \qquad (1)$$

где H – норма расхода химреагента по установке, кг/1000 м^3;

$H_т$ – норма расхода каустической и кальцинированной соды на технологический процесс (теоретический расход), включая объем заполнения, кг/1000 м^3;

$H_б$ – норма возврата соды в цикл (максимально возможное количество повторно используемого реагента), кг/1000 м^3;

$\sum H_п$ – сумма безвозвратных потерь, связанных с несовершенством технологического процесса, кг/1000 м^3;

2. Расчет норм расхода на технологический процесс

2.1. При очистке от H_2S и CO_2 каустической содой согласно реакции химического взаимодействия на каждый кмоль газа (22,4 нм^3) требуется 40 кг $NaOH$, а на 1 нм^3 затрачивается 1,78 кг $NaOH$. Тогда норма расхода $H_{т\,NaOH}$ (кг/1000 м^3) определяется в зависимости от содержания в газе H_2S и CO_2 по формуле:

$$H_{т\,NaOH} = 1{,}78 \cdot 10^3 \frac{n\,(C_1 - C_2)}{100}, \qquad (2)$$

где n – содержание в газе H_2S (%);

C_1 – первоначальное содержание в газе CO_2 (%);

C_2 – содержание CO_2 в очищенном газе (%).

2.2. При очистке газа от H_2S и CO_2 кальцинированной содой вследствие наличия в молекуле группы CO_2 расход Na_2CO_3 больше, чем $NaOH$. Если идет одновременная очистка от H_2S и CO_2, норма расхода кальцинированной соды определяется по формуле:

$$H_{т\,Na_2CO_3} = 4{,}73 \cdot 10^3 \frac{n\,(C_1 - C_2)}{100}. \qquad (3)$$

Если газ содержит только H_2S, то расход кальцинирован-

ной соды больше чем каустической в 1,4 ÷ 1,9 раза [1]:

$$H_{T_{Na_2CO_3}} = 1{,}78\ (1{,}4 \div 1{,}9)\ 10^3\ \frac{n}{100} \qquad (4)$$

3. Определение безвозвратных потерь каустической и кальцинированной соды

Потери каустической и кальцинированной соды в процессе производства складываются из потерь в результате уноса части химреагента с газовым потоком, вследствие утечек через неплотности соединений, а также потерь при транспортировке и хранении.

В связи с отсутствием литературных данных о потерях, их величина определяется путем наблюдений на каждом предприятии индивидуально и рассчитывается в процентах от технологической нормы:

$$\Sigma H_п = a \cdot H_т \cdot 10^{-2}, \qquad (5)$$

где a – процент потерь.

4. Определение нормы возврата соды

Теоретически считается, что сода каустическая и кальцинированная подвергается регенерации полностью и целиком возвращается в производственный цикл для поглощения следующей порции H_2S и CO_2, тогда $H_в = H_т$.

Если практически окажется, что $H_в^{} \neq H_т^{}$, то величина возврата в цикл определяется путем наблюдений на каждом предприятии отдельно.

5. Расчет норм расхода кальцинированной соды для очистки от сероводорода гидроокисью железа

Гидроокись железа $Fe(OH)_3$, абсорбирующую сероводород, получают в результате реакции:

---

1) Конкретные данные получают опытным путем на каждом заводе отдельно.

$$2FeCl_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3 + 6NaCl + 3CO_2.$$

Вес соды участвующей в реакции, – 318, гидроокиси железа, – 214, т.е. для получения одной тонны $Fe(OH)_3$ необходимо 1,486 т Na_2CO_3. Норма расхода кальцинированной соды определяется по формуле:

$$H_{T_{Na_2CO_3}} = 1{,}486 \frac{Q_{Fe(OH)_3}}{Q_r}, \qquad (6)$$

где $H_{T_{Na_2CO_3}}$ – норма расхода кальцинированной соды, кг/1000 м^3 газа;

$Q_{Fe(OH)_3}$ – суммарная годовая потребность гидроокиси железа, кг;

Q_r – годовой плановый объем переработки нефтяного газа, тыс.м^3.

6. Расчет норм расхода каустической соды для очистки воздуха от углекислого газа на гелиевых установках

6.1. Согласно реакции взаимодействия каустической соды с углекислым газом на каждый кмоль CO_2 (22,4 нм^3) требуется 80 кг $NaOH$, а на 1 нм^3 затрачивается 3,57 кг $NaOH$. В реакцию вступает все количество соды. Тогда норма определяется в зависимости от содержания в воздухе CO_2 по формуле:

$$H_{T_{NaOH}} = 3{,}57 \cdot 10^3 \frac{C}{100}, \qquad (7)$$

где $H_{T_{NaOH}}$ – норма расхода каустической соды на технологический процесс очистки воздуха от CO_2, кг/1000 м^3 воздуха;

C – процентное (по объему) содержание CO_2 в воздухе.

6.2. В связи с тем, что объем подготовки воздуха централизованно не планируется, необходимо произвести пересчет нормы в расчете на весь объем переработки газа по заводу. Норма определяется по формуле:

$$H'_{т\,NaOH} = \frac{H_{т\,NaOH} \cdot V_в}{Q_г}, \qquad (8)$$

где $H'_{т\,NaOH}$ – норма расхода каустической соды на весь планируемый годовой объем переработки нефтяного газа, кг/1000 м^3;

$V_в$ – годовой объем подготовки воздуха для гелиевых установок, тыс.м;

$Q_г$ – планируемый годовой объем переработки нефтяного газа по заводу, тыс.м^3.

7. Определение норм расхода каустической соды для нужд водоочистки и промывки котлов

7.1. Определение норм расхода NaOH для нужд водоочистки и промывки котлов на ТЭЦ и в системе пароснабжения на заводах теоретическим путем невозможно. В связи с этим расчет норм ведется на основе наблюдений и анализа суммарного годового расхода соды по указанным направлениям с учетом мероприятий по экономии материала и последующим пересчетом на планируемый объем переработки нефтяного газа. Норма определяется по формуле:

$$H = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3) \cdot Q'_п}{Q'_1 + Q'_2 + Q'_3} - \frac{q}{Q'_п}, \qquad (9)$$

где Q_1, Q_2, Q_3 – количество каустической соды, израсходованное за три последних года, кг;

Q'_1, Q'_2, Q'_3 – объем переработки нефтяного газа за три последних года, тыс.м^3;

$Q'_п$ – плановый годовой объем переработки нефтяного газа, тыс.м^3;

q – планируемая экономия NaOH за счет оргтехмероприятий, кг.

7.2. При отсутствии фактических данных расчет норм расхода Н (кг/1000 м^3) на промывку котлов и других систем ведется на основе экспертной оценки и рекомендаций по обслуживанию оборудования по формуле:

$$H = \frac{n \cdot m \cdot Q_i - q}{Q'_п}, \qquad (10)$$

где n – количество котлов или других систем, подлежащих обработке каустической содой;

m – количество плановых промывок;

Q_i – количество $NaOH$, необходимое для одной промывки, кг;

q – количество $NaOH$, которое планируется сэкономить за счет оргтехмероприятий, кг.

8. Определение норм расхода каустической соды для защелачивания продукции

Расчет норм расхода $NaOH$ для защелачивания продукции (стабильного бензина и др.) выполняется аналогично принципиальным положениям пункта 2 настоящей методики, а также с учетом индивидуальных особенностей заводских условий. Расчет ведется с пересчетом на годовой объем переработки нефтяного газа по формуле:

$$H = \frac{qVn\,10^3}{100\,Q_r}, \qquad (11)$$

где H – норма расхода каустической соды, кг/1000 м^3 газа;

q – удельный расход щелочи на 1 т сероводорода, содержащегося в жидкой продукции, т;

V – годовой объем выработки жидкой продукции (стабильного бензина и др.), т;

n – содержание сероводорода, % (ВЕС);

Q_r – плановый годовой объем переработки нефтяного газа, тыс.м^3.

9. Расчет средневзвешенной нормы расхода в целом по предприятию

Норма расхода H_3 в целом по предприятию определяется по формуле:

$$H_3 = \frac{\sum_{i=1}^{n} H_i \cdot Q_{ri}}{Q_3}; \qquad (12)$$

где Q_{ri} – объем переработки газа по i-ой установке, тыс.м^3;

Q_3 – объем переработки газа по предприятию, тыс.м^3;

n – количество установок, $i = 1,2,3 \ldots, n$.

10. Примеры расчета норм расхода

10.1. Исходные данные

Содержание в газе сероводорода $n = 2{,}5\%$

Заданное снижение содержания газа углекислого $C_1 - C_2 = 1{,}5\%$

Объем обрабатываемого газа каустической содой на первой установке $Q_r^I = 109400$ тыс.м^3/год

Объем обрабатываемого газа кальцинированной содой на второй установке $Q_r^{II} = 115000$ тыс.м^3/год

Объем переработки газа в целом по заводу $Q_з = 800000$ тыс.м^3/год

Потери $NaOH$ и Na_2CO_3 $a = 0{,}2\%$

10.2 Расчет нормы расхода каустической соды для очистки газа от H_2S и CO_2

$$H_{T_{NaOH}} = 1{,}78 \cdot 10^3 \frac{2{,}5 \cdot 1{,}5}{100} = 66{,}75 \text{ кг/1000 м}^3,$$

$$\Sigma H_{п_{NaOH}} = 0{,}2 \cdot 66{,}75 \cdot 10^{-2} = 0{,}134 \text{ кг/1000 м}^3.$$

Принимая, что $H_{в_{NaOH}} = H_{т_{NaOH}}$, получим по формуле (1), что общая норма расхода $NaOH$ по первой установке равна:

$$H_{NaOH} = \Sigma H_{п_{NaOH}} = 0{,}134 \text{ кг/1000 м}^3.$$

Норма расхода каустической соды в целом по заводу составит:

$$H_{з_{NaOH}} = \frac{0{,}134 \cdot 109400}{800000} = 0{,}018 \text{ кг/1000 м}^3.$$

10.3. Расчет нормы расхода кальцинированной соды для очистки газа от H_2S и CO_2

$$H_{T Na_2CO_3} = 4{,}73 \cdot 10^3 \frac{2{,}5 \cdot 1{,}5}{100} = 177{,}38 \text{ кг/1000м}^3,$$

$$\Sigma H_{П Na_2CO_3} = 0{,}2 \cdot 177{,}38 \cdot 10^{-2} = 0{,}355 \text{ кг/1000м}^3.$$

Принимая, что $H_{В Na_2CO_3} = H_{T Na_2CO_3}$, получим по формуле (1), что общая норма расхода Na_2CO_3 по второй установке равна:

$$H_{Na_2CO_3} = \Sigma H_{П Na_2CO_3} = 0{,}355 \text{ кг/1000 м}^3.$$

10.4. Расчет нормы расхода кальцинированной соды для очистки газа только от сероводорода

Объем обрабатываемого газа по $Q_г^{III}$ = 50000 тыс.м^3/год третьей установке

Содержание сероводорода n = 2,7%

Потери Na_2CO_3 a = 0,3%

$$H_{T Na_2CO_3} = 1{,}78 \cdot 1{,}9 \cdot 10^3 \frac{2{,}7}{100} = 91{,}31 \text{ кг/1000 м}^3,$$

$$\Sigma H_{П Na_2CO_3} = 0{,}3 \cdot 91{,}31 \cdot 10^{-2} = 0{,}274 \text{ кг/1000 м}^3,$$

$$H_{Na_2CO_3} = \Sigma H_{П Na_2CO_3} = 0{,}274 \text{ кг/1000 м}^3.$$

Норма расхода кальцинированной соды в целом по заводу определяется как средневзвешенная величина по второй и третьей установке

$$Н_{3\,Na_2CO_3} = \frac{0{,}355 \cdot 115000 + 0{,}274 \cdot 50000}{800000} =$$

$$= 0{,}068 \text{ кг/1000 м}^3.$$

10.5. Расчет нормы расхода Na_2CO_3 для очистки от сероводорода гидроокисью железа

Исходные данные:

Объем переработки нефтяного газа по заводу на планируемый год $Q_г = 130000$ тыс.м^3;

Удельный расход гидроокиси на тыс.м^3 нефтяного газа $q = 0{,}242$ кг;

Суммарная потребность гидроокиси $Q_{Fe(OH)_3} = 0{,}242 \cdot 130000 = 31460$ кг.

Норма расхода кальцинированной соды по формуле (6) составит:

$$Н_{т\,Na_2CO_3} = 1{,}486 \cdot \frac{31460}{130000} = 0{,}360 \text{ кг/1000 м}^3.$$

10.6. Расчет нормы расхода NaOH для очистки воздуха от CO_2

Исходные данные:

Содержание CO_2 в воздухе $C = 0{,}033\%$;

Годовой объем подготовки воздуха $V_в = 65520$ тыс.м^3;

Объем переработки нефтяного газа по заводу на планируемый год $Q_г = 2053000$ тыс.м^3.

Норма расхода каустической соды на очистку воздуха от CO_2 по формуле (7):

$$Н_{т\,NaOH} = 3{,}57 \cdot 10^3 \frac{0{,}033}{100} = 1{,}178 \text{ кг/1000 м}^3 \text{ воздуха.}$$

В расчете на планируемый объем переработки нефтяного газа норма расхода по формуле (8) составит:

$$H'_{т\,NaOH} = \frac{1{,}178 \cdot 65520}{2053000} = 0{,}038 \text{ кг/1000 м}^3.$$

10.7. Расчет нормы расхода $NaOH$ для промывки котлов.

Исходные данные:

Количество котлов на заводе — $n = 3$;

Количество плановых промывок — 1 раз в квартал, т.е. за год $m = 4$;

Потребность соды на одну промывку — $Q_i = 200$ кг;

Объем переработки нефтяного газа по заводу на планируемый год — $Q_n^г = 345000$ тыс.м^3;

Экономия соды за счет оргтехмероприятий — $q = 120$ кг.

Норма расхода по (10):

$$H = \frac{3 \cdot 4 \cdot 200 - 120}{345000} = 0{,}0066 \text{ кг/1000 м}^3.$$

10.8. Расчет нормы расхода $NaOH$ для защелачивания стабильного бензина

Исходные данные:

Удельный расход щелочи на 1 т сероводорода, содержащегося в стабильном бензине — $q = 2{,}35$ т;

Годовой объем выработки стабильного бензина — $V = 90000$ т;

Содержание сероводорода в стабильном бензине — $n = 0{,}0055\%$;

Объем переработки нефтяного газа на планируемый год — $Q_г = 130000$ тыс.м^3.

Норма расхода щелочи на обработку продукции по формуле (11):

$$H = \frac{2,35 \cdot 90000 \cdot 0,0055}{100 \cdot 130000} \cdot 10^3 = 0,089 \text{ кг/1000м}^3.$$

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Структура норм расхода 4
2. Расчет норм расхода на технологический процесс 5
3. Определение безвозвратных потерь каустической и кальцинированной соды 6
4. Определение нормы возврата соды 6
5. Расчет норм расхода кальцинированной соды для очистки от сероводорода гидроокисью железа 6
6. Расчет норм расхода каустической соды для очистки воздуха от углекислого газа на гелиевых установках 7
7. Определение норм расхода каустической соды для нужд водоочистки и промывки котлов 8
8. Определение норм расхода каустической соды для защелачивания продукции 9
9. Расчет средневзвешенной нормы расхода в целом по предприятию 9
10. Примеры расчета норм расхода 10

Ведущий редактор А.Я. Рудов

Технический редактор А.А.Благовещенская
Корректор Л.М.Королева

Подписано в печать 29.10.81. Т-28115
Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Офсетная печать.
Печ.л. 1,0. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,56.
Тираж 138 экз. Заказ № 330 Цена 8 коп.
ВНИИОЭНГ № 1441
ВНИИОЭНГ, 113162, Москва, Хавская, 11

Печатно-множительная база ВНИИОЭНГ. Москва, ул.Шухова, 17
gost.e-ecolog.ru