

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

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОРМ РАСХОДА
КАУСТИЧЕСКОЙ И КАЛБЦИНИРОВАННОЙ
СОДЫ ДЛЯ ГАЗОПЕРЕРАБОТКИ**

РД 39-3-580-81

Москва ВНИИОЭНГ 1981

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УТВЕРЖДЕНО

Первым заместителем Министра

_____ В.И.Игrevским

03.08.1981 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

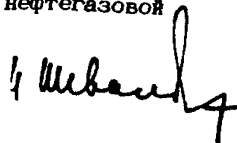
Методика разработки норм расхода каустической и
кальцинированной соды для газопереработки

РД 39-3-580-81

Настоящий документ разработан:

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

Заместитель директора

 И.Е.Шевалдин

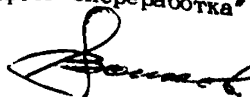
Ответственный исполнитель

Заведующий сектором лаборатории научных
основ нормирования материалов

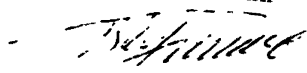
 А.Я.Рудов

Согласовано:

Заместитель начальника ВПО "Союзнефтегазпереработка"

 С.М.Топлов

Заместитель начальника Технического управления

 А.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.Тишаква.

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.

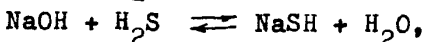
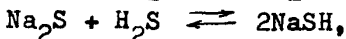
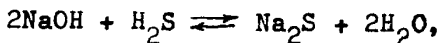
ВВЕДЕНИЕ

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 .

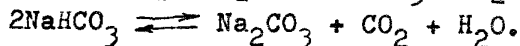
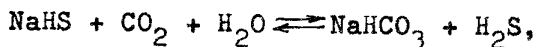
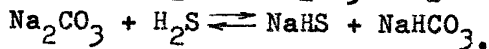
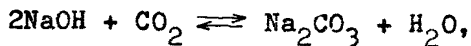
Распространенным способом очистки газов от H_2S и CO_2 является очистка каустической ($NaOH$) и кальцинированной (Na_2CO_3) содой.

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:



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



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 Отраденском 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 "Севкавказнефтегазпереработка" (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 зашелачивания 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:

$$N = N_T + \sum N_{\text{II}} - N_B, \quad (1)$$

- где N — норма расхода химреагента по установке, кг/1000 м³;
- N_T — норма расхода каустической и кальцинированной соды на технологический процесс (теоретический расход), включая объем заполнения, кг/1000 м³;
- N_B — норма возврата соды в цикл (максимально возможное количество повторно используемого реагента), кг/1000 м³;
- $\sum N_{II}$ — сумма безвозвратных потерь, связанных с несовершенством технологического процесса, кг/1000 м³;

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 м³) требуется 40 кг $NaOH$, а на 1 м³ затрачивается 1,78 кг $NaOH$. Тогда норма расхода N_{TNaOH} (кг/1000 м³) определяется в зависимости от содержания в газе H_2S и CO_2 по формуле:

$$N_{TNaOH} = 1,78 \cdot 10^3 \frac{n(C_1 - C_2)}{100}, \quad (2)$$

- 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:

$$N_{TNa_2CO_3} = 4,73 \cdot 10^3 \frac{n(C_1 - C_2)}{100}. \quad (3)$$

Если газ содержит только H_2S , то расход кальцинирован-

ной соды больше чем каустической в 1,4 + 1,9 раза ¹⁾:

$$N_{\text{Т Na}_2\text{CO}_3} = 1,78 (1,4+1,9) 10^3 \frac{n}{100} \quad (4)$$

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:

$$\sum N_{\text{П}} = a \cdot N_{\text{Т}} \cdot 10^{-2}, \quad (5)$$

где a – процент потерь.

4. Определение нормы возврата соды

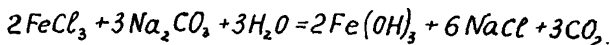
Теоретически считается, что сода каустическая и кальцинированная подвергается регенерации полностью и целиком возвращается в производственный цикл для поглощения следующей порции H_2S и CO_2 , тогда $N_{\text{В}} = N_{\text{Т}}$.

Если практически окажется, что $N_{\text{В}} \neq N_{\text{Т}}$, 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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, абсорбирующую сероводород, получают в результате реакции:

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



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

$$N_{\text{тNa}_2\text{CO}_3} = 1,486 \frac{Q_{\text{Fe}(\text{OH})_3}}{Q_r}, \quad (6)$$

где $N_{\text{тNa}_2\text{CO}_3}$ - норма расхода кальцинированной соды, кг/1000 м³ газа;
 $Q_{\text{Fe}(\text{OH})_3}$ - суммарная годовая потребность гидроокиси железа, кг;
 Q_r - годовой плановый объем переработки нефтяного газа, тыс.м³.

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 м³) требуется 80 кг NaOH , а на 1 м³ затрачивается 3,57 кг NaOH . В реакцию вступает все количество соды. Тогда норма определяется в зависимости от содержания в воздухе CO_2 по формуле:

$$N_{\text{тNaOH}} = 3,57 \cdot 10^3 \frac{C}{100}, \quad (7)$$

где $N_{\text{тNaOH}}$ - норма расхода каустической соды на технологический процесс очистки воздуха от CO_2 , кг/1000 м³ 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 расчет нормы в расчете на весь объем переработки газа за воду. Норма определяется по формуле:

$$H'_{\text{ТNaOH}} = \frac{H_{\text{ТNaOH}} \cdot V_a}{Q_r}, \quad (8)$$

где $H'_{\text{ТNaOH}}$ – норма расхода каустической соды на весь планируемый годовой объем переработки нефтяного газа, кг/1000 м³;
 V_a – годовой объем подготовки воздуха для гелиевых установок, тыс.м;
 Q_r – планируемый годовой объем переработки нефтяного газа по заводу, тыс.м³.

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:

$$H = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3) \cdot Q'_n}{Q'_1 + Q'_2 + Q'_3} - \frac{\varphi}{Q'_n}, \quad (9)$$

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.м³;
 Q'_n – плановый годовой объем переработки нефтяного газа, тыс.м³;
 φ – планируемая экономия NaOH за счет оргтехмероприятий, кг.

7.2. При отсутствии фактических данных расчет норм расхода H (кг/1000 м³) на промывку котлов и других систем ведется на основе экспертной оценки и рекомендаций по обслуживанию оборудования по формуле:

$$H = \frac{n \cdot m \cdot Q_i - \varphi}{Q'_n}, \quad (10)$$

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 зашелачивания продукции

Расчет норм расхода NaOH для зашелачивания 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:

$$H = \frac{q V n 10^3}{100 Q_r}, \quad (11)$$

где H – норма расхода каустической соды, кг/1000 м³ 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.м³.

9. Расчет средневзвешенной нормы расхода в целом по предприятию

Норма расхода H_3 в целом по предприятию определяется по формуле:

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

где Q_{ri} – объем переработки газа по i -ой установке, тыс.м³;

Q_3 – объем переработки газа по предприятию, тыс.м³;
– количество установок, $i = 1, 2, 3 \dots, n$.

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.м³/год

Объем обрабатываемого газа кальцинированной содой на второй установке $Q_r^{II} = 115000$ тыс.м³/год

Объем переработки газа в целом по заводу $Q_3 = 800000$ тыс.м³/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

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

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

Принимая, что $N_{в_{NaOH}} = N_{T_{NaOH}}$, получим по формуле (1),

что общая норма расхода $NaOH$ по первой установке равна:

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

Норма расхода каустической соды в целом по заводу составит:

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

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

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}^{\text{T}} = 4,73 \cdot 10^3 \frac{2,5 \cdot 1,5}{100} = 177,38 \text{ кг/1000 м}^3,$$

$$\Sigma N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}^{\text{П}} = 0,2 \cdot 177,38 \cdot 10^{-2} = 0,355 \text{ кг/1000 м}^3.$$

Принимая, что $N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}^{\text{В}} = N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}^{\text{T}}$, получим по формуле (1), что общая норма расхода Na_2CO_3 по второй установке равна:

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \Sigma N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}^{\text{П}} = 0,355 \text{ кг/1000 м}^3.$$

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

Объем обрабатываемого газа по $Q_r^{\text{II}} = 50000$ тыс.м³/год третьей установке

Содержание сероводорода $n = 2,7\%$

Потери Na_2CO_3 $a = 0,3\%$

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}^{\text{T}} = 1,78 \cdot 1,9 \cdot 10^3 \frac{2,7}{100} = 91,31 \text{ кг/1000 м}^3,$$

$$\Sigma N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}^{\text{П}} = 0,3 \cdot 91,31 \cdot 10^{-2} = 0,274 \text{ кг/1000 м}^3,$$

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \Sigma N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}^{\text{П}} = 0,274 \text{ кг/1000 м}^3.$$

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

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{0,355 \cdot 115000 + 0,274 \cdot 50000}{800000} = 0,068 \text{ кг/1000 м}^3.$$

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 $Q_r = 130000 \text{ тыс.м}^3$;

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

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

Норма расхода кальцинированной соды по формуле (6) составит:

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 1,486 \cdot \frac{31460}{130000} = 0,360 \text{ кг/1000 м}^3.$$

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 $V_b = 65520 \text{ тыс.м}^3$;

Объем переработки нефтяного газа по заводу на планируемый год $Q_r = 2053000 \text{ тыс.м}^3$.

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

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

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

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

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	$Q_i = 200 \text{ кг}$;
Объем переработки нефтяного газа по заводу на планируемый год	$Q_n^r = 345000 \text{ тыс.м}^3$;
Экономия соды за счет оргтехмероприятий	$q = 120 \text{ кг}$.
Норма расхода по (10):	

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

10.8. Расчет нормы расхода NaOH для зашелачивания стабильного бензина

Исходные данные:

Удельный расход щелочи на 1 т сероводорода, содержащегося в стабильном бензине	$q = 2,35 \text{ т}$;
Годовой объем выработки стабильного бензина	$V = 90000 \text{ т}$;
Содержание сероводорода в стабильном бензине	$n = 0,0055\%$;
Объем переработки нефтяного газа на планируемый год	$Q_r = 130000 \text{ тыс.м}^3$.

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

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

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 60x84 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