

**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

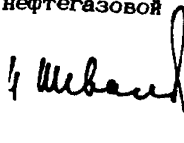
Методика разработки норм расхода каустической и  
кальцинированной соды для газопереработки

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

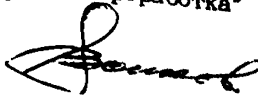
Заведующий сектором лаборатории научных  
основ нормирования материалов



А.Я.Рудов

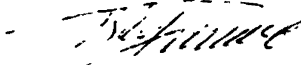
Согласовано:

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.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.

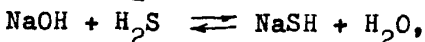
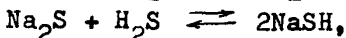
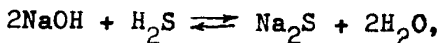
### В В Е Д Е Н И Е

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  $CO_2$ .

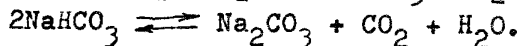
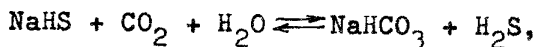
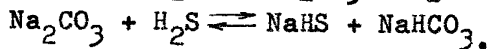
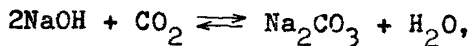
Распространенным способом очистки газов от  $H_2S$  и  $CO_2$  является очистка каустической ( $NaOH$ ) и кальцинированной ( $Na_2CO_3$ ) содой.

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:



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  $\text{H}_2\text{S}$  для последующего получения пентановой и гексановой фракций.

На Миннибаевском и Отраденском ГПЗ каустическая сода применяется для поглощения  $\text{CO}_2$  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 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 м<sup>3</sup>;
- $N_T$  — норма расхода каустической и кальцинированной соды на технологический процесс (теоретический расход), включая объем заполнения, кг/1000 м<sup>3</sup>;
- $N_B$  — норма возврата соды в цикл (максимально возможное количество повторно используемого реагента), кг/1000 м<sup>3</sup>;
- $\sum N_{II}$  — сумма безвозвратных потерь, связанных с несовершенством технологического процесса, кг/1000 м<sup>3</sup>;

## 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 м<sup>3</sup>) требуется 40 кг  $NaOH$ , а на 1 м<sup>3</sup> затрачивается 1,78 кг  $NaOH$ . Тогда норма расхода  $N_{TNaOH}$  (кг/1000 м<sup>3</sup>) 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 <sup>1)</sup>:

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

### 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  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$ , тогда  $N_{\text{в}} = N_{\text{т}}$ .

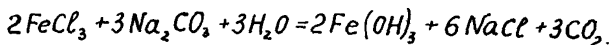
Если практически окажется, что  $N_{\text{в}}^{\text{п}} \neq N_{\text{т}}$ , то величина возврата в цикл определяется путем наблюдений на каждом предприятии отдельно.

### 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, гидроксиси железа, - 214, т.е. для получения одной тонны  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  необходимо 1,486 т  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Норма расхода кальцинированной соды определяется по формуле:

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

где  $N_{\text{т Na}_2\text{CO}_3}$  - норма расхода кальцинированной соды, кг/1000 м<sup>3</sup> газа;  
 $Q_{\text{Fe}(\text{OH})_3}$  - суммарная годовая потребность гидроксиси железа, кг;  
 $Q_r$  - годовой плановый объем переработки нефтяного газа, тыс.м<sup>3</sup>.

#### 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  $\text{CO}_2$  (22,4 м<sup>3</sup>) требуется 80 кг  $\text{NaOH}$ , а на 1 м<sup>3</sup> затрачивается 3,57 кг  $\text{NaOH}$ . В реакцию вступает все количество соды. Тогда норма определяется в зависимости от содержания в воздухе  $\text{CO}_2$  по формуле:

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

где  $N_{\text{т NaOH}}$  - норма расхода каустической соды на технологический процесс очистки воздуха от  $\text{CO}_2$ , кг/1000 м<sup>3</sup> воздуха;  
 $C$  - процентное (по объему) содержание  $\text{CO}_2$  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 за воду. Норма определяется по формуле:



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

где  $N'_{\text{ТNaOH}}$  – норма расхода каустической соды на весь планируемый годовой объем переработки нефтяного газа, кг/1000 м<sup>3</sup>;  
 $V_a$  – годовой объем подготовки воздуха для гелиевых установок, тыс.м;  
 $Q_r$  – планируемый годовой объем переработки нефтяного газа по заводу, тыс.м<sup>3</sup>.

### 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:

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

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.м<sup>3</sup>;  
 $Q'_n$  – плановый годовой объем переработки нефтяного газа, тыс.м<sup>3</sup>;  
 $\varphi$  – планируемая экономия NaOH за счет оргтехмероприятий, кг.

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

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

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

$m$  – количество плановых промывок;

$Q_i$  – количество  $\text{NaOH}$ , необходимое для одной промывки, кг;

$q$  – количество  $\text{NaOH}$ , которое планируется сэкономить за счет оргтехмероприятий, кг.

### 8. Определение норм расхода каустической соды для зашелачивания продукции

Расчет норм расхода  $\text{NaOH}$  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 м<sup>3</sup> 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<sup>3</sup>.

### 9. Расчет средневзвешенной нормы расхода в целом по предприятию

Норма расхода  $\text{H}_3$  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.м<sup>3</sup>;

$Q_3$  – объем переработки газа по предприятию, тыс.м<sup>3</sup>;  
– 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.м<sup>3</sup>/год

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

Объем переработки газа в целом по заводу  $Q_3 = 800000$  тыс.м<sup>3</sup>/год

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

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

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

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

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

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

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

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  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$

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

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

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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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.м<sup>3</sup>/год третьей установке

Содержание сероводорода  $n = 2,7\%$

Потери  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $a = 0,3\%$

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

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

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

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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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  $\text{тыс.м}^3$  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  $\text{NaOH}$  для очистки воздуха от  $\text{CO}_2$

Исходные данные:

Содержание  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{NaOH}$  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  $\text{NaOH}$  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