

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

**М Е Т О Д И К А
РАЗРАБОТКИ НОРМ РАСХОДА МЕТАНОЛА
ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ**

РД 39-1-315-79

Москва ВНИИОЭНГ 1980

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

УТВЕРЖДЕНО
Заместителем Министра
нефтяной промышленности
А.В.Валихановым
28 декабря 1979 года

МЕТОДИКА
РАЗРАБОТКИ НОРМ РАСХОДА МЕТАНОЛА
ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ

РД-39-1-315-79

Москва ВНИИОЭНГ 1980

Данная методика разработана в соответствии с тематическим планом ВНИИОЭНГ и программой работ на 1979 г., согласованной с заместителем начальника ВПО "Союзнефтегазпереработка" П.А.Овчинниковым 11.10.78 г.

Методика предназначена для газоперерабатывающих заводов, позволяет рассчитывать нормы расхода метанола для переработки нефтяных газов в зависимости от физико-химических свойств и производственных условий.

В разработке методики принимали участие:
заведующий сектором ВНИИОЭНГ, к.э.н. А.Я.Рудов,
старший научный сотрудник ВНИИОЭНГ Г.П.Чурилова,
старший инженер ВПО "Союзнефтегазпереработка" В.В.Солодунова,
заместитель главного технолога Миннибаевского ГПЗ Г.А.Салахутдинов,
заведующий сектором ВНИПИГазпереработка, к.э.н. Р.А.Фатхутдинов.

Подготовка методики к изданию выполнена инженером ВНИИОЭНГ Тишковой И.В.

Руководящий документ

"Методика разработки норм расхода метанола для обработки нефтяных газов"

РД 39-1-315-79

Разработана впервые

Приказом Министерства нефтяной промышленности № 21 от 11.01.80
срок введения установлен с 20.03.80

I. Введение

Все нефтяные газы, добываемые из недр, насыщены водяными парами. Сжиженные газы (пропан, бутан, изобутан) и газовый бензин также способны растворить некоторое количество влаги. С повышением температуры растворимость воды в этих продуктах увеличивается. Вода в сжиженные газы может попадать из водяных конденсаторов, кипятильников при использовании в последних водяного пара в качестве теплоносителя и при неплотном соединении трубок.

Иногда вода переходит в сжиженные газы из перерабатываемого нестабильного бензина.

При охлаждении или изотермическом сжатии из нефтяного газа, сжиженного газа, стабильного или нестабильного бензина выделяется вода. При определенном сочетании температуры и давления выделяющаяся вода способна образовывать гидраты - белые кристаллические вещества, похожие на лед или мокрый спрессованный снег. Образуюсь и скапливаясь в трубопроводах, они могут вызвать частичную или полную закупорку трубопроводов, нарушить нормальный режим работы трубопровода, нефтеаппаратуры и т.д.

Наиболее широкое распространение для борьбы с гидратообразованием получил метанол, необходимое количество которого зависит от начальных и конечных параметров, состава транспортируемого продукта. Дополнительными факторами, определяющими скорость накопления гидратов, являются: наличие скоплений воды в пониженных местах газопроводов и капельной воды в газовом потоке, турбулентность и переохлаждение газового потока.

Образующиеся гидраты нефтяных газов представляют собой твердые растворы с двумя кристаллическими структурами:

Структура I - построена из 46 молекул воды и имеющая 8 полостей.

Структура II - построена из 136 молекул воды и имеющая 16 малых полостей и 8 больших.

Метан, этан, углекислый газ, сероводород и азот образуют гидраты структуры I, причем идеальная форма полностью насыщенного газом гидрата будет $8M-46 H_2O$ (или $M-5, 75 H_2O$), где M - молекула гидрообразователя.

Пропан и изобутан образуют гидраты структуры II с идеальной формой $8M-136 H_2O$ ($M-17 H_2O$).

Углеводороды с размерами молекул большими, чем у изобутана, гидратов не образуют.

Жидкая вода, неперемешиваемая газом в своем объеме, гидратов не образует. Гидраты образуются лишь на поверхности контакта газ-вода. Жидкая вода, барботируемая или перемешиваемая газом, полностью переходит в гидрат при наличии условий гидратообразования.

С уменьшением давления и плотности газа, температура гидратообразования уменьшается. Для предупреждения образования гидратов необходимо устранить хотя бы одно из основных условий существования гидратов: высокое давление, низкую температуру или свободную влагу.

2. Основные положения

2.1. Метанол (метилловый спирт) обладает способностью предотвращать гидратообразование, быстро разлагает уже образовавшиеся гидратные пробки, смешивается с водой в любых соотношениях, имеет малую вязкость и низкую температуру застывания.

2.2. Химическая формула метилового спирта - CH_3OH , молекулярная масса - 32,04. Метанол представляет собой бесцветную жидкость, иногда с резким запахом (в зависимости от способа получения и очистки). Основной способ получения метанола - синтез из водорода и окиси углерода. Исходным сырьем служит коксовый, природный и другие углеводородные газы. Давление паров метанола при $20^{\circ}C$ равно 89 мм.рт.ст. Температура замерзания метанола - $97,1^{\circ}C$, температура

кипения $+64,65^{\circ}\text{C}$. При увеличении концентрации метанола в воде температура замерзания растворов понижается. При содержании метанола в смеси 93,3% температура замерзания составляет -137°C . Плотность паров метанола при температурах до 473°K (200°C) рассчитывают по формуле:

$$\rho_p = 4,44 \left(\frac{T}{337,9} - 1 \right) - 2,9439, \quad (1)$$

где T - температура, при которой определяют плотность насыщенного пара.

Другие физические свойства метанола и его водных растворов приведены в приложениях 1, 2, 3 и 4.

2.3. Недостатком метанола является то, что он теряется после однократного использования, т.к. отсутствует установка по регенерации и в связи с уносом газом и растворением в углеродах.

2.4. Нормой расхода метанола называется плановая мера оптимального расхода материала для обработки нефтяного газа, измеряемая: при транспортировке газа по трубам - $\text{кг}/1000 \text{ м}^3$; при транспорте в железнодорожных цистернах - $\text{кг}/\text{т}$; при транспортировке жидкого продукта - $\text{кг}/\text{т}$.

2.5. Для обеспечения прогрессивности и экономичности при разработке норм расхода метанола необходимо соблюдать следующие условия:

нормы должны с наибольшей полнотой отражать конструктивные, технологические и организационные предпосылки экономии материала;

нормы ориентируются на передовой опыт, периодически совершенствуются, в них не включаются затраты, вызванные отступлением от принятой технологии, режимов работ, рецептов, из-за несоблюдений стандартов и требований по качеству.

2.6. В общем виде расчет научно-обоснованной нормы расхода метанола (H) представлен уравнением:

$$H = H_T - H_{\Delta} + \sum H_n, \quad (2)$$

где H_T - норма расхода метанола непосредственно на технологический процесс (теоретический расход);

N_B - количество метанола, возвращаемого в цикл (максимально возможное количество повторно используемого метанола)

ΣH_n - сумма безвозвратных потерь метанола, связанных с несовершенством технологического оборудования - H_{n1} ; несовершенством технологического процесса - H_{n2} ; потерями при хранении - H_{n3} ; потерями в связи с растворимостью метанола в углеводородах - H_{n4} и др.;

$$\Sigma H_n = H_{n1} + H_{n2} + H_{n3} + H_{n4} + \dots + H_{nm} \quad (3)$$

2.7. Норма расхода метанола непосредственно на технологический процесс (теоретический расход) N_T определяется согласно стехиометрическому уравнению реакции в процессе обработки. Если расчет нормы по уравнению реакции невозможен, норму N_T определяют на основе технологического регламента производства или производственного опыта.

2.8. Количество метанола N_B , возвращаемого в цикл, по своей сути является нормативом возвратных потерь и представляет максимальное количество метанола, получаемого за счет регенерации водометанольных растворов, а также улавливания жидкостей, содержащих метанол, и возврат их в технологический цикл.

2.9. Сумма потерь метанола ΣH_n является нормативом безвозвратных потерь, которые объективно существуют на газоперерабатывающем заводе и на данный момент не могут быть устранены в связи с несовершенством оборудования и технологии.

2.10. При разработке норм следует стремиться к ежегодному повышению N_B и снижению ΣH_n , разрабатывая и внедряя организационно-технические мероприятия, направленные на экономию метанола.

2.11. Норма расхода N по формуле (2) рассчитывается в целом по заводу. Если имеется возможность установить величину N_B и ΣH_n по отдельным участкам завода, то норму N по формуле (2) считают отдельно по каждому участку.

2.12. Если условия гидратособразования по отдельным участкам существенно отличаются, рассчитывают средневзвешенную норму \bar{N}_T :

$$\bar{N}_T = \frac{\sum_{i=1}^n H_{Ti} Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (4)$$

где H_{ri} - норма расхода метанола по i -ому участку;
 Q_i - обрабатываемый объем газа на i -ом участке;
 i - количество участков, на которых применяется метанол,
 $i = 1, 2, 3$ и т.д.

3. Расчет норм расхода метанола

3.1. Расчет индивидуальной нормы расхода метанола непосредственно на технологический процесс для каждого конкретного случая производится в зависимости от давления, температуры и влажности газа. Расход метанола складывается из количества метанола, необходимого для насыщения жидкой и газовой фазы [2] :

$$H_r = Q_m + Q_r = \frac{W_1 - W_2}{C_1 - C_2} C_2 + C_2 \alpha, \quad (5)$$

где H_r - теоретический расход метанола, кг/1000 м³ газа;
 Q_m - количество метанола, необходимое для насыщения жидкой фазы;
 Q_r - количество метанола, необходимое для насыщения газовой фазы;
 W_1 - влажность газа в начале участка, на котором образуются гидраты, кг/1000 м³;
 W_2 - влажность газа в конце участка, на котором образуются гидраты, кг/1000 м³;
 C_1 - весовая концентрация вводимого (свежего) метанола, %;
 C_2 - весовая концентрация метанола в воде (концентрация отработанного метанола в конце участка, на котором образуются гидраты, %);
 α - отношение содержания метанола, необходимого для насыщения газа, к концентрации метанола в жидкости.

3.2. Из формулы (5) следует, что для определения расхода метанола необходимо знать влажность газа, концентрацию метанола в двух точках: в начале и конце участка, на котором образуются гидраты.

Влажность газа существенно зависит от его состава.

Чем больше в газе тяжелых углеводородов, тем меньше его влажность. Наличие H_2S и CO_2 увеличивает влагосодержание, присутствие азота -

уменьшает. Для определения влажности газа наиболее предпочтительны непосредственные замеры в заводских условиях. Возможно также определение влажности по данным лабораторных опытов или по формуле^{x)}:

$$W = \frac{A}{P} + B, \quad (6)$$

где P - давление газа, ат;
 A - коэффициент, характеризующий влажность идеального газа;
 B - коэффициент, зависящий от состава газа.

Коэффициенты A и B определяются по таблице приложения 5.

Формула (6) дает наиболее точные результаты для газов с относительной плотностью (по воздуху) 0,6. При определении влажности нефтяных газов с относительной плотностью более 0,6 г/см³, в формулу (6) необходимо ввести поправку K :

$$W' = \left(\frac{A}{P} + B \right) K.$$

Величина поправки K зависит от температуры газа и его плотности. Так при температуре 50⁰С для газа с относительной плотностью 0,9 $K=0,98$. С увеличением температуры поправка K уменьшается и при 150⁰С составляет 0,96.

При одной и той же температуре 50⁰С с увеличением плотности газа поправка K также уменьшается. При $\gamma = 1,2$ г/см³ поправка $K = 0,97$.

3.3. Определяют равновесную температуру T гидратообразования. Наиболее правильным является определение T по экспериментальным данным применительно к каждому газоперерабатывающему заводу. Если экспериментальные данные отсутствуют, следует воспользоваться равновесными кривыми образования гидратов газов различной плотности, приведенными на рис.1, на основе среднего давления на участке гидратообразования.

Среднее давление определяется по формуле:^{xx)}

$$P_{cp} = \frac{2}{3} \left(P_1 + \frac{P_2^2}{P_1 + P_2} \right), \quad (7)$$

x) А.М.Чуракаев [5], стр.29

xx) А.С.Смирнов [4], стр.51.

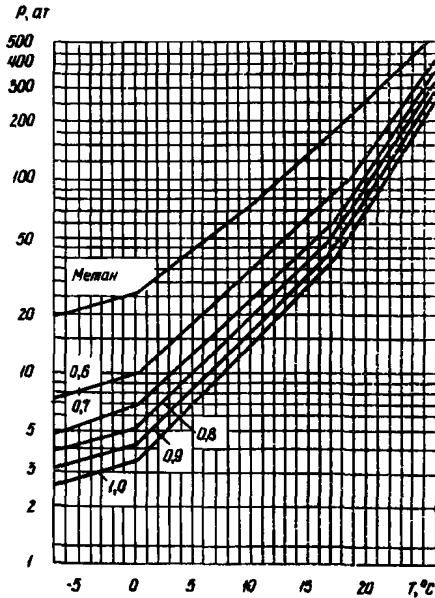


Рис.1. Условия образования гидратов в зависимости от давления, температуры и плотности газов

3.4. Затем находят величину снижения равновесной температуры, необходимую для предотвращения гидратообразования:

$$\Delta T = T - T_2 \quad (8)$$

где T - равновесная температура гидратообразования, °С ;
 T_2 - температура в конце участка, на котором образуются гидраты, °С.

После определения ΔT по графику на рис.2 находят концентрацию отработанного метанола C_2 в процентах.

Коэффициент α , являющийся отношением содержания метанола в газе к концентрации отработанного метанола, для давления P_2 и температуры T_2 определяют по номограмме на рис.3. Зависимости на рис.1, 2 и 3 уточняются применительно к каждому заводу по данным лабораторных исследований.

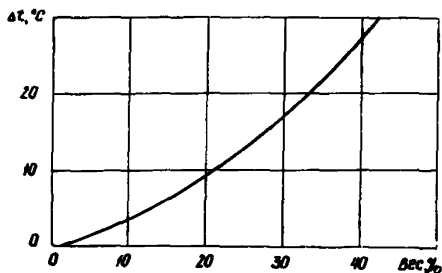


Рис. 2. Снижение температуры гидратообразования T в зависимости от концентрации метанола в воде C_2

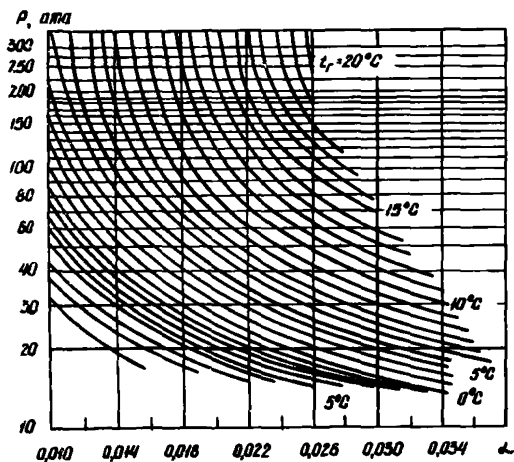


Рис. 3. Отношение содержания метанола в газе к концентрации метанола в воде, необходимое для предотвращения гидратообразования

Таким образом, становятся известными все величины, входящие в формулу (5), по которой определяется теоретический расход метанола на технологический процесс на данном участке.

3.5. Для определения количества метанола H_B , возвращаемого в цикл, нет определенных формул, которые можно рекомендовать всем газоперерабатывающим заводам. Величину H_B , входящую в формулу (2), следует определить на основе плана организационно-технических мероприятий по экономии метанола.

3.6. Норматив безвозвратных потерь H_{Π} определяется опытным путем применительно к каждому ГПЗ, ежегодно пересматривается и согласовывается с ведущим отраслевым институтом ВНИПИгазпереработка. Норматив на очередной плановый год не должен превышать норматив предыдущего года.

Для заводов, впервые разрабатывающих нормативы потерь, рекомендуются следующие показатели, полученные и обобщенные по данным различных организаций и предприятий:

потери за счет неравномерности подачи 10% от нормы на технологический процесс;

потери за счет растворимости метанола в углеводородном газе 20% от нормы на технологический процесс;

потери от утечек 0,001 кг/1000 м³ газа;

потери от испарения в резервуарах при хранении метанола 0,003 кг/1000 м³ газа.

На каждый последующий год приведенные показатели следует преимущественно снижать.

3.7. неотъемлемую часть разработки норм на очередной планируемый период составляет анализ расхода метанола за предыдущий год.

Для проведения анализа использования метанола на газоперерабатывающем заводе следует использовать коэффициент резерва $K_{рез}$:

$$K_{рез} = \left(1 - \frac{H_f}{H_n}\right) 100 \%, \quad (9)$$

где H_f - фактический удельный расход метанола.

Показатель фактического удельного расхода метанола по своему содержанию идентичен норме расхода H , определяемой по формуле (2). В состав H_f входят затраты метанола непосредственно на технологию, аварийные ситуации и для возмещения потерь.

Если фактический удельный расход больше теоретического расхода ($q_{ф} > H_T$), из формулы (9) следует, что имеются определенные резервы снижения расхода материала на заводе. Например, $q_{ф} = 100$, $H_T = 80$. Тогда:

$$K_{рез} = \left(1 - \frac{80}{100}\right) 100 = +20\%.$$

Следовательно, имеются резервы снижения расхода на 20% за счет снижения потерь и улучшения повторного использования метанола.

Если фактический удельный расход меньше теоретического расхода ($q_{ф} < H_T$) по формуле (9) величина $K_{рез}$ получается отрицательной, что само по себе говорит об отсутствии резервов. Например, $q_{ф} = 87$, $H_T = 100$. Тогда:

$$K_{рез} = \left(1 - \frac{100}{87}\right) 100 = -15\%.$$

Из этого можно сделать два вывода:

устарела норма ($H_T = 100$) и на заводе по различным причинам появились возможности снизить удельный расход $q_{ф}$ до 87;

норма ($H_T = 100$) объективна, однако процесс идет с нарушением технологии.

Сделанные выводы являются основой для принятия решения по величине нормы на очередной плановый год в сторону её уменьшения по сравнению с предыдущим периодом, либо для принятия мер по восстановлению расхода метанола до технологической нормы.

3.8. Расчет нормы и анализ расхода метанола при обработке жидкого продукта, транспортируемого по трубам, производится аналогично. Отличием является лишь то, что в связи с отсутствием газовой фазы, не определяется член $C_2\%$ в формуле (5).

3.9. Количество метанола, необходимое для добавки в сжиженные газы, транспортируемые в железнодорожных цистернах, определяются экспериментально по каждому газоперерабатывающему заводу с учетом требований по качеству продукции, объемам и расстояния перевозки, а также в зависимости от других специфических факторов данного района.

4. Пример расчета нормы расхода метанола.

4.1. Метанол вводится в поток газа без изменения его температуры и давления. Растворяясь в воде, имеющейся в потоке газа, мета-

нол снижает парциальное давление паров воды. При этом, если гидрат и образуется, то при заметно более низкой температуре, чем в системе газ-вода. Ввод метанола на уже образовавшиеся отложения гидратов также снижает давление паров воды, равновесие гидрат-газ - вода нарушается, упругость паров воды над гидратами оказывается большей чем над водным раствором, что и приводит к разложению гидратов.

4.2. Участок I, на котором необходимо применение метанола, условно характеризуется следующими параметрами:

$P_1 = 55 \text{ кгс/см}^2$; $T_1 = +20^\circ\text{C}$; относительная плотность газа (по воздуху) $\gamma = 0,6$; $P_2 = 43 \text{ кгс/см}^2$; $T_2 = -6^\circ\text{C}$.

Суточный объем газа, обрабатываемого на данном участке, составляет $Q_T = 150 \text{ тыс. м}^3$. Концентрация свежего метанола $C_1 = 96\% \text{ вес}$.

4.3. По формуле (6) определяется влагосодержание газа в начале и в конце участка при параметрах, указанных в п.4.2.;

$$W_1 = \frac{A_1}{P_1} + B_1 = \frac{17,87}{55} + 0,112 = 0,437 \text{ кг/1000 м}^3$$

Коэффициенты $A_1 = 17,87$ и $B_1 = 0,112$ найдены по таблице приложения 5 при $T_1 = +20^\circ\text{C}$.

$$W_2 = \frac{A_2}{P_2} + B_2 = \frac{2,99}{43} + 0,0304 = 0,100 \text{ кг/1000 м}^3$$

Коэффициенты $A_2 = 2,99$ и $B_2 = 0,0304$ взяты для $T_2 = -6^\circ\text{C}$

4.4. Определим по формуле (7) среднее давление на участке I

$$P_{\text{ср}} = \frac{2}{3} \left(P_1 + \frac{P_2^2}{P_1 + P_2} \right) = \frac{2}{3} \left(55 + \frac{43^2}{55+43} \right) = 49,2 \text{ кгс/см}^2$$

4.5. По графику на рис.1 определяем равновесную температуру T гидратообразования при среднем давлении $49,2 \text{ кгс/см}^2$ и плотности газа $\gamma = 0,6$. Величина T составляет 13°C .

4.6. Находим величину снижения равновесной температуры по формуле (8):

$$\Delta T = T - T_2 = 13 - (-6) = 19^\circ\text{C}$$

4.7 По графику на рис.2 находим концентрацию метанола в конце участка C_2 (концентрация отработанного метанола), которая обеспечивает снижение равновесной температуры гидратообразования на 19°C . Величина C_2 для данного случая составляет $32\% \text{ вес}$.

4.8. По графику на рис.3 определяем коэффициент α для давления $P_2 = 43 \text{ кгс/см}^2$ и $T_2 = -6^\circ\text{C}$. Величина α для этих условий равна 0,011.

4.9. Норма расхода на технологический процесс на участке I составит:

$$H_{I-T} = \frac{0,437 - 0,100}{96,0 - 32,0} \cdot 32,0 + 0,011 \cdot 32 = 0,520 \text{ кг/100 м}^3$$

4.10. Норма расхода метанола по другим участкам определяется аналогично. Примем условно, что на данном заводе на втором участке при суточном объеме обрабатываемого газа $Q_{II} = 320 \text{ тыс. м}^3$ норма расхода H_{II-T} составляет 0,470 кг/1000 м³; на третьем участке соответственно - $Q_{III} = 280 \text{ тыс. м}^3$, $H_{III-T} = 0,630 \text{ кг/1000 м}^3$. Тогда необходимо определить по формуле (4) средневзвешенную норму:

$$\tilde{H}_T = \frac{0,520 \cdot 150 + 0,470 \cdot 320 + 0,630 \cdot 280}{150 + 320 + 280} = 0,540 \text{ кг/1000 м}^3$$

4.11. Определение других составляющих нормы ($H_B, \sum H_n$) целесообразно сделать в целом по заводу. Используя данные пункта 4.6 настоящей методики, найдем суммарные потери метанола:

$$\sum H_n = 0,540(0,1+0,2)+0,001+0,003 = 0,166 \text{ кг/1000 м}^3$$

Количество метанола, возвращаемого в цикл, в целом по заводу в планируемом году составит 5000 кг и будет определяться работой регенерирующей установки и улавливающих устройств.

4.12. В тех случаях, когда объем обрабатываемого газа по заводу $Q_{об.з}$ полностью соответствует объему переработки $Q_{п.з}$ ($Q_{об.з} = Q_{п.з}$), научно обоснованная норма расхода по формуле (2) составит:

$$H = 0,540 - \frac{5000}{800000} + 0,166 = 0,69975 \text{ кг/1000 м}^3$$

где 800000 - плановый объем переработки газа $Q_{п.з}/\text{м}^3$, (тыс.м³).

4.13. Если объем обрабатываемого газа по разным причинам меньше объема переработки, для получения нормы по заводу необходимо произвести пересчет по формуле:

$$H^I = \frac{H \cdot Q_{об.з}}{Q_{п.з}}, \quad (13)$$

предварительно пересчитав норму H по п.4.12

Принимая условно для примера $Q_{об.з} = 700000$ тыс.м³,
 $Q_{п.з} = 800000$ тыс.м³, получим:

$$H = 0,540 - \frac{5000}{700000} + 0,166 = 0,69886 \text{ кг/1000 м}^3$$

$$H^I = \frac{0,69886 \cdot 700000}{800000} = 0,6115 \text{ кг/1000 м}^3$$

4.14. Норму расхода $H = 0,69975$ или $H^I = 0,6115$ кг/1000 м³ используют для определения годовой потребности метанола к расходу в целом по заводу.

Эти нормы можно применить для расчета полугодовой, квартальной или месячной потребности. Однако, в связи с возможными колебаниями температуры и других факторов в разные времена года целесообразно рассчитывать нормы по кварталам или месяцам. Достоверность потребности при этом повышается.

Данная методика предусматривает расчет норм для планирования потребности только к расходу. Для определения суммарной потребности метанола необходимо также знать потребность для создания запасов. Нормирование производственных запасов и определение их величины производится отдельно по специальной методике.

Л и т е р а т у р а

1. Инструкция по разработке методик и норм расхода химических материалов для переработки нефтяного газа, ВНИМОЭНГ, М. 1979.

2. Методические указания по нормированию расхода химматериалов на производство промышленной продукции в нефтяной промышленности. Раздел 6. ВНИМОЭНГ, М., 1971.

3. Основные положения по нормированию материально-технических и топливно-энергетических ресурсов в нефтяной промышленности, РД 39-3-35-77.

4. А.С.Смирнов. Транспорт и хранение газа. Гостоптехиздат, 1950.

5. А.М.Чуракаев. Газоперерабатывающие заводы. Химия.1971.

Плотность водных растворов метанола (г/см³)
в зависимости от концентрации и температуры

Концентрация, % вес	Температура, °С			
	0	10	15	20
0	0,9999	0,9997	0,9989	0,9982
5	0,9914	0,9912	0,9904	0,9896
10	0,9842	0,9834	0,9825	0,9815
15	0,9780	0,9864	0,9752	0,9740
20	0,9725	0,9700	0,9683	0,9666
25	0,9666	0,9632	0,9570	0,9592
30	0,9604	0,9560	0,9537	0,9515
35	0,9534	0,9484	0,9458	0,9433
40	0,9459	0,9403	0,9373	0,9345
45	0,9377	0,9316	0,9284	0,9252
50	0,9287	0,9221	0,9188	0,9156
55	0,9191	0,9122	0,9087	0,9052
60	0,9090	0,9018	0,8982	0,8946
65	0,8980	0,8911	0,8873	0,8834
70	0,8869	0,8794	0,8755	0,8715
75	0,8754	0,8676	0,8634	0,8592
80	0,8634	0,8551	0,8510	0,8469
85	0,8510	0,8422	0,8381	0,8340
90	0,8374	0,8287	0,8245	0,8202
95	0,8240	0,8152	0,8107	0,8062
100	0,8102	0,8009	0,7903	0,7917

Приложение 2

Физические свойства метанола по ГОСТ 2222-70

Показатели	Синтетический	Лесохимический	
		I сорт	II сорт
Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость без механических примесей		
Плотность ρ_4^{20} г/см ³	0,791-0,793	0,793	0,793
Пределы кипения, °С при 760 мм.рт.ст.;			
	начало	64,0	63,5
конец	65,0	66,0	66,0
В этих пределах должно отгоняться не менее, % об	99,0	98,0	97,0
Кислое число в мг КОН на 1г СН ₃ ОН, не более	0,03	0,02	0,04
Щелочное число в мг КОН на 1 г СН ₃ ОН	0,08	0,2	0,4
Содержание серы не более, %	0,002	Не нормируется	
Содержание железа, не более, %	0,001	Не нормируется	

Плотность и вязкость метанола при отрицательных температурах

Температура °С	Плотность, г/см ³		Вязкость лидк. СП	Температура °С	Плотность, г/см ³		Вязкость лидк. СП
	жидкость	пар			жидкость	пар	
-80	0,8860	1,501·10 ⁻⁶	5,70	-30	0,8390	1,535·10 ⁻⁵	1,39
-70	0,8760	2,430·10 ⁻⁶	4,02	-20	0,8290	2,562·10 ⁻⁵	1,16
-60	0,8670	3,819·10 ⁻⁶	2,98	-10	0,8190	4,151·10 ⁻⁵	0,97
-50	0,8580	6,235·10 ⁻⁶	2,26	0	0,8100	5,620·10 ⁻⁵	0,82
-40	0,8470	9,517·10 ⁻⁶	1,75	-	-	-	-

Температура затвердевания водометанольных растворов

Концентрация метанола % вес	Температура затвердевания, °С		Концентрация метанола % вес	Температура затвердевания, °С	
	начало	конец		начало	конец
10	-7,5	-8,0	80	-102,5	-132,0
20	-18,5	-20,3	85	-115,0	-137,0
30	-31,5	-35,0	90	-128,0	-137,0
40	-40,7	-54,0	95	-121,8	-132,0
60	-72,5	-96,0	97,5	-109,0	-113,0
70	-87,0	-116,0	100	-97,8	-97,8

Приложение 5

Значения коэффициентов А и В в зависимости от температуры газа

Температура °С	А	В	Температура °С	А	В
-40	0,1451	0,00347	32	36,10	0,1895
-38	0,1780	0,00402	34	40,50	0,207
-36	0,2189	0,00465	36	45,20	0,224
-34	0,2670	0,00538	38	50,80	0,242
-32	0,3235	0,00623	40	56,25	0,263
-30	0,3930	0,00710	42	62,70	0,285
-28	0,4715	0,00806	44	69,25	0,310
-26	0,5660	0,00921	46	76,70	0,335
-24	0,6775	0,01043	48	85,29	0,363
-22	0,8090	0,01168	50	94,00	0,391
-20	0,9600	0,01340	52	103,00	0,422
-18	1,1440	0,01510	54	114,00	0,454
-16	1,3500	0,1705	56	126,00	0,487
-14	1,5900	0,01927	58	138,00	0,521
-12	1,8680	0,02116	60	152,00	0,562
-10	2,1880	0,02290	62	166,50	0,599
- 8	2,5500	0,02710	64	183,30	0,645
- 6	2,9900	0,03040	66	200,50	0,691
- 4	3,4800	0,03380	68	219,00	0,741
- 2	4,0300	0,03770	70	238,50	0,793
0	4,6700	0,04180	72	260,00	0,841
2	5,4000	0,04640	74	283,00	0,902
4	6,2250	0,05150	76	306,00	0,965
6	7,1500	0,05710	78	335,00	1,023
8	8,2000	0,06300	80	363,00	1,083
10	9,3900	0,06960	82	394,00	1,148
12	10,7200	0,07760	84	427,00	1,205
14	12,3900	0,08550	86	462,00	1,250
16	13,9400	0,09300	88	501,00	1,290

Температура °С	А	В	Температура °С	А	В
18	15,7500	0,10200	90	537,50	1,327
20	17,8700	0,11200	92	582,50	1,367
22	20,1500	0,12270	94	624,00	1,405
24	22,8000	0,13430	96	672,00	1,445
26	25,5000	0,14530	98	725,00	1,487
28	28,7000	0,15950	100	776,0	1,530
30	32,3000	0,17400	110	1093,00	2,620
			120	1520,0	3,410
			130	2080,0	4,390

СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. Введение	3
2. Основные положения	4
3. Расчет норм расхода метанола	7
4. Пример расчета нормы расхода метанола	12
Литература	15
Приложение 1. Плотность водных растворов метанола (г/см ³) в зависимости от концентрации и темпера- туры	16
Приложение 2. Физические свойства метанола по ГОСТ 2222-70	17
Приложение 3. Плотность и вязкость метанола при отрицательных температурах	18
Приложение 4. Температура затвердевания водомета- нольных растворов	18
Приложение 5. Значения коэффициентов А и В в за- висимости от температуры газа	19

Ведущий редактор Рудов А.Я.
Технический редактор Кузнецова Э.А.
Корректор Митрохина Н.А.

Подписано в печать 11.04.80. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Офсетная печать. Печ.л. 1,25. Усл.печ.л. 1,16. Уч.-изд.л. 0,98.
Тираж 130 экз. Заказ 937 Цена 15 коп. ВНИИОЭНГ № 201.
ВНИИОЭНГ, 113162, Москва, Хавская, 11

Типография ХОЗУ Миннефтепрома. Набережная Мориса Тереза, 26/1