Министерство газовой промышленности

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт по разработке газопромыслового оборудования
ВНИИгаздобыча

РУКОВОДСТВО ПО НОРМИРОВАНИЮ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Р-5I-I4I-89

Саратов I989

gost.e-ecolog.ru

Министерство газовой промышленности
Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт по разработке газопромыслового оборудования
ВНИИгаздобыча

РУКОВОДСТВО ПО НОРМИРОВАНИЮ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Р-5I-I4I-89

САРАТОВ 1989

УДК 658.512:66.013 Δ 65.012.224

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

Руководство по нормированию выбросов в атмосферу газодобывающими предприятиями	Р-51-141-89 Разработан впервые

Дата введения 01.06.89

Настоящий руководящий документ устанавливает методы расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и порядок установления норм предельно допустимых выбросов при работе газодобывающих предприятий.

Руководящий документ обязателен для проектных, научно-исследовательских институтов отрасли и производственных объединений Мингазпрома, проектирующих и эксплуатирующих газодобывающие предприятия.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Целью настоящей работы является разработка руководства по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для газодобывающих предприятий (ГДП): скважин, установок предварительной подготовки газа (УППГ), установок комплексной подготовки газа (УКПГ), головных сооружений (ГС), дожимных компрессорных станций (ДКС), работающих в нормальных условиях эксплуатации, определяемых правилами [I].

I.2. Документ устанавливает единые методы расчета параметров выброса (массы и объема газовоздушной смеси) для основных источников ГДП при определении предельно допустимых и временно согласованных выбросов (ПДВ и ВСВ).

I.3. Руководящий документ предназначен для проектных, научно-исследовательских организаций и производственных объединений Мингазпрома с целью оказания практической помощи работникам служб, занимающихся разработкой норм ПДВ.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НА НИХ

2.I. Характеристика газодобывающих предприятий

2.I.I. Газодобывающее предприятие предназначено для добычи, сбора и подготовки газа и газового конденсата к дальнему транспорту. В состав ГДП входят следующие сооружения: скважины, УППГ, УКПГ, ГС, ДКС.

2.I.2. Эксплуатационные скважины предназначены для отбора газа из пласта.

2.I.3. УППГ предназначены для сбора газа, поступающего со скважин, и его первичной подготовки (сепарации и осушки).

2.I.4. УКПГ предназначены для сбора и полной обработки газа и газового конденсата до кондиции с последующей подачей его в магистральный газопровод при децентрализованной системе сбора и обработки газа.

2.I.5. ГС предназначены для полной обработки газа и газового конденсата до требуемой кондиции, компримирования газа и хозрасчетного замера продукции, поступающей в магистральный трубопровод при централизованной системе сбора и обработки газа.

2.1.6. ДКС предназначается для компримирования основного потока газа при падении давления ниже давления в магистральном газопроводе, а также газа выветривания, поступающего из концевых трапных установок и емкостей.

2.1.7. Установки и сооружения, входящие в состав объектов ГДП, включают:

установки основного технологического назначения-сбора и замера дебита скважин, первичной и низкотемпературной сепарации, осушки газа, очистки от сероводорода, компримирования основного потока газа и газов стабилизации, низкотемпературной абсорбции, получения искусственного холода, стабилизации и перекачки газового конденсата;

установки и оборудование общего технологического назначения-регенерации осушителей и антигидратных ингибиторов, приготовления и распределения ингибитора по точкам ввода, блоки дренажной емкости, топливного газа, отключающей арматуры на входе и выходе с площадок УППГ , УКПГ, ГС, ДКС, факельное хозяйство;

установки подсобно-вспомогательного назначения-энерготепловодоснабжения, пожаротушения, связи и т.д.

2.2. Источники загрязнения атмосферы на газодобывающих предприятиях

Работа установок на объектах добычи и промысловой обработки газа сопровождается выделением в атмосферу загрязняющих веществ. Загрязнение атмосферы происходит как за счет технологически неизбежных выбросов, так и газовыделений, возникающих вследствие неплотности разъемных соединений оборудования и арматуры. Возможны также выбросы, связанные с отклонением от технологического режима (сброс с предохранительных клапанов, аварийный сброс).

2.2.1. Технологически неизбежные выбросы относятся к организованным и подразделяются на выбросы постоянного и периодического действия.

2.2.1.1. Источниками постоянных технологически неизбежных выбросов являются: дымовые трубы печей регенерации осушителей и антигидратных ингибиторов, печей аминовой сероочистки, печей-подогревателей; дымовые трубы котельных; выхлопные устройства

газоперекачивающих агрегатов; факелы низкого давления, предназначенные для сжигания газов выветривания конденсата и отходящих газов с установок регенерации сорбентов; вентиляционные шахты.

2.2.I.2. Источниками периодических технологически неизбежных выбросов являются: факелы, предназначенные для сжигания газов продувок скважин, шлейфов, соединительных газопроводов, аппаратов; свечи для стравливания газа из технологических аппаратов; дыхательные клапаны резервуаров.

2.2.I.3. Следует учитывать технологически неизбежные выбросы, связанные с работой буровых установок, установок по капремонту скважин, а также выбросы от автотранспорта, которые значительно загрязняют атмосферу.

2.2.2. Газовыделения от неплотностей разъемных соединений оборудования, а также вследствие газопроницаемости материалов, относятся к неорганизованным выбросам постоянного действия. Источниками таких газовыделений являются:

I) уплотнения неподвижные фланцевого типа, т.е. фланцы, люки, лазы;

2) уплотнения подвижные, т.е. уплотнения вращающихся валов насосов и компрессоров;

3) уплотнения запорно-регулирующей арматуры, т.е. уплотнения штоков и валов регулирующих клапанов, заслонок и задвижек.

К неорганизованным источникам выбросов относятся также нефтеловушки, предназначенные для отделения конденсата в сточных водах, объекты сооружений механической очистки (песколовки, пруды дополнительного отстоя, флотаторы), объекты сооружений биологической очистки сточных вод.

2.2.3. В случае возникновения аварийной ситуации на каком-либо объекте ГДП основным источником загрязнения атмосферы будет являться факел высокого давления, на который происходит сброс газа со всего технологического оборудования.

2.3. Характеристика загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от газодобывающих предприятий

2.3.I. Основными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферу при эксплуатации объектов добычи и промысловой обработки газа бессернистых месторождений, являются углеводороды, оксиды азота (NO, NO_2), оксид углерода (CO), сажа, пары метанола, диэтиленгликоля, бензина и керосина.

Если природный газ содержит соединения серы, то в атмосферу поступают также сероводород, диоксид серы (SO_2), меркаптаны.

Величины предельно допустимых концентраций (ПДК) этих веществ в воздухе рабочей зоны и населенных пунктов приведены в табл.I.

Таблица I

Нормы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Загрязняющее вещество	Класс вредности	Предельно допустимые концентрации, мг/м³		Ориентировочные безопасные уровни воздействия загрязняющих веществ в воздухе населенных мест, мг/м³
		рабочей зоны	населенных пунктов (максимально разовые)	
Углеводороды алифатические предельные C_I–C_{IO} (в пересчете на С)	4	300	50	-
Диоксид азота (NO_2)	2	2	0,085	-
Оксид азота(NO)	3	-	0,6	-
Оксид углерода (СО)	4	20	5	-
Сероводород	2	I0	0,008	-
Сероводород в смеси с углеводородами	3	3	-	-
Диоксид серы (SO_2)	3	I0	0,5	-
Метанол (метиловый спирт)	3	5	I	-
Диэтиленгликоль (ДЭГ)	-	-	-	0,8
Бензин нефтяной (пары) в пересчете на углерод	4	I00	5,0	-
Керосин(пары)	-	-	-	I,2
Сажа	3	4	0,I5	-

2.3.2. Среди веществ, поступающих в атмосферу от объектов ГДП, эффектом суммации обладают:

диоксид серы (SO_2) и сероводород (H_2S);

диоксид серы (SO_2) и диоксид азота (NO_2).

3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

3.I. Определение выбросов при продувке скважин

Технологические операции, связанные с продувкой скважин, являются источником периодических, но мощных выбросов. Во избежание образования взрывоопасных концентраций метана, а также поступления в атмосферу высокотоксичных веществ (сероводород, меркаптаны) продувка скважин проводится с обязательным сжиганием продувочных газов на факеле. В результате этих операций в атмосферу поступают продукты полного и неполного сгорания газа.

3.I.I. Объемный расход газа (V , $м^3/с$), поступающего при продувке скважины для сжигания на факеле, принимается равным среднему дебиту скважины, определяемому по [2].

3.I.2. Весовой расход продувочного газа ($M_{пр}$, г/с) определяется по формуле:

$$M_{пр} = V\rho 10^3, \qquad (I)$$

где V - объемный расход газа, $м^3/с$;

ρ - плотность газа, $кг/м^3$.

3.I.3. При расчете валовых выбросов годовой объем продувочных газов, поступающих со скважин для сжигания на факеле (V_Σ , м3/г), определяется по формуле:

$$V_\Sigma = V_э + V_и + V_р, \qquad (2)$$

где $V_э$ - годовой объем продувочных газов со скважин, вводимых в эксплуатацию, м3;

$V_и$ - годовой объем продувочных газов при газогидродинамических исследованиях скважин, м3;

$V_р$ - годовой объем продувочных газов со скважин, выводимых из капитального ремонта, м3.

Значения $V_э$, $V_и$, $V_р$ (м3/г) определяются по формулам:

$$V_э = V\tau n m_i \quad , \qquad (3)$$

$$V_и = V\tau n \kappa_i \quad , \qquad (4)$$

$$V_р = V\tau n f_i \quad , \qquad (5)$$

где V – объемный расход газа при продувке, м3/сут;

τ – время продувки, сут;

n – число продувок за год;

m_i – число скважин, вводимых в эксплуатацию в i-ный год разработки месторождения;

κ_i – число действующих скважин на конец i-го расчетного года;

f_i – число скважин, выводимых из капитального ремонта на конец i-го расчетного года.

Продолжительность и периодичность продувок скважин в зависимости от вида продувочной операции приведены в табл.2.

Таблица 2

Продолжительность и периодичность продувок скважин

Наименование операции	Среднее время продувки, ч	Периодичность операции
Продувка скважин при вводе в эксплуатацию	24-72	единичный выброс
Продувка скважины при выводе из капитального ремонта	24-72	единичный выброс
Газогидродинамические исследования [2]	4	I раз в квартал на начальной стадии разработки; I-2 раза в год в период дальнейшей эксплуатации
Продувка в атмосферу малодебитных скважин при скоплении жидкости в стволе скважины	2-I2	периодичность не установлена

Примечание. Таблица составлена по результатам обработки фактических данных, полученных институтом УкрНИИгаз.

3.2.2. Норма расхода газа при одной продувке аппарата ($Н_{пр}$,м3) определяется по формуле [3] :

$$Н_{пр} = Н_{исх} К_р К_т К_z К_\gamma К_d К_\tau , \quad (7)$$

где $Н_{исх}$ - исходная норма газа при одной продувке аппарата,м3;

$К_р, К_т, К_\gamma, К_z, К_d, К_\tau$ - поправочные коэффициенты,учитывающие соответственно отклонения действительного давления (Р),температуры (Т),относительной плотности газа (γ),коэффициента сжимаемости (z), диаметра продувочной задвижки (d) и времени продувки (τ) от исходных условий.

Значения поправочных коэффициентов определяются по формулам (8) - (13) или по табл.1,2 (прил.1).

$$К_р = \frac{Р}{5,5} \quad (8)$$

$$К_т = \sqrt{\frac{293}{Т}} \quad (9)$$

$$К_\gamma = \sqrt{\frac{0,6}{\gamma}} \quad (10)$$

$$К_z = \sqrt{\frac{0,887}{z}} \quad (11)$$

$$К_d = \frac{d^2}{2500} \quad (12)$$

$$К_\tau = \frac{\tau}{10} . \quad (13)$$

3.2.3. Исходная норма расхода газа ($Н_{исх.}$,м3) при одной продувке аппарата определяется по формуле:

$$Н_{исх} = \frac{2 Р d^2 \tau}{864 \sqrt{\gamma Т z}} , \quad (14)$$

где $Р$ - абсолютное давление в аппарате,МПа;

d - диаметр продувочной задвижки,мм;

τ - время продувки,с ;

γ - относительная плотность газа по воздуху;

$Т$ - температура в аппарате,К;

z - коэффициент сжимаемости газа.

3.4.I. Объем дымовых газов, образующихся при сгорании I м3 газа ($V_г$,м3/м3) определяется по уравнениям процесса горения исходя из состава газа с учетом коэффициента избытка воздуха [4] :

$$V_г = V_{H_2O} + V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{O_2} = \quad (18)$$

$$= 0{,}01(H_2 + 2CH_4 + \frac{m}{2} CnHm + H_2S) + 0{,}01(CO_2 + CO + CH_4 + nCnHm + H_2S) +$$

$$+ (0{,}79\, V^0\alpha + 0{,}01 K_2) + 0{,}21 V^0(\alpha - 1),$$

где V^0 - теоретически необходимый объем воздуха для сжигания I м3 газа ;

$$V^0 = 0{,}0476\left[0{,}5\, CO + 0{,}5 H_2 + 2CH_4 + (n + \frac{m}{4}) CnHm + 1{,}5 H_2S - O_2\right], \quad (19)$$

α - коэффициент избытка воздуха.

При отсутствии данных о составе газа объем дымовых газов (м3/ч) определяют по приближенной формуле [5] :

$$V_г = 7{,}84\, \alpha\, B\, Э, \quad (20)$$

где α - коэффициент избытка воздуха;

B - расход газа на сжигание, м3/ч;

$Э$ - калорийный эквивалент топлива (табл.6прил.I).

3.4.2. При сжигании газа на факеле количество выбросов i-го загрязняющего вещества (M_i ,г/с) определяется по формуле [6] :

$$M_i = K_i B, \quad (21)$$

где B - расход газа на факел, г/с;

K_i - экспериментально установленный коэффициент, равный:

при бессажевом сжигании газов-для CO $K \sim 2 \times 10^{-2}$, для $\sum$CH $K \sim 5 \times 10^{-4}$, для NO_x $K \sim 3 \times 10^{-3}$; при отсутствии устройства для безды много сжигания газов - для CO $K \sim 0{,}25$, для $\sum$CH $K \sim 3 \times 10^{-2}$, для NO_x $K \sim 2 \times 10^{-3}$, для сажи $K \sim 3 \times 10^{-2}$ (при сжигании газа, содержащего конденсат).

Количество диоксида азота (NO_2) принимается равным 0,8 от общего количества NO_x [7] .

Определение количества выбросов диоксида серы (SO_2) производится по формуле [6] :

$$M_{SO_2} = 1{,}88\,[H_2S]\,B\,10^{-2}, \qquad (22)$$

где $[H_2S]$ - содержание сероводорода в сжигаемом газе, вес %.

3.5. Расчет выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с дымовыми газами трубчатых печей

3.5.1. Величина выбросов (г/с) диоксида серы (SO_2), оксида углерода (CO) и метана при сжигании топлива в трубчатых печах определяется по формулам [6] :

$$M_{SO_2} = B\left[2S^{r}\beta + 1{,}88\,[H_2S]\,(1-\beta)\right]10^{-2}, \qquad (23)$$

$$M_{CO} \approx 1{,}5\,B\,10^{-3}, \qquad (24)$$

$$M_{CH} \approx 1{,}5\,B\,10^{-4}, \qquad (25)$$

где B - расход топлива, г/с;

S^{r} - содержание серы в жидком топливе, %;

β - массовая доля жидкого топлива;

$[H_2S]$ - содержание сероводорода в газовом топливе, вес %.

3.5.2. Расчет количества выбросов (г/с) оксидов азота (NO_2) производится по формуле:

$$M_{NO_x} = V_{\Gamma}\,C_{NO_x}, \qquad (26)$$

где V_{Γ} - объем продуктов сгорания, м3/с, определяемый по формулам (18) , (20);

C_{NO_x} - концентрация оксидов азота в пересчете на NO_2, г/м3.

Концентрация оксидов азота (C_{NO_x}, г/м3) при сжигании топлива в печах, оснащенных горелками ФГМ, определяется по формуле:

$$C_{NO_x} = 1{,}073\,(180 + 60\,\beta)\,\frac{Q_{\Phi}}{Q_{P}}\,\lambda^{0,5}\,\frac{V_{C\Gamma}}{V_{B\Gamma}}\,10^{-3}, \qquad (27)$$

где $Q_{\Phi} = \frac{29{,}4\,Э}{n}$ - фактическая средняя теплопроизводительность одной горелки, МДж/ч;

$Э$ - калорийный эквивалент топлива;

$Q_р$ - расчетная теплопроизводительность одной горелки (принимается по паспорту), МДж/ч;

n - число горелок;

$\frac{V_{с.г}}{V_{в.г}}$ - отношение объемов сухих и влажных продуктов сгорания в уходящих дымовых газах (см.табл.6 прил.I).

Для печей, оснащенных горелками беспламенного горения, расчет концентрации оксидов азота производится по формуле:

$$C_{NO_x} = 0{,}8\,(180 + 60\,\beta)\,\frac{Q_ф}{Q_р}\,L^{0{,}5}\,\frac{V_{с.г}}{V_{в.г}}\,10^{-3} \qquad (28)$$

Величина выбросов диоксида азота (NO_2) принимается в количестве 0,8 от выбросов NOx [7] .

3.6. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании газа и мазута в топках котлов малой мощности

3.6.I. При наличии в жидком топливе (мазут) серы расчет выбросов оксидов серы в пересчете на NO_2 (M_{SO_2} ,г/с), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегатов в единицу времени, выполняется по формуле [6] :

$$M_{SO_2} = 0{,}02\,B\,S^{r}\,(1 - \eta'_{SO_2}), \qquad (29)$$

где B - расход натурального жидкого топлива, г/с;

S^{r} - содержание серы в топливе, %;

η'_{SO_2} - доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива, принимается для мазута $\eta'_{SO_2} = 0{,}02$.

При наличии в газообразном топливе сероводорода расчет выбросов оксидов серы в пересчете на SO_2 ведется по формуле:

$$M_{SO_2} = 1{,}88\cdot 10^{-2}\,[H_2S]\,B, \qquad (30)$$

где $[H_2S]$ - содержание сероводорода в топливе, вес.%

3.6.2. Количество оксида углерода (M_{CO}, г/с), выбрасываемое в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегата, определяют по формуле [6] :

$$M_{CO} = 0{,}001\,B\,Q_р^{н}\,K_{CO}, \qquad (31)$$

где B - расход топлива (жидкого или твердого), г/с;

$Q_p^н$ - низкая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг, МДж/м3;

K_{CO} - количество оксида углерода, образующегося на единицу тепла, выделяющегося при горении топлива, кг/ГДж, принимается по табл.4.

Таблица 4

Значения коэффициента K_{CO} для различных топочных устройств

Тип топки	Вид топлива	Коэффициент избытка воздуха за топкой	K_{CO}, кг/ГДж
Камерные топки Паровые и водогрейные котлы	мазут	-	0,32
	газ природный, попутный, коксовый	I,I-I,I5	0,25
Бытовые теплогенераторы	газ природный	I,I5-I,25	0,08
	легкое жидкое (печное) топливо		0,I6

Если коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания за топкой по данным газового анализа больше, чем его нормативное значение, указанное в табл.4, то M_{CO} принимается равным нулю; при значении меньше, чем нормативное, результат расчета по формуле следует умножить на отношение нормативного значения коэффициента избытка воздуха к фактическому.

3.6.3. Количество выбросов оксидов азота (M_{NO_x}, г/с) рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x} = B V_{сг} C_{NO_x} \qquad (32)$$

где B - расход топлива, кг/с ($м^3$/с, при использовании газообразного топлива),

$V_{сг} = V_г - V_{H_2O}$ - объем сухих дымовых газов при том же коэффициенте избытка воздуха α, что и C_{NO_x}, м3/кг (м3/м3),

C_{NO_X} – концентрация оксидов азота ($NO + NO_2$) в дымовых газах, г/м3

3.6.4. Суммарная концентрация оксидов азота C_{NO_X} (г/м3) определяется по формуле [8]:

$$C_{NO_X} = (C_{NO_X})_B + (C_{NO_X})_T, \qquad (33)$$

где $(C_{NO_X})_B$ – концентрация оксидов азота, образовавшихся из азота воздуха, г/м3;

$(C_{NO_X})_T$ – концентрация оксидов азота, образовавшихся из азота топлива, г/м3.

При сжигании природного газа ($(C_{NO_X})_T = 0$.

3.6.4.1. Концентрация оксидов азота, образовавшихся из азота воздуха, определяется по формуле:

$$(C_{NO_X})_B = (C_{NO_X})'_B \cdot K_M K_B K_\alpha K_\rho K_{CT} K_{BЛ} K_N, \qquad (34)$$

где $(C_{NO_X})'_B$ – концентрация оксидов азота при номинальной нагрузке и $\alpha = 1{,}02$ г/м3;

K_M – коэффициент, учитывающий тепловую производительность топки;

K_B – коэффициент, учитывающий температуру воздуха, поступающего на горение;

K_α – коэффициент, учитывающий коэффициент избытка воздуха;

$K_\rho, K_{CT}, K_{BЛ}$ – коэффициенты, учитывающие мероприятия, направленные на снижение выбросов (рециркуляцию, ступенчатое сжигание, подачу влаги);

K_N – коэффициент, учитывающий действительную нагрузку котла.

Значение $(C_{NO_X})'_B$ определяется:

при сжигании газа $(C_{NO_X})'_B = 0{,}613 q_{Л.Г}^{0{,}88}$, (35)

при сжигании мазута $(C_{NO_X})'_B = 0{,}632 q_{Л.Г}^{0{,}62}$, (36)

где $q_{Л.Г}$ – тепловая нагрузка лучевоспринимающей поверхности, зоны активного горения, МВт/м2.

Значение $q_{Л.Г}$ определяется по формуле:

$$q_{Л.Г} = \frac{Q_\rho^H B}{2(a+b)Zh + 1{,}5ab}, \qquad (37)$$

где B - расход топлива, кг/с (м3/с);
Q_P^H - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/м3);
a, b - глубина и ширина топки (в свету), м;
Z - число ярусов горелок;
h - вертикальный шаг горелок, м.

Для котлов мощностью более 50 МВт с однородным расположением горелок произведение $Z h$ = 3 м; при подовой компоновке горелок - $Z h$ =7,5 - I0 м. Для котлов мощностью менее 50 МВт произведение $Z h$ принимается равным 0.

Значения поправочных коэффициентов определяются по формулам:

$$K_M = 1 - \exp\left[-\frac{1,5+(Q_P^H B)^{0,41}}{7,1}\right], \qquad (38)$$

$$K_B = 1 - 0,001(620 - T_B), \qquad (39)$$

где T_B - температура воздуха, идущего на горение, К.

$$K_\alpha = 1,35 - 43(\alpha - 1,09)^2 + 2(\alpha - 1,03), \qquad (40)$$

где α - коэффициент избытка воздуха.

$$K_r = 1 - a_{рец}\, r, \qquad (4I)$$

где $a_{рец}$ - коэффициент, зависящий от места ввода рециркулируемых газов:
в под топки $a_{рец}$ = 0,0025;
в шлицы под горелкой $a_{рец}$ =0,0I;
вокруг амбразуры горелки $a_{рец}$=0,02;
в дутьевой воздух $a_{рец}$ =0,025.
r - степень рециркуляции дымовых газов (не более 20%),%

$$K_{ст} = 1 - a_{ст} \cdot \delta, \qquad (42)$$

где $a_{ст}$ - коэффициент, учитывающий место подачи вторичного воздуха:
навстречу факелу $a_{ст}$ =0,0I5,
под горелками $a_{ст}$ =0,007,
над горелками $a_{ст}$ =0,0I5,
δ - доля воздуха, подаваемого во вторую ступень горения,%

$$K_{ВЛ} = 1 - \alpha_{ВЛ} \cdot g \,, \qquad (43)$$

где $\alpha_{ВЛ}$ - коэффициент, учитывающий место ввода влаги:
в корень факела через горелки $\alpha_{ВЛ} = 0{,}025$;
в пристенную зону $\alpha_{ВЛ} = 0{,}013$
g - водотопливное отношение при подаче влаги в зону горения ($g < 10\%$), %.

$$K_N = (Q/Q_H)^{1{,}25} \,, \qquad (44)$$

где Q, Q_H - фактическая и номинальная тепловые нагрузки котла, МВт.

3.6.4.2. Определение оксидов азота, образующихся из азота топлива, производится по формуле:

$$(C_{NO_X})_T = 0{,}1(N^P - 0{,}25)(L - 0{,}8) \,, \qquad (45)$$

где N^P - содержание азота в топливе.

3.7. Определение величины выбросов при работе газоперекачивающих агрегатов

Выхлопные устройства газоперекачивающих агрегатов (ГПА) являются основными постоянно действующими источниками выбросов на площадке ДКС. С дымовыми газами ГПА в атмосферу поступают оксиды азота ($NO + NO_2$) и оксид углерода (CO), количество выбросов которых зависит от типа и технического состояния ГПА.

3.7.1. Количество вредных веществ в выхлопных газах ГПА (г/с) определяют по формуле [5]:

$$M_i = m_i \cdot V_1 \cdot 10^{-3}, \qquad (46)$$

где m_i - удельный выброс i-го вещества (NO_X, CO), мг/м3;
V_1 - объем выхлопных газов, м3/с.

Величину выбросов NO_2 принимают в количестве 0,8 от общей величины выбросов NO_X [7].

3.8. Вентиляционные выбросы

При размещении технологического оборудования в зданиях и блок-боксах неорганизованные выбросы от оборудования попадают в

воздух производственных помещений. Удаление вредных веществ из воздуха производственных помещений производится с помощью общеобменной вентиляции.

Количество i-го загрязняющего вещества (M_i, г/с), выбрасываемого через общеобменную вентиляцию, определяется по формуле [6]:

$$M_i = C_i K \sum_{j}^{n} D_j \cdot 10^{-3}, \qquad (47)$$

где C_i – концентрация i-го загрязняющего вещества, мг/м3 (для вновь строящихся и реконструируемых старых производств принимается равной ПДК рабочей зоны i-го компонента, для эксплуатируемых производств – по данным замеров);

K – поправочный коэффициент:
для насосных, оборудованных центробежными насосами, $K = 1{,}5$;
поршневыми насосами $K = 3$;
для компрессорных $K = 2$;

$\sum_{j}^{n} D_j$ – суммарная производительность вентиляционных установок, м3/ч.

3.9. Выбросы от больших и малых "дыханий" резервуаров [9]

3.9.1. Выбросы от больших "дыханий" резервуаров происходят при заполнении резервуара, в результате чего из газового пространства вытесняется в атмосферу паровоздушная смесь. Большие "дыхания" относятся к залповым выбросам.

Весовой расход вытесненных из резервуара паров продукта (G, г/с) определяется по формуле:

$$G = \frac{S_n V_H C \cdot 10^3}{\tau}, \qquad (48)$$

где V_H – объем поступающей в резервуар жидкости, м3/с;

C – средняя объемная концентрация паров в паровоздушной смеси, вытекающей из газового пространства резервуара;

S_n – плотность паров, приведенная к давлению в газовом пространстве, кг/м3. Для ориентировочных расчетов принимается $S = 0{,}3$ кг/м3

τ – время заполнения резервуара, с.

$$C = \frac{P_п}{P_{гп}}, \qquad (49)$$

где $P_п$ - среднее парциальное давление паров в вытесняемой паровоздушной смеси [9,I0], МПа;

$P_{гп}$ - абсолютное парциальное давление в газовом пространстве во время его заполнения. Во время наполнения обычных стальных наземных резервуаров можно принять равным 0,I МПа.

Годовые выбросы от больших "дыханий" ($G^{год}_{б.д}$, кг) можно подсчитать по следующему уравнению:

$$G^{год}_{б.д} = n \cdot V_{пол} \cdot C_{с.г} \cdot S n, \qquad (50)$$

где n - коэффициент оборачиваемости резервуара в течение данного года;

$V_{пол}$ - полезный объем резервуара ($V_{пол} = 0,95 V_0$, V_0 - полный объем), м3;

$C_{с.г}$ - среднегодовая объемная концентрация паров в резервуаре.

3.9.2. Выбросы от малых "дыханий" резервуаров происходят вследствие повышения давления в газовом пространстве резервуара при колебании температуры и парциального давления до величины, превышающей установленное давление дыхательного клапана. Малые "дыхания" относятся к постоянным выбросам.

Ориентировочно годовые выбросы ($G^{год}_{м.д}$, т) от малых "дыханий" из наземных стальных вертикальных цилиндрических резервуаров определяются по формуле:

$$G^{год}_{м.д} \approx 1,37 P_y D^{1,8} K_н K_0 S, \qquad (5I)$$

где P_y - упругость паров продукта при средней температуре его, кг/см2;

D - диаметр резервуара, м;

$K_н$ - коэффициент, учитывающий влияние высоты газового пространства резервуара ($H_г$), м.

$$K_н = 0,I75 (0,328 H_г + 5)^{0,57} - 0,I, \qquad (52)$$

K_0 - коэффициент, учитывающий влияние окраски резервуара:

алюминиевая $K_0 = I$;

белая $K_0 = 0,75$;

красная (без краски) $K_0 = I,25$;

S - плотность продукта, т/м3.

Таблица 5

Количество выбросов (г/с) на единицу теплообменной аппаратуры и средств перекачки в зависимости от вида продукта или средней температуры кипения жидкости $t_к$ (°С)

Аппаратура и средства перекачки	Газ, бензин и жидкости с $t_к < 120$°С	Керосин, дизтопливо и жидкости с $t_к = 120 \ldots 300$°С	Нефть, мазут и жидкости с $t_к > 300$°С
Кожухотрубный теплообменник:			
трубное пространство	0,056	0,028	0,014
межтрубное пространство	0,056	0,028	0,014
Кожухотрубный холодильник	0,056	0,028	0,014
Кожухотрубный кипятильник	0,056	0,028	0,014
Погружной холодильник	0,278	0,139	0,003
Аппарат воздушного охлаждения	0,028	0,019	0,011
Насосы центробежные с одним уплотнением вала			
торцевым	0,022	0,011	0,005
сальниковым	0,039	0,019	0,008
Насосы центробежные с двумя уплотнениями вала			
торцевыми	0,039	0,019	0,008
сальниковыми	0,072	0,036	0,014
Насосы центробежные с двойными торцевыми уплотнениями или бессальниковые типа ЦНГ	0,005	0,003	0,003
Компрессоры центробежные	0,033	-	-
Компрессоры поршневые	0,069	-	-

Количество валовых парогазовыделений от насосно-компрессорного оборудования и арматуры, расположенных в технологических цехах, может также приниматься в соответствии с [11].

3.10.3. Количество выбросов ($M^{НЛ}_{ВАЛ}$, г/с) от нефтеловушек открытого или полуоткрытого типа (поверхность частично или полностью покрыта шифером или другим материалом), предназначенных для отделения конденсата в сточных водах, рассчитывается по формуле [6]:

$$M^{НЛ}_{ВАЛ} = 0,28(4+0,4V)(0,7518\ P_{S(38)}K_5)^{K_{10}}\left(\frac{C}{F_{НЛ}}\right)^{0,1}F_{НЛ}K_{11}\ 10^{-2}, \qquad (57)$$

где V – среднегодовая скорость ветра, м/с;

$P_{S(38)}$ – давление насыщенных паров конденсата при температуре 38 °С, сбрасываемого со сточными водами на нефтеловушки, гПа;

C – концентрация конденсата в сточных водах, мг/л (принимается по данным заводской лаборатории);

F – площадь поверхности жидкости, м²;

K_5 – коэффициент, принимаемый в зависимости от значения давления насыщенных паров ($P_{S(38)}$, гПа) ловушечного продукта и температуры сточных вод по табл.I-4 (прил.2), причем вместо температуры газового пространства ($t_г$, °С) берется численно равное ей значение температуры сточных вод, принимаемое по данным периодических замеров;

K_{10} – коэффициент, имеющий значения: при поступлении в нефтеловушку конденсата с давлением насыщенных паров $P_{S(38)}$ меньше 2,5 гПа K_{10}=1; для конденсата с давлением насыщенных паров больше 1,5 гПа K_{10}= 0,25.

K_{11} – коэффициент, принимаемый по табл.5 (прил.2)

3.10.4. Количество выбросов (г/с) от объектов сооружений механической очистки (песколовок, прудов доотстойников, флотаторов) рассчитывается по формуле:

$$M^{МО}_{ВАЛ} = M^{НЛ}_{ВАЛ} \cdot \frac{F_{МО}}{F_{НЛ}} \cdot \frac{F^{МО}_{11}}{K^{НЛ}_{11}} \cdot K_{12}, \qquad (58)$$

где $M^{НЛ}_{ВАЛ}$ – валовые выбросы загрязняющих веществ от нефтеловушек, г/с, рассчитанные по уравнению (57);

$F_{МО}$ – площадь одного из объектов сооружений механической очистки, м²;

$F_{НЛ}$ – площадь испарения нефтеловушки, м²;

$K^{МО}_{11}$, $K^{НЛ}_{11}$ – коэффициенты для объектов механической очистки и нефтеловушек, принимаемые по табл.5 (прил.2);

K_{12} – коэффициент, принимаемый по табл.6 (прил.2).

3.10.5. Валовые выбросы со всех объектов сооружений биологической очистки сточных вод принимаются равными 5% от валовых выбросов со всех объектов сооружений механической очистки [6].

3.10.6. Методы расчета количества выбросов от автотранспорта и стационарных дизельных установок, эксплуатируемых на ГДП, приведены в разработанном ВНИИгазом руководстве по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу [12].

4. РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ И ВРЕМЕННО СОГЛАСОВАННЫХ ВЫБРОСОВ ДЛЯ ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

4.1. Порядок установления предельно допустимых выбросов

4.1.1. Формулировка и определение ПДВ в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78.

4.1.2. Значения ПДВ устанавливаются при разработке подразделов, касающихся защиты атмосферы от загрязнения в разделе "Охрана окружающей среды" предпроектной и проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих предприятий добычи и промысловой обработки газа.

4.1.3. Установление ПДВ производится с применением методов расчета рассеивания выбросов с учетом перспектив развития предприятия, физико-географических и климатических условий местности, расположения промышленной площадки относительно населенных пунктов.

4.1.4. ПДВ устанавливаются отдельно:

для каждого источника выброса;

для предприятия в целом;

для каждого вещества отдельно.

4.1.5. При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации, которые определяются в соответствии с [13] или запрашиваются в УГКС.

4.1.6. ПДВ (г/с) устанавливаются для условий полной нагрузки технологического и газоочистного оборудования и их нормальной работы. ПДВ не должны превышаться в любой 20-минутный период времени.

4.I.7. Наряду с максимально разовыми ПДВ (г/с) в оперативных целях для выполнения проектных оценок и темпов снижения выбросов и возможностей утилизации уносимых газовоздушной смесью вредных веществ устанавливаются годовые значения $ПДВ_{т}$ (т/год) для отдельных источников и предприятия в целом.

Для отдельного источника ПДВ устанавливаются с учетом временной неравномерности выбросов, в том числе за счет планового ремонта технологического и газоочистного оборудования.

4.I.8. В отдельных случаях на стадии технико-экономического обоснования (ТЭО) или на более ранних стадиях, когда требуется только предварительная оценка ПДВ и по объективным причинам нет возможности использовать необходимую информацию о параметрах и расположении источников выброса, применяются приближенные приемы расчета:

I) количество выделяющихся вредных веществ, степень очистки и другие характеристики очистных устройств, определяющие выбросы вредных веществ в атмосферу, а также средние высоты труб могут устанавливаться на основании проектных данных или результатов обследований аналогичных действующих предприятий;

2) если на промплощадке источники выброса располагаются близко друг к другу, то можно свести эти источники к центру площадки или к месту расположения главного источника.

Предварительная оценка ПДВ должна быть уточнена на последующих стадиях проектирования.

4.I.9. Расчет ПДВ для нагретой и холодной газовоздушной смеси производится в соответствии с ОНД-86 [I4]

4.I.I0. Для действующих предприятий, если в воздухе ближайших населенных пунктов концентрации вредных веществ превышают ПДК, а значения ПВД в настоящее время не могут быть достигнуты, по согласованию с органами Госкомприроды и Минздрава СССР предусматривается поэтапное, с указанием длительности каждого этапа, снижение выбросов вредных веществ до значений ПДВ, обеспечивающих достижение ПДК, или до полного предотвращения выбросов. На каждом этапе до обеспечения значений ПДВ устанавливаются временно согласованные выбросы (ВСВ) на уровне выбросов предприятий с наилучшей (в части охраны окружающей среды) достигнутой технологией производства, аналогичных по мощности и технологическим

процессам.При установлении ВСВ следует пользоваться теми же приемами расчета,что и при установлении ПДВ.

4.2. Установление проектов норм ПДВ

4.2.I. Для установления ПДВ требуется выполнение расчета поля приземных концентраций при неблагоприятных метеорологических условиях.Расчет производится в соответствии с ОНД-86. Приземная концентрация загрязняющего вещества в любой точке местности определяется как сумма концентраций загрязняющего вещества в этой точке от всех источников,включая скважины, относящиеся к данному месторождению.

4.2.2. Расчет рассеивания загрязняющих веществ,содержащихся в выбросах объектов ГДП,целесообразно производить на ЭВМ. Определение поля суммарной концентрации выполняется с применением унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) Эфир-5 и Эфир-6.

4.2.3. При кратковременном (от нескольких часов до суток) сжигании сероводородсодержащего газа на факельном устройстве (в амбаре) оперативный расчет приземных концентраций рекомендуется производить в соответствии с [I5] .

4.2.4. При расчетах поля концентрации значения массы выбросов и других параметров выбросов принимаются согласно данным инвентаризации или,на стадии проектирования,рассчитываются по формулам,приведенным в настоящем документе.

4.2.5. Составление исходных данных для расчета

4.2.5.I.Для проведения расчета рассеивания выполняется следующее:

на генеральный план площадки ГДП наносится координатная сетка.

Начало координат привязывается к конкретному объекту,находящемуся на территории площадки.Размер прямоугольника,для которого производится расчет поля концентраций,принимается в зависимости от размеров площадки ГДП (до 5 х 5 км).Шаг сетки принимается равным 250-500 м.Определяются координаты каждого источника (X_n, Y_n).

4.2.5.2. Параметры источников (высота,диаметр устья) и выбрасываемой газовоздушной смеси (объем,температура,скорость выхода) определяются в технологической части или рассчитываются по формулам (59)- (64) [I6] .

4.2.6. Результаты расчета рассеивания на ЭВМ

4.2.6.I. При использовании УПРЗА выдается следующая информация,существенно необходимая для нормирования выбросов в атмосферу:

распределение в расчетном прямоугольнике приземных концентраций загрязняющих веществ при неблагоприятных метеоусловиях (в виде таблиц и карт изолиний концентраций);

наибольшие из максимальных концентраций с соответствующими опасными скоростями и направлениями ветра,вкладами от основных источников и др.

4.2.6.2. На картах изолиний концентраций выделяются участки, где концентрация меньше или больше ПДК.

4.2.6.3. Для источников,зона влияния которых целиком расположена на участках,где концентрация меньше ПДК,значения массы выбросов,принятые при расчетах концентраций,могут быть приняты в качестве предложений по значению ПДВ для них.

4.2.6.4. Для остальных источников должны разрабатываться предложения по осуществлению дополнительных мероприятий в целях снижения загрязнения атмосферы и ущерба населению и окружающей среде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила технической эксплуатации газодобывающих предприятий.- М.:Недра,1987.- 135 с.
2. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин.-М.:Недра,1980.- 301 с.
3. Временные методические рекомендации по расчету расхода газа на собственные нужды при добыче и промысловой подготовке газа.-Харьков: ВПО Укргазпром,1981.- 23с.
4. Равич М.Б. Упрощенная методика теплотехнических расчетов.- М.:Изд-во АН СССР, 1961.- 303 с.
5. Руководство по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа: РД51-100-85: Утв.М-вом газовой пром-сти: [Введ.01.01.86.] -М.:ВНИИгаз, 1985.- 84 с.
6. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами.-Л.:Гидрометеоиздат, 1986.- 183 с.
7. Методика трансформации окислов азота при расчете их приземных концентраций от выбросов тепловых электростанций и котельных: МТ 34-70: Утв.Минэнерго СССР,1988.
8. Методика расчета концентрации окислов азота в продуктах сгорания газообразного и жидкого топлив.-Ташкент: САФ ВНИИпромгаз,1987.- 6с.
9. Коршунов Е.С.,Едигаров С.Г. Потери нефти,нефтепродуктов и газов,меры их сокращения.- М.:Недра,1966.- 120 с.
10. Коуль А.Л.,Ризенфельд Ф.С. Очистка газа.- Пер.с англ.-М.: Недра.- 1968.- 392 с.
11. Инструкция по расчету количеств вредных веществ,выделяющихся от оборудования,арматуры и трубопроводов,размещенных в производственных помещениях НП и НХ предприятий: ИО-00-81: Утв.Миннефтехимпромом СССР: [Введ. 15.09.83.]. -Казань.-М.: ВПО Союзнефтеоргсинтез,1981.- 38 с.
12. Руководство по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу на предприятиях газовой промышленности.-М.:ВНИИгаз,1989.-40с.

13. Временные указания по определению фоновых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе для нормирования выбросов и установления ПДВ // Сб.законодательных нормативных и методических документов для экспертизы воздухоохранных мероприятий.-Л.:Гидрометеоиздат,1986.-319с.

14. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ,содержащихся в выбросах предприятий:ОНД-86:Утв. Госкомгидрометом СССР: [Введ.01.01.87.] -Л.:Гидрометеоиздат, 1987.- 93 с.

15. Методические рекомендации по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ при сжигании сероводородсодержащего природного газа на открытых факельных устройствах.-Оренбург: ВолгоУралНИПИгаз.- 1984.- 27 с.

16. Руководство по установлению нормативов санитарно-защитных зон для объектов транспорта и хранения газа: РД 51-131-87: Утв.М-вом газовой пром-сти: [Введ. 12.04.88].- М.:ВНИИгаз, 1988- 88 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
Справочное
Таблица I

Значения поправочных коэффициентов, учитывающих отклонения параметров от исходных значений

Температура в аппарате		Относительная плотность газа		Давление в аппарате		Диаметр продувочных задвижек		Время продувки	
T,K	K_T	γ, кг/м^3	K_γ	P,MPa	K_p	d, мм	K_d	τ, с	K_τ
253	I,0762	0,50	I,095	0,5	0,09I	I2,7	0,065	5	0,5
258	I,0657	0,52	I,074	I,0	0,I82	I9,05	0,I45	6	0,6
263	I,0555	0,54	I,054	I,5	0,273	25,4	0,258	7	0,7
268	I,0456	0,56	I,035	2,0	0,364	38,I	0,58I	8	0,8
273	I,0360	0,58	I,0I7	2,5	0,455	50,0	I,000	9	0,9
278	I,0266	0,60	I,000	3,0	0,545	I00,0	4,000	I0	I,0
283	I,0I75	0,62	0,984	3,5	0,636	I50,0	I6,000	II	I,I
288	I,0086	0,64	0,968	4,0	0,727	300,0	36,000	I2	I,2
293	I,0000	0,66	0,953	4,5	0,818			I3	I,3
298	0,99I6	0,68	0,939	5,0	0,909			I4	I,4
303	0,9834	0,70	0,926	5,5	I,000			I5	I,5
308	0,9753	0,72	0,913	6,0	I,09I				
313	0,9675	0,74	0,900	6,5	I,I82				
318	0,9599	0,76	0,880	7,0	I,273				
323	0,9524	0,78	0,877	7,5	I,364				
328	0,945I	0,80	0,866						
333	0,9380	0,82	0,855						
338	0,93II	0,84	0,845						
343	0,9242	0,86	0,835						
348	0,9176	0,88	0,826						

Таблица 2

Значение поправочного коэффициента K_z для природных газов с относительной плотностью 0,6 при давлениях от I,2 до 7,5 МПа и температурах от -20 до +75 °С

Давление, МПа	Температура, °С						
	-20	-I5	-I0	-5	0	5	I0
I,2	0,96I9	0,9606	0,9590	0,9584	0,9574	0,9565	0,9555
I,5	0,9672	0,9657	0,964I	0,964I	0,96I4	0,9602	0,959I
2,0	0,9765	0,9742	0,972I	0,970I	0,9683	0,9665	0,965I
2,5	0,9860	0,9830	0,9609	0,9777	0,9754	0,9732	0,97II
3,0	0,9960	0,9922	0,9774	0,9855	0,9826	0,9798	0,9773
3,5	I,0064	I,00I6	I,9974	0,9935	0,9899	0,9866	0,9826
4,0	I,0I72	I,0II4	I,0063	I,00I6	0,9974	0,9934	0,9898
4,5	I,0285	I,02I7	I,0I55	I,0099	I,0049	I,0004	0,9325
5,0	I,0403	I,032I	I,0249	I,0I85	I,0I27	I,009I	I,0027
5,5	I,0525	I,0430	I,0358	I,0272	I,0206	I,0I45	I,009I
6,0	I,0652	I,054I	I,0445	I,0360	I,0285	I,02I7	I,0I56
6,5	I,078I	I,0655	I,0545	I,0449	I,0364	I,0288	I,0220
7,0	I,09I4	I,0770	I,0645	I,0539	I,0444	I,0360	I,0285
7,5	I.I050	I,0889	I,0750	I,063I	I,0525	I,0434	I,0433

Продолжение табл.2

Давление, МПа	Температура, °С						
	I5	20	25	30	35	40	45
I,2	0,9547	0,9540	0,9533	0,9526	0,9520	0,9514	0,9509
I,5	0,9580	0,957I	0,9563	0,9554	0,9545	0,9538	0,953I
2,0	0,9637	0,9623	0,96II	0,9600	0,9588	0,9578	0,9569
2,5	0,97I2	0,9676	0,966I	0,9646	0,9632	0,9619	0,9606
3,0	0,9750	0,9729	0,97I0	0,9692	0,9674	0,9659	0,9644
3,5	0,9808	0,9783	0,9760	0,9739	0,97I9	0,9700	0,9683
4,0	0,9867	0,9837	0,98I0	0,9785	0,976I	0,9740	0,9720
4,5	0,9925	0,9892	0,9860	0,9832	0,9805	0,9780	0,9757
5,0	0,9996	0,9946	0,99I5	0,9878	0,9847	0,98I9	0,9792
5,5	I,0043	I,0000	0,9960	0,9923	0,9890	0,9858	0,9829
6,0	I,0I02	I,0054	I,0009	0,9969	0,9932	0,9896	0,9865
6,5	I,0I6I	I,0I07	I,0059	I,00I4	0,9942	0,9935	0,9900
7,0	I,02I9	I,0I60	I,0I07	I,0058	I,00I4	0,9972	0,9934
7,5	I,0270	I,02I9	I,0I63	I,0I63	I,07I3	I,0066	I,0020

Продолжение табл.2

Давление, МПа	Температура, °С					
	50	55	60	65	70	75
I,2	0,9504	0,9499	0,9494	0,9490	0,9485	0,948I
I,5	0,9525	0,95I9	0,95I2	0,9506	0,9502	0,9494
2,0	0,9560	0,9552	0,9543	0,9537	0,9530	0,9523
2,5	0,9595	0,9585	0,9574	0,9566	0,9557	0,9548
3,0	0,9630	0,96I8	0,9606	0,9594	0,9584	0,9573
3,5	0,9666	0,965I	0,9636	0,9623	0,96I0	0,9597
4,0	0,970I	0,9683	0,9666	0,965I	0,9637	0,9622
4,5	0,9734	0,97I5	0,9696	0,9679	0,9662	0,9645
5,0	0,9769	0,9747	0,9725	0,9706	0,9687	0,9669
5,5	0,9803	0,9777	0,9753	0,9732	0,97II	0,969I
6,0	0,9834	0,9807	0,978I	0,9783	0,9759	0,9736
6,5	0,986I	0,9837	0,9809	0,9783	0,9759	0,9736
7,0	0,9898	0,9899	0,9836	0,9807	0,9789	0,9756
7,5	0,9929	0,9865	0,9863	0,983I	0,9804	0,9777

Таблица 5

Геометрический объем сепараторов

Наименование параметров	Типы сепараторов		
	ГП 506.02.01.00	ГП 430.01.01.000	ГП 366.090.01.000
Рабочее давление, МПа	5,6 - I0,0	I0,0	I3,8
Рабочий объем, м3	I,0	4,0	I0,0
Номинальный объем, м3	5,0	5,0	I2,5

Продолжение табл.5

Наименование параметров	Типы сепараторов	
	ГП 364.03.01.000	ГП 364.02.01.000
Рабочее давление, МПа	I3,8	I3,8
Рабочий объем, м3	I6,5	3,5
Номинальный объем, м3	20,0	8,0

Таблица 6

Значения калорийного эквивалента топлив (Э) и отношений объемов сухих к влажным продуктам сгорания в уходящих дымовых газах ($\frac{V_{с.г}}{V_{в.г}}$) в зависимости от коэффициента избытка воздуха (α)

Наименование топлива	Значение Э	Значения $V_{с.г}/V_{в.г}$ при коэффициентах избытка воздуха					
		I,0	I,2	I,4	I,6	I,8	2,0
Газ природный	I,62	0,8I	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90
Газ нефтепромысловый	I,50	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90
Газ прямой перегонки	I,50	0,85	0,87	0,89	0,90	0,9I	0,92
Газ водородсодержащий	2,30	0,76	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное
Таблица I

Значения коэффициента K_S при $p_{S(38)}$ =966 ... 500 гПа

t_r, °С	$p_{S(38)}$, гПа							
	> 966	965-901	900-834	833-765	764-701	700-634	633-567	566-500
-30 и менее	0,051	0,049	0,046	0,044	0,042	0,040	0,039	0,036
-29	0,053	0,051	0,049	0,047	0,045	0,043	0,041	0,039
-28	0,057	0,054	0,052	0,050	0,048	0,044	0,043	0,041
-27	0,060	0,058	0,055	0,053	0,051	0,045	0,046	0,044
-26	0,063	0,061	0,058	0,056	0,054	0,051	0,049	0,046
-25	0,067	0,064	0,062	0,059	0,057	0,055	0,052	0,050
-24	0,070	0,068	0,065	0,063	0,060	0,058	0,055	0,053
-23	0,074	0,072	0,069	0,066	0,064	0,061	0,058	0,056
-22	0,078	0,076	0,070	0,070	0,067	0,065	0,062	0,059
-21	0,082	0,079	0,077	0,074	0,071	0,068	0,066	0,063
-20	0,087	0,084	0,081	0,073	0,075	0,072	0,069	0,066
-19	0,091	0,088	0,085	0,082	0,079	0,076	0,073	0,070
-18	0,096	0,093	0,090	0,087	0,084	0,081	0,078	0,074
-17	0,100	0,098	0,094	0,091	0,088	0,085	0,082	0,079
-16	0,106	0,103	0,099	0,096	0,093	0,090	0,086	0,083
-15	0,111	0,108	0,105	0,101	0,098	0,094	0,091	0,088
-14	0,117	0,113	0,110	0,107	0,103	0,100	0,096	0,093
-13	0,123	0,119	0,116	0,112	0,108	0,105	0,101	0,098
-12	0,129	0,123	0,121	0,118	0,114	0,110	0,107	0,099
-11	0,135	0,131	0,127	0,124	0,120	0,116	0,113	0,109
-10	0,141	0,137	0,134	0,130	0,126	0,122	0,118	0,115
-9	0,148	0,144	0,140	0,136	0,132	0,128	0,124	0,121
-8	0,155	0,151	0,147	0,143	0,139	0,135	0,131	0,127
-7	0,162	0,158	0,164	0,150	0,146	0,142	0,138	0,134
-6	0,170	0,165	0,166	0,157	0,153	0,149	0,145	0,140
-5	0,178	0,173	0,169	0,165	0,160	0,156	0,152	0,148
-4	0,185	0,181	0,177	0,172	0,168	0,164	0,160	0,155
-3	0,194	0,189	0,185	0,181	0,176	0,172	0,167	0,163
-2	0,202	0,198	0,193	0,189	0,184	0,180	0,176	0,171

Продолжение табл.1

$t_г$, °С	966	965-901	900-834	833-765	764-701	700-634	633-567	566-500
-1	0,211	0,207	0,202	0,197	0,193	0,189	0,184	0,180
0	0,221	0,216	0,211	0,207	0,202	0,197	0,193	0,188
1	0,230	0,225	0,222	0,216	0,211	0,206	0,202	0,197
2	0,240	0,235	0,231	0,226	0,221	0,216	0,213	0,207
3	0,250	0,245	0,241	0,236	0,231	0,226	0,221	0,217
4	0,261	0,256	0,251	0,246	0,241	0,237	0,231	0,227
5	0,272	0,267	0,262	0,257	0,252	0,247	0,242	0,237
6	0,283	0,278	0,273	0,268	0,263	0,258	0,253	0,248
7	0,294	0,289	0,285	0,280	0,275	0,270	0,265	0,260
8	0,306	0,301	0,296	0,292	0,287	0,282	0,277	0,272
9	0,319	0,314	0,309	0,308	0,299	0,294	0,289	0,284
10	0,331	0,326	0,321	0,317	0,312	0,306	0,302	0,297
11	0,342	0,339	0,334	0,329	0,324	0,319	0,314	0,309
12	0,358	0,353	0,348	0,343	0,338	0,333	0,328	0,323
13	0,372	0,367	0,362	0,357	0,352	0,347	0,342	0,337
14	0,386	0,381	0,376	0,371	0,366	0,361	0,357	0,351
15	0,401	0,396	0,391	0,386	0,381	0,377	0,372	0,267
16	0,416	0,412	0,407	0,402	0,397	0,392	0,387	0,382
17	0,432	0,427	0,422	0,417	0,412	0,408	0,403	0,398
18	0,448	0,443	0,439	0,434	0,429	0,424	0,420	0,413
19	0,465	0,460	0,455	0,450	0,446	0,441	0,437	0,432
20	0,482	0,477	0,473	0,468	0,464	0,459	0,454	0,450
21	0,489	0,495	0,490	0,486	0,482	0,477	0,473	0,468
22	0,517	0,512	0,508	0,504	0,500	0,495	0,491	0,416
23	0,535	0,531	0,527	0,525	0,523	0,518	0,515	0,510
24	0,554	0,550	0,565	0,542	0,538	0,534	0,530	0,526
25	0,574	0,570	0,587	0,562	0,558	0,555	0,551	0,547
26	0,594	0,590	0,596	0,583	0,579	0,575	0,572	0,568
27	0,615	0,611	0,608	0,604	0,601	0,597	0,594	0,590
28	0,636	0,632	0,629	0,626	0,623	0,619	0,616	0,613
29	0,657	0,654	0,651	0,648	0,645	0,642	0,639	0,636
30	0,679	0,677	0,674	0,671	0,668	0,665	0,663	0,660
31	0,702	0,700	0,695	0,695	0,692	0,690	0,687	0,685
32	0,725	0,723	0,721	0,719	0,716	0,714	0,712	0,710
33	0,749	0,747	0,745	0,743	0,742	0,740	0,738	0,736

Продолжение табл.I

$t_г$, °С	966	965-90I	900-834	833-765	764-70I	700-634	633-567	566-500
34	0,774	0,772	0,770	0,769	0,767	0,766	0,738	0,736
35	0,799	0,797	0,796	0,795	0,794	0,792	0,79I	0,790
36	0,824	0,823	0,822	0,82I	0,82I	0,820	0,819	0,8I8
37	0,850	0,850	0,849	0,849	0,848	0,848	0,848	0,847
38	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877
39	0,905	0,906	0,906	0,907	0,907	0,908	0,908	0,909
40	0,933	0,934	0,935	0,936	0,937	0,938	0,939	0,940
4I	0,962	0,963	0,965	0,966	0,968	0,969	0,97I	0,97I
42	0,982	0,994	0,996	0,998	I,000	I,002	I,004	I,006
43	I,002	I,025	I,027	I,030	I,032	I,035	I,037	I,040
44	I,053	I,056	I,059	I,062	I,065	I,069	I,072	I,075
45	I,084	I,088	I,092	I,095	I,I03	I,I08	I,I06	I,II0
46	I,II6	I,I20	I,I25	I,I29	I,I33	I,I38	I,I42	I,I46
47	I,I48	I,I53	I,I59	I,I64	I,I69	I,I74	I,I79	I,I84
48	I,I83	I,I89	I,I95	I,200	I,206	I,2I2	I,2I8	I,223
49	I,2I8	I,225	I,23I	I,234	I,244	I,25I	I,257	I,264
50 и более	I,253	I,260	I,268	I,275	I,282	I,280	I,297	I,304

Таблица 2

Значения коэффициента K_S при $P_{S\,(38)}$ =500... 5I кПа

$t_г$, °С	$P_{S\,(38)}$, кПа							
	500-435	434-368	367-301	300-234	233-168	167-117	116-91	90-51
-30 и менее	0,034	0,032	0,031	0,026	0,022	0,019	0,017	0,015
-29	0,037	0,035	0,033	0,028	0,024	0,020	0,018	0,016
-28	0,039	0,037	0,035	0,030	0,026	0,022	0,019	0,017
-27	0,042	0,039	0,038	0,032	0,028	0,023	0,021	0,019
-26	0,044	0,042	0,040	0,034	0,030	0,025	0,023	0,021
-25	0,047	0,045	0,043	0,036	0,032	0,027	0,025	0,022
-24	0,050	0,048	0,045	0,039	0,034	0,029	0,027	0,024
-23	0,053	0,052	0,048	0,042	0,037	0,031	0,029	0,026
-22	0,056	0,054	0,052	0,045	0,039	0,034	0,031	0,028
-21	0,060	0,057	0,055	0,045	0,042	0,036	0,033	0,030
-20	0,064	0,061	0,058	0,051	0,045	0,039	0,036	0,032
-19	0,067	0,064	0,062	0,054	0,048	0,042	0,038	0,035
-18	0,071	0,068	0,066	0,058	0,051	0,045	0,041	0,038
-17	0,075	0,072	0,070	0,063	0,055	0,048	0,044	0,041
-16	0,080	0,077	0,074	0,063	0,058	0,051	0,047	0,044
-15	0,084	0,081	0,078	0,076	0,062	0,054	0,051	0,047
-14	0,089	0,086	0,083	0,074	0,066	0,058	0,054	0,047
-13	0,094	0,092	0,088	0,076	0,070	0,062	0,058	0,054
-12	0,099	0,096	0,093	0,088	0,075	0,068	0,062	0,058
-11	0,105	0,101	0,098	0,086	0,080	0,071	0,066	0,062
-10	0,111	0,107	0,104	0,096	0,084	0,075	0,070	0,067
-9	0,117	0,113	0,110	0,099	0,090	0,080	0,076	0,071
-8	0,123	0,119	0,116	0,106	0,095	0,085	0,081	0,076
-7	0,130	0,125	0,122	0,110	0,100	0,088	0,086	0,081
-6	0,136	0,132	0,129	0,117	0,107	0,097	0,092	0,087
-5	0,143	0,139	0,136	0,124	0,113	0,103	0,098	0,093
-4	0,151	0,147	0,143	0,139	0,120	0,109	0,104	0,098
-3	0,159	0,154	0,151	0,136	0,127	0,116	0,110	0,105
-2	0,167	0,162	0,158	0,146	0,134	0,123	0,117	0,111
-1	0,175	0,170	0,167	0,158	0,142	0,130	0,124	0,119

Продолжение табл.2

t_r, °С	$P_{S(38)}$, гПа							
	500-435	434-368	367-301	300-234	233-168	167-117	116-91	90-51
0	0,184	0,179	0,175	0,165	0,150	0,138	0,132	0,125
I	0,193	0,188	0,184	0,170	0,158	0,146	0,140	0,134
2	0,202	0,197	0,194	0,179	0,167	0,154	0,148	0,142
3	0,212	0,207	0,203	0,189	0,176	0,163	0,157	0,151
4	0,222	0,217	0,213	0,198	0,186	0,173	0,168	0,160
5	0,233	0,228	0,224	0,209	0,196	0,183	0,176	0,170
6	0,243	0,238	0,234	0,219	0,206	0,193	0,186	0,180
7	0,255	0,250	0,246	0,230	0,217	0,204	0,197	0,190
8	0,267	0,262	0,258	0,242	0,228	0,215	0,208	0,201
9	0,279	0,274	0,270	0,254	0,240	0,226	0,220	0,213
I0	0,292	0,287	0,282	0,266	0,251	0,239	0,232	0,225
II	0,304	0,299	0,295	0,279	0,276	0,262	0,245	0,238
I2	0,318	0,313	0,309	0,293	0,279	0,265	0,258	0,251
I3	0,332	0,327	0,323	0,307	0,293	0,279	0,272	0,265
I4	0,347	0,342	0,338	0,321	0,307	0,293	0,286	0,279
I5	0,362	0,357	0,353	0,337	0,323	0,308	0,302	0,295
I6	0,378	0,373	0,369	0,352	0,338	0,324	0,318	0,311
I7	0,393	0,389	0,385	0,363	0,354	0,340	0,334	0,327
I8	0,410	0,406	0,402	0,386	0,372	0,358	0,351	0,344
I9	0,427	0,423	0,419	0,403	0,389	0,376	0,368	0,362
20	0,445	0,441	0,437	0,421	0,408	0,394	0,386	0,381
2I	0,452	0,459	0,456	0,440	0,427	0,414	0,407	0,400
22	0,464	0,478	0,474	0,459	0,446	0,433	0,427	0,421
23	0,502	0,498	0,494	0,480	0,467	0,454	0,448	0,442
24	0,543	0,518	0,515	0,500	0,488	0,476	0,470	0,464
25	0,552	0,539	0,536	0,522	0,510	0,498	0,493	0,487
26	0,565	0,561	0,558	0,545	0,533	0,522	0,516	0,510
27	0,587	0,583	0,580	0,568	0,557	0,546	0,541	0,535
28	0,610	0,606	0,604	0,592	0,581	0,571	0,566	0,561
29	0,633	0,630	0,627	0,616	0,607	0,597	0,593	0,588
30	0,657	0,654	0,652	0,642	0,633	0,624	0,620	0,615
3I	0,682	0,680	0,677	0,668	0,660	0,652	0,648	0,644
32	0,708	0,705	0,704	0,695	0,688	0,681	0,678	0,674

Продолжение табл.2

$t_г$, °С	$P_S(38)$, гПа							
	500–435	434–368	367–301	300–234	233–168	167–117	116–91	90–51
33	0,734	0,732	0,730	0,723	0,717	0,711	0,708	0,706
34	0,761	0,760	0,758	0,752	0,747	0,742	0,740	0,737
35	0,789	0,788	0,787	0,782	0,778	0,774	0,772	0,770
36	0,818	0,817	0,816	0,813	0,810	0,807	0,806	0,805
37	0,847	0,846	0,845	0,844	0,843	0,842	0,841	0,840
38	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877
39	0,909	0,909	0,910	0,912	0,913	0,914	0,915	0,916
40	0,941	0,942	0,943	0,946	0,949	0,952	0,954	0,956
41	0,974	0,975	0,976	0,982	0,986	0,991	0,994	0,996
42	1,008	1,010	1,012	1,020	1,026	1,033	1,036	1,039
43	1,043	1,047	1,049	1,057	1,065	1,074	1,078	1,082
44	1,078	1,081	1,084	1,096	1,106	1,117	1,122	1,127
45	1,114	1,118	1,121	1,136	1,148	1,161	1,167	1,174
46	1,151	1,155	1,159	1,177	1,192	1,207	1,214	1,222
47	1,189	1,195	1,199	1,219	1,236	1,253	1,262	1,270
48	1,229	1,235	1,240	1,263	1,283	1,304	1,314	1,324
49	1,270	1,277	1,282	1,309	1,332	1,355	1,366	1,377
50 и более	1,316	1,319	1,325	1,355	1,381	1,407	1,420	1,433

Таблица 3

Значение коэффициента K_S при $P_{S(38)}$=50,5 ... 0,011 МПа

t_r, °С	$P_{S(38)}$, МПа							
	50,50-24,10	24,00-8,01	8,00-2,94	2,937-0,974	0,973-0,334	0,333-0,094	0,093-0,036	0,035-0,01
-20	0,025	0,015	0,009	0,006				
-18	0,030	0,020	0,012	0,008				
-16	0,034	0,022	0,014	0,010				
-14	0,040	0,026	0,017	0,013				
-12	0,046	0,032	0,021	0,016				
-10	0,058	0,036	0,025	0,019				
-8	0,062	0,044	0,031	0,023	0,014			
-6	0,071	0,051	0,036	0,027	0,019	0,008		
-4	0,081	0,060	0,043	0,033	0,024	0,016		
-2	0,093	0,070	0,051	0,041	0,027	0,017		
0	0,105	0,080	0,061	0,045	0,032	0,023		
2	0,121	0,094	0,073	0,056	0,041	0,030		
4	0,136	0,108	0,085	0,066	0,050	0,037		
6	0,154	0,125	0,100	0,079	0,061	0,046	0,024	
8	0,175	0,144	0,117	0,095	0,074	0,058	0,047	
10	0,195	0,163	0,135	0,109	0,087	0,069	0,063	0,040
11	0,208	0,176	0,147	0,121	0,098	0,078	0,061	0,047
12	0,222	0,188	0,159	0,132	0,108	0,087	0,069	0,054
13	0,235	0,202	0,171	0,143	0,118	0,096	0,077	0,061
14	0,248	0,214	0,183	0,155	0,128	0,105	0,086	0,067
15	0,262	0,227	0,196	0,165	0,138	0,114	0,093	0,073
16	0,279	0,244	0,212	0,182	0,154	0,126	0,106	0,086
17	0,256	0,261	0,268	0,197	0,169	0,143	0,119	0,098
18	0,313	0,278	0,245	0,214	0,184	0,157	0,133	0,111
19	0,329	0,295	0,271	0,228	0,199	0,181	0,146	0,122
20	0,346	0,311	0,277	0,245	0,214	0,185	0,159	0,134
21	0,368	0,334	0,300	0,268	0,242	0,207	0,179	0,154
22	0,389	0,356	0,322	0,290	0,259	0,226	0,200	0,174
23	0,411	0,378	0,345	0,312	0,269	0,250	0,221	0,194
24	0,432	0,400	0,367	0,334	0,296	0,272	0,243	0,214
25	0,453	0,422	0,389	0,356	0,323	0,293	0,263	0,233
26	0,450	0,451	0,419	0,388	0,377	0,365	0,285	0,266

t_F, °С	$P_{s(38)}$, кПа							
	50,50–24,10	24,00–8,01	8,00–2,94	2,937–0,974	0,973–0,334	0,333–0,094	0,093–0,036	0,035–0,011
27	0,507	0,479	0,449	0,418	0,383	0,358	0,328	0,299
28	0,534	0,508	0,479	0,449	0,429	0,390	0,361	0,332
29	0,561	0,536	0,508	0,479	0,456	0,422	0,394	0,365
30	0,587	0,564	0,537	0,510	0,482	0,454	0,426	0,397
31	0,621	0,601	0,577	0,553	0,527	0,502	0,476	0,449
32	0,654	0,538	0,616	0,595	0,572	0,549	0,626	0,501
33	0,688	0,674	0,656	0,636	0,611	0,596	0,575	0,553
34	0,721	0,710	0,694	0,678	0,661	0,643	0,625	0,604
35	0,754	0,746	0,733	0,719	0,704	0,689	0,673	0,655
36	0,796	0,792	0,784	0,776	0,767	0,757	0,748	0,737
37	0,837	0,838	0,835	0,832	0,829	0,825	0,822	0,818
38	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877
39	0,920	0,931	0,937	0,944	0,952	0,961	0,951	0,958
40	0,961	0,976	0,987	0,999	1,013	1,027	1,043	1,058
41	1,012	1,033	1,053	1,074	1,098	1,124	1,153	1,183
42	1,065	1,092	1,119	1,149	1,184	1,221	1,263	1,309
43	1,116	1,149	1,184	1,223	1,267	1,316	1,371	1,432
44	1,167	1,206	1,248	1,297	1,351	1,411	1,479	1,555
45	1,217	1,262	1,313	1,369	2,433	1,505	1,585	1,676
46	1,276	1,333	1,396	1,467	1,548	1,638	1,643	1,861
47	1,334	1,404	1,479	1,564	1,661	1,771	1,898	2,045
48	1,394	1,476	1,563	1,662	1,776	1,905	2,056	2,229
49	1,453	1,548	1,647	1,759	1,759	2,038	2,038	2,212
50	1,509	1,617	1,728	1,854	2,000	2,169	2,365	2,593
51	1,584	1,706	1,835	1,985	2,155	2,355	2,590	2,866
52	1,656	1,794	1,939	2,107	2,285	2,537	2,811	2,134
53	1,727	1,879	2,042	2,231	2,454	2,717	3,020	3,400
54	1,801	1,967	2,148	2,357	2,606	2,900	3,251	3,669
55	1,963	2,161	2,383	2,649	2,955	3,330	3,780	4,326
56	2,144	2,374	2,643	2,964	3,353	3,823	4,397	5,104
60	2,322	2,574	2,901	3,281	3,745	4,311	5,000	5,871
62	2,530	2,842	3,224	3,689	4,263	4,973	5,856	6,973
64	2,716	3,096	3,544	4,092	4,775	5,626	6,695	8,060

Продолжение табл.3

°С	$P_{S(38)}$, гПа							
	50,50–24,10	24,00–8,01	7,00–2,94	2,937–0,974	0,973–0,334	0,333–0,094	0,093–0,036	0,035–0,011
66	2,933	3,376	3,921	4,466	5,387	6,386	7,725	9,415
68	2,176	3,686	4,300	5,059	6,027	7,259	8,839	10,90
70	3,412	3,985	4,689	5,559	6,678	8,114	9,967	12,41
72	3,598	4,327	5,168	6,185	7,520	9,244	11,59	14,52
74	3,872	4,650	5,649	6,812	8,362	10,37	13,03	16,61
76	4,155	5,087	6,173	7,511	9,303	11,65	14,79	19,07
78	4,460	5,509	6,755	9,297	10,36	13,12	16,82	21,92
80	4,776	5,951	7,321	9,062	11,40	14,54	18,79	24,72
82	5,117	6,427	8,021	10,02	12,73	15,41	21,45	28,55
84	5,475	6,935	8,712	10,97	14,05	18,26	24,08	32,34
86	5,853	7,474	9,472	12,02	15,53	20,36	27,11	36,76
88	6,242	8,035	10,28	13,15	17,14	22,68	30,47	41,75
90	6,659	8,631	11,09	14,29	18,76	25,00	33,84	46,72
92	7,097	9,281	12,08	15,69	20,76	27,95	38,21	55,32
94	7,559	9,958	13,05	17,05	22,75	30,87	42,54	59,85
96	8,042	10,67	14,10	18,58	24,96	34,14	47,45	67,36
98	8,546	11,43	15,24	20,23	27,39	37,77	52,95	75,83
100 и более	9,076	12,12	16,37	21,86	29,80	41,36	58,36	84,20

Таблица 4

Значения коэффициента K_5 при $P_{S(38)} = 11 \times 10^{-3} \ldots 1{,}3 \times 10^{-9}$ мПа

$t_г$, °С	$P_{S(38)}$, мПа							
	11×10^{-3} – 4×10^{-3}	4×10^{-3} – 12×10^{-4}	12×10^{-4} – 4×10^{-4}	4×10^{-4} – 12×10^{-5}	12×10^{-5} – 13×10^{-7}	13×10^{-7} – 13×10^{-8}	13×10^{-8} – $1{,}3 \times 10^{-9}$	$< 1{,}3 \times 10^{-9}$
25 и менее	0,2II	0,I82						
26	0,244	0,2I4						
27	0,276	0,246						
28	0,309	0,278						
29	0,34I	0,3I0						
30	0,373	0,34I	0,3I4					
3I	0,428	0,398	0,373					
32	0,482	0,454	0,43I	0,389				
33	0,536	0,5I0	0,489	0,443				
34	0,589	0,566	0,547	0,509				
35	0,643	0,62I	0,604	0,588				
36	0,73I	0,7I7	0,708	0,70I				
37	0,8I8	0,8I2	0,8II	0,8I3	0,767			
38	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877			
39	0,99I	I,00I	I,0I7	I,035	I,009			
40	I,076	I,095	I,II8	I,I45	I,I62			
4I	I,2I4	I,254	I,293	I,348	I,395			
42	I,352	I,4I4	I,479	I,55I	I,627			
43	I,488	I,572	I,657	I,752	I,856			
44	I,623	I,728	I,834	I,957	2,084			
45	I,757	I,884	2,009	2,I48	2,3I0			
46	I,97I	2,I4I	2,3I2	2,505	2,740			
47	2,I83	2,396	2,6I4	2,859	3,I67			
48	2,396	2,652	2,9I6	3,2I4	3,596			
49	2,508	2,907	3,2I7	3,568	4,022			
50	2,8I6	3,I37	3,5I2	3,9I5	4,442	4,I00		
5I	3,I39	3,565	4,0I3	4,528	5,205	5,020		
52	3,390	3,965	4,505	5,I3I	5,957	5,940		
53	3,639	4,362	4,994	5,730	6,704	6,860		
54	3,89I	4,762	5,486	6,332	7,455	7,800		

gost.e-ecolog.ru