
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСТ Р –
201**

*(Проект,
вторая редакция)*

ГАЗОКОНДЕНСАТНАЯ СМЕСЬ

Часть 4

Расчет компонентно-фракционного состава

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его
принятия*

Москва

Стандартинформ

201

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Публичным акционерным обществом «Газпром» и Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий» – Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 52 «Природный и сжиженные газы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 201 г. №

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0–2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет (gost.ru)

© Оформление ФГУП «Стандартинформ», 201

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения национального органа Российской Федерации по стандартизации

Содержание

1 Область применения.....	
2 Нормативные ссылки.....	
3 Термины и определения.....	
4 Обозначения и сокращения.....	
5 Способы расчета	
6 Расчет компонентного и группового углеводородного состава C_n газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата с предварительным разгазированием пробы (способ 1).....	
6.1 Исходные данные для расчета состава газоконденсатной смеси...	
6.2 Расчет состава газа сепарации.....	
6.3 Расчет состава газа дегазации.....	
6.4 Расчет состава дегазированного конденсата.....	
6.5 Расчет состава нестабильного газового конденсата.....	
6.6 Расчет состава газоконденсатной смеси	
6.7 Расчет потенциального содержания компонентов в газоконденсатной смеси	
6.8 Расчет содержания индивидуальных серосодержащих соединений в газоконденсатной смеси.....	
7 Расчет компонентного и группового углеводородного состава C_n газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата с предварительным разгазированием пробы (способ 2).....	
7.1 Исходные данные для расчета состава газоконденсатной смеси	
7.2 Расчет состава газа сепарации.....	
7.3 Расчет состава газа дегазации.....	
7.4 Расчет состава дегазированного конденсата.....	
7.5 Расчет состава нестабильного газового конденсата	
7.6 Расчет состава газоконденсатной смеси	

8	Расчет компонентного и группового углеводородного состава C_n газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата без предварительного разгазирования пробы (способ 3).....	
8.1	Исходные данные для расчета состава газоконденсатной смеси	
8.2	Расчет состава газа сепарации.....	
8.3	Расчет состава нестабильного газового конденсата	
8.4	Расчет состава газоконденсатной смеси	
9	Расчет компонентно-фракционного состава газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата с предварительным разгазированием пробы (по методу А)	
10	Расчет компонентно-фракционного состава газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата без предварительного разгазирования пробы (по методу Б).....	
11	Расчетный метод определения молярной доли воды в пластовом газе	
	Приложение А (справочное) Примеры расчета состава газоконденсатной смеси	

ГАЗОКОНДЕНСАТНАЯ СМЕСЬ

Часть 4

Расчет компонентно-фракционного состава

Gas – condensate mixture – Part 4 – Calculation of the component – fraction composition

Дата введения– 201 - -

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на газоконденсатную смесь (добываемый пластовый газ) и устанавливает методы вычисления компонентно-группового и компонентно-фракционного углеводородного состава газоконденсатной смеси с использованием экспериментальных данных по составу газа сепарации и нестабильного газового конденсата - гелия, водорода, кислорода, азота, диоксида углерода, сероводорода, метанола, углеводородов C_1 - C_5 , групп углеводородов C_{5+} или C_6 - C_{12+} , либо фракций углеводородов, выкипающих до температуры 500 °С, индивидуальных серосодержащих соединений (меркаптанов C_1 - C_4 (метил-, этил-, изомеров пропил- и бутилмеркаптанов), серооксида углерода, сероуглерода, диметилсульфида, диметилдисульфида, диэтилсульфида, тетрагидротиофена и производных тиофена) и воды.

Настоящий стандарт может быть использован для расчета состава продуктов сепарации газоконденсатной смеси (газа сепарации и нестабильного газового конденсата), а также газа дегазации и дегазированного конденсата.

1.2 Настоящий стандарт следует применять совместно с ГОСТ Р .1, с ГОСТ Р .2 и ГОСТ Р .3.

2 Нормативные ссылки

В настоящем документе использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 3900 – 85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности

ГОСТ 30319.2 – 96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости

ГОСТ 31369 – 2008 Газ природный. Вычисление теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе на основе компонентного состава

ГОСТ Р 53521 – 2009 Переработка природного газа. Термины и определения

ГОСТ Р 54910 – 2012 Залежи газоконденсатные и нефтегазоконденсатные. Характеристики углеводородов газоконденсатные. Термины и определения

ГОСТ Р .1 – 201 Газоконденсатная смесь. Часть 1. Газ сепарации. Определение компонентного состава методом газовой хроматографии

ГОСТ Р .2 – 201 Газоконденсатная смесь. Часть 2. Конденсат газовый нестабильный. Определение компонентно-фракционного состава методом газовой хроматографии с предварительным разгазированием пробы

ГОСТ Р .3 – 201 201 Газоконденсатная смесь. Часть 3. Конденсат газовый нестабильный. Определение компонентно-фракционного состава методом газовой хроматографии без предварительного разгазирования пробы

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех

внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с ГОСТ Р 54910, ГОСТ Р 53521, а также следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

3.1 газоконденсатная смесь; ГКС: Природная ископаемая газожидкостная смесь, добываемая из газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений или залежей, содержащая природный газ, газовый конденсат и неуглеводородные компоненты.

[ГОСТ Р 53521-2009, пункт 1]

3.2 пластовый газ (*Нрк. пластовая газоконденсатная смесь*): Пластовый флюид, содержащий горючий газ и конденсат, находящийся в пластовых условиях в газообразном состоянии.

[ГОСТ Р 54910 – 2012, статья 10]

3.3 сухой (пластовый) газ: Пластовый газ за вычетом содержащихся в нем углеводородов C_{5+} .

[ГОСТ Р 54910–2012, статья 11]

П р и м е ч а н и е – Применительно к данному стандарту состав пластового газа определяют по составу газоконденсатной смеси (добываемого пластового газа), извлекаемой из недр на поверхность в процессе разработки месторождения.

3.4 сепарация: Процесс разделения газоконденсатной смеси в сепараторе на газ сепарации и нестабильный газовый конденсат при

подготовке газоконденсатной смеси к первичной переработке или к транспорту, или при проведении газоконденсатных исследований.

3.5 газ сепарации: Газообразная смесь, получаемая при сепарации продукции газоконденсатной скважины.

Примечание – Газ сепарации, прошедший промысловую подготовку, является осушенным горючим газом.

[ГОСТ Р 54910 – 2012, статья 15]

3.6 нестабильный конденсат (газоконденсатных и нефтегазоконденсатных залежей): Конденсат, содержащий в растворенном виде газообразные углеводороды и неуглеводородные компоненты, выделяющиеся при приведении его к стандартным условиям.

[ГОСТ Р 54910 – 2012, статья 17]

3.7 дегазация (нестабильного газового конденсата): Выделение газообразных компонентов из нестабильного газового конденсата, осуществляемое за счет снижения давления в системе, повышения температуры или действия обоих факторов одновременно.

[ГОСТ Р 53521 – 2009, пункт 80]

3.8 газ дегазации; ГД: Газообразная углеводородная смесь, состоящая из легких углеводородов C_1 - C_4 с примесями углеводородов C_{5+} и неуглеводородных компонентов, получаемая в процессе дегазации нестабильного газового конденсата.

3.9 дегазированный конденсат; ДК: Газовый конденсат, из которого удалена основная часть газообразных компонентов, получаемый в процессе дегазации нестабильного газового конденсата.

3.10 компонентный состав газоконденсатной смеси (добываемого пластового газа): Состав газоконденсатной смеси, представленный в виде индивидуальных углеводородных и неуглеводородных компонентов в мольных (объемных), массовых долях или процентах.

3.11 компонентно-фракционный состав газоконденсатной смеси (добываемого пластового газа): Состав газоконденсатной смеси, в котором его газообразная часть представлена в виде индивидуальных углеводородных и неуглеводородных компонентов, а конденсатная часть – в виде фракций выкипания конденсатообразующих компонентов в определенных температурных границах, в мольных (объемных), массовых долях или процентах.

3.12 конденсатогазовый фактор (удельный выход нестабильного газового конденсата); КГФ: Отношение объема конденсата газового нестабильного к объему газа сепарации, выраженное в кубических сантиметрах конденсата на один кубометр газа сепарации.

3.13 потенциальное содержание конденсата в газе: Содержание компонентов C_{5+} в газе, выраженное в г/м³ пластового газа, газа сепарации, сухого газа.

П р и м е ч а н и е – Содержание конденсата в газе может быть начальным, рассчитанным до начала разработки, и текущим, определенным при текущем пластовом давлении.

[ГОСТ Р 54910–2012, статья 24]

3.15 молярная (объемная) доля «сухого» газа в пластовом газе: Отношение объема «сухого» газа к объему пластового газа.

П р и м е ч а н и е – Применительно к данному стандарту корректность этого определения обусловлена применяемыми процедурами анализа. Составы газа сепарации и дегазации определяют в молярных долях методом абсолютной градуировки, а при расчете состава ДК в молярных долях учитывают экспериментальное значение его молярной массы.

4 Обозначения и сокращения

4.1 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

V – объем, см³ (дм³, м³);

m_{np} – масса пробы конденсата газового нестабильного, г;

$m_{гд}$ – масса газа дегазации, г;

$m_{дк}$ – масса дегазированного конденсата, г;

$V_{гд}$ – объем газа дегазации, дм^3 ;

$V_{дк}$ – объем дегазированного конденсата, см^3 ;

M – молярная масса, г/моль;

ρ – плотность, г/см^3 (кг/м^3);

C_n – углеводороды с числом углеводородных атомов n ;

C_i – молярная доля компонента i (в том числе группы углеводородов C_n , меркаптана i в пересчете на меркаптановую серу), %;

X_i – массовая доля компонента i (в том числе группы углеводородов C_n , фракции углеводородов, меркаптана i в пересчете на меркаптановую серу), %.

$F_{идк}$ – массовая доля 10-градусных фракций углеводородов в дегазированном конденсате, %;

$F_{икгн}$ – массовая доля 10-градусных фракций углеводородов в КГН, %;

$Q_{гс}$ – расход газа сепарации, тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{кгн}$ – расход нестабильного газового конденсата, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$q_{кгн}$ – удельный выход нестабильного газового конденсата (КГФ), $\text{см}^3/\text{м}^3$;

$Q_{гд}$ – удельный объем газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации;

$q_{гд}$ – удельное содержание газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН, г/1 м^3 газа сепарации;

$q'_{дк}$ – удельный выход дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, г/1 м^3 газа сепарации;

$V_{ис}$ ($V_{игд}$, $V_{идк}$) – объем компонента i газа сепарации (газа дегазации, дегазированного конденсата), $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

4.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГС – газ сепарации;

КГН – нестабильный газовый конденсат;

ПГ – пластовый газ;

S_{RSH} – меркаптановая сера;

ССС – серосодержащие соединения.

5 Способы расчета

5.1 Методы измерений и расчета состава газоконденсатной смеси (добываемого пластового газа) основаны на определении состава газа сепарации и КГН. Пробы ГС и КГН отбирают при проведении промысловых газоконденсатных исследований; при установленных промысловых параметрах сепарации (давлении и температуре) замеряют дебит (расход) ГС и КГН, на основе которых определяют конденсатогазовый фактор (КГФ)*.

Общая схема выполнения измерений приведена на рисунке 1.

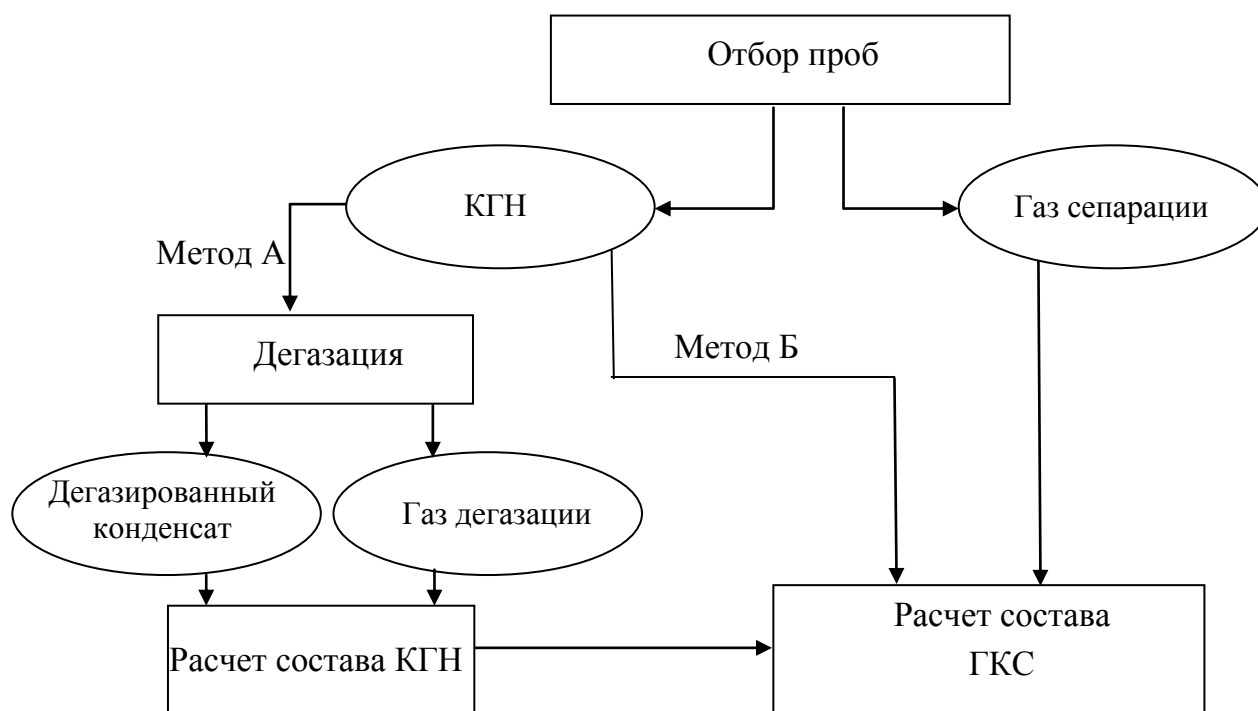


Рисунок 1 – Общая схема аналитических исследований при проведении расчета состава газоконденсатной смеси

*Р Газпром 086-2010 Инструкция по комплексным исследованиям газовых и газоконденсатных скважин.

Расчет состава газоконденсатной смеси проводят методом материального баланса рекомбинацией газового (ГС) и жидкостного (КГН) потоков после сепарации. Расчет производят исходя из одного кубометра (1000 дм^3) газа сепарации.

Определение состава ГС проводят в соответствии с ГОСТ Р _____.1, а определение состава КГН – в соответствии с ГОСТ Р _____.2 и с ГОСТ Р _____.3.

Допускается проводить определение состава ГС и КГН в соответствии с СТО Газпром 5.40 -2011*.

5.2 Три способа расчета состава газоконденсатной смеси отличаются методом определения состава КГН (способы 1 и 2 от способа 3), либо подходом к определению количества газа дегазации и дегазированного конденсата (способ 1 от способа 2).

Способы 1 и 2 основаны на определении состава КГН по методу А, путем предварительного разгазирования пробы в соответствии с ГОСТ Р _____.2. Данные по количеству и составу выделенного газа дегазации и дегазированного конденсата используют для расчета состава исходной пробы КГН.

Способ 1 расчета состава газоконденсатной смеси предусматривает использование данных по объемам выделенного газа дегазации $V_{гд}$ (измеряемого газометром либо счетчиком газа) и дегазированного конденсата $V_{дк}$ (измеряемого мерным цилиндром).

Способ 2 предусматривает прямое измерение массы газа дегазации $m_{гд}$ и дегазированного конденсата $m_{дк}$ путем фиксирования исходной массы пробоотборника с пробой КГН и её изменения после процесса разгазирования.

Способ 3 расчета состава газоконденсатной смеси основан на анализе пробы КГН в одну стадию по методу Б, без её предварительного разгазирования в соответствии с ГОСТ Р _____.3.

*СТО Газпром 5.40-2011 Пластовый газ. Определение компонентно-фракционного состава.

5.3 Углеводородный состав ГКС представляют в компонентно-фракционном (C_1 - C_5 и фракции, выкипающие в диапазоне от 45 °С до 540 °С), либо в компонентно-групповом (C_1 – C_5 и группы C_6 – C_{12+B}) виде.

5.4 Примеры расчета состава газоконденсатной смеси в качестве справочного материала приведены в приложении А.

5.5 Данные по составу газоконденсатной смеси могут быть использованы:

- при обосновании геологических и извлекаемых запасов углеводородов, представляемых геолого-разведочными и добывающими компаниями в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию;
- при проектировании разработки месторождений газа горючего природного;
- для заполнения формы федерального государственного статистического наблюдения;
- при проведении газоконденсатных исследований.

6 Расчет компонентного и группового углеводородного состава C_n газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата с предварительным разгазированием пробы (способ 1)

6.1 Исходные данные для расчета состава газоконденсатной смеси

6.1.1 Расчет производят с использованием результатов определения состава ГС и КГН. Состав КГН определяют в соответствии с ГОСТ Р .2, при этом для расчета КГН используют данные по объемам выделенного газа дегазации $V_{гд}$ и дегазированного конденсата $V_{дк}$. Перечень исходных данных для расчета состава ГКС приведен в таблице 1.

6.1.2 В общем виде формула для расчета содержания индивидуальных компонентов в газоконденсатной смеси $Z_{i_{гкс}}$, в расчете на 1 м³ газа сепарации выглядит следующим образом

Т а б л и ц а 1 – Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси

Параметр	Обозначение	Единица измерения
Расход газа сепарации	$Q_{сc}$	тыс. м ³ /сут
Расход нестабильного газового конденсата	$Q_{кгн}$	м ³ /сут
Удельный выход нестабильного газового конденсата (конденсатогазовый фактор, КГФ)	$q_{кгн}$	см ³ /м ³
Вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН	$V^{по}$	см ³
Объем газа дегазации	$V_{з\partial}$	дм ³
Объем дегазированного конденсата	$V_{\partial к}$	см ³
Молярная масса дегазированного конденсата*	$M_{\partial к}$	г/моль
Плотность дегазированного конденсата при температуре 20 °С	$\rho_{\partial к}$	г/см ³ кг/м ³
Молярная доля компонентов газа сепарации, вычисляют в соответствии с по ГОСТ Р .1	$C_{iсc}$	%
Молярная доля компонентов газа дегазации, вычисляют в соответствии с по ГОСТ Р .2	$C_{iз\partial}$	%
Массовая доля компонентов дегазированного конденсата, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .2	$X_{i\partial к}$	%
*СТО Газпром 5.40-2011 Пластовый газ. Определение компонентно-фракционного состава.		

$$Z_{i\kappa c} = Z_{iсc} + Z_{i\kappa гн} = Z_{iсc} + Z_{iз\partial} + Z_{i\partial к}, \quad (1)$$

где $Z_{iсc}$ – содержание компонента i в газе сепарации, г/м³ (дм³/м³);

$Z_{i\kappa гн}$ – содержание компонента i в конденсате газовом нестабильном, г/м³ (дм³/м³);

$Z_{iз\partial}$ – содержание компонента i в газе дегазации, г/м³ (дм³/м³);

$X_{i\partial к}$ – содержание компонента i в дегазированном конденсате, г/м³ (дм³/м³).

Если в соответствии с ГОСТ Р .2 при разгазировании КГН газ дегазации собирают в пакеты типа «Gaspack» (а не в газометр), состав проб КГН рассчитывают только в массовых (а не в массовых и молярных) долях.

Молярные доли компонентов газа сепарации C_{iec} , газа дегазации C_{ido} и массовые доли компонентов и групп углеводородов C_n (далее – компонентов) дегазированного конденсата X_{idk} , полученные экспериментально, вносят в графы 2, 6 и 12 таблицы 2, соответственно.

Примечания

1 Молярная доля углеводородов C_{6+B} в газе сепарации и в газоконденсатной смеси не превышает 1,5 % и 12 %, соответственно, поэтому при пересчете состава ГС и ГКС в массовые доли в качестве молярной массы групп углеводородов по C_{11} включительно принимают значение для соответствующего *n*-алкана.

2 Пересчет состава дегазированного конденсата, КГН и газоконденсатной смеси в молярные доли производят с использованием расчетного значения молярной массы группы углеводородов C_{12+B} (см. 6.4).

6.2 Расчет состава газа сепарации

Объем газа сепарации, равный 1000 дм^3 , исходя из которого производят расчет, приводят в строке «Всего» графы 3. Далее вычисляют объем каждого компонента i газа сепарации V_{iec} , $\text{дм}^3/\text{м}^3$, по формуле

$$V_{iec} = \frac{C_{iec} \cdot 10^3}{100} = C_{iec} \cdot 10, \quad (2)$$

где C_{iec} – молярная доля компонента i газа сепарации, приведенная в графе 2 таблицы 2, %.

Полученные значения вносят в графу 3 таблицы 2.

Переводят молярные доли каждого компонента газа сепарации C_{iec} , %, в массовые доли X_{iec} , %, исходя из молярных масс индивидуальных компонентов M_i , приведенных в таблице 3. Массовую долю каждого компонента i газа сепарации X_{iec} , %, вычисляют по формуле

Т а б л и ц а 2 – Пример записи результатов расчета состава КГН и газоконденсатной смеси по способу 1

Компо- нент	Газ сепарации				Газ дегазации				Дегазированный конденсат				КГН				Газоконденсатная смесь					
	$C_{исс}$, мол. доля, %	$V_{исс}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{исс}$, масс. доля, %	$m_{исс}$, г/м ³ ГС	$C_{идс}$, мол. доля, %	$V_{идс}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{идс}$, масс. доля, %	$m_{идс}$, г/м ³ ГС	$C_{идк}$, мол. доля, %	$V_{идк}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{идк}$, масс. доля, %	$m_{идк}$, г/м ³ ГС	$C_{икгн}$, мол. доля, %	$V_{икгн}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{икгн}$, масс. доля, %	$m_{икгн}$, г/м ³ ГС	$C_{иккс}$, мол. доля, %	$V_{иккс}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{иккс}$, масс. доля, %	$m_{иккс}$, г / м ³ газа		
																					ГС	"сухо- го" газа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
H ₂ S	25,86	258,60	34,13	366,60	60,52	47,35	62,73	67,13	0,11	0,04	0,02	0,06	39,95	47,40	19,18	67,19	27,35	306,00	30,46	433,79	402,68	387,79
CO ₂	14,79	147,94	25,22	270,83	11,64	9,11	15,58	16,68	0,00	0,00	0,00	0,00	7,68	9,11	4,76	16,68	14,04	157,05	20,19	287,51	266,89	257,02
S _{RSH}	0,04	0,40	0,10	1,03	0,04	0,03	0,07	0,08	0,57	0,23	0,24	0,59	0,22	0,26	0,19	0,67	0,06	0,66	0,12	1,70	1,58	1,52
CH ₃ OH	0,00	0,02	0,00	0,03	0,97	0,76	0,94	1,01	0,66	0,27	0,15	0,36	0,87	1,03	0,39	1,37	0,09	1,05	0,10	1,39	1,29	1,25
He	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂	0,60	6,00	0,65	7,02	0,85	0,67	0,73	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,67	0,22	0,78	0,60	6,67	0,55	7,80	7,24	6,98
CH ₄	54,96	549,56	34,15	366,75	17,90	14,01	8,74	9,35	0,00	0,00	0,00	0,00	11,81	14,01	2,67	9,35	50,38	563,57	26,41	376,10	349,12	336,21
C ₂ H ₆	2,19	21,89	2,55	27,38	2,88	2,25	2,63	2,82	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	2,25	0,80	2,82	2,16	24,14	2,12	30,20	28,03	27,00
C ₃ H ₈	0,90	9,00	1,54	16,51	2,57	2,01	3,45	3,69	0,68	0,27	0,21	0,50	1,93	2,29	1,20	4,20	1,01	11,29	1,45	20,71	19,22	18,51
и-C ₄ H ₁₀	0,12	1,20	0,27	2,90	0,48	0,37	0,84	0,90	0,59	0,24	0,24	0,58	0,52	0,61	0,42	1,48	0,16	1,81	0,31	4,38	4,06	3,91
н-C ₄ H ₁₀	0,30	3,00	0,68	7,25	1,19	0,93	2,10	2,25	2,71	1,10	1,09	2,65	1,71	2,03	1,40	4,90	0,45	5,03	0,85	12,15	11,28	10,86
и-C ₅ H ₁₂	0,08	0,80	0,22	2,40	0,40	0,31	0,87	0,93	2,73	1,10	1,36	3,31	1,19	1,41	1,21	4,24	0,20	2,21	0,47	6,64	6,16	5,94
н-C ₅ H ₁₂	0,08	0,80	0,22	2,40	0,42	0,33	0,91	0,98	3,65	1,47	1,82	4,42	1,52	1,80	1,54	5,40	0,23	2,60	0,55	7,80	7,24	6,97
C ₆ H ₁₄	0,08	0,80	0,27	2,87	0,15	0,12	0,39	0,42	10,25	4,14	6,10	14,83	3,59	4,25	4,35	15,25	0,45	5,05	1,27	18,12	16,82	16,20
C ₇ H ₁₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,65	5,91	10,13	24,65	4,99	5,91	7,04	24,65	0,53	5,91	1,73	24,65	22,89	22,04
C ₈ H ₁₈	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,38	5,81	11,34	27,59	4,90	5,81	7,88	27,59	0,52	5,81	1,94	27,59	25,61	24,67
C ₉ H ₂₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,66	5,11	11,21	27,28	4,31	5,11	7,79	27,28	0,46	5,11	1,92	27,28	25,32	24,38
C ₁₀ H ₂₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,96	3,62	8,81	21,42	3,05	3,62	6,12	21,42	0,32	3,62	1,50	21,42	19,89	19,15
C ₁₁ H ₂₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,21	2,51	6,70	16,30	2,11	2,51	4,65	16,30	0,22	2,51	1,14	16,30	15,13	14,57
C ₁₂ H ₂₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,18	8,55	40,58	98,71	7,21	8,55	28,18	98,71	0,76	8,55	6,93	98,71	91,63	88,24
Всего	100,00	1000,00	100,00	1073,98	100,00	78,25	100,00	107,01	100,00	40,38	100,00	243,26	100,00	118,63	100,00	350,27	100,00	1118,63	100,00	1424,25	1322,11	1273,20
C ₅ H _{12+В}	0,24	2,40	0,71	7,67	0,96	0,75	2,17	2,32	94,68	38,23	98,05	238,52	32,86	38,98	68,76	240,84	3,70	41,38	17,45	248,51	230,69	222,16
Мол. масса, г/моль	25,8185				32,876				М _{дк}		М _{С12+В}		70,98				30,608					
									144,84		277,44											
Плотн.- ность, кг/м ³	1,0740				1,3675				797,1				—				1,2732					

$$X_{isc} = \frac{C_{isc} \cdot M_i \cdot 100}{\sum_{i=1}^n C_{isc} \cdot M_i}, \quad (3)$$

где C_{isc} – молярная доля компонента i газа сепарации, приведенная в графе 2 таблицы 2, %;

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3.

Полученные значения вносят в графу 4 таблицы 2.

Среднюю молярную массу газа сепарации, M_{sc} , вычисляют по формуле

$$M_{sc} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{isc} \cdot M_i}{100}, \quad (4)$$

где C_{isc} – молярная доля компонента i газа сепарации, приведенная в графе 2 таблицы 2, %;

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3.

Массу каждого компонента газа сепарации m_{isc} , г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формулам

$$m_{isc} = \frac{V_{isc} \cdot M_i}{24,04} \quad (5)$$

или

$$m_{isc} = \frac{C_{isc} \cdot 10 \cdot M_i}{24,04}, \quad (6)$$

где V_{isc} – объем компонента i газа сепарации, дм³/1 м³ газа сепарации, вычисленный по формуле (2);

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3;

C_{isc} – молярная доля компонента i газа сепарации, приведенная в графе 2 таблицы 2, %;

24,04 – объем 1 моля газа при давлении 101,325 кПа и температуре 20 °С, дм³.

Т а б л и ц а 3 – Химические формулы и молярные массы компонентов газоконденсатной смеси

Компонент	Формула	Молярная масса, кг·кмоль ⁻¹
Метан	CH ₄	16,043
Этан	C ₂ H ₆	30,070
Пропан	C ₃ H ₈	44,097
<i>и</i> -Бутан	<i>и</i> -C ₄ H ₁₀	58,123
<i>н</i> -Бутан	<i>н</i> -C ₄ H ₁₀	58,123
<i>и</i> -Пентан	<i>и</i> -C ₅ H ₁₂	72,150
<i>н</i> -Пентан	<i>н</i> -C ₅ H ₁₂	72,150
<i>н</i> -Гексан	<i>н</i> -C ₆ H ₁₄	86,177
<i>н</i> -Гептан	<i>н</i> -C ₇ H ₁₆	100,204
<i>н</i> -Октан	<i>н</i> -C ₈ H ₁₈	114,231
<i>н</i> -Нонан	<i>н</i> -C ₉ H ₂₀	128,258
<i>н</i> -Декан	<i>н</i> -C ₁₀ H ₂₂	142,285
<i>н</i> -Ундекан	<i>н</i> -C ₁₁ H ₂₄	156,310
Сероводород	H ₂ S	34,082
Метилмеркаптан	CH ₃ SH	48,109
Этилмеркаптан	C ₂ H ₅ SH	62,136
<i>н</i> -Пропилмеркаптан	<i>н</i> -C ₃ H ₇ SH	76,163
<i>н</i> -Бутилмеркаптан	<i>н</i> -C ₄ H ₉ SH	90,190
Диоксид углерода	CO ₂	44,010
Азот	N ₂	28,0135
Гелий	He	4,0026
Метанол	CH ₃ OH	32,042

Массу каждого компонента газа сепарации m_{icc} , г/1 м³ газа сепарации, записывают в графу 5 таблицы 2.

Значение суммы масс компонентов ГС $m_{\Sigma c}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют суммированием масс каждого компонента газа сепарации m_{icc} , либо вычисляют по формуле

$$m_{zc} = \frac{M_{zc} \cdot 10^3}{24,04}, \quad (7)$$

где M_{zc} – средняя молярная масса ГС, вычисленная по формуле (4).

Полученное значение записывают в строку «Всего» графы 5 таблицы 2.

Плотность газа сепарации ρ_{zc} , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{zc} = \frac{M_{zc}}{24,04}, \quad (8)$$

где M_{zc} – средняя молярная масса ГС, вычисленная по формуле (4).

6.3 Расчет состава газа дегазации

Удельный объем газа дегазации Q_{zd} , дм³/1 м³ газа сепарации, в пересчете на удельный выход КГН вычисляют по формуле

$$Q_{zd} = \frac{V_{zd}}{V^{no}} \cdot q_{кгн}, \quad (9)$$

где V_{zd} – объем газа дегазации, дм³;

$q_{кгн}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

V^{no} – объем пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³.

Полученное значение записывают в строку «Всего» графы 7 таблицы 2.

Объем каждого компонента i газа дегазации V_{izd} , дм³/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$V_{izd} = \frac{Q_{zd} \cdot C_{izd}}{100}, \quad (10)$$

где Q_{zd} – удельный объем газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН, вычисленный по формуле (9), дм³/1 м³ газа сепарации;

C_{izd} – молярная доля компонента i газа дегазации, приведенная в графе 6 таблицы 2, %.

Полученные значения объемов каждого компонента газа дегазации записывают в графу 7 таблицы 2.

Среднюю молярную массу газа дегазации $M_{\text{сд}}$ вычисляют по формуле

$$M_{\text{сд}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{i\text{сд}} \cdot M_i}{100}, \quad (11)$$

где $C_{i\text{сд}}$ – молярная доля компонента i газа дегазации, приведенная в графе 6 таблицы 2, %;

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3.

Молярные доли каждого компонента газа дегазации $C_{i\text{сд}}$, %, переводят в массовые доли $X_{i\text{сд}}$, %, исходя из молярных масс индивидуальных компонентов M_i , приведенных в таблице 3.

Массовую долю каждого компонента газа дегазации $X_{i\text{сд}}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{i\text{сд}} = \frac{C_{i\text{сд}} \cdot M_i \cdot 100}{\sum_{i=1}^n C_{i\text{сд}} \cdot M_i} \quad (12)$$

или

$$X_{i\text{сд}} = \frac{C_{i\text{сд}} \cdot M_i}{M_{\text{сд}}}, \quad (13)$$

где $C_{i\text{сд}}$ – молярная доля компонента i газа дегазации, приведенная в графе 6 таблицы 2, %;

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3;

$M_{\text{сд}}$ – средняя молярная масса ГД, вычисленная по формуле (11).

Массовые доли каждого компонента газа дегазации записывают в графу 8 таблицы 2.

Плотность газа дегазации $\rho_{\text{сд}}$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{гд}} = \frac{M_{\text{гд}}}{24,04}, \quad (14)$$

где $M_{\text{гд}}$ – средняя молярная масса ГД, вычисленная по формуле (11);

24,04 – объем 1 моля газа при давлении 101,325 кПа и температуре 20 °С, дм³.

Удельное содержание газа дегазации $q_{\text{гд}}$, г/1 м³ газа сепарации, в пересчете на удельный выход КГН вычисляют по формуле

$$q_{\text{гд}} = Q_{\text{гд}} \cdot \rho_{\text{гд}}, \quad (15)$$

где $Q_{\text{гд}}$ – удельный объем газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН, вычисленный по формуле (9), дм³/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 9 таблицы 2);

$\rho_{\text{гд}}$ – плотность газа дегазации, вычисленная по формуле (14), кг/м³.

Массу каждого компонента газа дегазации $m_{i\text{гд}}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\text{гд}} = \frac{q_{\text{гд}} \cdot X_{i\text{гд}}}{100}, \quad (16)$$

где $q_{\text{гд}}$ – удельное содержание ГД в пересчете на удельный выход КГН, вычисленное по формуле (15), г/1 м³ газа сепарации;

$X_{i\text{гд}}$ – массовая доля компонента i газа дегазации, внесенная в графу 8 таблицы 2, %.

Полученные значения масс каждого компонента газа дегазации $m_{i\text{гд}}$ записывают в графу 9 таблицы 2.

6.4 Расчет состава дегазированного конденсата

Сначала содержания компонентов дегазированного конденсата, выраженные в массовых долях (см. таблицу 2, графу 12), пересчитывают в значения, выраженные в молярных долях.

Молярные доли каждого компонента дегазированного конденсата $C_{i\partial\kappa}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{i\partial\kappa} = \frac{\frac{X_{i\partial\kappa}}{M_i} \cdot 100}{\sum \frac{X_{i\partial\kappa}}{M_i}}, \quad (17)$$

где $X_{i\partial\kappa}$ – массовая доля компонента i в ДК, приведенная в графе 12 таблицы 2, %;

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3.

В качестве молярной массы углеводородов C_{12+B} принимается расчетное значение $M_{C_{12+B}}$, г/моль, вычисляемое по формуле

$$M_{C_{12+B}} = \frac{X_{C_{12+B}}}{\frac{100}{M_{\partial\kappa}} - \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{M_i}}, \quad (18)$$

где $X_{C_{12+B}}$ – массовая доля углеводородов от додекана ($C_{12}H_{26}$) и выше, %;

X_i – массовая доля всех определяемых в ДК компонентов (групп углеводородов), кроме C_{12+B} , %;

M_i – молярная масса всех определяемых в ДК компонентов (групп углеводородов), кроме C_{12+B} , г/моль;

$M_{\partial\kappa}$ – средняя молярная масса дегазированного конденсата, г/моль.

Полученные значения $C_{i\partial\kappa}$ записывают в графу 10 таблицы 2.

Удельный выход дегазированного конденсата $q'_{\partial\kappa}$, г/1 м³ газа сепарации, в пересчете на удельный выход КГН вычисляют по формуле

$$q'_{\partial\kappa} = \frac{V_{\partial\kappa} \cdot q_{\text{КГН}} \cdot \rho_{\partial\kappa}}{V_{\text{по}}}, \quad (19)$$

где $V_{\partial\kappa}$ – объем дегазированного конденсата, см³;

$q_{\text{КГН}}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

$\rho_{\partial\kappa}$ – плотность дегазированного конденсата при 20 °С, определенная по ГОСТ 3900, г/см³;

V_{no} – объем пробоотборника, см³.

Полученное значение $q'_{\partial\kappa}$ записывают в строку «Всего» графы 13 таблицы 2.

Массу каждого компонента дегазированного конденсата $m_{i\partial\kappa}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\partial\kappa} = \frac{q'_{\partial\kappa} \cdot X_{i\partial\kappa}}{100}, \quad (20)$$

где $q'_{\partial\kappa}$ – удельный выход дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, вычисленный по формуле (19), г/1 м³ газа сепарации;

$X_{i\partial\kappa}$ – массовая доля компонента i в ДК, приведенная в графе 12 таблицы 2, %.

Полученные значения записывают в графу 13 таблицы 2.

Условный объем дегазированного конденсата, при переводе его в газовую фазу $Q_{\partial\kappa}$, дм³/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$Q_{\partial\kappa} = \frac{q'_{\partial\kappa} \cdot 24,04}{M_{\partial\kappa}}, \quad (21)$$

где $q'_{\partial\kappa}$ – удельный выход дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, вычисленный по формуле (19), г/1 м³ газа сепарации;

$M_{\partial\kappa}$ – средняя молярная масса дегазированного конденсата, г/моль.

Полученное значение записывают в строку «Всего» графы 11 таблицы 2.

Затем вычисляют условный объем каждого компонента дегазированного конденсата $V_{i\partial\kappa}$, дм³/1 м³ газа сепарации, исходя из общего объема конденсата, переведенного в газовую фазу, по формуле

$$V_{i\partial k} = \frac{Q_{\partial k} \cdot C_{i\partial k}}{100}, \quad (22)$$

где $Q_{\partial k}$ – условный объем дегазированного конденсата, при перевождении его в газовую фазу, вычисленный по формуле (21), $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации;

$C_{i\partial k}$ – молярная доля компонента i в дегазированном конденсате, записанная в графу 10 таблицы 2, %.

Полученные значения условного объема каждого компонента дегазированного конденсата записывают в графу 11 таблицы 2.

6.5 Расчет состава нестабильного газового конденсата

Для каждого компонента суммируют его объемы в газе дегазации $V_{i\partial d}$ и в дегазированном конденсате (условный объем $V_{i\partial k}$, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации) и получают суммарные объемы соответствующего компонента i в КГН V_{ik2H} , $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Полученные значения записывают в графу 15 таблицы 2.

Общий объем КГН V_{K2H} , $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$V_{K2H} = \sum V_{ik2H} = \sum V_{i\partial d} + \sum V_{i\partial k}. \quad (23)$$

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 15 таблицы 2.

Затем для каждого компонента i суммируют его массы в газе дегазации $m_{i\partial d}$ и в дегазированном конденсате $m_{i\partial k}$ и получают суммарные массы компонента i в КГН, m_{ik2H} , $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации. Полученные значения заносят в графу 17 таблицы 2.

Общую массу КГН m_{K2H} , $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{K2H} = \sum m_{ik2H} = \sum m_{i\partial d} + \sum m_{i\partial k}. \quad (24)$$

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 17 таблицы 2.

Состав КГН в молярных долях C_{ik2H} , %, вычисляют по формуле

$$C_{ik2H} = \frac{V_{ik2H} \cdot 100}{V_{K2H}}, \quad (25)$$

где V_{ik2H} – объем компонента i в КГН, внесенный в графу 15 таблицы 2, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации;

V_{K2H} – общий объем КГН, внесенный в строку «Всего» графы 15 таблицы 2, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Полученные значения заносят в графу 14 таблицы 2.

Состав КГН в массовых долях X_{ik2H} , %, вычисляют по формуле

$$X_{ik2H} = \frac{m_{ik2H} \cdot 100}{m_{K2H}}, \quad (26)$$

где m_{ik2H} – масса компонента i в КГН, внесенная в графу 17 таблицы 2, $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации;

m_{K2H} – общая масса КГН, внесенная в строку «Всего» графы 17 таблицы 2, $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Полученные значения заносят в графу 16 таблицы 2.

6.6 Расчет состава газоконденсатной смеси

Для каждого компонента суммируют его объемы в газе сепарации V_{igc} и в КГН V_{ik2H} и получают суммарные объемы соответствующего компонента i в газоконденсатной смеси, V_{igkc} , $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации

$$V_{igkc} = V_{igc} + V_{ik2H}. \quad (27)$$

Полученные значения записывают в графу 19 таблицы 2.

Общий объем газоконденсатной смеси V_{igkc} , $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$V_{igkc} = \sum V_{igkc} = \sum V_{igc} + \sum V_{ik2H}. \quad (28)$$

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 19 таблицы 2.

Для каждого компонента i суммируют его массы в газе сепарации $m_{i\text{гс}}$ и в КГН $m_{i\text{кгн}}$ и получают суммарные массы компонента i в газоконденсатной смеси, $m_{i\text{гкс}}$, г/1 м³ газа сепарации; полученные значения заносят в графу 21 таблицы 2.

Общую массу газоконденсатной смеси $m_{\text{гкс}}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{\text{гкс}} = \sum m_{i\text{гкс}} = \sum m_{i\text{гс}} + \sum m_{i\text{кгн}}. \quad (29)$$

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 21 таблицы 2.

Состав газоконденсатной смеси в молярных долях $C_{i\text{гкс}}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{i\text{гкс}} = \frac{V_{i\text{гкс}} \cdot 100}{V_{\text{гкс}}}, \quad (30)$$

где $V_{i\text{гкс}}$ – объем компонента i в газоконденсатной смеси, внесенный в графу 19 таблицы 2, дм³/1 м³ газа сепарации;

$V_{\text{гкс}}$ – сумма объемов компонентов газоконденсатной смеси, внесенная в строку «Всего» графы 19 таблицы 2, дм³/1 м³ газа сепарации.

Состав газоконденсатной смеси в массовых долях $X_{i\text{гкс}}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{i\text{гкс}} = \frac{m_{i\text{гкс}} \cdot 100}{m_{\text{гкс}}}, \quad (31)$$

где $m_{i\text{гкс}}$ – масса компонента i газоконденсатной смеси, г/1 м³ газа сепарации;

$m_{\text{гкс}}$ – сумма масс компонентов газоконденсатной смеси, г/1 м³ газа сепарации.

Расчет массы компонента i на 1 м³ «сухого» газа или газоконденсатной смеси проводят с помощью соответствующих коэффициентов.

Молярную долю газа сепарации в «сухом» газе (коэффициент $K_{\text{сух}}$)

вычисляют по формуле

$$K_{\text{сyx}} = \frac{V_{\text{сc}}}{V_{\text{сyx}}}, \quad (32)$$

где $V_{\text{сc}}$ – объем газа сепарации, равный 1000 дм³, приведенный в строке «Всего» графы 3 таблицы 2;

$V_{\text{сyx}}$ – сумма объемов компонентов газоконденсатной смеси (добываемого пластового газа), внесенная в строку «Всего» графы 19 таблицы 2, за вычетом суммарного объема углеводородов от пентанов и выше (строка «C₅H_{12+В}» графы 19 таблицы 2), дм³/1 м³ газа сепарации.

Молярную долю газа сепарации в газоконденсатной смеси (коэффициент $MD_{\text{сc}}$) вычисляют по формуле

$$MD_{\text{сc}} = \frac{V_{\text{сc}}}{V_{\text{зkc}}}, \quad (33)$$

где $V_{\text{сc}}$ – объем газа сепарации, принятый равным 1000 дм³ и приведенный в строке «Всего» графы 3 таблицы 2;

$V_{\text{зkc}}$ – общий объем газоконденсатной смеси, дм³/1 м³ газа сепарации.

Содержание компонента i в пересчете на сухой газ рассчитывают путем умножения данных, приведенных в графе 21 таблицы 2, на коэффициент $K_{\text{сyx}}$ (см. формулу (32)); полученные данные записывают в графу 22 таблицы 2.

Содержание компонента i в пересчете на газоконденсатную смесь рассчитывают путем умножения данных, приведенных в графе 21 таблицы 2, на коэффициент $MD_{\text{сc}}$ (см. формулу (33)); полученные данные записывают в графу 23 таблицы 2.

Плотность газоконденсатной смеси $\rho_{\text{зkc}}$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{зkc}} = \frac{m_{\text{зkc}}}{V_{\text{зkc}}}, \quad (34)$$

где $V_{гкк}$ – общий объем газоконденсатной смеси, вычисленный по формуле (28), $\text{дм}^3/\text{м}^3$ газа сепарации;

$m_{гкк}$ – общая масса газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (29), $\text{г}/\text{м}^3$ газа сепарации.

Среднюю молярную массу газоконденсатной смеси $M_{гкк}$ вычисляют по формуле

$$M_{гкк} = \rho_{гкк} \cdot 24,04, \quad (35)$$

где $\rho_{гкк}$ – плотность газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (34), $\text{кг}/\text{м}^3$.

Допускается определять плотность и среднюю молярную массу газоконденсатной смеси в соответствии с формулами (63) и (62), соответственно.

6.7 Расчет потенциального содержания компонентов в газоконденсатной смеси

Потенциальное содержание любого компонента газоконденсатной смеси (углеводородов C_n , неорганических газов и т.д.) вычисляют с использованием значения его плотности. Так, потенциальное содержание конденсата (углеводородов C_{5+}) в газоконденсатной смеси $q_{C_{5+}}$, $\text{г}/\text{м}^3$, вычисляют по формуле

$$q_{C_{5+}} = X_{C_{5+}} \cdot \rho_{гкк} \cdot 10, \quad (36)$$

где $X_{C_{5+}}$ – массовая доля компонентов от пентана и выше в газоконденсатной смеси (строка « C_5H_{12+B} » графы 20 таблицы 2), %;

$\rho_{гкк}$ – плотность газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (34), $\text{кг}/\text{м}^3$.

Молярную долю «сухого» газа в газоконденсатной смеси, выражающую объемное содержание неуглеводородных компонентов и

углеводородов C_1 - C_4 в газоконденсатной смеси, $МД_{сyx}$, вычисляют по формулам (37) или (38)

$$МД_{сyx} = \frac{V_{сyx}}{V_{зkc}}, \quad (37)$$

где $V_{зkc}$ – сумма объемов компонентов газоконденсатной смеси, внесенная в строку «Всего» графы 19 таблицы 2, $дм^3/1 м^3$ газа сепарации;

$V_{сyx}$ – сумма объемов компонентов газоконденсатной смеси, внесенная в строку «Всего» графы 19 таблицы 2, за вычетом суммарного объема углеводородов от пентанов и выше (строка « C_5H_{12+B} » графы 19 таблицы 2), $дм^3/1 м^3$ газа сепарации;

$$МД_{сyx} = \frac{(100 - C_{C_{5+B}})}{100}, \quad (38)$$

где $C_{C_{5+B}}$ – сумма молярных долей углеводородов от пентанов и выше (строка « C_5H_{12+B} » графы 18 таблицы 2), %.

Потенциальное содержание конденсата (углеводородов C_{5+}) в пересчете на «сухой» газ, $q_{C_{5+B}}^{сyx}$, $г/м^3$ «сухого» газа, вычисляют по формуле

$$q_{C_{5+B}}^{сyx} = \frac{q_{C_{5+B}}}{МД_{сyx}}, \quad (39)$$

где $q_{C_{5+B}}$ – потенциальное содержание конденсата (углеводородов C_{5+}) в газоконденсатной смеси, $г/м^3$;

$МД_{сyx}$ – молярная доля «сухого» газа в газоконденсатной смеси, вычисленная по формулам (37) или (38).

6.8 Расчет содержания индивидуальных серосодержащих соединений в газоконденсатной смеси

Перечень исходных данных для расчета содержания индивидуальных

серосодержащих соединений в газоконденсатной смеси приведен в таблице 1, а также в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Перечень дополнительных данных для расчета содержания индивидуальных серосодержащих соединений в газоконденсатной смеси

Параметр	Обозначение	Единица измерения
Массовая и молярная доли серосодержащего соединения в ГС, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .1	$X_{гс}^{ccc}$, $C_{гс}^{ccc}$	%
Массовая и молярная доли серосодержащего соединения в ГД, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .2	$X_{гд}^{ccc}$, $C_{гд}^{ccc}$	
Массовая и молярная доли серосодержащего соединения в ДК, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .2	$X_{дк}^{ccc}$, $C_{дк}^{ccc}$	

Массовые и молярные доли ССС в газе сепарации вносят в графы 4 и 2 таблицы 5 соответственно.

Массовые и молярные доли ССС в газе дегазации вносят в графы 8 и 6 таблицы 5 соответственно.

Массовые и молярные доли серосодержащих соединений в дегазированном конденсате вносят в графы 12 и 10 таблицы 5, соответственно.

В строке «Всего» следующих граф: 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 и 23 вносят данные, приведенные в соответствующей строке таблицы 2.

6.8.1 Расчет содержания индивидуальных серосодержащих соединений в газе сепарации

Т а б л и ц а 5 – Пример записи результатов расчета содержания индивидуальных ССС в газоконденсатной смеси **по способу 1**

Компонент	Газ сепарации				Газ дегазации				Дегазированный конденсат			
	C_{isc}^{ccc} , мол. доля, %	V_{isc}^{ccc} , дм ³ /м ³ ГС	X_{isc}^{ccc} , масс. доля, %	m_{isc}^{ccc} , г/м ³ ГС	C_{igd}^{ccc} , мол. доля, %	V_{igd}^{ccc} , дм ³ /м ³ ГС	X_{igd}^{ccc} , масс. доля, %	m_{igd}^{ccc} , г/м ³ ГС	C_{idk}^{ccc} , мол. доля, %	V_{idk}^{ccc} , дм ³ /м ³ ГС	X_{idk}^{ccc} , масс. доля, %	m_{idk}^{ccc} , г/м ³ ГС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сероводород	0,001	0,006	0,001	0,01	0,00	0,001	0,003	0,003	0,06	0,024	0,03	0,06
Сероводород	0,001	0,007	0,001	0,01	0,00	0,000		0,000	0,00	0,000	0,00	0,00
Сероуглерод	0,021	0,214	0,063	0,68	0,00	0,001	0,004	0,004	0,00	0,000	0,00	0,00
Метилмеркаптан	0,057	0,566	0,106	1,13	0,25	0,193	0,361	0,387	0,25	0,102	0,08	0,20
Этилмеркаптан	0,007	0,070	0,017	0,18	0,42	0,326	0,787	0,842	1,13	0,454	0,48	1,17
Диметилсульфид	0,050	0,505	0,121	1,30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,23	0,094	0,10	0,24
<i>n</i> -Пропилмеркаптан	0,006	0,060	0,018	0,19	0,40	0,316	0,936	1,002	1,81	0,730	0,95	2,31
<i>n</i> -Пропилмеркаптан	0,003	0,032	0,009	0,10	0,05	0,041	0,121	0,129	0,59	0,240	0,31	0,76
2-Метил-2-пропилмеркаптан	0,001	0,005	0,002	0,02	0,01	0,010	0,036	0,039	0,24	0,095	0,15	0,36
2-Метил-1-пропилмеркаптан	0,014	0,138	0,048	0,52	0,00	0,002	0,005	0,006	0,08	0,032	0,05	0,12
1-Метил-1-пропилмеркаптан	0,001	0,013	0,004	0,05	0,10	0,078	0,275	0,294	2,69	1,084	1,67	4,07
<i>n</i> -Бутилмеркаптан	0,001	0,006	0,002	0,02	0,00	0,004	0,013	0,014	0,53	0,215	0,33	0,81
Диметилдисульфид	0,001	0,012	0,004	0,05	0,02	0,012	0,043	0,046	0,01	0,004	0,01	0,02
Диэтилсульфид	0,002	0,023	0,008	0,09	0,00	0,002	0,008	0,008	0,31	0,124	0,19	0,46
2-Этилтиофен	0,002	0,017	0,008	0,08	0,01	0,005	0,020	0,021	1,20	0,484	0,93	2,26
2,5-Диметилтиофен	0,001	0,009	0,004	0,04	0,01	0,009	0,041	0,044	0,54	0,217	0,42	1,01
Тетрагидротиофен	0,008	0,080	0,027	0,29	0,01	0,008	0,027	0,029	0,06	0,023	0,03	0,08
Диэтилдисульфид	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,01	0,004	0,01	0,02
Всего ССС	0,176	1,765	0,445	4,774	1,289	1,009	2,681	2,868	9,729	3,927	5,739	13,956
Всего	—	1000,00	—	1073,7	—	78,25	—	107,01	—	40,38	—	243,26

Окончание таблицы 5

Компонент	КГН				Газоконденсатная смесь					
	$C_{икн}^{ccc}$, мол. доля, %	$V_{икн}^{ccc}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{икн}^{ccc}$, масс. доля, %	$m_{икн}^{ccc}$, г/м ³ ГС	$C_{игкс}^{ccc}$, мол. доля, %	$V_{игкс}^{ccc}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{игкс}^{ccc}$, масс. доля, %	$m_{игкс}^{ccc}$, г / м ³ газа		
								ГС	«сухого» газа	ГКС
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Серооксид углерода	0,02	0,026	0,02	0,06	0,00	0,03	0,01	0,08	0,07	0,07
Сероводород	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Сероуглерод	0,00	0,002	0,00	0,01	0,02	0,22	0,05	0,68	0,61	0,61
Метилмеркаптан	0,25	0,295	0,17	0,59	0,08	0,86	0,12	1,72	1,54	1,54
Этилмеркаптан	0,66	0,780	0,58		0,08	0,85	0,15	2,20	1,97	1,96
Диметилсульфид	0,08	0,094	0,07	0,24	0,05	0,60	0,11	1,55	1,39	1,38
<i>n</i> -Пропилмеркаптан	0,88	1,046	0,95	3,31	0,10	1,11	0,25	3,51	3,14	3,13
<i>n</i> -Пропилмеркаптан	0,24	0,281	0,25	0,89	0,03	0,31	0,07	0,99	0,89	0,89
2-Метил-2 -пропилмеркаптан	0,09	0,106	0,11	0,40	0,01	0,11	0,03	0,42	0,37	0,37
2-Метил-1- пропилмеркаптан	0,03	0,034	0,04	0,13	0,02	0,17	0,05	0,64	0,58	0,58
1-Метил-1- пропилмеркаптан	0,98	1,162	1,25	4,36	0,11	1,17	0,31	4,41	3,95	3,94
<i>n</i> -Бутилмеркаптан	0,18	0,218	0,23	0,82	0,02	0,22	0,06	0,84	0,75	0,75
Диметилдисульфид	0,01	0,016	0,02	0,06	0,00	0,03	0,01	0,11	0,10	0,10
Диэтилсульфид	0,11	0,126	0,13	0,47	0,01	0,15	0,04	0,56	0,50	0,50
2-Этилтиофен	0,41	0,489	0,65	2,28	0,05	0,51	0,17	2,36	2,11	2,11
2,5-Диметилтиофен	0,19	0,226	0,30	1,05	0,02	0,24	0,08	1,10	0,98	0,98
Тетрагидроотиофен	0,03	0,031	0,03	0,11	0,01	0,11	0,03	0,41	0,37	0,36
Диэтилдисульфид	0,00	0,004	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Всего ССС	4,16	4,94	4,80	16,83	0,60	6,700	1,52	21,60	19,35	19,31
Всего	—	118,63	—	350,27	—	1118,63	—	1424,25	1322,11	1273,20

Объем каждого серосодержащего компонента i в газе сепарации V_{isc}^{ccc} , $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$V_{isc}^{ccc} = \frac{C_{isc}^{ccc} \cdot 10^3}{100} = C_{isc}^{ccc} \cdot 10, \quad (40)$$

где C_{isc}^{ccc} – молярная доля серосодержащего компонента i в ГС, приведенная в графе 2 таблицы 5, %.

Полученные значения вносят в графу 3 таблицы 5.

Массу каждого серосодержащего компонента i в газе сепарации m_{isc}^{ccc} , $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{isc}^{ccc} = \frac{X_{isc}^{ccc} \cdot m_{zc}}{100}, \quad (41)$$

где X_{isc}^{ccc} – массовая доля серосодержащего компонента i в ГС, приведенная в графе 4 таблицы 5, %;

m_{zc} – значение суммы масс компонентов газа сепарации m_{zc} , внесенное в строку «всего» графы 5 таблицы 5, $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Полученные значения вносят в графу 5 таблицы 5.

6.8.2 Расчет содержания индивидуальных серосодержащих соединений в газе дегазации

Объем каждого серосодержащего компонента i в газе дегазации V_{izd}^{ccc} , $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$V_{izd}^{ccc} = \frac{C_{izd}^{ccc} \cdot Q_{zd}}{100}, \quad (42)$$

где C_{izd}^{ccc} – молярная доля серосодержащего компонента i в ГД, приведенная в графе 8 таблицы 5, %;

Q_{zd} – удельный объем ГД (всего газа дегазации, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации) в пересчете на удельный выход КГН, внесенный в строку «Всего» графы 7 таблицы 5.

Полученные значения объемов каждого серосодержащего компонента i в ГД, $\text{дм}^3/\text{м}^3$ газа сепарации, записывают в графу 7 таблицы 5.

Массу каждого серосодержащего компонента i в газе дегазации $m_{i\text{гд}}^{\text{ccc}}$, $\text{г}/\text{м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\text{гд}}^{\text{ccc}} = \frac{X_{i\text{гд}}^{\text{ccc}} \cdot q_{\text{гд}}}{100}, \quad (43)$$

где $X_{i\text{гд}}^{\text{ccc}}$ – массовая доля серосодержащего компонента i в ГД, приведенная в графе 8 таблицы 5, %;

$q_{\text{гд}}$ – удельное содержание ГД, $\text{г}/\text{м}^3$ газа сепарации, в пересчете на удельный выход КГН, внесенное в строку «Всего» графы 9 таблицы 5.

Полученные значения масс каждого серосодержащего компонента в газе дегазации $m_{i\text{гд}}^{\text{ccc}}$ записывают в графу 9 таблицы 5.

6.8.3 Расчет содержания индивидуальных серосодержащих соединений в дегазированном конденсате

Массу каждого серосодержащего компонента i дегазированного конденсата $m_{i\text{дк}}^{\text{ccc}}$, $\text{г}/\text{м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\text{дк}}^{\text{ccc}} = \frac{q'_{\text{дк}} \cdot X_{i\text{дк}}^{\text{ccc}}}{100}, \quad (44)$$

где $q'_{\text{дк}}$ – удельный выход дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, внесенный в строку «Всего» графы 13 таблицы 5, $\text{г}/\text{м}^3$ газа сепарации;

$X_{i\text{дк}}^{\text{ccc}}$ – массовая доля серосодержащего компонента i в ДК, приведенная в графе 12 таблицы 5, %.

Полученные значения записывают в графу 13 таблицы 5.

Условный объем каждого серосодержащего компонента i дегазированного конденсата $V_{i\text{дк}}^{\text{ccc}}$, $\text{дм}^3/\text{м}^3$ газа сепарации, вычисляют исходя из общего объема конденсата, переведенного в газовую фазу, по формуле

$$V_{i\partial\kappa}^{ccc} = \frac{Q_{\partial\kappa} \cdot C_{i\partial\kappa}^{ccc}}{100}, \quad (45)$$

где $Q_{\partial\kappa}$ – условный объем дегазированного конденсата при переведении его в газовую фазу, внесенный в строку «Всего» графы 11 таблицы 5, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации, вычисленный по формуле (21);

$C_{i\partial\kappa}^{ccc}$ – молярная доля серосодержащего компонента i в ДК, приведенная в графе 10 таблицы 5, %.

Полученные значения условного объема каждого серосодержащего компонента i дегазированного конденсата записывают в графу 11 таблицы 5.

6.8.4 Расчет содержания индивидуальных серосодержащих соединений в нестабильном газовом конденсате

Для каждого серосодержащего компонента i суммируют его объемы в газе дегазации $V_{i\partial\delta}^{ccc}$ и в дегазированном конденсате (условный объем $V_{i\partial\kappa}^{ccc}$, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации) и получают суммарные объемы соответствующего серосодержащего компонента i в КГН, $V_{i\kappa\text{ГН}}^{ccc}$, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Полученные значения записывают в графу 15 таблицы 5.

Затем для каждого серосодержащего компонента i суммируют его массы в газе дегазации $m_{i\partial\delta}^{ccc}$ и в дегазированном конденсате $m_{i\partial\kappa}^{ccc}$ и получают суммарные массы серосодержащего компонента i в КГН, $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации. Полученные значения заносят в графу 17 таблицы 5.

Молярную долю каждого серосодержащего компонента i в КГН $C_{i\kappa\text{ГН}}^{ccc}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{i\kappa\text{ГН}}^{ccc} = \frac{V_{i\kappa\text{ГН}}^{ccc} \cdot 100}{V_{\kappa\text{ГН}}}, \quad (46)$$

где $V_{i\kappa\text{ГН}}^{ccc}$ – объем серосодержащего компонента i в КГН, внесенный в графу 15 таблицы 5, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации;

$V_{кгн}$ – общий объем КГН, внесенный в строку «Всего» графы 15 таблицы 5, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Полученные значения заносят в графу 14 таблицы 5.

Массовую долю каждого серосодержащего компонента i в КГН $X_{икгн}^{ccc}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{икгн}^{ccc} = \frac{m_{икгн}^{ccc} \cdot 100}{m_{кгн}}, \quad (47)$$

где $m_{икгн}^{ccc}$ – масса серосодержащего компонента i в КГН, внесенная в графу 17 таблицы 5, $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации;

$m_{кгн}$ – общая масса КГН, внесенная в строку «Всего» графы 17 таблицы 5, $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Полученные значения заносят в графу 16 таблицы 5.

6.8.5 Расчет содержания индивидуальных серосодержащих соединений в газоконденсатной смеси

Для каждого серосодержащего компонента i суммируют его объемы в газе сепарации $V_{игс}^{ccc}$ и в КГН $V_{икгн}^{ccc}$ и получают суммарные объемы соответствующего серосодержащего компонента i в газоконденсатной смеси

$$V_{игкс}^{ccc} = V_{игс}^{ccc} + V_{икгн}^{ccc}. \quad (48)$$

Полученные значения записывают в графу 19 таблицы 5.

Для каждого серосодержащего компонента i суммируют его массы в газе сепарации $m_{игс}^{ccc}$ и в КГН $m_{икгн}^{ccc}$ и получают суммарные массы соответствующего компонента i в газоконденсатной смеси; полученные значения заносят в графу 21 таблицы 5.

Молярную долю каждого серосодержащего компонента i в газоконденсатной смеси $C_{игкс}^{ccc}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{i\text{гк}}^{\text{сcc}} = \frac{V_{i\text{гк}}^{\text{сcc}} \cdot 100}{V_{\text{гк}}}, \quad (49)$$

где $V_{i\text{гк}}^{\text{сcc}}$ – объем серосодержащего компонента i в газоконденсатной смеси, внесенный в графу 19 таблицы 5, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации;

$V_{\text{гк}}$ – сумма объемов компонентов в газоконденсатной смеси, внесенная в строку «Всего» графы 19 таблицы 5, $\text{дм}^3/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Массовую долю каждого серосодержащего компонента i в газоконденсатной смеси $X_{i\text{гк}}^{\text{сcc}}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{i\text{гк}}^{\text{сcc}} = \frac{m_{i\text{гк}}^{\text{сcc}} \cdot 100}{m_{\text{гк}}}, \quad (50)$$

где $m_{i\text{гк}}^{\text{сcc}}$ – масса серосодержащего компонента i газоконденсатной смеси, внесенная в графу 19 таблицы 5, $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации;

$m_{\text{гк}}$ – сумма масс компонентов газоконденсатной смеси, внесенная в строку «Всего» графы 21 таблицы 5, $\text{г}/1 \text{ м}^3$ газа сепарации.

Содержание компонента i в пересчете на сухой газ рассчитывают путем умножения данных, приведенных в графе 21 таблицы 5, на коэффициент $K_{\text{сух}}$, вычисленный по формуле (32); полученные данные записывают в графу 22 таблицы 5.

Содержание компонента i в пересчете на газоконденсатную смесь ($\text{г}/1 \text{ м}^3$ газоконденсатной смеси) рассчитывают путем умножения данных, приведенных в графе 21 таблицы 2, на коэффициент $МД_{\text{гк}}$, вычисленный по формуле (33); полученные данные записывают в графу 23 таблицы 5.

7 Расчет компонентного и группового углеводородного состава C_n газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата с предварительным разгазированием пробы (способ 2)

7.1 Исходные данные для расчета состава газоконденсатной смеси

Расчет производят на основе результатов анализа ГС и КГН. Состав КГН определяют по методу А в соответствии с ГОСТ Р .2, при этом для расчета КГН и газоконденсатной смеси используют данные по массам выделенного газа дегазации $m_{гд}$ и дегазированного конденсата $m_{дк}$.

Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси приведен в таблице 6.

Молярные доли компонентов газа сепарации $C_{ис}$, газа дегазации $C_{гд}$ и массовые доли компонентов и групп углеводородов C_n (далее – компонентов) дегазированного конденсата $X_{идк}$, полученные экспериментально, вносят в графы 2, 5 и 9 таблицы 7 соответственно.

7.2 Расчет состава газа сепарации

Сначала пересчитывают состав ГС, выраженный в молярных долях $C_{ис}$, % (графа 2 таблицы 7), в массовые доли $X_{ис}$, %, в соответствии с 6.2 по формуле (3). Полученные значения вносят в графу 3 таблицы 7.

Массу 1 м³ газа сепарации $m_{гс}$, исходя из которой проводят расчет, приводят в строке «Всего» графы 4 таблицы 7. Это значение определяют как произведение объема (1000 дм³) и плотности ГС либо вычисляют в соответствии с 6.2 по формуле (7).

Среднюю молярную массу $M_{гс}$, г/моль, и плотность газа сепарации $\rho_{гс}$, кг/м³, вычисляют в соответствии с 6.2 по формулам (4) и (8), соответственно.

Массу каждого компонента i газа сепарации $m_{ис}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{ис} = \frac{X_{ис} \cdot m_{гс}}{100}, \quad (51)$$

где $X_{ис}$ – массовая доля компонента i газа сепарации, вычисленная по формуле (3) и приведенная в графе 3 таблицы 7, %;

$m_{гс}$ – масса 1 м³ газа сепарации, г, приведенная в строке «Всего» графы 4 таблицы 7.

Т а б л и ц а 6 – Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси

Параметр	Обозначение	Единица измерения
Расход газа сепарации	$Q_{гс}$	тыс. м ³ /сут
Расход нестабильного газового конденсата	$Q_{кгн}$	м ³ /сут
Удельный выход (конденсатогазовый фактор – КГФ) нестабильного газового конденсата	$q_{кгн}$	см ³ /м ³
Вместимость пробоотборника, в который отобрана проба конденсата газового нестабильного	$V^{по}$	см ³
Масса пустого контейнера	$m_{пуст}^{по}$	г
Масса контейнера с конденсатом газовым нестабильным	$m_{кгн}^{по}$	г
Масса контейнера с дегазированным конденсатом	$m_{дк}^{по}$	г
Масса пустой ловушки	$m_{пуст}^{лов}$	г
Масса ловушки с дегазированным конденсатом	$m_{дк}^{лов}$	г
Средняя молярная масса дегазированного конденсата	$M_{дк}$	г/моль
Молярная доля компонентов газа сепарации, вычисляют в соответствии с <u>ГОСТ Р .1</u>	$C_{гс}$	%
Молярная доля компонентов газа дегазации, вычисляют в соответствии с <u>ГОСТ Р .2</u>	$C_{гд}$	%
Массовая доля компонентов дегазированного конденсата, вычисляют в соответствии с <u>ГОСТ Р .2</u>	$X_{идк}$	%
Плотность КГН при рабочих условиях*	$\rho_{кгн}$	кг/м ³
*СТО Газпром 5.11-2008 Обеспечение единства измерений. Конденсат газовый нестабильный. Общие технические условия		

Т а б л и ц а 7 – Пример записи результатов расчета состава КГН и газоконденсатной смеси по способу 2

Компо- нент	Газ сепарации			Газ дегазации			Дегазированный конденсат			КГН			Газоконденсатная смесь		
	$C_{исс}$, мол. доля, %	$X_{исс}$, масс. доля, %	$m_{исс}$, г/ м ³ ГС	$C_{идг}$, мол. доля, %	$X_{идг}$, масс. доля, %	$m_{идг}$, г/ м ³ ГС	$C_{идк}$, мол. доля, %	$X_{идк}$, масс. доля, %	$m_{идк}$, г/ м ³ ГС	$C_{икгн}$, мол. доля, %	$X_{икгн}$, масс. доля, %	$m_{икгн}$, г/ м ³ ГС	$C_{иккс}$, мол. доля, %	$X_{иккс}$, масс. доля, %	$m_{иккс}$, г/ м ³ ГС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
H ₂ S	25,86	34,13	366,60	60,52	62,73	67,20	0,11	0,02	0,06	39,97	19,20	67,26	27,36	30,46	433,86
CO ₂	14,79	25,22	270,83	11,64	15,58	16,69	0,00	0,00	0,00	7,68	4,77	16,69	14,04	20,19	287,53
S _{RSH}	0,04	0,10	1,03	0,04	0,07	0,08	0,57	0,24	0,59	0,22	0,19	0,67	0,06	0,12	1,70
CH ₃ OH	0,002	0,00	0,03	0,97	0,94	1,01	0,66	0,15	0,36	0,87	0,39	1,37	0,09	0,10	1,40
He	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂	0,60	0,65	7,02	0,85	0,73	0,78	0,00	0,00	0,00	0,56	0,22	0,78	0,60	0,55	7,80
CH ₄	54,96	34,15	366,75	17,90	8,74	9,36	0,00	0,00	0,00	11,82	2,67	9,36	50,38	26,41	376,11
C ₂ H ₆	2,19	2,55	27,38	2,88	2,63	2,82	0,00	0,00	0,00	1,90	0,81	2,82	2,16	2,12	30,20
C ₃ H ₈	0,90	1,54	16,51	2,57	3,45	3,70	0,68	0,21	0,50	1,93	1,20	4,20	1,01	1,45	20,71
<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	0,12	0,27	2,90	0,48	0,84	0,90	0,59	0,24	0,58	0,52	0,42	1,48	0,16	0,31	4,38
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,30	0,68	7,25	1,19	2,10	2,25	2,71	1,09	2,65	1,71	1,40	4,90	0,45	0,85	12,15
<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,22	2,40	0,40	0,87	0,93	2,73	1,36	3,31	1,19	1,21	4,24	0,20	0,47	6,64
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,22	2,40	0,42	0,91	0,98	3,65	1,82	4,42	1,51	1,54	5,39	0,23	0,55	7,80
C ₆ H ₁₄	0,08	0,27	2,87	0,15	0,39	0,42	10,25	6,10	14,83	3,58	4,35	15,25	0,45	1,27	18,11
C ₇ H ₁₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,65	10,13	24,65	4,98	7,04	24,65	0,53	1,73	24,65
C ₈ H ₁₈	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,38	11,34	27,59	4,89	7,87	27,59	0,52	1,94	27,59
C ₉ H ₂₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,66	11,21	27,27	4,31	7,78	27,27	0,46	1,91	27,27
C ₁₀ H ₂₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,96	8,81	21,42	3,05	6,11	21,42	0,32	1,50	21,42
C ₁₁ H ₂₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	6,21	6,70	16,29	2,11	4,65	16,29	0,22	1,14	16,29
C ₁₂ H ₂₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	21,18	40,58	98,68	7,20	28,17	98,68	0,76	6,93	98,68
Всего	100,00	100,00	1073,98	100,00	100,00	107,12	100,00	100,00	243,19	100,00	100,00	350,31	100,00	100,00	1424,28
C ₅ H _{12+В}	0,24	0,71	7,67	0,961	2,171	2,326	94,68	98,05	238,45	32,83	68,73	240,78	3,70	17,44	248,45
Мол. масса, г/моль	25,8188			32,876			M _{ср}		M _{с12+в}	70,95			30,607		
							144,84		277,44						
Плотность, кг/м ³	1,0740			1,3675			797,10			—			1,2732		

Полученные значения записывают в графу 4 таблицы 7.

7.3 Расчет состава газа дегазации

Общую массу КГН $m_{\text{КГН}}$ в пересчете на удельный выход КГН, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{\text{КГН}} = \frac{(m_{\text{КГН}}^{\text{но}} - m_{\text{пуст}}^{\text{но}})}{V^{\text{но}}} \cdot q_{\text{КГН}}, \quad (52)$$

где $m_{\text{КГН}}^{\text{но}}$ – масса пробоотборника с пробой КГН, г;

$m_{\text{пуст}}^{\text{но}}$ – масса пустого пробоотборника, г;

$q_{\text{КГН}}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

$V^{\text{но}}$ – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³.

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 13 таблицы 7.

Общую массу дегазированного конденсата $m_{\text{дк}}$ в пересчете на удельный выход КГН, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{\text{дк}} = \frac{[(m_{\text{дк}}^{\text{но}} - m_{\text{пуст}}^{\text{но}}) + (m_{\text{дк}}^{\text{лов}} - m_{\text{пуст}}^{\text{лов}})]}{V^{\text{но}}} \cdot q_{\text{КГН}}, \quad (53)$$

где $m_{\text{дк}}^{\text{но}}$ – масса пробоотборника с ДК, г;

$m_{\text{пуст}}^{\text{но}}$ – масса пустого пробоотборника, г;

$m_{\text{дк}}^{\text{лов}}$ – масса ловушки с дегазированным конденсатом, г;

$m_{\text{пуст}}^{\text{лов}}$ – масса пустой ловушки, г;

$q_{\text{КГН}}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

$V^{\text{но}}$ – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³.

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 10 таблицы 7.

Общую массу газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН $m_{\text{гд}}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{\text{гд}} = m_{\text{КГН}} - m_{\text{дк}}, \quad (54)$$

где $m_{кн}$ – общая масса КГН в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (52), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 13 таблицы 7);

$m_{ок}$ – общая масса дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (53), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 10 таблицы 7).

Полученное значение вносят в строку «Всего» графы 7 таблицы 7.

Массовые доли каждого компонента газа дегазации $X_{i\partial}$, %, вычисляют в соответствии с 6.3 по формулам (12) или (13).

Полученные значения записывают в графу 6 таблицы 7.

Массу каждого компонента газа дегазации $m_{i\partial}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\partial} = \frac{X_{i\partial} \cdot m_{\partial\partial}}{100}, \quad (55)$$

где $X_{i\partial}$ – массовая доля компонента i газа дегазации, приведенная в графе 6 таблицы 7, %;

$m_{\partial\partial}$ – общая масса газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (54), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 7 таблицы 7).

Полученные значения масс каждого компонента i газа дегазации $m_{i\partial}$ записывают в графу 7 таблицы 7.

Среднюю молярную массу $M_{\partial\partial}$, г/моль, и плотность газа дегазации $\rho_{\partial\partial}$, кг/м³, вычисляют в соответствии с 6.3 по формулам (11) и (14), соответственно.

7.4 Расчет состава дегазированного конденсата

Массу каждого компонента дегазированного конденсата $m_{i\partialк}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\partialк} = \frac{X_{i\partialк} \cdot m_{\partialк}}{100}, \quad (56)$$

где $X_{i\partial\kappa}$ – массовая доля компонента i дегазированного конденсата, приведенная в графе 9 таблицы 7, %;

$m_{\partial\kappa}$ – общая масса дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (53), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 10 таблицы 7).

Полученные значения записывают в графу 10 таблицы 7.

Молярные доли каждого компонента дегазированного конденсата $C_{i\partial\kappa}$, %, вычисляют в соответствии с 6.4 по формуле (17). Полученные значения записывают в графу 8 таблицы 7.

Молярную массу углеводородов C_{12+} в дегазированном конденсате $M_{12+в}$, г/моль, вычисляют в соответствии с 6.4 по формуле (18).

7.5 Расчет состава нестабильного газового конденсата

Расчет состава КГН проводят в соответствии с 6.5.

Получают суммарную массу каждого компонента i в КГН, суммируя его массы в газе дегазации $m_{i\partial\delta}$ и в дегазированном конденсате $m_{i\partial\kappa}$. Полученные значения заносят в графу 13 таблицы 7.

Состав КГН в массовых долях, $X_{i\kappa\Gamma\text{H}}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{i\kappa\Gamma\text{H}} = \frac{m_{i\kappa\Gamma\text{H}} \cdot 100}{m_{\kappa\Gamma\text{H}}}, \quad (57)$$

где $m_{i\kappa\Gamma\text{H}}$ – масса компонента i в КГН, внесенная в графу 13 таблицы 7, г/1 м³ газа сепарации;

$m_{\kappa\Gamma\text{H}}$ – общая масса КГН, вычисленная по формуле (52), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 13 таблицы 7).

Полученные значения записывают в графу 12 таблицы 7.

Состав КГН в молярных долях $C_{i\kappa\Gamma\text{H}}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{икгн} = \frac{\frac{X_{икгн}}{M_i} \cdot 100}{\sum \frac{X_{икгн}}{M_i}}, \quad (58)$$

где $X_{икгн}$ – массовая доля компонента i в КГН, приведенная в графе 12 таблицы 7, %;

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3; в качестве молярной массы группы углеводородов C_{12+B} в КГН принимается расчетное значение, вычисляемое по формуле (18).

Полученные значения записывают в графу 11 таблицы 7.

Молярную массу КГН $M_{кгн}$ вычисляют по формулам

$$M_{кгн} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{икгн} \cdot M_i}{100} \quad (59)$$

или

$$M_{кгн} = \frac{m_{гд} + m_{дк}}{\left(\frac{m_{гд}}{M_{гд}} + \frac{m_{дк}}{M_{дк}} \right)}, \quad (60)$$

где $C_{икгн}$ – молярная доля компонента i КГН, %, вычисленная по формуле (58);

M_i – молярная масса компонента i ;

$m_{гд}$ – общая масса газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН, г/1 м³ газа сепарации, вычисленная по формуле (54);

$m_{дк}$ – общая масса дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (53), г/1 м³ газа сепарации;

$M_{гд}$, $M_{дк}$ – средняя молярная масса газа дегазации и дегазированного конденсата, соответственно, г/моль.

7.6 Расчет состава газоконденсатной смеси

Массу каждого компонента i в газоконденсатной смеси $m_{i\text{зкс}}$, г/1 м³ газа сепарации, получают суммированием его массы в газе сепарации $m_{i\text{с}}$ и в КГН $m_{i\text{КГН}}$. Полученные значения записывают в графу 16 таблицы 7.

Общую массу газоконденсатной смеси $m_{\text{зкс}}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют в соответствии с 6.6 по формуле (29). Полученное значение записывают в строку «Всего» графы 16 таблицы 7.

Состав газоконденсатной смеси в массовых долях $X_{i\text{зкс}}$, %, вычисляют в соответствии с 6.6 по формуле (31). Полученные значения записывают в графу 15 таблицы 7.

Состав газоконденсатной смеси в молярных долях $C_{i\text{зкс}}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{i\text{зкс}} = \frac{\frac{X_{i\text{зкс}}}{M_i} \cdot 100}{\sum \frac{X_{i\text{зкс}}}{M_i}}, \quad (61)$$

где $X_{i\text{зкс}}$ – массовая доля компонента i в газоконденсатной смеси, приведенная в графе 15 таблицы 7, %;

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3; в качестве молярной массы группы углеводородов $C_{12+\text{в}}$ газоконденсатной смеси принимается расчетное значение, вычисляемое по формуле (18).

Полученные значения записывают в графу 14 таблицы 7.

Среднюю молярную массу газоконденсатной смеси $M_{\text{зкс}}$ вычисляют по формуле

$$M_{\text{зкс}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{i\text{зкс}} \cdot M_i}{100}, \quad (62)$$

где $C_{i\text{зкс}}$ – молярная доля компонента i газоконденсатной смеси, %, вычисленная по формуле (61);

M_i – молярная масса компонента i .

Плотность газоконденсатной смеси газа $\rho_{зкс}$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{зкс} = \frac{M_{зкс}}{24,04}, \quad (63)$$

где $M_{зкс}$ – средняя молярная масса газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (62).

Потенциальное содержание конденсата (углеводородов C₅₊) в газоконденсатной смеси $q_{C_{5+}}$, г/м³, вычисляют в соответствии с 6.7 по формуле (36).

Молярную долю «сухого» газа в газоконденсатной смеси вычисляют по формуле (38).

Потенциальное содержание конденсата (углеводородов C₅₊) и выше в пересчете на «сухой» газ вычисляют по формуле (39).

8 Расчет компонентного и группового углеводородного состава C_n газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата без предварительного разгазирования пробы (способ 3)

8.1 Исходные данные для расчета состава газоконденсатной смеси

Расчет проводят с использованием результатов анализа ГС и КГН, при этом состав КГН определяют по методу Б в соответствии с ГОСТ Р .3.

Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси приведен в таблице 8.

Результатом расчета является состав газоконденсатной смеси (компонентно-фракционный либо компонентно-групповой C₁–C_{12+В}), выраженный в массовых долях. Пересчет состава газоконденсатной смеси в молярные доли проводят в предположении, что молярная масса групп

углеводородов C_n (в том числе для группы C_{12+B}) равна молярной массе соответствующего n -алкана.

Т а б л и ц а 8 – Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси

Параметр	Обозначение	Единица измерения
Расход газа сепарации	$Q_{гс}$	тыс. м ³ /сут
Удельный выход нестабильного газового конденсата (конденсатогазовый фактор, КГФ)	$q_{кгн}$	см ³ /м ³
Молярная доля компонента i газа сепарации, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .1	$C_{гс}$	%
Массовая доля компонента i нестабильного газового конденсата, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .3	$X_{икгн}$	%
Плотность КГН при рабочих условиях	$\rho_{кгн}$	кг/м ³

Молярные доли компонентов газа сепарации $C_{гс}$ и массовые доли компонентов КГН X_i , полученные экспериментально, вносят в графы 2 и 5 таблицы 9, соответственно.

8.2 Расчет состава газа сепарации

Расчет состава газа сепарации проводят в соответствии с 7.2. Графы 2-4 таблицы 9 заполняют аналогично одноименным графам таблицы 7.

8.3 Расчет состава нестабильного газового конденсата

Общую массу КГН в пересчете на удельный выход КГН $m_{кгн}$, г/1 м³ газа сепарации, определяют по формуле

$$m_{кгн} = \frac{q_{кгн} \cdot \rho_{кгн}}{1000}, \quad (64)$$

где $q_{кгн}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

$\rho_{кгн}$ – плотность КГН при рабочих условиях, кг/м³.

Т а б л и ц а 9 – Пример записи результатов расчета состава газоконденсатной смеси по способу 3

Компонент	Газ сепарации			КГН		Газоконденсатная смесь		
	$C_{исс}$, мол. доля, %	$X_{исс}$, масс. доля, %	$m_{исс}$, г/м ³ ГС	$X_{икгн}$, масс. доля, %	$m_{икгн}$, г/м ³ ГС	$C_{иккс}$, мол. доля, %	$X_{иккс}$, масс. доля, %	$m_{иккс}$, г/м ³ ГС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
H ₂ S	25,86	34,13	366,60	19,20	67,20	27,22	30,46	433,80
CO ₂	14,79	25,22	270,83	4,77	16,70	13,97	20,19	287,53
S _{RSH}	0,04	0,10	1,03	0,19	0,67	0,06	0,12	1,70
CH ₃ OH	0,002	0,002	0,03	0,390	1,365	0,09	0,10	1,39
N ₂	0,60	0,65	7,02	0,22	0,77	0,59	0,55	7,79
CH ₄	54,96	34,15	366,76	2,67	9,35	50,14	26,41	376,11
C ₂ H ₆	2,19	2,55	27,38	0,81	2,84	2,15	2,12	30,22
C ₃ H ₈	0,90	1,54	16,51	1,20	4,20	1,00	1,45	20,71
<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	0,12	0,27	2,90	0,42	1,47	0,16	0,31	4,37
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,30	0,68	7,25	1,40	4,90	0,45	0,85	12,15
<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,22	2,40	1,21	4,24	0,20	0,47	6,64
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,22	2,40	1,54	5,39	0,23	0,55	7,79
C ₆ H ₁₄	0,08	0,27	2,87	4,35	15,23	0,45	1,27	18,09
C ₇ H ₁₆	0,00	0,00	0,00	7,04	24,64	0,53	1,73	24,64
C ₈ H ₁₈	0,00	0,00	0,00	7,87	27,55	0,52	1,93	27,55
C ₉ H ₂₀	0,00	0,00	0,00	7,78	27,23	0,45	1,91	27,23
C ₁₀ H ₂₂	0,00	0,00	0,00	6,11	21,39	0,32	1,50	21,39
C ₁₁ H ₂₄	0,00	0,00	0,00	4,650	16,28	0,22	1,14	16,28
C ₁₂ H ₂₆	0,00	0,00	0,00	28,18	98,63	1,24	6,93	98,63
Всего	100,00	100,00	1073,99	100,00	350,00	100,00	100,00	1423,99
C ₅₊ в	0,24	0,71	7,67	68,73	240,56	4,16	17,43	248,22
Мол. масса, г/моль	25,813			—		30,457		
Плотность, кг/м ³	1,074			—		1,267		

Полученное значение приводят в строке «Всего» графы 6 таблицы 9.

Вычисляют массу каждого компонента i в КГН $m_{икгн}$, г/1 м³ газа сепарации, по формуле

$$m_{икгн} = \frac{m_{кгн} \cdot X_{икгн}}{100}, \quad (65)$$

где $m_{кгн}$ – общая масса КГН, вычисленная по формуле (64), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 6 таблицы 9);

$X_{икгн}$ – массовая доля компонента i в КГН, приведенная в графе 5 таблицы 9, %.

Полученные значения записывают в графу 6 таблицы 9.

8.4 Расчет состава газоконденсатной смеси

Для каждого компонента i суммируют его массу в газе сепарации m_{ic} и в КГН $m_{икгн}$, получая таким образом общую массу компонента i в газоконденсатной смеси $m_{икс}$, г/1 м³ газа сепарации. Полученные значения заносят в графу 9 таблицы 9.

Общую массу газоконденсатной смеси за $m_{кс}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют в соответствии с 6.6 по формуле (29). Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 9 таблицы 9.

Состав газоконденсатной смеси в массовых долях $X_{икс}$, %, вычисляют согласно 6.6 по формуле (31). Полученные данные заносят в графу 8 таблицы 9.

Затем состав газоконденсатной смеси в массовых долях $X_{икс}$, % (графа 8 таблицы 9), пересчитывают в молярные доли $C_{икс}$, %, в соответствии с 7.6 по формуле (61).

Среднюю молярную массу и плотность газоконденсатной смеси вычисляют согласно 7.6 по формулам (62) и (63), соответственно.

9 Расчет компонентно-фракционного состава газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата с предварительным разгазированием пробы (по методу А)

Расчет компонентно-фракционного состава КГН и газоконденсатной смеси проводят следующим образом. В графу 2 таблицы 10 вносят данные по компонентно-фракционному составу дегазированного конденсата, определенному в соответствии с ГОСТ Р 2. В графы 3 и 4 таблицы 10 вносят данные по содержанию легких компонентов (неорганические газы,

Т а б л и ц а 10 – Формат расчета компонентно-фракционного состава КГН и газоконденсатной смеси

Компонент, фракция, °С	Массовая доля компонентов (фракций), %		
	Дегазированный конденсат	КГН	Газоконденсатная смесь
1	2	3	4
Сероводород	0,02	19,18	30,46
Диоксид углерода	0,00	4,76	20,19
S_{RSH}	0,24	0,19	0,10
Метанол	0,15	0,39	0,10
Азот	0,00	0,22	0,55
Метан	0,00	2,67	26,41
Этан	0,00	0,81	2,12
Пропан	0,21	1,20	1,45
Изобутан	0,24	0,42	0,31
<i>n</i> -Бутан	1,09	1,40	0,85
Изопентан	1,36	1,21	0,47
<i>n</i> -Пентан	1,82	1,54	0,55
45–60	0,36	0,25	0,06
60–70	5,62	3,91	0,97
70–80	1,07	0,75	0,19
80–90	2,97	2,07	0,51
90–100	8,66	6,03	1,50
100–110	2,48	1,73	0,43
110–120	3,75	2,61	0,65
120–130	3,77	2,63	0,65
130–140	3,10	2,16	0,54
140–150	6,24	4,34	1,08
150–160	4,13	2,87	0,72
160–170	4,11	2,86	0,71
170–180	5,33	3,71	0,92
180–190	2,98	2,07	0,52
190–200	3,82	2,66	0,66
200–210	2,50	1,74	0,43
210–220	3,42	2,38	0,59
220–230	2,17	1,51	0,38
230–240	3,21	2,23	0,56
240–250	1,88	1,31	0,33
250–260	2,88	2,01	0,50
260–270	1,49	1,04	0,26

Окончание таблицы 10

Компонент, фракция, °С	Массовая доля компонентов (фракций), %		
	Дегазированный конденсат	КГН	Газоконденсатная смесь
270–280	2,73	1,90	0,47
280–290	2,00	1,39	0,35
290–300	1,45	1,01	0,25
300–310	1,66	1,15	0,29
310–320	1,51	1,05	0,26
320–330	1,08	0,75	0,19
330–340	1,47	1,02	0,25
340–350	1,37	0,95	0,24
350–360	1,20	0,83	0,21
360–370	1,02	0,71	0,18
370–380	0,60	0,41	0,10
380–390	0,75	0,52	0,13
390–400	0,53	0,37	0,09
400–410	0,47	0,33	0,08
410–420	0,39	0,27	0,07
420–430	0,30	0,21	0,05
430–440	0,23	0,16	0,04
440–450	0,09	0,07	0,02
450–460	0,03	0,02	0,00
460–470	0,02	0,01	0,00
470–480	0,02	0,01	0,00
480–490	0,02	0,01	0,00

сероводород, сумма меркаптанов и индивидуальные углеводороды C_1-C_5) в КГН и газоконденсатной смеси. Соответствующие данные находятся в графах 16 и 20 таблицы 2 или графах 12 и 15 таблицы 7.

Массовую долю 10-градусных фракций углеводородов в КГН $F_{икгн}$, %, вычисляют по формуле

$$F_{икгн} = \frac{F_{идк} \cdot \sum X_{кгн}}{\sum X_{ок}}, \quad (66)$$

где $F_{идк}$ – массовая доля 10-градусной фракции углеводорода i в дегазированном конденсате, %;

$\sum X_{кгн}$ – сумма массовых долей углеводородов C_{6+B} в КГН, %;

$\sum X_{\partial k}$ – сумма массовых долей углеводородов C_{6+B} в дегазированном конденсате, %.

Аналогичным образом вычисляют массовую долю 10-градусных фракций углеводородов в газоконденсатной смеси $F_{i_{\text{гкс}}}$.

10 Расчет компонентно-фракционного состава газоконденсатной смеси по данным анализа нестабильного газового конденсата без предварительного разгазирования пробы (по методу Б)

Расчет компонентно-фракционного состава газоконденсатной смеси проводят аналогично разделу 9, минуя стадию расчета состава КГН. Компонентно-фракционный состав КГН, полученный экспериментально в соответствии с ГОСТ Р .3, вносят в графу 3 таблицы 10. В графу 4 таблицы 10 вносят данные по содержанию легких компонентов (неорганические газы, сероводород, сумма меркаптанов и индивидуальные углеводороды C_1-C_5) в газоконденсатной смеси, которые приведены в графе 8 таблицы 9.

Массовую долю 10-градусных фракций углеводородов в газоконденсатной смеси $F_{i_{\text{гкс}}}$, %, в таком случае вычисляют по формуле

$$F_{i_{\text{гкс}}} = \frac{F_{i_{\text{кгн}}} \cdot \sum X_{\text{гкс}}}{\sum X_{\text{кгн}}}, \quad (67)$$

где $F_{i_{\text{кгн}}}$ – массовые доли 10-градусных фракций углеводородов в КГН, приведенные в графе 3 таблицы 10, %;

$\sum X_{\text{гкс}}$ – сумма массовых долей углеводородов C_{6+B} в ГКС, %;

$\sum X_{\text{кгн}}$ – сумма массовых долей углеводородов C_{6+B} в КГН, %.

11 Расчетный метод определения молярной доли воды в пластовом газе

11.1 Молярную долю воды в пластовом газе рассчитывают по методике,

приведенной в Издании*, с использованием результатов экспериментального определения углеводородов C_1 - C_{12+B} , азота, диоксида углерода, сероводорода, меркаптановой серы, метанола в газоконденсатной смеси. Расчет содержания воды проводят в предположении существования термодинамического равновесия между пластовым газом и водометанольным раствором. При проведении расчетов суммируют содержание углеводородов от пентанов и выше, вычисленное в соответствии с разделами 6–8, и представляют в виде одного псевдокомпонента C_{5+} .

П р и м е ч а н и е – Расчет молярной доли воды в пластовом газе, C_{H_2O} , %, можно проводить с использованием программных продуктов ГазКондНефть, Gibbs, Nysys, PRO II или других программных продуктов, в основу которых положены аналогичные алгоритмы.

11.2 Влагосодержание пластового газа W , кг/1000 м³, вычисляют по формуле

$$W = a_1 \cdot W_0 = \gamma_1 \cdot C'_{H_2O} \cdot W_0, \quad (68)$$

где a_1 – активность воды в водометанольном растворе;

W_0 – влагосодержание пластового газа при равновесии с чистой водой, кг/1000 м³;

γ_1 – коэффициент активности воды в водометанольном растворе;

C'_{H_2O} – молярная доля воды в водометанольном растворе.

11.3 Коэффициенты активности воды и метанола для водного раствора метанола рассчитывают из уравнений Ван-Лаара

$$\begin{aligned} \ln \gamma_1 &= \ln \gamma_1^\infty \cdot \left[1 + \frac{\ln \gamma_1^\infty}{\ln \gamma_2^\infty} \cdot \left(\frac{C'_{H_2O}}{C'_{CH_3OH}} \right) \right]^{-2}, \\ \ln \gamma_2 &= \ln \gamma_2^\infty \cdot \left[1 + \frac{\ln \gamma_2^\infty}{\ln \gamma_1^\infty} \cdot \left(\frac{C'_{CH_3OH}}{C'_{H_2O}} \right) \right]^{-2}, \end{aligned} \quad (69)$$

Истомин В.А., Квон В.Г. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах добычи газа, М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004.

где C'_{H_2O} – молярная доля воды в растворе;

C'_{CH_3OH} – молярная доля метанола в растворе.

Предельные коэффициенты активности γ_1^∞ и γ_2^∞ как функции температуры определяют по следующим соотношениям

$$\begin{aligned}\ln \gamma_1^\infty &= 2,4 - 530/T, \\ \ln \gamma_2^\infty &= 2,2 - 500/T,\end{aligned}\quad (70)$$

где T – абсолютная температура, К.

Активность воды a_1 вычисляют по формуле

$$a_1 = \gamma_1 \cdot C'_{H_2O} \quad . \quad (71)$$

11.4 Активность воды в водном растворе метанола можно приближенно определять по графику, приведенному на рисунке 2.

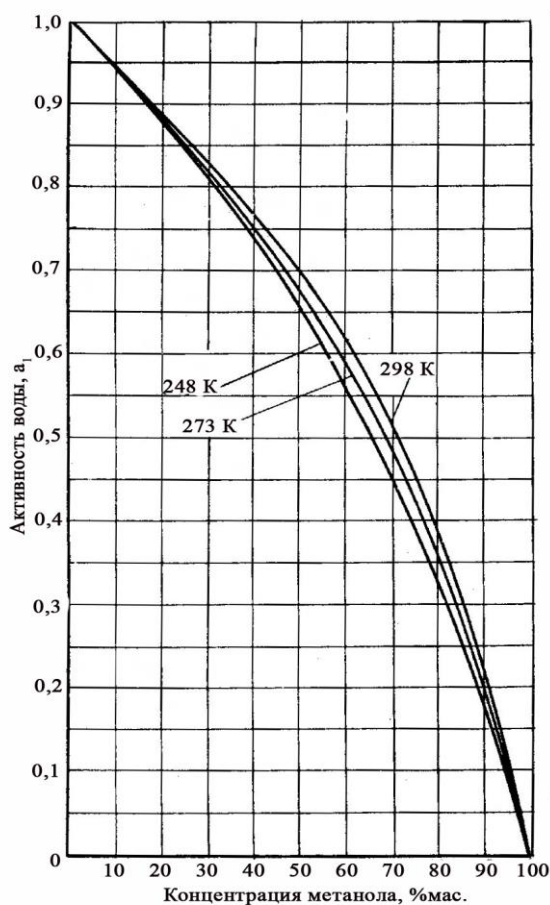


Рисунок 2 – Активность воды a_1 в зависимости от температуры и концентрации метанола в водном растворе

11.5 Влагосодержание пластового газа, находящегося в состоянии равновесия с чистой водой W_0 , кг/1000 м³, рассчитывают по зависимости

$$W_0 = \frac{0,09984 \cdot z_{cm}}{p} \cdot \exp \left[18,3036 - \frac{3816,14}{T - 46,13} \right] \cdot \exp \left[\frac{18 \cdot p}{R \cdot T} + \frac{2 \cdot \beta_{cm} \cdot p}{z_{cm} \cdot R \cdot T + \alpha_{cm} \cdot \beta_{cm} \cdot p} \right], \quad (72)$$

где z_{cm} – коэффициент сжимаемости пластового газа;

p – давление, МПа;

T – абсолютная температура, К;

R – универсальная газовая постоянная $R = 8,31441$ Дж/(моль·К);

α_{cm}, β_{cm} – коэффициенты, вычисляемые по формулам (73):

$$\begin{aligned} \alpha_{cm} &= \sum_i \alpha_i \cdot y_i, \\ \beta_{cm} &= \sum_i \beta_i \cdot y_i, \end{aligned} \quad (73)$$

где y_i – молярная доля компонента i в пластовом газе;

α_i, β_i – эмпирические коэффициенты для компонента i пластового газа, приведенные в формулах (74) и (75).

CH_4	$\beta = \exp(6,87 - 0,0093 \cdot T),$	
C_2H_6	$\beta = \exp(4,649 - 0,0093 \cdot T),$	
C_3H_8	$\beta = \exp(7,665 - 0,00874 \cdot T),$	
$i\text{-C}_4\text{H}_{10}$	$\beta = \exp(7,91 - 0,00878 \cdot T),$	(74)
$n\text{-C}_4\text{H}_{10}$	$\beta = \exp(7,98 - 0,0088 \cdot T),$	
C_{5+B}	$\beta = \exp(8,15 - 0,009 \cdot T).$	

CH_4	$\alpha = 0,725,$	
C_2H_6	$\alpha = 0,6,$	
C_3H_8	$\alpha = 0,5,$	
$i\text{-C}_4\text{H}_{10}$	$\alpha = 0,4,$	(75)
$n\text{-C}_4\text{H}_{10}$	$\alpha = 0,4,$	
C_{5+B}	$\alpha = 0,3.$	

Для неуглеводородных компонентов пластового газа используют зависимости, приведенные в формулах (76) и (77):

$$\begin{array}{ll} \text{CO}_2 & \beta = \exp(8,85 - 0,0117 \cdot T), \\ \text{H}_2\text{S} & \beta = \exp(8,44 - 0,0091 \cdot T), \\ \text{N}_2 & \beta = \exp(7,27 - 0,012 \cdot T). \end{array} \quad (76)$$

$$\begin{array}{ll} \text{CO}_2 & \alpha = 0,568 - 0,0008 \cdot T, \\ \text{H}_2\text{S} & \alpha = 0,56 - 0,0009 \cdot T, \\ \text{N}_2 & \alpha = 0,8. \end{array} \quad (77)$$

11.6 Молярную долю воды в пластовом газе, $C_{\text{H}_2\text{O}}$, %, определяют по формуле

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{W}{750}, \quad (78)$$

где W – влагосодержание пластового газа, кг/1000 м³;

750 – эмпирический коэффициент.

11.7 Расчет коэффициента сжимаемости газовой смеси $z_{см}$ рекомендуется проводить по ГОСТ 30319.2, в котором приведен исходный код компьютерной программы (алгоритмический язык ФОРТРАН-77), либо по ГОСТ 31369*.

* Возможно использование других расчетных и графических методов определения коэффициента сжимаемости пластового газа, приведенных в Издании (Истомин В.А., Квон В.Г. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах добычи газа, М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004).

Приложение А

(справочное)

Примеры расчета состава газоконденсатной смеси

А.1 Пример расчета состава газоконденсатной смеси по способу 1

А.1.1 Расчет состава газоконденсатной смеси проводят методом материального баланса рекомбинацией газовых и жидкостных потоков после сепарации газоконденсатной смеси. Расчет проводят исходя из одного кубометра (1000 дм³) газа сепарации.

Расчет проводят с использованием результатов определения состава ГС и КГН. Состав КГН определяют по методу А в соответствии с ГОСТ Р __.2, при этом для расчета КГН используются данные по объемам выделенного газа дегазации $V_{гд}$ и дегазированного конденсата $V_{дк}$. Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси по способу 1, рассматриваемому в данном примере, и основные расчетные уравнения приведены в таблицах А.1 и А.2, соответственно.

Т а б л и ц а А.1 – Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси по способу 1

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение
Расход газа сепарации	$Q_{гс}$	тыс. м ³ /сут	29735,48
Расход нестабильного газового конденсата	$Q_{кгн}$	м ³ /сут	15744,96
Удельный выход КГН	$q_{кгн}$	см ³ /м ³	529,5
Вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН	$V^{по}$	см ³	60,9
Объем газа дегазации	$V_{гд}$	дм ³	9
Объем дегазированного конденсата	$V_{дк}$	см ³	35,1
Средняя молярная масса дегазированного конденсата	$M_{дк}$	г/моль	144,84
Плотность дегазированного конденсата при температуре 20 °С	$\rho_{дк}$	г/см ³ кг/м ³	0,7971 797,1
Молярная доля компонентов газа сепарации	$C_{гс}$	%	Таблица А.3, графа 2
Молярная доля компонентов газа дегазации	$C_{гд}$	%	Таблица А.3, графа 6
Массовая доля компонентов дегазированного конденсата	$X_{дк}$	%	Таблица А.3, графа 12

Т а б л и ц а А.2 – Основные расчетные уравнения по способу 1

Наименование	Единицы измерения	Уравнение	Номер уравнения
Удельный выход (КГФ) нестабильного газового конденсата	см ³ /м ³	$q_{кзн} = \frac{Q_{кзн}}{Q_{zc}} \cdot 1000$	1
Объемный коэффициент усадки КГН (после дегазации КГН при Р = 0,1 МПа и t = 20 °С)	—	$K_{yc} = \frac{V_{ок}}{V_k}$	2
Удельный объем газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН	дм ³ /м ³	$Q_{zd} = \frac{V_{zd}}{V_k} \cdot q_{кзн}$	3
Удельный выход дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН	см ³ /м ³ г/м ³	$q_{ок} = q_{кзн} \cdot K_{yc}$ $q'_{ок} = K_{yc} \cdot q_{кзн} \cdot \rho_{ок}$	4 5
Средняя молярная масса газа дегазации	г/моль	$M_{zd} = \sum \frac{C_{izd} \cdot M_i}{100}$	6
Средняя молярная масса газа сепарации	г/моль	$M_{zc} = \sum \frac{C_{izc} \cdot M_i}{100}$	7
Плотность газа дегазации при стандартных условиях	кг/м ³ , г/дм ³	$\rho_{zd} = \frac{M_{zd}}{24,04}$	8
Плотность газа сепарации при стандартных условиях	кг/м ³ , г/дм ³	$\rho_{zc} = \frac{M_{zc}}{24,04}$	9
Удельное содержание газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН	г/м ³	$q_{zd} = Q_{zd} \cdot \rho_{zd}$	10
Удельный объем дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, переведенного в газообразное состояние	дм ³ /м ³	$Q_{ок} = \frac{q'_{ок} \cdot 24,04}{M_{ок}}$	11
Молярная масса остатка C _{12+в} в дегазированном конденсате	г/моль	$M_{C_{12+B}} = \frac{X_{C_{12+B}}}{\frac{100}{M_{ок}} - \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{M_i}}$	12

Пример записи результатов расчета состава КГН и газоконденсатной смеси по способу 1 приведен в таблице А.3. Графы 2, 6, 12 таблицы А.3 – исходные данные, полученные газохроматографическим методом:

- графа 2 – молярная доля компонентов газа сепарации, %;
- графа 6 – молярная доля компонентов газа дегазации, %;
- графа 12 – массовая доля компонентов дегазированного конденсата, %.

Т а б л и ц а А.3 – Пример записи результатов расчета состава КГН и газоконденсатной смеси по способу 1

Компонент	Газ сепарации				Газ дегазации				Дегазированный конденсат			
	$C_{игс}$, мол. доля, %	$V_{игс}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{игс}$, масс. доля, %	$m_{игс}$, г/м ³ ГС	$C_{игд}$, мол. доля, %	$V_{игд}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{игд}$, масс. доля, %	$m_{игд}$, г/м ³ ГС	$C_{идк}$, мол. доля, %	$V_{идк}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{идк}$, масс. доля, %	$m_{идк}$, г/м ³ ГС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
H ₂ S	25,86	258,60	34,13	366,60	60,52	47,35	62,73	67,13	0,11	0,04	0,02	0,06
CO ₂	14,79	147,94	25,22	270,83	11,64	9,11	15,58	16,68	0,00	0,00	0,00	0,00
S _{RSH}	0,04	0,40	0,10	1,03	0,04	0,03	0,07	0,08	0,57	0,23	0,24	0,59
CH ₃ OH	0,00	0,02	0,00	0,03	0,97	0,76	0,94	1,01	0,66	0,27	0,15	0,36
He	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂	0,60	6,00	0,65	7,02	0,85	0,67	0,73	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00
CH ₄	54,96	549,56	34,15	366,75	17,90	14,01	8,74	9,35	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₂ H ₆	2,19	21,89	2,55	27,38	2,88	2,25	2,63	2,82	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₃ H ₈	0,90	9,00	1,54	16,51	2,57	2,01	3,45	3,69	0,68	0,27	0,21	0,50
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,12	1,20	0,27	2,90	0,48	0,37	0,84	0,90	0,59	0,24	0,24	0,58
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,30	3,00	0,68	7,25	1,19	0,93	2,10	2,25	2,71	1,10	1,09	2,65
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,80	0,22	2,40	0,40	0,31	0,87	0,93	2,73	1,10	1,36	3,31
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,80	0,22	2,40	0,42	0,33	0,91	0,98	3,65	1,47	1,82	4,42
C ₆ H ₁₄	0,08	0,80	0,27	2,87	0,15	0,12	0,39	0,42	10,25	4,14	6,10	14,83
C ₇ H ₁₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,65	5,91	10,13	24,65
C ₈ H ₁₈	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,38	5,81	11,34	27,59
C ₉ H ₂₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,66	5,11	11,21	27,28
C ₁₀ H ₂₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,96	3,62	8,81	21,42
C ₁₁ H ₂₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,21	2,51	6,70	16,30
C ₁₂ H ₂₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,18	8,55	40,58	98,71
Всего	100,00	1000,00	100,00	1073,98	100,00	78,25	100,00	107,01	100,00	40,38	100,00	243,26
C ₅ H _{12+В}	0,24	2,40	0,71	7,67	0,96	0,75	2,17	2,32	94,68	38,23	98,05	238,52
Мол. масса, г/моль	25,8185				32,876				М _{дк}		М _{С12+В}	
									144,8		277,4	
Плотность, кг/м ³	1,0740				1,3675				–		–	

Окончание таблицы А.3

Компонент	КГН				Газоконденсатная смесь					
	$C_{икгн}$, мол. доля, %	$V_{икгн}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{икгн}$, масс. доля, %	$m_{икгн}$, г/м ³ ГС	$C_{игкс}$, мол. доля, %	$V_{игкс}$, дм ³ /м ³ ГС	$X_{игкс}$, масс. доля, %	$m_{игкс}$, г / м ³		
								ГС	«сухого» газа	ГКС
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
H ₂ S	39,95	47,40	19,18	67,19	27,35	306,00	30,46	433,79	402,68	387,79
CO ₂	7,68	9,11	4,76	16,68	14,04	157,05	20,19	287,51	266,89	257,02
S _{RSH}	0,22	0,26	0,19	0,67	0,06	0,66	0,12	1,70	1,58	1,52
CH ₃ OH	0,87	1,03	0,39	1,37	0,09	1,05	0,10	1,39	1,29	1,25
He	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂	0,56	0,67	0,22	0,78	0,60	6,67	0,55	7,80	7,24	6,98
CH ₄	11,81	14,01	2,67	9,35	50,38	563,57	26,41	376,10	349,12	336,21
C ₂ H ₆	1,90	2,25	0,80	2,82	2,16	24,14	2,12	30,20	28,03	27,00
C ₃ H ₈	1,93	2,29	1,20	4,20	1,01	11,29	1,45	20,71	19,22	18,51
<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	0,52	0,61	0,42	1,48	0,16	1,81	0,31	4,38	4,06	3,91
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	1,71	2,03	1,40	4,90	0,45	5,03	0,85	12,15	11,28	10,86
<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	1,19	1,41	1,21	4,24	0,20	2,21	0,47	6,64	6,16	5,94
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	1,52	1,80	1,54	5,40	0,23	2,60	0,55	7,80	7,24	6,97
C ₆ H ₁₄	3,59	4,25	4,35	15,25	0,45	5,05	1,27	18,12	16,82	16,20
C ₇ H ₁₆	4,99	5,91	7,04	24,65	0,53	5,91	1,73	24,65	22,89	22,04
C ₈ H ₁₈	4,90	5,81	7,88	27,59	0,52	5,81	1,94	27,59	25,61	24,67
C ₉ H ₂₀	4,31	5,11	7,79	27,28	0,46	5,11	1,92	27,28	25,32	24,38
C ₁₀ H ₂₂	3,05	3,62	6,12	21,42	0,32	3,62	1,50	21,42	19,89	19,15
C ₁₁ H ₂₄	2,11	2,51	4,65	16,30	0,22	2,51	1,14	16,30	15,13	14,57
C ₁₂ H ₂₆	7,21	8,55	28,18	98,71	0,76	8,55	6,93	98,71	91,63	88,24
Всего	100,00	118,63	100,00	350,27	100,00	1118,63	100,00	1424,25	1322,11	1273,20
C ₅ H _{12+в}	32,86	38,98	68,76	240,84	3,70	41,38	17,45	248,51	230,69	222,16
Мол. масса, г/моль	70,983				30,608					
Плотность, кг/м ³	—				1,2732					

А.1.2 Газ сепарации

Объем каждого компонента газа сепарации V_{isc} , дм^3 , вычисляют по формуле

$$V_{isc} = C_i \cdot 10, \quad (\text{A.1})$$

где C_i – молярная доля компонента i газа сепарации, %.

Массу каждого компонента газа сепарации m_{isc} , г, вычисляют по формуле

$$m_{isc} = \frac{C_{isc} \cdot 10 \cdot M_i}{24,04}, \quad (\text{A.2})$$

где C_{isc} – молярная доля компонента i газа сепарации, %;

M_i – молярные массы компонентов, приведенные в таблице 3 (см. 6.2);

24,04 – объем 1 моля газа при давлении 101,325 кПа и температуре 20 °С, дм^3 .

А.1.3 Газ дегазации

Объем каждого компонента газа дегазации $V_{i\partial}$, дм^3 , вычисляют по формуле

$$V_{i\partial} = \frac{V_{\partial\partial} \cdot q_{\text{КГН}} \cdot C_{i\partial}}{V^{no} \cdot 100}, \quad (\text{A.3})$$

где $V_{\partial\partial}$ – объем газа, выделившегося из пробы КГН, дм^3 ;

$q_{\text{КГН}}$ – удельный выход КГН, $\text{см}^3/\text{м}^3$;

$C_{i\partial}$ – молярная доля компонента i газа дегазации, %;

V^{no} – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН (равный объему пробы КГН), см^3 .

Массу каждого компонента газа дегазации $m_{i\partial}$, г, вычисляют по формуле

$$m_{i\partial} = \frac{V_{\partial\partial} \cdot C_{i\partial} \cdot M_i \cdot q_{\text{КГН}}}{V^{no} \cdot 24,04 \cdot 100}, \quad (\text{A.4})$$

где $V_{\partial\partial}$ – объем газа дегазации, выделившегося из пробы КГН, дм^3 ;

$C_{i\partial}$ – молярная доля компонента i газа дегазации, %;

M_i – молярные массы компонентов, приведенные в таблице 3 (см. 6.2);

$q_{\text{КГН}}$ – удельный выход КГН, $\text{см}^3/\text{м}^3$;

V^{no} – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см^3 .

А.1.4 Дегазированный конденсат

Массу каждого компонента дегазированного конденсата, $m_{i\partial\kappa}$, г, вычисляют по формуле

$$m_{i\partial\kappa} = \frac{V_{\partial\kappa} \cdot \rho_{\partial\kappa} \cdot X_{i\partial\kappa} \cdot q_{\kappa\text{ЗН}}}{V^{no} \cdot 100}, \quad (\text{A.5})$$

где $V_{\partial\kappa}$ – объем дегазированного конденсата, см³;
 $X_{i\partial\kappa}$ – массовая доля компонента i в дегазированном конденсате, %;
 $\rho_{\partial\kappa}$ – плотность дегазированного конденсата, г/см³;
 $q_{\kappa\text{ЗН}}$ – удельный выход КГН, см³/м³;
 V^{no} – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³.

Условный объем дегазированного конденсата при переводе его в газовую фазу, $V^{no}_{\text{зф}}$, см³, вычисляют по формуле

$$V^{no}_{\text{зф}} = \frac{V_{\partial\kappa} \cdot \rho_{\partial\kappa} \cdot 24,04 \cdot q_{\kappa\text{ЗН}}}{V^{no} \cdot M_{\partial\kappa}}, \quad (\text{A.6})$$

где $V_{\partial\kappa}$ – объем дегазированного конденсата, см³;
 $\rho_{\partial\kappa}$ – плотность дегазированного конденсата, г/см³;
 $q_{\kappa\text{ЗН}}$ – удельный выход КГН, см³/м³;
 V^{no} – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³;
 $M_{\partial\kappa}$ – средняя молярная масса дегазированного конденсата, г/моль*.

Объем каждого компонента дегазированного конденсата (исходя из общего объема конденсата, переведенного в газовую фазу), вычисляют по формуле

$$V_{i\partial\kappa} = \frac{V_{\partial\kappa} \cdot \rho_{\partial\kappa} \cdot 24,04 \cdot q_{\kappa\text{ЗН}} \cdot C_{i\partial\kappa}}{V^{no} \cdot M_{\partial\kappa} \cdot 100}, \quad (\text{A.7})$$

где $V_{\partial\kappa}$ – объем дегазированного конденсата, см³;
 $\rho_{\partial\kappa}$ – плотность дегазированного конденсата, г/см³;
 $q_{\kappa\text{ЗН}}$ – удельный выход КГН, см³/м³;
 $C_{i\partial\kappa}$ – молярная доля компонента i дегазированного конденсата, вычисленная по формуле (17), %;
 V^{no} – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³;
 $M_{\partial\kappa}$ – средняя молярная масса дегазированного конденсата, г/моль*.

*СТО Газпром 5.40-2011 Пластовый газ. Определение компонентно-фракционного состава.

А.1.5 Конденсат газовый нестабильный и газоконденсатная смесь

Расчет состава КГН и газоконденсатной смеси проводят с использованием данных, полученных по формулам (А.1) – (А.7). Процесс расчета детально описан в А.1.6 на реальном примере (см. А.1.6.14 – А.1.6.17).

А.1.6 Пояснения к таблице расчета А.3

А.1.6.1 Графа 3. Строка «Всего» графы 3 – объем газа сепарации (1000 дм³), исходя из которого проводят расчет, т.е. заданная величина.

Объемное содержание компонента i газа сепарации V_{isc} , дм³/1 м³ газа сепарации, определяют из значения «Всего» графы 3 и молярной доли компонента i газа сепарации по формуле

$$V_{isc} = \frac{C_{isc} \cdot 10^3}{100} = C_{isc} \cdot 10, \quad (\text{А.8})$$

где C_{isc} – молярные доли компонентов газа сепарации, приведенные в графе 2, %.

Полученные значения объема каждого компонента i газа сепарации записывают в графу 3 таблицы А.3.

А.1.6.2 Графа 4. Массовую долю каждого компонента газа сепарации X_{isc} , %, вычисляют по формуле

$$X_{isc} = \frac{C_{isc} \cdot M_i \cdot 100}{\sum_{i=1}^n C_{isc} \cdot M_i}, \quad (\text{А.9})$$

где C_{isc} – молярные доли компонентов газа сепарации, приведенные в графе 2, %;

M_i – молярные массы индивидуальных компонентов, приведенные в таблице 3 (см. 6.2).

Примеры

$$1 \quad X_{H_2S} = 25,86 \cdot 34,08 \cdot 100 / 2581,85 = 34,13.$$

$$2 \quad X_{C_3H_8} = 0,9 \cdot 44,097 \cdot 100 / 2581,85 = 1,54.$$

А.1.6.3 Среднюю молярную массу газа сепарации M_{sc} вычисляют по формуле

$$M_{sc} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{isc} \cdot M_i}{100} = \frac{2581,85}{100} = 25,8185, \quad (\text{А.10})$$

где C_{isc} – молярные доли каждого компонента газа сепарации, % (графа 2);

M_i – молярные массы индивидуальных компонентов, приведенные в таблице 3 (см. 6.2).

Полученное значение вносят в предпоследнюю строку графы 2 таблицы А.3.

А.1.6.4 Графа 5. В строку «Всего» графы 5 записывают значение суммы масс компонентов газа сепарации, г, в расчете на 1 м³ газа сепарации, которое вычисляют по формуле

$$\frac{M_{\text{сc}} \cdot 10^3}{24,04} = \frac{25,8185 \cdot 10^3}{24,04} = 107398, \quad (\text{A.11})$$

где $M_{\text{сc}}$ – средняя молярная масса газа сепарации, вычисленная по формуле (4) (см. 6.2) либо в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 7).

Массу каждого компонента газа сепарации $m_{\text{изc}}$, г, вычисляют по формуле

$$m_{\text{изc}} = \frac{V_{\text{изc}} \cdot M_i}{24,04} \quad (\text{A.12})$$

либо

$$m_{\text{изc}} = \frac{C_{\text{изc}} \cdot 10 \cdot M_i}{24,04}, \quad (\text{A.13})$$

где $C_{\text{изc}}$ – молярные доли компонентов газа сепарации, % (графа 2);

$V_{\text{изc}}$ – объемное содержание компонента газа сепарации i , дм³/1 м³ газа сепарации (графа 3);

M_i – молярные массы компонентов, приведенные в таблице 3 (см. 6.2);

24,04 – объем 1 моля газа при давлении 101,325 кПа и температуре 20 °С, дм³.

Массу каждого компонента газа сепарации i записывают в графу 5 таблицы А.3.

Примеры

$$1 \quad m_{\text{H}_2\text{S}} = 258,6 \cdot 34,08 / 24,04 = 366,60.$$

$$2 \quad m_{\text{C}_3\text{H}_8} = 9,0 \cdot 44,097 / 24,04 = 16,51.$$

А.1.6.5 Графа 7. Строка «Всего» графы 7 – значение удельного объема газа дегазации $Q_{\text{зд}}$, дм³/1 м³ газа сепарации, в пересчете на удельный выход КГН вычисляют в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 3):

$$Q_{\text{зд}} = \frac{V_{\text{зд}}}{V^{\text{но}}} \cdot q_{\text{кгн}}, \quad (\text{A.14})$$

где $V_{\text{зд}}$ – объем газа дегазации, выделившегося из пробы КГН;

$q_{\text{кгн}}$ – удельный выход КГН, см³/м³;

$V^{\text{но}}$ – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³.

$$\text{Пример} - Q_{\text{зд}} = \frac{9 \cdot 529,5}{60,9} = 78,25.$$

Объемное содержание компонента газа дегазации i , $\text{дм}^3/\text{м}^3$ газа сепарации, определяют по формуле

$$V_{i\varnothing} = \frac{Q_{\varnothing} \cdot C_{i\varnothing}}{100}, \quad (\text{A.15})$$

где $C_{i\varnothing}$ – молярная доля компонента газа дегазации i , %, приведенная в графе 6 таблицы А.3.

Полученные значения объемного содержания компонента газа дегазации i записывают в графу 7 таблицы А.3.

А.1.6.6 Графа 8. Массовые доли компонентов газа дегазации $X_{i\varnothing}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{i\varnothing} = \frac{C_{i\varnothing} \cdot M_i \cdot 100}{\sum_{i=1}^n C_{i\varnothing} \cdot M_i} \quad (\text{A.16})$$

или

$$X_{i\varnothing} = \frac{C_{i\varnothing} \cdot M_i}{M_{\varnothing}}, \quad (\text{A.17})$$

где $C_{i\varnothing}$ – молярные доли компонентов газа дегазации, %, приведенные в графе 6;

M_i – молярные массы компонентов;

M_{\varnothing} – средняя молярная масса газа дегазации, вычисленная по формуле (11) (см. 6.2) либо в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 6).

Примеры

$$1 \quad X_{\text{H}_2\text{S}} = 60,52 \cdot 34,08 \cdot 100 / 3287,57 = 62,73.$$

$$2 \quad X_{\text{C}_3\text{H}_8} = 2,57 \cdot 44,097 \cdot 100 / 3287,57 = 3,45.$$

Массовые доли компонентов газа дегазации записывают в графу 8 таблицы А.3.

А.1.6.7 Среднюю молярную массу газа дегазации рассчитывают аналогично средней молярной массе газа сепарации (формула А.10).

Плотность газа дегазации ρ_{\varnothing} , $\text{кг}/\text{м}^3$, вычисляют по уравнению, приведенному в таблице А.2 (позиция 8)

$$\rho_{\varnothing} = \frac{M_{\varnothing}}{24,04} = \frac{32,876}{24,04} = 1,3675, \quad (\text{A.18})$$

где M_{\varnothing} – средняя молярная масса газа дегазации, г/моль;

24,04 – объем 1 г-моля газа при давлении 101,325 кПа и температуре 20 °С, дм^3 .

А.1.6.8 Графа 9. Строка «Всего» графы 9 – значение удельного содержания газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН q_{zd} , г/1 м³ газа сепарации, вычисленное в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 10)

$$q_{zd} = Q_{zd} \cdot \rho_{zd}, \quad (\text{A.19})$$

где ρ_{zd} – плотность газа дегазации, кг/м³, приведенная в таблице А.3;

Q_{zd} – строка «Всего» графы 7.

Пример – $q_{zd} = 78,25 \cdot 1,3675 = 107,01$.

А.1.6.9 Содержание компонентов газа дегазации m_{izd} , г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{izd} = \frac{q_{zd} \cdot X_i}{100}, \quad (\text{A.20})$$

где X_i – массовая доля компонента i , %, приведенная в графе 8;

q_{zd} – удельный объем газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН, г/м³.

Полученные значения масс компонентов газа дегазации записывают в графу 9 таблицы А.3.

Примеры

1 $m_{H_2S} = 62,73 \cdot 107,01 / 100 = 67,13$.

2 $m_{C_3H_8} = 3,45 \cdot 107,01 / 100 = 3,69$.

А.1.6.10 Графа 10. Состав дегазированного конденсата, выраженный в массовых долях (графа 12), переводят в молярные доли $C_{i\partial k}$, %, по формуле

$$C_{i\partial k} = \frac{\frac{X_{i\partial k} \cdot 100}{M_i}}{\sum \frac{X_{i\partial k}}{M_i}}, \quad (\text{A.21})$$

где $X_{i\partial k}$ – массовые доли компонентов в дегазированном конденсате, %;

M_i – молярные массы компонентов, приведенные в таблице 3 (см. 6.2); молярную массу углеводородов C_{12+B} вычисляют в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 12).

Пример – $C_{u-C_4H_{10}} = (0,238/58,12) \cdot 100/0,6904 = 0,59$ (% мол.).

Полученные значения $C_{i\partial k}$ записывают в графу 10 таблицы А.3.

А.1.6.11 Графа 11. Значение условного объема дегазированного конденсата при переводе его в газовую фазу $Q_{\partial k}$, дм³/1 м³ газа сепарации, в пересчете на удельный выход КГН вычисляют по формуле

$$Q_{\partial\kappa} = \frac{q'_{\partial\kappa} \cdot 24,04}{M_{\partial\kappa}}, \quad (\text{A.22})$$

где $q'_{\partial\kappa}$ – удельный выход дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, г/м³ (вычисляют в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 5));

$M_{\partial\kappa}$ – средняя молярная масса дегазированного конденсата, г/моль (см. А.1.4).

Полученное значение записывают в строку «Всего» графы 11.

Пример – $Q_{\partial\kappa} = 243,26 \cdot 24,04 / 144,84 = 40,38$.

Объемное содержание компонентов дегазированного конденсата $V_{i\partial\kappa}$, дм³/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$V_{i\partial\kappa} = \frac{Q_{\partial\kappa} \cdot C_{i\partial\kappa}}{100}, \quad (\text{A.23})$$

где $Q_{\partial\kappa}$ – условный объем дегазированного конденсата при переводе его в газовую фазу, дм³/1 м³ газа сепарации;

$C_{i\partial\kappa}$ – молярные доли компонентов в дегазированном конденсате, вычисленные по формуле (А.21), %.

Пример – $V_{i-C_4H_{10}} = 40,38 \cdot 0,59 / 100 = 0,24$ дм³/м³.

Полученные значения $V_{i\partial\kappa}$ записывают в графу 11 таблицы расчета А.3.

А.1.6.12 Графа 13. Значение удельного выхода дегазированного конденсата $q'_{\partial\kappa}$, г/1 м³ газа сепарации, в пересчете на удельный выход КГН вычисляют в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 5):

$$q'_{\partial\kappa} = K_{yc} \cdot q_{кгн} \cdot \rho_{\partial\kappa} = \frac{V_{\partial\kappa} \cdot q_{кгн} \cdot \rho_{\partial\kappa}}{V_{\kappa}}, \quad (\text{A.24})$$

где K_{yc} – объёмный коэффициент усадки, вычисленный в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 2);

$q_{кгн}$ – удельный выход КГН, вычисленный в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 1), см³/м³;

$V_{\partial\kappa}$ – объем дегазированного конденсата, см³;

$\rho_{\partial\kappa}$ – плотность дегазированного конденсата, г/см³;

V^{no} – объем пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³.

Пример – $q'_{\partial\kappa} = 35,1 \cdot 529,5 \cdot 0,7971 / 60,9 = 243,26$ г/м³.

Полученное значение записывают в строку «Всего» графы 13 таблицы расчета А.3.

Массы компонентов в дегазированном конденсате $m_{i\partial\kappa}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\partial\kappa} = \frac{q'_{\partial\kappa} \cdot X_{i\partial\kappa}}{100}, \quad (\text{A.25})$$

где $X_{i\partial\kappa}$ – массовые доли компонентов в ДК, %, приведенные в графе 12 таблицы А.3.

Пример – $m_{u-C_4H_{10}} = 243,26 \cdot 0,24 / 100 = 0,58 \text{ г/м}^3$.

Полученные значения записывают в графу 13.

А.1.6.13 Молярную массу углеводородов C_{12+B} в ДК определяют по формуле

$$M_{C_{12+B}} = \frac{X_{C_{12+B}}}{\frac{100}{M_{\partial\kappa}} - \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{M_i}} = \frac{40,58}{\frac{100}{144,8} - 0,54} = 277 \quad (\text{A.26})$$

где $X_{C_{12+B}}$ – массовая доля углеводородов от додекана и выше, %;

X_i – массовая доля всех определяемых в ДК компонентов (групп), кроме C_{12+B} , %;

M_i – молярная масса всех определяемых в ДК компонентов (групп), кроме C_{12+B} , г/моль;

$M_{\partial\kappa}$ – средняя молярная масса дегазированного конденсата, г/моль.

А.1.6.14 Графа 14. Состав КГН в молярных долях $C_{i\kappa\partial\kappa}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{i\kappa\partial\kappa} = \frac{V_{i\kappa\partial\kappa} \cdot 100}{V_{\kappa\partial\kappa}}, \quad (\text{A.27})$$

где $V_{i\kappa\partial\kappa}$ – объемы компонентов в КГН, дм³/м³, приведенные в графе 15;

$V_{\kappa\partial\kappa}$ – значение строки «Всего» графы 15.

Пример – $C_{H_2S} = 47,39 \cdot 100 / 118,63 = 39,95 \text{ \% мол.}$

Полученные значения заносят в графу 14 таблицы расчета А.3.

А.1.6.15 Графа 15. Суммарный объем компонента i в КГН $V_{i\kappa\partial\kappa}$, дм³/1 м³ газа сепарации, вычисляют суммированием данных, приведенных в графах 7 и 11, т.е. для каждого компонента i суммируют его объемные содержания в газе дегазации $V_{i\partial\kappa}$ и в дегазированном конденсате $V_{i\partial\kappa}$.

Пример – $V_{u-C_5H_{12}} = 0,31 + 1,10 = 1,41 \text{ дм}^3/\text{м}^3$.

Полученные значения $V_{i\kappa\partial\kappa}$ заносят в графу 15 таблицы расчета.

Суммарный объем всех компонентов в КГН, дм³/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$V_{\text{кзн}} = \sum V_{\text{икзн}} = \sum V_{\text{изд}} + \sum V_{\text{идк}} . \quad (\text{A.28})$$

Полученное значение $\sum V_{\text{икзн}}$ вносят в строку «Всего» графы 15.

А.1.6.16 Графа 16. Состав КГН в массовых долях, $X_{\text{икзн}}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{\text{икзн}} = \frac{m_{\text{икзн}} \cdot 100}{m_{\text{кзн}}}, \quad (\text{A.29})$$

где $m_{\text{икзн}}$ – массы компонентов в КГН, г/м³, приведенные в графе 17;

$m_{\text{кзн}}$ – значение «Всего» графы 17.

Пример – $X_{\text{и-C}_5\text{H}_{12}} = 4,24 \cdot 100 / 350,27 = 1,21 \text{ \% масс.}$

Полученные значения заносят в графу 16 таблицы расчета А.3.

А.1.6.17 Графа 17. Суммарную массу компонента i в КГН $m_{\text{икзн}}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют суммированием значений, приведенных для компонента i в графах 9 и 13, т.е. для каждого компонента i суммируют его массы в газе дегазации $m_{\text{изд}}$ и в дегазированном конденсате $m_{\text{идк}}$.

Пример – $m_{\text{и-C}_5\text{H}_{12}} = 0,93 + 3,31 = 4,24 \text{ г/м}^3$.

Полученные значения заносят в графу 17 таблицы А.3.

Суммарную массу всех компонентов в КГН $m_{\text{кзн}}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{\text{кзн}} = \sum m_{\text{икзн}} = \sum m_{\text{изд}} + \sum m_{\text{идк}} . \quad (\text{A.30})$$

Пример – $m_{\text{кзн}} = 107,01 + 243,26 = 350,27 \text{ г/м}^3$.

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 17 таблицы А.3.

А.1.6.18 Графа 18. Состав газоконденсатной смеси в молярных долях $C_{\text{игкс}}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{\text{игкс}} = \frac{V_{\text{игкс}} \cdot 100}{\sum V_{\text{игкс}}}, \quad (\text{A.31})$$

где $V_{\text{игкс}}$ – объемы компонентов газоконденсатной смеси, дм³/1 м³ газа сепарации, приведенные в графе 19;

$\sum V_{\text{игкс}}$ – значение «Всего» графы 19.

Пример – $C_{\text{H}_2\text{S}} = 305,99 \cdot 100 / 1118,63 = 27,35 \text{ \% мол.}$

Полученные значения заносят в графу 18 таблицы А.3.

А.1.6.19 Графа 19. Суммарные объемы компонентов в газоконденсатной смеси $V_{i\text{зкс}}$, $\text{дм}^3/\text{л м}^3$ газа сепарации, вычисляют суммированием значений, приведенных в графах 3 и 15

$$V_{i\text{зкс}} = V_{i\text{зс}} + V_{i\text{кзн}} . \quad (\text{А.32})$$

Примеры

$$1 \ V_{\text{H}_2\text{S}} = 258,60 + 47,392 = 305,99 \text{ дм}^3/\text{м}^3.$$

$$2 \ V_{\text{и-С}_5\text{H}_{12}} = 0,80 + 1,41 = 2,21 \text{ дм}^3/\text{м}^3.$$

Суммарный объем газоконденсатной смеси $V_{\text{зкс}}$, $\text{дм}^3/\text{л м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$V_{\text{зкс}} = \sum V_{i\text{зкс}} = \sum V_{i\text{зс}} + \sum V_{i\text{кзн}} . \quad (\text{А.33})$$

Полученное значение (1118,63) вносят в строку «Всего» графы 19 таблицы А.3.

А.1.6.20 Графа 20. Состав газоконденсатной смеси в массовых долях $X_{i\text{зкс}}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{i\text{зкс}} = \frac{m_{i\text{зкс}} \cdot 100}{\sum m_{i\text{зкс}}} , \quad (\text{А.34})$$

где $m_{i\text{зкс}}$ - массы компонентов в газоконденсатной смеси, $\text{г}/\text{л м}^3$ газа сепарации, приведенные в графе 21 таблицы расчета;

$\sum m_{i\text{зкс}}$ - значение «Всего» графы 21.

Примеры

$$1 \ X_{\text{H}_2\text{S}} = 433,79 \cdot 100 / 1424,25 = 30,46 \% \text{ масс.}$$

$$2 \ X_{\text{и-С}_5\text{H}_{12}} = 6,64 \cdot 100 / 1424,25 = 0,47 \% \text{ масс.}$$

Полученные значения заносят в графу 20 таблицы А.3.

А.1.6.21 Графа 21. Суммарные массы компонентов в газоконденсатной смеси $m_{i\text{зкс}}$, $\text{г}/\text{л м}^3$ газа сепарации, вычисляют суммированием значений, приведенных в графах 5 (масса компонента i в газе сепарации $m_{i\text{зс}}$) и 17 (масса компонента i в КГН $m_{i\text{кзн}}$)

$$m_{i\text{зкс}} = m_{i\text{зс}} + m_{i\text{кзн}} . \quad (\text{А.35})$$

Примеры

$$1 \ m_{\text{H}_2\text{S}} = 366,60 + 67,19 = 433,79 \text{ г}/\text{м}^3.$$

$$2 \ m_{\text{и-С}_5\text{H}_{12}} = 2,40 + 4,24 = 6,64 \text{ г}/\text{м}^3.$$

Полученные значения заносят в графу 21 таблицы А.3.

Суммарную массу газоконденсатной смеси $m_{\text{зкс}}$, $\text{г}/\text{л м}^3$ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{зкс} = \sum m_{изс} + \sum m_{икзн} . \quad (A.36)$$

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 21 таблицы А.3.

А.1.6.22 Графа 22. Молярную долю газа сепарации в «сухом» газе (коэффициент $K_{сyx}$) вычисляют по формуле

$$K_{сyx} = \frac{V_{зс}}{V_{сyx}} = \frac{1000}{\sum V_{изкс} - \sum C_{5+B}} , \quad (A.37)$$

где $V_{зс}$ – объем газа сепарации, равный 1000 дм³, который приведен в строке «Всего» графы 3;

$\sum V_{изкс}$ – суммарный объем газоконденсатной смеси, дм³/1 м³ газа сепарации, приведенный в строке «Всего» графы 19;

$\sum C_{5+B}$ – суммарное содержание углеводородов от пентана и выше в газоконденсатной смеси, дм³/1 м³ газа сепарации.

Пример – $K_{сyx} = 1000 / (1118,63 - 41,63) = 0,9284$.

Затем значения, приведенные в графе 21, умножают на коэффициент $K_{сyx}$, вычисленный по формуле (A.37).

Полученные значения вносят в графу 22 таблицы расчета.

А.1.6.23 Графа 23. Вычисляют коэффициент

$$K_{зкс} = \frac{Q_{зс}}{Q_{зкс}} = \frac{1000}{\sum V_{изкс}} , \quad (A.38)$$

где $\sum V_{изкс}$ – суммарный объем газоконденсатной смеси, дм³/1 м³ газа сепарации, приведенный в строке «Всего» графы 19.

Пример – $K_{зкс} = \frac{Q_{зс}}{Q_{зкс}} = 1000 / 1118,63 = 0,8939$.

Значения, приведенные в графе 21, умножают на коэффициент $K_{зкс}$, вычисленный по формуле (A.38).

Полученные значения вносят в графу 23 таблицы расчета А.3.

А.1.6.24 Плотность газоконденсатной смеси $\rho_{зкс}$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{зкс} = \frac{m_{зкс}}{V_{зкс}} = \frac{1424,25}{1118,64} = 1,2732, \quad (A.39)$$

где $m_{зкс}$ – общая масса газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (A.36), г/1 м³ газа сепарации;

$V_{гкк}$ – общий объем газоконденсатной смеси, вычисленный по формуле (А.33), $\text{дм}^3/\text{м}^3$ газа сепарации.

Среднюю молярную массу газоконденсатной смеси $M_{гкк}$ вычисляют по формуле

$$M_{гкк} = \rho_{гкк} \cdot 24,04 = 1,2732 \cdot 24,04 = 30,608, \quad (\text{А.40})$$

где $\rho_{гкк}$ – плотность газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (А.39), $\text{кг}/\text{м}^3$.

А.1.6.25 Молярную долю газа сепарации в газоконденсатной смеси вычисляют по формуле

$$Y = \frac{1000}{\sum V_{гкк}}, \quad (\text{А.41})$$

где $\sum V_{гкк}$ – суммарный объем газоконденсатной смеси, $\text{дм}^3/\text{м}^3$ газа сепарации, приведенный в строке «Всего» графы 19.

Пример – $Y=1000/1118,63=0,8939$.

А.1.6.26 Потенциальное содержание конденсата (углеводородов C_{5+}) в газоконденсатной смеси $q_{C_{5+B}}$, $\text{г}/\text{л}$ м^3 газа сепарации, вычисляют по формуле

$$q_{C_{5+B}} = X_{C_{5+B}} \cdot \rho_{гкк} \cdot 10, \quad (\text{А.42})$$

где $X_{C_{5+B}}$ – массовая доля компонентов от пентана и выше в газоконденсатной смеси (строка « C_5H_{12+B} » графы 20 таблицы А.3), %;

$\rho_{гкк}$ – плотность газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (А.39), $\text{кг}/\text{м}^3$.

Пример – $q_{C_{5+B}} = 17,45 \cdot 1,2732 \cdot 10 = 222,17$.

А.1.6.27 Молярную долю «сухого» газа в газоконденсатной смеси, выражающую объемное содержание неуглеводородных компонентов и углеводородов C_1 - C_4 в газоконденсатной смеси, $МД_{сyx}$, вычисляют по формуле

$$МД_{сyx} = \frac{V_{сyx}}{V_{гкк}}, \quad (\text{А.43})$$

где $V_{гкк}$ – сумма объемов компонентов газоконденсатной смеси (строка «Всего» графы 19 таблицы А.3), $\text{дм}^3/\text{м}^3$ газа сепарации;

$V_{сyx}$ – сумма объемов компонентов газоконденсатной смеси, за вычетом суммарного объема углеводородов от пентанов и выше (строка « C_5H_{12+B} » графы 19 таблицы А.3), $\text{дм}^3/\text{м}^3$ газа сепарации.

Пример – $МД_{сyx} = (1118,63-41,63)/1118,63=0,9628$.

А.1.6.28 Потенциальное содержание конденсата (углеводородов C_{5+}) в пересчете на «сухой» газ, г/1 м³ «сухого» газа, вычисляют по формуле

$$q_{C_{5+B}}^{сух} = \frac{q_{C_{5+B}}}{MД_{сух}} \quad (A.44)$$

где $q_{C_{5+B}}$ – потенциальное содержание конденсата (углеводородов C_{5+}) в газоконденсатной смеси, г/м³;

$MД_{сух}$ – молярная доля «сухого» газа в газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (А.43).

$$\text{Пример} - q_{C_{5+B}}^{сух} = \frac{222,17}{0,9628} = 230,75.$$

А.1.7 Пояснения к таблице А.4 расчета компонентно-фракционного состава

А.1.7.1 Расчет компонентно-фракционного состава КГН и газоконденсатной смеси проводят следующим образом. В графу 4 таблицы А.4 вносят данные по компонентно-фракционному составу дегазированного конденсата (аналогично графе 2 таблицы 10). В графы 5 и 6 таблицы А.4 вносят данные по **содержанию** легких компонентов (неорганических газов, меркаптановой серы, метанола и индивидуальных углеводородов C_1-C_5) в КГН и газоконденсатной смеси, % масс.; соответствующие данные находятся в графах 16 и 20 таблицы 2 или графах 12 и 15 таблицы 7.

А.1.7.2 Графа 4. Компонентно-фракционный состав дегазированного конденсата.

Массовую долю 10 - градусных фракций углеводородов в дегазированном конденсате $F_{идк}$, %, вычисляют по формуле

$$F_{идк} = \frac{f_i \cdot \sum_6^n X_i}{100}, \quad (A. 45)$$

где f_i – экспериментальные данные по содержанию 10 - градусных фракций углеводородов в дегазированном конденсате без учета содержания легких компонентов C_1-C_5 и серосодержащих соединений, % масс., приведенные в графе 3 таблицы А.4 (строки 14–57);

$\sum_6^n X_i$ – сумма массовых долей углеводородов от C_6 и выше в анализируемом образце

дегазированного конденсата, приведенная в графе 3 таблицы А.4 (строка 58), %.

Т а б л и ц а А.4 – Формат расчета компонентно-фракционного состава КГН и газоконденсатной смеси

Номер строки	Компонент, фракция (°С)	Массовая доля фракций в ДК (без учета легких компонентов), %	Массовая доля компонентов (фракций), %		
			ДК	КГН	ГКС
1	2	3	4	5	6
2	Сероводород		0,02	19,18	30,46
3	Диоксид углерода		0,00	4,76	20,19
4	S _{RSN}		0,24	0,19	0,12
5	Метанол		0,15	0,39	0,10
6	Азот		0,00	0,22	0,55
7	Метан		0,00	2,67	26,41
8	Этан		0,00	0,80	2,12
9	Пропан		0,21	1,20	1,45
10	Изобутан		0,24	0,42	0,31
11	н-Бутан		1,09	1,40	0,85
12	Изопентан		1,36	1,21	0,47
13	н-Пентан		1,82	1,54	0,55
14	45–60	0,38	0,36	0,25	0,06
15	60–70	5,92	5,62	3,91	0,97
16	70–80	1,13	1,07	0,75	0,19
17	80–90	3,13	2,97	2,07	0,51
18	90–100	9,13	8,66	6,02	1,50
19	100–110	2,62	2,48	1,73	0,43
20	110–120	3,95	3,75	2,61	0,65
21	120–130	3,98	3,77	2,63	0,65
22	130–140	3,27	3,10	2,16	0,54
23	140–150	6,58	6,24	4,34	1,08
24	150–160	4,36	4,13	2,87	0,72
25	160–170	4,33	4,11	2,86	0,71
26	170–180	5,62	5,33	3,71	0,92
27	180–190	3,14	2,98	2,07	0,52
28	190–200	4,03	3,82	2,66	0,66
29	200–210	2,64	2,50	1,74	0,43
30	210–220	3,61	3,42	2,38	0,59
31	220–230	2,28	2,17	1,51	0,38
32	230–240	3,38	3,21	2,23	0,56
33	240–250	1,98	1,88	1,31	0,33
34	250–260	3,04	2,88	2,01	0,50
35	260–270	1,57	1,49	1,04	0,26
36	270–280	2,88	2,73	1,90	0,47
37	280–290	2,11	2,00	1,39	0,35
38	290–300	1,53	1,45	1,01	0,25
39	300–310	1,75	1,66	1,15	0,29

Окончание таблицы А.4

Номер строки	Компонент, фракция (°С)	Массовая доля фракций в ДК (без учета легких компонентов), %	Массовая доля компонентов (фракций), %		
			ДК	КГН	ГКС
1	2	3	4	5	6
40	310–320	1,59	1,51	1,05	0,26
41	320–330	1,14	1,08	0,75	0,19
42	330–340	1,55	1,47	1,02	0,25
43	340–350	1,44	1,37	0,95	0,24
44	350–360	1,26	1,20	0,83	0,21
45	360–370	1,08	1,02	0,71	0,18
46	370–380	0,63	0,60	0,41	0,10
47	380–390	0,79	0,75	0,52	0,13
48	390–400	0,56	0,53	0,37	0,09
49	400–410	0,50	0,47	0,33	0,08
50	410–420	0,41	0,39	0,27	0,07
51	420–430	0,32	0,30	0,21	0,05
52	430–440	0,24	0,23	0,16	0,04
53	440–450	0,10	0,09	0,07	0,02
54	450–460	0,03	0,03	0,02	0,00
55	460–470	0,02	0,02	0,01	0,00
56	470–480	0,02	0,02	0,01	0,00
57	480–490	0,02	0,02	0,01	0,00
58	Углеводороды C ₆₊	100	94,88	66,01	16,44

В качестве примера приведен расчет массовой доли фракции углеводородов в дегазированном конденсате, выкипающей от 100 °С до 110 °С.

Пример – $F_i = (2,62 \cdot 94,88) / 100 = 2,48$.

В строки 2–13 графы 4 таблицы А.4 переносят данные по содержанию легких компонентов (неорганических газов, меркаптановой серы, метанола и индивидуальных углеводородов C₁–C₅) в ДК (из графы 12 таблицы А.3).

А.1.7.3 Графа 5. Компонентно-фракционный состав нестабильного газового конденсата

Массовую долю 10-градусных фракций углеводородов в КГН $F_{икгн}$, %, вычисляют по формуле

$$F_{икгн} = \frac{F_{идк} \cdot \sum_6^n X_{кгн}}{\sum_6^n X_{дк}}, \quad (\text{А. 46})$$

где $F_{идк}$ – массовая доля 10-градусных фракций углеводородов в дегазированном конденсате, % (графа 4);

$\sum_6^n X_{кзн}$ – сумма массовых долей углеводородов $C_{6+В}$ в КГН, %, приведенная в графе 5 (строка 58), %;

$\sum_6^n X_{дк}$ – сумма массовых долей углеводородов $C_{6+В}$ в дегазированном конденсате, приведенная в графе 4 (строка 58), %.

В качестве примера приведен расчет массовой доли фракции углеводородов в КГН, выкипающей от 100 °С до 110 °С.

Пример – $F_i = (2,48 \cdot 66,01) / 94,88 = 1,73$.

Полученные данные вносят в строки 14–57 графы 5 таблицы А.4.

В строки 2–13 графы 5 переносят данные по содержанию легких компонентов (неорганических газов, меркаптановой серы, метанола и индивидуальных углеводородов C_1 – C_5) в КГН (из графы 16 таблицы А.3).

А.1.7.4 Графа 6. Компонентно-фракционный состав газоконденсатной смеси

Массовую долю 10-градусных фракций углеводородов в газоконденсатной смеси $F_{игкс}$, %, вычисляют по формуле

$$F_{игкс} = \frac{F_{идк} \cdot \sum_6^m X_{зкс}}{\sum_6^n X_{дк}}, \quad (\text{А. 47})$$

где $F_{идк}$ – массовая доля 10-градусных фракций углеводородов в дегазированном конденсате, % (графа 4);

$\sum_6^n X_{зкс}$ – сумма массовых долей углеводородов $C_{6+В}$ в газоконденсатной смеси, приведенная в графе 6 (строка 58), %;

$\sum_6^n X_{дк}$ – сумма массовых долей углеводородов $C_{6+В}$ в ДК, приведенная в графе 4 (строка 58).

В качестве примера приведен расчет массовой доли фракции углеводородов в газоконденсатной смеси, выкипающей от 100 °С до 110 °С.

Пример – $F_i = (2,48 \cdot 16,44) / 94,88 = 0,43$.

В строки 2–13 графы 6 переносят данные по содержанию легких компонентов (неорганических газов, меркаптановой серы, метанола и индивидуальных углеводородов C_1 – C_5) в газоконденсатной смеси (из графы 20 таблицы А.3).

А.2 Пример расчета состава газоконденсатной смеси по способу 2**А.2.1 Исходные данные для расчета состава газоконденсатной смеси**

Расчет производят с использованием результатов анализа ГС и КГН, приведенных в таблице А.5.

Т а б л и ц а А.5 – Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси по способу 2

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение
1	2	3	4
Расход газа сепарации	$Q_{гс}$	тыс. м ³ /сут	29735,48
Расход нестабильного газового конденсата	$Q_{кгн}$	м ³ /сут	15744,96
Удельный выход (конденсатогазовый фактор – КГФ) нестабильного газового конденсата	$q_{кгн}$	см ³ /м ³	529,5
Вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН	$V^{по}$	см ³	60,9
Масса пустого пробоотборника	$m_{пуст}^{по}$	г	882,81
Масса пробоотборника с КГН	$m_{кгн}^{по}$	г	923,1
Масса пробоотборника с дегазированным конденсатом	$m_{дк}^{по}$	г	909,78
Масса пустой ловушки	$m_{пуст}^{лов}$	г	20
Масса ловушки с дегазированным конденсатом	$m_{дк}^{лов}$	г	21
Средняя молярная масса дегазированного конденсата	$M_{дк}$	г/моль	144,84
Плотность дегазированного конденсата при температуре 20 °С	$\rho_{дк}$	г/см ³ кг/м ³	0,7971 797,1
Молярная доля компонентов газа сепарации, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .1	$C_{гс}$	%	Таблица А.6, графа 2
Молярная доля компонентов газа дегазации, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .2	$C_{гд}$	%	Таблица А.6, графа 5
Массовая доля компонентов дегазированного конденсата, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .2	$X_{идк}$	%	Таблица А.6, графа 8
Плотность КГН при рабочих условиях	$\rho_{кгн}$	кг/м ³	661,0

Состав КГН определяют по методу А в соответствии с ГОСТ Р .2, при этом для расчета состава КГН и газоконденсатной смеси используют данные по массам выделенного газа дегазации $m_{гд}$ и дегазированного конденсата $m_{дк}$.

Пример записи результатов расчета состава КГН и газоконденсатной смеси по способу 2 приведен в таблице А.6.

Графы 2, 5, 9 таблицы А.6 – исходные данные, полученные методом газовой хроматографии:

- графа 2 – молярная доля компонентов ГС, %;
- графа 5 – молярная доля компонентов ГД, %;
- графа 9 – массовая доля компонентов ДК, %.

А.2.2 Пояснения к таблице расчета А.6

А.2.2.1 Графа 3. Массовую долю каждого компонента i газа сепарации X_{isc} , %, вычисляют по формуле (А.9). Примеры расчета приведены в А.1.6.2.

Полученные значения вносят в графу 3 таблицы А.6.

Среднюю молярную массу газа сепарации M_{zc} вычисляют по формуле (А.10).

Плотность ГС при стандартных условиях ρ_{zc} , кг/м³ или г/дм³, вычисляют в соответствии с уравнением, приведенным в таблице А.2 (позиция 9).

$$\text{Пример} - \rho_{zc} = \frac{25,8067}{24,04} = 1,07349.$$

А.2.2.2 Графа 4. В строку «Всего» графы 4 записывают массу 1 м³ газа сепарации m_{zc} , г, исходя из которой проводят расчет. Это значение (1073,49 г) определяют как произведение объема (1000 дм³) на плотность ГС.

Массу каждого компонента i газа сепарации m_{isc} , г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{isc} = \frac{X_{isc} \cdot m_{zc}}{100}, \quad (\text{А.48})$$

где X_{isc} – массовая доля компонента i газа сепарации, приведенная в графе 3 таблицы А.6, %;

m_{zc} – масса 1 м³ газа сепарации, приведенная в строке «Всего» графы 4 таблицы А.6, г.

$$\text{Пример} - m_{H_2S} = 34,15 \cdot 1073,49 / 100 = 366,60.$$

Полученные значения записывают в графу 4 таблицы А.6.

Т а б л и ц а А.6 – Пример записи результатов расчета состава КГН и ГКС по способу 2

Компо- нент	Газ сепарации			Газ дегазации			Дегазированный конденсат			КГН			Газоконденсатная смесь		
	$C_{игс}$, мол. доля, %	$X_{игс}$, масс. доля, %	$m_{игс}$, г/ м ³ ГС	$C_{ид}$, мол. доля, %	$X_{ид}$, масс. доля, %	$m_{ид}$, г/ м ³ ГС	$C_{идк}$, мол. доля, %	$X_{идк}$, масс. доля, %	$m_{идк}$, г/ м ³ ГС	$C_{икгн}$, мол. доля, %	$X_{икгн}$, масс. доля, %	$m_{икгн}$, г/ м ³ ГС	$C_{игкс}$, мол. доля, %	$X_{игкс}$, масс. доля, %	$m_{игкс}$, г/ м ³ ГС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
H ₂ S	25,86	34,13	366,60	60,52	62,73	67,20	0,11	0,02	0,06	39,97	19,20	67,26	27,36	30,46	433,86
CO ₂	14,79	25,22	270,83	11,64	15,58	16,69	0,00	0,00	0,00	7,68	4,77	16,69	14,04	20,19	287,53
S _{RSH}	0,04	0,10	1,03	0,04	0,07	0,08	0,57	0,24	0,59	0,22	0,19	0,67	0,06	0,12	1,70
CH ₃ OH	0,002	0,00	0,03	0,97	0,94	1,01	0,66	0,15	0,36	0,87	0,39	1,37	0,09	0,10	1,40
He	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂	0,60	0,65	7,02	0,85	0,73	0,78	0,00	0,00	0,00	0,56	0,22	0,78	0,60	0,55	7,80
CH ₄	54,96	34,15	366,75	17,90	8,74	9,36	0,00	0,00	0,00	11,82	2,67	9,36	50,38	26,41	376,11
C ₂ H ₆	2,19	2,55	27,38	2,88	2,63	2,82	0,00	0,00	0,00	1,90	0,81	2,82	2,16	2,12	30,20
C ₃ H ₈	0,90	1,54	16,51	2,57	3,45	3,70	0,68	0,21	0,50	1,93	1,20	4,20	1,01	1,45	20,71
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,12	0,27	2,90	0,48	0,84	0,90	0,59	0,24	0,58	0,52	0,42	1,48	0,16	0,31	4,38
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,30	0,68	7,25	1,19	2,10	2,25	2,71	1,09	2,65	1,71	1,40	4,90	0,45	0,85	12,15
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,22	2,40	0,40	0,87	0,93	2,73	1,36	3,31	1,19	1,21	4,24	0,20	0,47	6,64
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,22	2,40	0,42	0,91	0,98	3,65	1,82	4,42	1,51	1,54	5,39	0,23	0,55	7,80
C ₆ H ₁₄	0,08	0,27	2,87	0,15	0,39	0,42	10,25	6,10	14,83	3,58	4,35	15,25	0,45	1,27	18,11
C ₇ H ₁₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,65	10,13	24,65	4,98	7,04	24,65	0,53	1,73	24,65
C ₈ H ₁₈	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,38	11,34	27,59	4,89	7,87	27,59	0,52	1,94	27,59
C ₉ H ₂₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,66	11,21	27,27	4,31	7,78	27,27	0,46	1,91	27,27
C ₁₀ H ₂₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,96	8,81	21,42	3,05	6,11	21,42	0,32	1,50	21,42
C ₁₁ H ₂₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	6,21	6,70	16,29	2,11	4,65	16,29	0,22	1,14	16,29
C ₁₂ H ₂₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	21,18	40,58	98,68	7,20	28,17	98,68	0,76	6,93	98,68
Всего	100,00	100,00	1073,98	100,00	100,00	107,12	100,00	100,00	243,19	100,00	100,00	350,31	100,00	100,00	1424,28
C ₅ H _{12+В}	0,24	0,71	7,67	0,961	2,171	2,326	94,68	98,05	238,45	32,83	68,73	240,78	3,70	17,44	248,45
Мол. масса, г/моль	25,8188			32,876			М _{дк}		М _{С12+В}	70,95			30,607		
							144,84		277,44						
Плотность, кг/м ³	1,0740			1,3675			—			—			1,2732		

А.2.2.3 Вычисляют общую массу КГН в пересчете на удельный выход КГН $m_{\text{КГН}}$, г/1 м³ газа сепарации, по формуле

$$m_{\text{КГН}} = \frac{m_{\text{КГН}}^{\text{по}} - m_{\text{пуст}}^{\text{по}}}{V^{\text{по}}} \cdot q_{\text{КГН}}, \quad (\text{A.49})$$

где $m_{\text{КГН}}^{\text{по}}$ – масса пробоотборника с пробой КГН, г;

$m_{\text{пуст}}^{\text{по}}$ – масса пустого пробоотборника, г;

$q_{\text{КГН}}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

$V^{\text{по}}$ – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³.

$$\text{Пример} - m_{\text{КГН}} = \frac{(923,1 - 882,81) \cdot 529,5}{60,9} = 350,31.$$

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 13 таблицы А.6.

А.2.2.4 Вычисляют общую массу дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН $m_{\text{ДК}}$, г/1 м³ газа сепарации, по формуле

$$m_{\text{ДК}} = \frac{[(m_{\text{ДК}}^{\text{по}} - m_{\text{пуст}}^{\text{по}}) + (m_{\text{ДК}}^{\text{лов}} - m_{\text{пуст}}^{\text{лов}})]}{V^{\text{по}}} \cdot q_{\text{КГН}}, \quad (\text{A.50})$$

где $m_{\text{ДК}}^{\text{по}}$ – масса пробоотборника с ДК, г;

$m_{\text{пуст}}^{\text{по}}$ – масса пустого пробоотборника, г;

$m_{\text{ДК}}^{\text{лов}}$ – масса ловушки с дегазированным конденсатом, г;

$m_{\text{пуст}}^{\text{лов}}$ – масса пустой ловушки, г;

$q_{\text{КГН}}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

$V^{\text{по}}$ – вместимость пробоотборника, в который отобрана проба КГН, см³.

$$\text{Пример} - m_{\text{ДК}} = \frac{[(909,78 - 882,81) + (21,05 - 20,05)] \cdot 529,5}{60,9} = 243,19$$

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 10 таблицы А.6.

А.2.2.5 Вычисляют общую массу газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН $m_{\text{гд}}$, г/1 м³ газа сепарации, по формуле

$$m_{\text{гд}} = m_{\text{КГН}} - m_{\text{ДК}} = 350,31 - 243,19 = 107,12, \quad (\text{A.51})$$

где $m_{\text{КГН}}$ – общая масса КГН в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (А.49), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 13 таблицы А.6);

$m_{ок}$ – общая масса дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (А.50), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 10 таблицы А.6).

Полученное значение вносят в строку «Всего» графы 7 таблицы А.6.

А.2.2.6 Графа 6. Массовые доли каждого компонента газа дегазации $X_{i\partial}$, %, вычисляют в соответствии с А.1.6.6 по формулам (А.16) или (А.17).

Примеры

$$1 \quad X_{H_2S} = 60,52 \cdot 34,08 \cdot 100 / 3287,57 = 62,73.$$

$$2 \quad X_{C_3H_8} = 2,57 \cdot 44,097 \cdot 100 / 3287,57 = 3,45.$$

Полученные значения записывают в графу 6 таблицы А.6.

А.2.2.7 Графа 7. Массу каждого компонента газа дегазации $m_{i\partial}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\partial} = \frac{X_{i\partial} \cdot m_{\partial}}{100}, \quad (A.52)$$

где $X_{i\partial}$ – массовая доля компонента i газа дегазации, приведенная в графе 6 таблицы А.6, %;

m_{∂} – общая масса газа дегазации в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (А.51), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 7 таблицы А.6).

Полученные значения масс каждого компонента i газа дегазации $m_{i\partial}$ записывают в графу 7 таблицы А.6.

А.2.2.8 Среднюю молярную массу газа дегазации M_{∂} вычисляют по формуле

$$M_{\partial} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{i\partial} \cdot M_i}{100} = \frac{3287,57}{100} = 32,876, \quad (A.53)$$

где $C_{i\partial}$ – молярная доля каждого компонента i газа сепарации, % (графа 5);

M_i – молярные массы индивидуальных компонентов.

Плотность газа дегазации ρ_{∂} , кг/м³, вычисляют по формуле (А.18).

$$\rho_{\partial} = \frac{M_{\partial}}{24,04} = \frac{32,876}{24,04} = 1,3675.$$

Полученные значения M_{∂} и ρ_{∂} вносят в соответствующие строки таблицы А.6.

А.2.2.9 Графа 8. Молярные доли каждого компонента дегазированного конденсата $C_{i\partialк}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{i\partial\kappa} = \frac{\frac{X_{i\partial\kappa}}{M_i} \cdot 100}{\sum \frac{X_{i\partial\kappa}}{M_i}}, \quad (\text{A.54})$$

где $X_{i\partial\kappa}$ – массовая доля компонента i в ДК, приведенная в графе 9 таблицы А.6, %;

M_i – молярные массы компонентов, приведенные в таблице 3 (см. 6.2); молярную массу группы углеводородов C_{12+B} вычисляют в соответствии с А.1.6.13 по формуле (А.26).

Пример – $C_{u-C_4H_{10}} = (0,238/58,12) 100/0,6904 = 0,59 \text{ \% мол.}$

Полученные значения записывают в графу 8 таблицы А.6.

А.2.2.10 Графа 10. Массу каждого компонента i дегазированного конденсата $m_{i\partial\kappa}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\partial\kappa} = \frac{X_{i\partial\kappa} \cdot m_{\partial\kappa}}{100}, \quad (\text{A.55})$$

где $X_{i\partial\kappa}$ – массовая доля компонента i дегазированного конденсата, приведенная в графе 9 таблицы А.6, %;

$m_{\partial\kappa}$ – общая масса дегазированного конденсата в пересчете на удельный выход КГН, вычисленная по формуле (А.50), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 10 таблицы А.6).

Пример – $m_{u-C_4H_{10}} = 243,19 \cdot 1,09/100 = 2,65 \text{ г/м}^3$.

Полученные значения записывают в графу 10 таблицы А.6.

Молярную массу углеводородов C_{12+B} в дегазированном конденсате $M_{C_{12+B}}$ вычисляют в соответствии с А.1.6.13 по формуле (А.26).

А.2.2.11 Графа 13. Суммированием масс каждого компонента i в газе дегазации $m_{i\partial\delta}$ и в дегазированном конденсате $m_{i\partial\kappa}$ получают суммарные массы компонента i в КГН $m_{i\kappa\partial\delta}$, г/1 м³ газа сепарации.

Пример – $m_{u-C_5H_{12}} = 0,93 + 3,31 = 4,24 \text{ г/м}^3$.

Полученные значения заносят в графу 13 таблицы А.6.

А.2.2.12 Графа 12. Состав КГН в массовых долях, $X_{i\kappa\partial\delta}$, %, вычисляют по формуле

$$X_{i\kappa\partial\delta} = \frac{m_{i\kappa\partial\delta}}{m_{\kappa\partial\delta}} \cdot 100, \quad (\text{A.56})$$

где $m_{икгн}$ – масса компонента i в КГН, внесенная в графу 13 таблицы А.6, г/1 м³ газа сепарации;

$m_{кгн}$ – общая масса КГН, вычисленная по формуле (А.49), г/1 м³ газа сепарации (строка «Всего» графы 13 таблицы А.6).

Пример – $X_{и-С_5H_{12}} = 4,24 \cdot 100 / 350,31 = 1,21$ % масс.

Полученные значения записывают в графу 12 таблицы А.6.

А.2.2.13 Графа 11. Состав КГН в молярных долях $C_{икгн}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{икгн} = \frac{\frac{X_{икгн}}{M_i} \cdot 100}{\sum \frac{X_{икгн}}{M_i}}, \quad (A.57)$$

где $X_{икгн}$ – массовая доля компонента i в КГН, приведенная в графе 12 таблицы А.6, %;

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3 (см. 6.2); молярную массу группы углеводородов $C_{12+В}$ в КГН вычисляют в соответствии с А.1.6.13 по формуле (А.26).

Пример – $C_{и-С_4H_{10}} = (0,423/58,12) 100/1,409 = 0,52$ % мол.

Полученные значения записывают в графу 11 таблицы А.6.

А.2.2.14 Графа 16. Для каждого компонента i в соответствии с формулой (А.35) суммируют его массы в газе сепарации $m_{изс}$ и в КГН $m_{икгн}$, получая таким образом суммарную массу соответствующего компонента в газоконденсатной смеси i , г/1 м³ газа сепарации.

Примеры

1 $m_{H_2S} = 366,60 + 67,26 = 433,86$.

2 $m_{и-С_5H_{12}} = 2,40 + 4,24 = 6,64$.

Полученные значения записывают в графу 16 таблицы А.6.

Общую массу газоконденсатной смеси $m_{зкс}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют в соответствии с А.1.6.21 по формуле (А.36). Полученное значение записывают в строку «Всего» графы 16 таблицы А.6.

А.2.2.15 Графа 15. Состав газоконденсатной смеси в массовых долях $X_{изкс}$, %, вычисляют в соответствии с А.1.6.20 по формуле (А.34).

Примеры

$$1 \quad X_{H_2S} = 433,86 \cdot 100 / 1424,28 = 30,46 \% \text{ масс.}$$

$$2 \quad X_{u-C_5H_{12}} = 6,64 \cdot 100 / 1424,28 = 0,47 \% \text{ масс.}$$

Полученные значения записывают в графу 15 таблицы А.6.

А.2.2.16 Графа 14. Состав газоконденсатной смеси в молярных долях $C_{i\text{гк}}$, %, вычисляют по формуле

$$C_{i\text{гк}} = \frac{\frac{X_{i\text{гк}}}{M_i} \cdot 100}{\sum \frac{X_{i\text{гк}}}{M_i}}, \quad (\text{А.58})$$

где $X_{i\text{гк}}$ – массовая доля компонента i в газоконденсатной смеси, приведенная в графу 15 таблицы А.6, %;

M_i – молярная масса компонента i .

$$\text{Пример} - C_{H_2S} = (30,46/34,08) \cdot 100/3,267 = 27,36 \% \text{ мол.}$$

Полученные значения записывают в графу 14 таблицы А.6.

А.2.2.17 Молярную массу газоконденсатной смеси $M_{\text{гк}}$, г/моль, вычисляют по формуле

$$M_{\text{гк}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{i\text{гк}} \cdot M_i}{100} = \frac{3060,67}{100} = 30,607, \quad (\text{А.59})$$

где $C_{i\text{гк}}$ – молярная доля компонента i в газоконденсатной смеси, % (графа 14);

M_i – молярная масса компонента i , приведенная в таблице 3 (см. 6.2); молярную массу углеводородов C_{12+B} в газоконденсатной смеси вычисляют в соответствии с А.1.6.13 по формуле (А.26).

А.2.2.18 Плотность газоконденсатной смеси $\rho_{\text{гк}}$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{гк}} = \frac{M_{\text{гк}}}{24,04} = \frac{30,607}{24,04} = 1,2732, \quad (\text{А.60})$$

где $M_{\text{гк}}$ – молярная масса газоконденсатной смеси, вычисленная по формуле (А.59); 24,04 – объем 1 моля газа при давлении 101,325 кПа и температуре 20 °С, дм³.

Потенциальное содержание конденсата (углеводородов C_{5+}) в газоконденсатной смеси $q_{C_{5+B}}$, г/м³, вычисляют в соответствии с А.1.6.26 по формуле (А.42).

Молярную долю «сухого» газа в газоконденсатной смеси вычисляют в соответствии с А.1.6.27 по формуле (А.43).

А.3 Пример расчета состава газоконденсатной смеси по способу 3

А.3.1 Расчет проводят с использованием результатов определения состава ГС и КГН. Состав КГН определяют по методу Б в соответствии с ГОСТ Р .3. Исходные данные для расчета состава газоконденсатной смеси по способу 3, рассматриваемому в данном примере, и основные расчетные уравнения приведены в таблицах А.7 и А.2 соответственно.

Т а б л и ц а А.7 – Перечень исходных данных для расчета состава газоконденсатной смеси по способу 3

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение
Расход газа сепарации	$Q_{гс}$	тыс.м ³ /сут	29735,48
Расход нестабильного газового конденсата	$Q_{кгн}$	м ³ /сут	15744,96
Удельный выход КГН	$q_{кгн}$	см ³ /м ³	529,5
Молярная доля компонентов газа сепарации, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .1	$C_{гс}$	%	Таблица А.3, графа 2
Массовая доля компонентов нестабильного газового конденсата, вычисляют в соответствии с ГОСТ Р .3	$X_{кгн}$	%	Таблица А.3, графа 5
Плотность нестабильного газового конденсата при рабочих условиях	$\rho_{кгн}$	кг/м ³	661,00

Пример записи результатов расчета состава КГН и газоконденсатной смеси по способу 3 приведен в таблице А.8. Графы 2, 5 таблицы А.8 – исходные данные, полученные методом газовой хроматографии:

- графа 2 – молярная доля компонентов газа сепарации;
- графа 5 – массовая доля компонентов нестабильного газового конденсата.

А.3.2 Газ сепарации

Расчет состава газа сепарации проводят в соответствии с А.2.1. Массу каждого компонента i газа сепарации $m_{гс}$, г, рассчитывают по формуле (А.2).

А.3.3 Конденсат газовый нестабильный и газоконденсатная смесь

Общую массу КГН в пересчете на удельный выход КГН $m_{кгн}$, г/1 м³ газа сепарации, определяют по формуле

$$m_{кгн} = \frac{q_{кгн} \cdot \rho_{кгн} \cdot 10^3}{10^6}, \quad (A.61)$$

Т а б л и ц а А.8 – Пример записи результатов расчета состава КГН и газоконденсатной смеси по способу 3

Компонент	Газ сепарации			КГН		Газоконденсатная смесь		
	$C_{игс}$, мол. доля, %	$X_{игс}$, масс. доля, %	$m_{игс}$, г/м ³ ГС	$X_{икгн}$, масс. доля, %	$m_{икгн}$, г/м ³ ГС	$C_{икс}$, мол. доля, %	$X_{икс}$, масс. доля, %	$m_{икс}$, г/м ³ ГС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
H ₂ S	25,86	34,13	366,60	19,20	67,20	27,22	30,46	433,80
CO ₂	14,79	25,22	270,83	4,77	16,70	13,97	20,19	287,53
S _{RSH}	0,04	0,10	1,03	0,19	0,67	0,06	0,12	1,70
CH ₃ OH	0,002	0,002	0,03	0,390	1,365	0,09	0,10	1,39
N ₂	0,60	0,65	7,02	0,22	0,77	0,59	0,55	7,79
CH ₄	54,96	34,15	366,76	2,67	9,35	50,14	26,41	376,11
C ₂ H ₆	2,19	2,55	27,38	0,81	2,84	2,15	2,12	30,22
C ₃ H ₈	0,90	1,54	16,51	1,20	4,20	1,00	1,45	20,71
<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	0,12	0,27	2,90	0,42	1,47	0,16	0,31	4,37
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,30	0,68	7,25	1,40	4,90	0,45	0,85	12,15
<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,22	2,40	1,21	4,24	0,20	0,47	6,64
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,08	0,22	2,40	1,54	5,39	0,23	0,55	7,79
C ₆ H ₁₄	0,08	0,27	2,87	4,35	15,23	0,45	1,27	18,09
C ₇ H ₁₆	0,00	0,00	0,00	7,04	24,64	0,53	1,73	24,64
C ₈ H ₁₈	0,00	0,00	0,00	7,87	27,55	0,52	1,93	27,55
C ₉ H ₂₀	0,00	0,00	0,00	7,78	27,23	0,45	1,91	27,23
C ₁₀ H ₂₂	0,00	0,00	0,00	6,11	21,39	0,32	1,50	21,39
C ₁₁ H ₂₄	0,00	0,00	0,00	4,650	16,28	0,22	1,14	16,28
C ₁₂ H ₂₆	0,00	0,00	0,00	28,18	98,63	1,24	6,93	98,63
Всего	100,00	100,00	1073,99	100,00	350,00	100,00	100,00	1423,99
C ₅ H ₁₂₊	0,24	0,71	7,67	68,73	240,56	4,16	17,43	248,22
Мол. масса, г/моль	25,819			–		30,456		
Плотность, кг/м ³	1,0740			–		1,2669		

где $q_{кгн}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

$\rho_{кгн}$ – плотность КГН при рабочих условиях, кг/м³.

Массу каждого компонента i в КГН $m_{икгн}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{икгн} = \frac{m_{кгн} \cdot X_{икгн}}{100}, \quad (\text{А.62})$$

где $m_{кгн}$ – общая масса КГН, вычисленная по формуле (А.61), г/1 м³ газа сепарации;

$X_{икгн}$ – массовая доля компонента i в КГН, %.

А.3.4 Пояснения к таблице расчета А.8

А.3.4.1 Графа 3. Массовую долю каждого компонента i газа сепарации $X_{i\text{гс}}$, %, вычисляют в соответствии с А.1.6.1 по формуле (А.9).

А.3.4.2 Среднюю молярную массу газа сепарации $M_{\text{гс}}$ вычисляют в соответствии с А.1.6.3 по формуле (А.10).

Полученное значение вносят в предпоследнюю строку графы 2.

А.3.4.3 Плотность газа сепарации $\rho_{\text{гс}}$, кг/м³, вычисляют по уравнению 9 таблицы А.2.

$$\text{Пример} - \rho_{\text{гс}} = \frac{25,819}{24,04} = 1,0740.$$

Полученное значение вносят в последнюю строку графы 2.

А.3.4.4 Графу 4 заполняют в соответствии с А.1.6.4. В строку «Всего» графы 4 записывают значение суммы масс компонентов газа сепарации, г, в расчете на 1 м³ газа сепарации, которое вычисляют по формуле (А.11).

$$\text{Пример} - m_{\text{гс}} = \frac{25,8188 \cdot 1000}{24,04} = 1073,99.$$

Массу каждого компонента i газа сепарации $m_{i\text{гс}}$, г, вычисляют по формуле (А.12) либо (А.13). Результаты записывают в графу 4 таблицы А.8.

А.3.4.5 Графа 6. Общую массу КГН в пересчете на удельный выход КГН $m_{\text{кгн}}$, г/1 м³ газа сепарации, определяют по формуле

$$m_{\text{кгн}} = \frac{q_{\text{кгн}} \cdot \rho_{\text{кгн}} \cdot 10^3}{10^6}, \quad (\text{А.63})$$

где $q_{\text{кгн}}$ – удельный выход КГН, см³/1 м³ газа сепарации;

$\rho_{\text{кгн}}$ – плотность КГН при рабочих условиях, кг/м³.

$$\text{Пример} - m_{\text{кгн}} = \frac{529,5 \cdot 661,00 \cdot 10^3}{10^6} = 350,00.$$

Полученное значение вносят в строку «Всего» графы 6.

Массу каждого компонента i в КГН $m_{i\text{кгн}}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле

$$m_{i\text{кгн}} = \frac{m_{\text{кгн}} \cdot X_{i\text{кгн}}}{100}, \quad (\text{А.64})$$

где $m_{\text{кгн}}$ – общая масса КГН, вычисленная по формуле (А.63), г/1 м³ газа сепарации;

$X_{i\text{кгн}}$ – массовая доля компонента i в КГН, %.

$$\text{Пример} - m_{\text{H}_2\text{S}} = (350 \cdot 19,20) / 100 = 67,2.$$

Полученные значения $m_{икгн}$ записывают в графу 6 таблицы расчета.

А.3.4.6 Графа 7. Состав газоконденсатной смеси в молярных долях $C_{икс}$, %, вычисляют в соответствии с А.2.2.16 по формуле (А.58).

Пример – $C_{H_2S} = (30,46 \cdot 100) / (34,08 \cdot 3,283) = 27,22$ % мол.

Полученные значения заносят в графу 7 таблицы расчета.

А.3.4.7 Графа 8. Состав газоконденсатной смеси в массовых долях $X_{икс}$, %, вычисляют в соответствии с А.1.6.20 по формуле (А.34).

Примеры

1 $X_{H_2S} = 433,80 \cdot 100 / 1423,99 = 30,46$ % масс.

2 $X_{u-C_5H_{12}} = 6,64 \cdot 100 / 1423,99 = 0,47$ % масс.

Полученные значения заносят в графу 8 таблицы расчета.

А.3.4.8 Графу 9 заполняют в соответствии с А.1.6.21. Суммарные массы компонентов в газоконденсатной смеси $m_{икс}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют суммированием значений, приведенных в графах 4 (масса компонента i в газе сепарации $m_{ис}$) и 6 (масса компонента i в КГН $m_{икгн}$) по формуле (А.35).

Примеры

1 $m_{H_2S} = 366,60 + 67,20 = 433,80$.

2 $m_{u-C_5H_{12}} = 2,40 + 4,24 = 6,64$.

Полученные значения заносят в графу 9 таблицы расчета.

Суммарную массу газоконденсатной смеси $m_{гкс}$, г/1 м³ газа сепарации, вычисляют по формуле (А.36)

Пример – $m_{гкс} = 1073,76 + 350,00 = 1423,76$.

Полученное значение заносят в строку «Всего» графы 9 таблицы расчета.

А.3.4.9 Среднюю молярную массу газоконденсатной смеси вычисляют в соответствии с А.2.2.17 по формуле (А.59)

Пример – $M_{гкс} = \frac{3045,65}{100} = 30,456$.

Полученное значение вносят в предпоследнюю строку графы 7.

А.3.4.10 Плотность газоконденсатной смеси $\rho_{гкс}$, кг/м³, вычисляют в соответствии с А.2.2.18 по формуле (А.60).

Пример – $\rho_{гкс} = \frac{30,456}{24,04} = 1,2669$.

Полученное значение вносят в последнюю строку графы 7.

ОКС 75.160

Ключевые слова: газоконденсатная смесь, компонентно-фракционный состав, расчет состава газоконденсатной смеси

Руководитель организации – разработчика

Заместитель начальника Департамента 307
ПАО «Газпром», профессор,
д-р физ.-мат. наук

А.В. Калинин

Генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
д-р техн. наук

Д.В. Люгай

Руководитель разработки

Начальник химико-аналитической
лаборатории, д-р хим. наук

А.Б. Волынский

Исполнители

Ведущий научный сотрудник,
д-р техн. наук

С.А. Арыстанбекова

Научный сотрудник,
канд. техн. наук

М.С. Лапина