МИНИСТЕРСТВО ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РУКОВОДСТВО

ПО РАСЧЕТУ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ И ВОДОНЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СИСТЕМ И СВОЙСТВ ФАЗ НА ЭВМ

РД-39-1-579-81

gost.e-ecolog.ru

Министерство газовой промышленности
Министерство нефтяной промышленности

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра
газовой промышленности
Г.А.Маргулов
"30" июня 1981 г.

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель министра
нефтяной промышленности
В.И.Кремнев
"4" августа 1981 г.

РУКОВОДСТВО

ПО РАСЧЕТУ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ И ВОДОНЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СИСТЕМ И СВОЙСТВ ФАЗ НА ЭВМ

РД - 39-I-579-81

НАСТОЯЩИЙ ДОКУМЕНТ РАЗРАБОТАН:

Северо-Кавказским научно-исследовательским институтом природных газов (СевКавНИИгаз)
Зам.директора института — Ю.К.Игнатенко

Всесоюзным нефтегазовым научно-исследовательским институтом (ВНИИ)
Зам.директора института — В.П.Максимов

Всесоюзным научно-исследовательским институтом природных газов (ВНИИгаз)
Зам.директора института — О.Ф.Андреев

Ответственные исполнители:

СевКавНИИгаз
Мингазпром
к.т.н., ст.н.с. М.А.Мартынова

ВНИИ
Миннефтепром
д.т.н., рук.сектора Г.С.Степанова

ВНИИгаз
Мингазпром
ст.н.с. И.Ю.Зайцев

СОГЛАСОВАНО:

Начальник управления
по добыче газа и газового
конденсата Мингазпрома
В.А.Коновалов

Начальник управления по
автоматизации Миннефтепрома
В.А.Малецкий

Начальник Технического
управления Мингазпрома
А.Д.Седых

Начальник Технического
управления Миннефтепрома
Ю.Н.Байдиков

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

"Руководство по расчету фазовых превращений газоконденсатных и водогазоконденсатных систем и свойств газа на ЭВМ"

Вводится впервые Приказом Министерства нефтяной промышленности от 15 декабря 1981г. № 677. Срок введения установлен с 1.01.82г.

Срок действия до 01.01.87г.

В данном руководстве изложены алгоритмы и программы для ЭВМ типа ЕС расчета фазовых превращений в природных газоконденсатных системах, а также системах природный газ - углеводородная жидкость пластовая вода и физико-химических свойств этих систем.

Определение всех этих характеристик является необходимым как при составлении проектов разработки, так и при выборе технологии подготовки газа, конденсата и нефти на промысле.

В связи с открытием газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений с высоким содержанием кислых компонентов становится необходимым и учет фазового обмена этих систем с пластовой водой.

В В Е Д Е Н И Е

При составлении комплексных проектов разработки и обустройства газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений необходимо располагать данными по фазовым превращениям газоконденсатных смесей в пластовых и наземных условиях. Знание фазового состояния пластовых смесей при различных термодинамических условиях способствует наиболее радикальному выбору способов разработки залежей и промысловой обработки добываемых газа и конденсата.

Фазовое состояние углеводородных систем определяется экспериментально или расчетным путем. Потери конденсата в пласте и выход его на поверхности при различных термодинамических условиях как правило находят экспериментально. Последнее связано с проведением весьма трудоемких и продолжительных экспериментов на специальной аппаратуре высокого давления.

Получаемая при этом информация является ограниченной и не дает полного представления о фазовом поведении пластовой смеси.

В связи с этим большое внимание уделяется расчетным методам, с помощью которых можно в значительной степени расширить представления о фазовом поведении таких смесей, а также изучать процессы, экспериментальное исследование которых не представляется возможным или требует больших капиталовложений. Например, изучение новых процессов подготовки газа и конденсата, новых методов воздействия на залежь и т.п.

Широкое использование ЭВМ делает расчетные методы более доступными.

В данном руководстве излагаются алгоритмы расчета фазовых превращений как в двухфазных, так и трехфазных системах, а также термодинамических свойств фаз. Для их реализации создан комплекс

программ на ЭВМ типа ЕС, моделирующих фазовое поведение газоконденсатных и водонефтегазоконденсатных систем и их свойства.

I. РАСЧЁТ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СМЕСЕЙ

I.I. Основные положения

I.I.I. Расчёт фазовых превращений двухфазных газожидкостных многокомпонентных смесей сводится к решению уравнений концентраций вида:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{z_i}{K_i(1-L)+L} = 1 \qquad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{z_i \cdot K_i}{V(K_i-1)+1} = 1 \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{n} (y_i - x_i) = \sum_{i=1}^{n} \frac{z_i(K_i-1)}{V(K_i-1)+1} = 0 \,. \qquad (3)$$

где y_i, x_i, z_i – мольная концентрация компонента в газовой, жидкой фазах и в исходной системе соответственно;

L – число молей жидкой фазы ;

V – число молей газовой фазы :

$K = \frac{y_i}{x_i}$ – константа фазового равновесия i-го компонента;

При расчётах на ЭВМ обычно используется последнее уравнение (3). Расчёт по уравнениям концентраций проводится методом последовательных приближений .

I.I.2. Основная сложность решения задачи расчёта фазовых превращений связана с выбором констант равновесия компонентов смеси. Выражения констант фазового равновесия могут быть получены теоретическим путем на основе основных термодинамических соотношений, характеризующих равновесие гетеро-

генных систем и уравнений состояния , такие как уравнений Бенедикта-Вебба-Рубина /I0/, Редлиха-Квонга и его модификации / II.I2./. Однако, успешное применение этих уравнений в настоящее время ограничено, в основном, смесями лёгких углеводородов,в состав которых могут также входить азот, углекислота и сероводород.

I.I.3.Точное решение фазовых превращений газоконденсатной системы невозможно в принципе, т.к. система состоит из огромного числа углеводородов (до 200 и более) .Исследователи давно пытаются разработать упрощенные приёмы, которые бы позволяли расчётным путём определять основные параметры газоконденсатной системы. Эти приёмы, как правило, сводятся к замене определенной группы углеводородов каким-либо одним компонентом, сводя таким образом многокомпонентную систему к бинарной, тройной и т.д. Часто в таких методах расчёта используются зависимости, полученные в эксперименте, и обобщенные данные по реальным месторождениям.

I.I.4.На практике при проведении расчётов фазовых равновесий газоконденсатных смесей получил распространение метод определения констант фазового равновесия, основанный на принципе давления схождения с введением дополнительных корреляций, учитывающих влияние группового и фракционного состава конденсата (6,8). Эти корреляции вводятся при определении констант равновесия метана, азота и сероводорода и давления схождения.

I.I.5. При расчёте с целью упрощения газоконденсатную систему рассматривают как состоящую из определенного числа компонентов. Так как углеводородный состав пластового газа

обычно известен от метана до компонента C_5+ или C_7+ выше-кипящие, то остаток C_5+ условно разделяют на ряд отдельных фракций, рассматривая каждую такую фракцию, как компонент смеси, имеющий определенную характеристику.

I.I.6. В данном руководстве константы фазового равновесия компонентов смеси определяются в зависимости от давления схождения с учётом влияния на константы равновесия метана, азота и сероводорода группового и фракционного составов жидкой фазы.

I.I.7. Для расчёта фазового поведения газоконденсатных смесей на ЭВМ типа ЕС создан комплекс программ. Этот комплекс программ включает программы :

GIDG - подготовка данных для расчёта фазовых превращений ;

PHA1 - расчёт процесса контактной конденсации для данных значений давлений и температуры ;

BLOCA - расчёт вспомогательных сумм для решения уравнения концентраций по методу Ньютона ;

BLOCA1 - расчёт равновесного разделения газоконденсатной смеси на газовую и жидкую фазы ;

BLOCB - расчёт давления схождения и константы равновесия метана ;

BLOCC - расчёт плотности жидкой фазы и газоконденсатного фактора ;

PDR - запись констант равновесия в заданном порядке и расчёт констант равновесия фракций ;

ATLAC1 - выбор констант равновесия газ - конденсат ;

KAS - расчёт констант равновесия азота и сероводорода ;

LET - расчёт летучести метана ;

LETU - расчёт летучести чистого компонента по методу Редлиха-Квонга.

I.2. Подготовка исходных данных.

I.2.I.Состав пластового газа газоконденсатных месторождений определяется на основе термодинамических исследований скважины в процессе разведки в соответствии с методикой, изложенной в работе (5).

Исходными данными для расчёта являются : состав исходной смеси в мольных долях до компонента C_{5+} или C_{7+}, включительно; разгонка фракций C_{5+} по Энглеру или ИТК. Фракцию C_{5+} разделяют на ряд фракций, желательно не менее пяти (7) .

I.2.2. В соответствии с данными разгонки конденсата (C_{5+}) и числом фракций определяют средние температуры и плотности каждой фракции.

I,2.3. Пересчитывают объёмные доли каждой фракции в массовые доли по формуле :

$$q_i = \frac{r_i \gamma_i}{\sum_{i=1}^{k} r_i \gamma_i} \qquad (4)$$

где r_i - объёмная доля i-той фракции ;

γ_i - её удельный вес ;

q_i - массовая доля i-той фракции ;

i - порядковый номер фракции изменяется от I до k

где k - число фракций, на которые разделяется компонент C_{5+} .

I.2.4.Определяют мольную долю каждой фракции в составе компонента C_{5+} по формуле :

$$m_j = \frac{q_j M}{\mu_j} \cdot \qquad (5)$$

где m_i - мольная доля i -той фракции;

μ_i - молекулярная масса i -той фракции ;

M - кажущаяся молекулярная масса фракций C_{5+} ,которая равна :

$$M = \frac{1}{\sum_{i=1}^{k} \frac{q_i}{\mu_i}} \qquad (6)$$

I.2.5. Определяют в мольных долях содержание фракций в составе пластового газа. Для этого умножают мольную долю компонента C_{5+} на мольные доли каждой фракции.

I.2.6. Формируется состав исходной системы. При этом принимается следующая последовательность компонентов : I-й компонент - метан, 2-ой - этан, 3-й - пропан, 4-й - изобутан, 5-й - н-бутан, с 6-го до I0 компонента - условные фракции, II-й компонент - азот, I2-й - двуокись углерода, I3-й сероводород.

I.2.7. Для каждого компонента программно формируются массивы молекулярных масс, характеристических факторов, плотностей (кроме метана и этана) , температуры кипения для фракций, критических давлений и температур. С этой целью в подпрограмме номограмма Ватсона (6) заменена аналитическими зависимостями , по которым на основании данных по плотности и средней температуре кипения каждой фракции определяются молекулярная масса и характеристический фактор этих фракций. Критические температуры и давления условного компонента определяются по корреляционным зависимостям :

$$T_{кр} = 3{,}25979794 - 24{,}757093 \cdot A^{-1} - 213{,}83714974 \cdot B^{-1} - 1409{,}95898A - 2078{,}64101028 \cdot B + 632{,}684031 \cdot A^2 - 25{,}39555118 \cdot A.B + 826{,}9642545 \cdot B^2 - 149{,}62224008 \cdot A^3 + 123{,}11719101 \cdot A^2 \cdot B - 72{,}79493847 \cdot A \cdot B^2 - 121{,}766111 \cdot B^3 \quad (7)$$

$$P_{кр} = -1133{,}0545224 + 274{,}4342944 A^{-1} + 92{,}95584176 B^{-1} + 1031{,}028383 A + 275{,}3937 \cdot B - 558{,}9794067 \cdot A^2 + 10{,}897743141 A.B - 94{,}5604084 \cdot B^2 + 138{,}3396928 A^3 - 81{,}35405911 A^2.B + 60{,}97699836 A.B^2 + 0{,}380717662 B^3, \quad (8)$$

где $A = \frac{1{,}2}{\rho}$ $\qquad B = \frac{1055{,}5554}{T_К + 517{,}7777}$ (9)

$T_{кр}$ – критическая температура, ^{o}C ;

$T_К$ – температура кипения, ^{o}C ;

$P_{кр}$ – критическое давление, кгс/см^2 ;

– плотность фракции, г/см^3

Для расчёта фазовых превращений исходными данными являются также давление, температура и первое приближение давления схождения ($P_{сх} = 1{,}2\ P_{пл.}$).

I.3. Определение давления схождения .

I.3.I. При проведении расчётов фазовых превращений газоконденсатных систем в промысловых установках давление схождения определяется приближенно по составу равновесной жидкой фазы, исходя из уравнения.

$$P_{сж} = \ell M_{2+} - z , \qquad (I0)$$

где M_{2+} - среднемассовая молекулярная масса компонента C_{2+} в жидкой фазе, исключая метан, H_2S и CO_2, и азот ;

ℓ и z - коэффициенты, зависящие от температуры.

При минус 40°С < t < 40°С

$$\ell = 3 ; \quad z = 66-0,833\,t + 0,0125\,t^2 - 0,000041\,t^3 \qquad (II)$$

При 40 < t < I60° С

$$\ell = 2,96 - 0,002\,t ; \quad z = 5I-0,475\,t + 0,003\,t^2 , \qquad (I2)$$

где t - температура, °С

$$M_{C_{2+}} = \frac{\sum_{i=2}^{n-3} g_{жi} M_i}{\sum_{i=2}^{n-3} g_{жi}} \qquad (I3)$$

I.3.2. В области высоких давлений, т.е. в пластовых условиях для определения давления схождения используются составы газовой и жидкой фаз. Определяется состав смеси в состоянии близком к критическому по выражению

$$g_{iсм} = 0,5\,g_{iг} + 0,5\,g_{iж} \qquad (I4)$$

где $g_{iсм}$, $g_{iг}$, $g_{iж}$ - массовые доли i-го компонента в смеси, газовой и жидкой фазах, соответственно.

$$g_{iг} = y_i \frac{M_i}{M_г} ; \quad g_{iж} = x_i \frac{M_i}{M_ж} , \qquad (I5)$$

где M_i, $M_г$, $M_ж$ - молекулярные массы i-того компонента смеси газовой и жидкой фаз, соответственно.

Определяется среднемассовая эквивалентная молекулярная масса компонента C_{2+} (без метана, азота, H_2S и CO_2) по выражению:

$$M_{q_{C_{2+}}} = \frac{\sum_{i=2}^{n-3} q_{i_{см}} \cdot M_{экв_i}}{\sum_{i=2}^{n-2} q_{i_{см}}} , \qquad (16)$$

где $M_{экв_i}$ – эквивалентная молекулярная масса i-того компонента.

Для нормальных парафиновых углеводородов она равна их действительной молекулярной массе, а для изомеров и фракций конденсата определяется из выражения :

$$M_{экв_i} = a \cdot M_i , \qquad (17)$$

где $a = 67{,}946 - 15{,}220 \cdot \hat{K}_i + 1{,}164 \cdot \hat{K}_i^2 - 0{,}03 \hat{K}_i^3$ (18)

$\hat{K}_i$ – характеристический фактор i-того компонента.

I.4. Определение констант равновесия, углеводородных компонентов

I.4.I.Наибольшее распространение как у нас, так и за рубежом получил метод определение констант равновесия по атласу NGAA , выпущенному Американской ассоциацией газобензинового производства. Атлас содержит константы равновесия углеводородов от метана до декана включительно, а также азота и углекислоты. Константы равновесия при данном давлении схождения определяются по атласу, исходя из данного значения давления и температуры . При расчётах на ЭВМ использование графиков констант равновесия затруднительно, т.к. приходится многократно снимать с графиков значения констант и вводить их в память машины. В связи с этим номограммы атласа NGAA переведены в таблицы (5) .

Таблицы по атласу NGAA составлены в диапазоне температур от 40°С до 260°С, по давлению от 0,7 кгс/см^2 до дав-

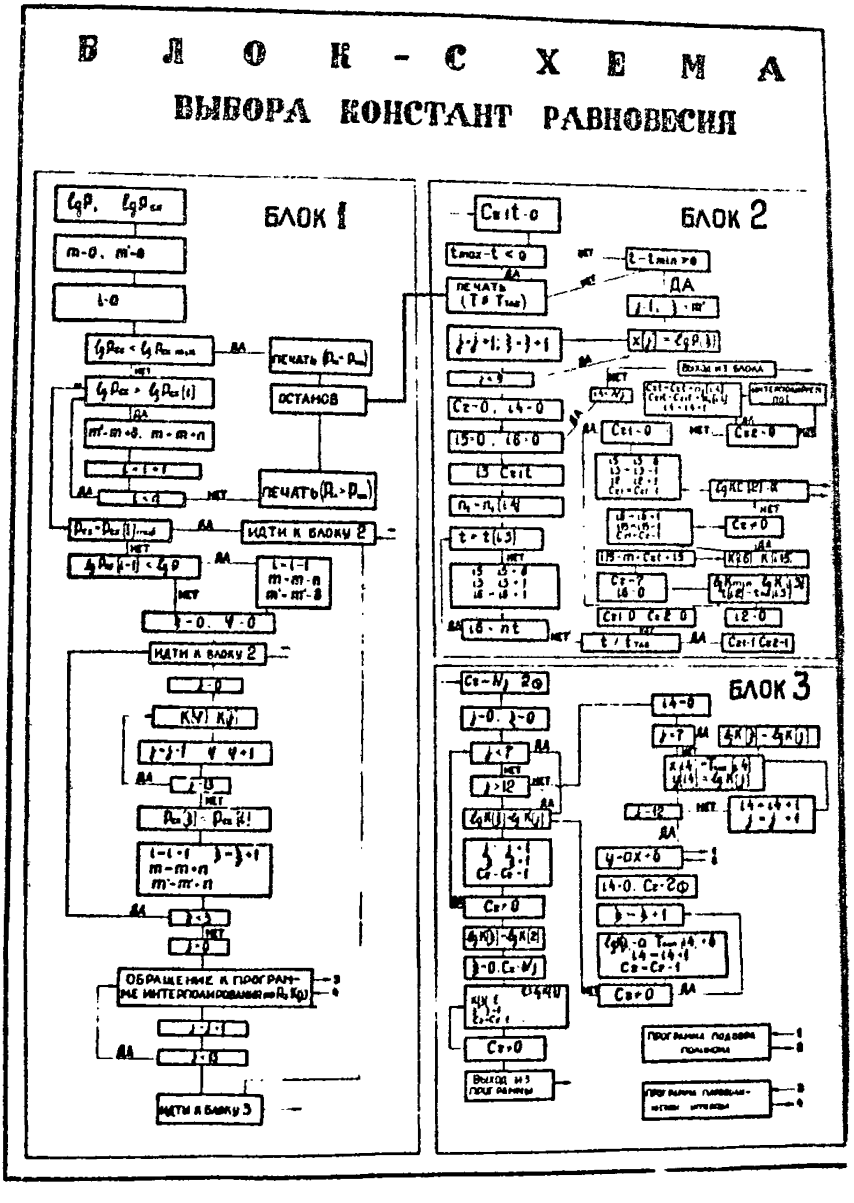
БЛОК-СХЕМА
ВЫБОРА КОНСТАНТ РАВНОВЕСИЯ
БЛОК 1
БЛОК 2
БЛОК 3
ПЕЧАТЬ
ОСТАНОВ
ДА
НЕТ
ИДТИ К БЛОКУ 2
ИДТИ К БЛОКУ 3
ВЫХОД ИЗ ПРОГРАММЫ

РИС. 1

ления схождения. Для составления таблиц на каждой кривой из графиков брались девять точек при различных давлениях и константа, равная единице, при данном давлении схождения.

В атласе NGAA номограммы составлены для давлений схождения 42, 56, 70, I40, 2I0, 280, 350, 700, I400 кгс/см^2. Расчётным путем построены номограммы для давлений схождения 400, 500, 600 кгс/см^2 , что позволяет проводить расчёты до 600 кгс/см^2. Вся информация по константам записывается на магнитный диск.

I.4.2. Исходной информацией для выбора констант равновесий является температура, давление системы и давление схождения . Если C_{5+} вышекипящие представляется в виде условных фракций, то в исходные данные необходимо добавить средние температуры кипения фракций.

I.4.3. Последовательность выбора констант равновесия в соответствии с приведенной блок-схемой (рис. I) заключается в следующем : проверяется соответствие заданного давления схождения имеющемуся интервалу табличных значений, т.е. $42 \leqslant P_{сх} \leqslant$ I400 кгс/см^2. Если не соответствует данному неравенству, то предусматривается печать. (вышли за пределы констант равновесия) и останов. Если давление схождения не совпадает с табличным, то выбираются три ближайших значения. Для каждого выбранного давления схождения производится обращение к блоку 2. В блоке 2 проверяется соответствие заданной температуры имеющемуся интервалу температур в таблицах $-40 \leqslant t \leqslant 260^{0}$C. Если температура не соответствует неравенству, то предусматривается печать .

(вышли за пределы констант равновесия) и останов. Затем производится выборка ближайших к заданному давлению четырех давлений. Для каждого компонента, начиная с метана и заканчивая деканом и азотом, выбирается нужная температура, а следовательно, и строчка в таблице.

Для данной температуры, интерполируя по давлению, определяется логарифм константы равновесия соответствующего компонента. Интерполяция по давлению и давлению схождения проводится по формуле Лагранжа :

$$f(X) = L_0(X)f_0 + L_1(X)f_1 + \ldots + L_n(X)f_n \quad , \qquad (19)$$

где

$$L_i(X) = \frac{(X - X_0)\ldots(X - X_{i-1})(X - X_{i+1})\ldots(X - X_n)}{(X_i - X_0)\ldots(X_i - X_{i-1})(X_i - X_{i+1})\ldots(X_i - X_n)} \qquad (20)$$

$$f_i = f(X_i)$$

Если температура не совпадает с табличными, то рассчитываются константы при ближайших двух значениях и линейно интерполируются по температуре.

Результатом расчёта блока 2 является логарифмы констант равновесия компонентов от метана до декана и азота для определенного давления схождения, температуры и давления.

Возвращаемся к описанию блока I. Выбрав для всех трёх ближайших табличных давлений схождения константы всех табличных компонентов, проводится параболическая интерполяция констант для всех табличных компонентов по заданному давлению схождения. Проведя операцию потентирования, можно закончить программу выбора констант.

I.4.4. В данной блок-схеме есть блок 3, который предназначен для записи констант компонентов в заданном порядке и расчёта констант фракций. Для уточнения расчётов (7) фракция C_{5+} или C_{7+} разбивается на 5 фракций в соответствии с данными по её разгонке. Выбор констант фракций производится, интерполируя по графикам с координатами температура кипения и логарифм констант равновесия компонентов от C_5 до декана включительно по средним температурам кипения каждой фракции.

В блоке 3 для расчёта констант равновесия фракций определяется полином первой степени по методу наименьших квадратов в виде

$$\lg K = aT_{кип} + b \ , \qquad (21)$$

где K – константа равновесия ;

$T_{кип}$ – температура кипения компонента .

Исходной информацией для полинома служат выбранные логарифмы констант от н-пентана до н-гексадекана и их температуры кипения. По полиному рассчитываются логарифмы констант равновесия фракций по средним температурам кипения. Пропотенцировав логарифмы констант равновесия компонентов и фракций, получат искомые значения констант равновесия.

I.5. Определение констант равновесия неуглеводородных компонентов.

I.5.I. Для неуглеводородных компонентов азота, двуокиси углерода, сероводорода константы равновесия определяются по отдельным подпрограммам.

I.5.2. Константу равновесия двуокиси углерода определяют как среднее геометрическое констант этана и метана при заданных температуре , давлении и давлении схождения .

I.5.3. Константа равновесия азота вычисляется по формуле :

$$K = \frac{Ko}{P} \cdot 10^{B \cdot P} - \left(\frac{Ko}{P} \cdot 10^{B \cdot P} \right) \cdot \left(\frac{P}{P_{cx}} \right)^{6}, \quad (22)$$

где $\lg K_0 = 3,5915 - 0,0922\theta^2 - 0,0971\theta^{-2} + \frac{147,7}{T} - 0,6441 \cdot \left(\frac{\hat{K}}{10}\right)^2$

$$\theta = \frac{T}{T_{кип}} \quad (23)$$

T - температура, ^{o}K ;

$T_{кип}$ - температура кипения, ^{o}K ;

P - летучесть азота, кгс/см^2 ;

P - давление, кгс/см^2 ;

P_{ox} - давление схождения, кгс/см^2.

Коэффициент В вычисляется в зависимости от среднемассовой молекулярной массы и температуры по таблице I путем интерполирования.

Предварительно определяются среднемассовая молекулярная масса жидкой фазы без азота, H_2S и CO_2 по формуле

$$M_{ж\text{в},C_{1+}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-3} q_{ж.} M_i}{\sum_{i=1}^{n-3} q_{жi}}, \quad (24)$$

где $q_{ж_i}$ - массовые доли i -го компонентов, входящих в состав жидкой фазы, определяемые по формуле:

$$q_{жс_i} = \frac{x_i \cdot M_i}{M_{ж}} \quad , \tag{25}$$

Температура кипения определяется по формуле :

$$T_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-3} q_{жс_i} \cdot T_{кип_i}}{\sum_{i=1}^{n-3} q_{жс_i}} \quad , \ ^{\circ}C \tag{26}$$

Характеристический фактор определяется по формуле :

$$\hat{K} = \frac{\sum_{i=1}^{n-3} q_{жс_i} \hat{K}_i}{\sum_{i=1}^{n-3} q_{жс_i}} \quad . \tag{27}$$

Определение летучести азота производится по уравнению Редлиха-Квонга.

I.5.4. Константа равновесия сероводорода определяется по формулам :

$$\lg K = \lg K_0 - 0{,}907 \lg P, \text{ если } P < 35 \text{ кгс/ см}^2 \text{ , иначе}$$

$$\lg K = (\lg K_0 - 0{,}907 \lg P) \left(1 - \frac{P}{P_{сх}}\right) \tag{28}$$

где P – давление смеси, кгс/ см^2 ;

$P_{сх}$ – давление схождения, кгс/см^2 ,

Коэффициент Генри (K_0) вычисляется по формуле :

$$\lg K_0 = 2{,}I2204 - 0{,}000495\, T_K - 0{,}0968 \frac{T}{T_K} + \frac{3230\, \hat{K}}{T^2} - \frac{I745{,}50}{\hat{K} \cdot T^2} + \frac{97{,}52}{\hat{K}^2} \tag{29}$$

Таблица I.

Коэффициент B_{N_2} в зависимости от молекулярной массы и температуры

Молекулярная масса \ Температура °С	- 40	0	40	80	I20	I60
30	-0,08289	-0,0I2204	-0,0I5888	-0,025329	-0,032236	-0,038453
40	-0,00I497	-0,003661	-0,007483	-0,0I439I	-0,022I05	-0,028805
50	0,000345	-0,000576	-0,00I727	-0,004605	-0,0I2089	-0,0I8766
60	0,00I266	0,000230	0,00II5I	-0,003454	-0,003454	-0,009210
70	0,00I842	0,00I382	0,000806	0	-0,000921	-0,002993
80	0,002I4I	0,00I727	0,00I266	0,000691	0	-0,000921
I00	0,002533	0,002072	0,00I6I2	0,00I220	0,000806	0,000460
I20	0,002579	0,002II8	0,00I68I	0,00I335	0,00I036	0,000852
I40	0,002648	0,002I87	0,00I727	0,00I382	0,00II97	0,00I036
I80	0,002809	0,002349	0,00I9II	0,00I6I2	0,00I38I	0,00I266
225	0,002994	0,002487	0,002072	0,00I842	0,00I658	0,00I497

РД-39-I-579-8I-20

где T - температура смеси, °К.

Температура кипения определяется по формуле :

$$T_к = \frac{\sum_{i=2}^{n-3} q_{жс_i} T_{к_i}}{\sum_{i=2}^{n-3} q_{жс_i}} \quad , °К \qquad (30)$$

Характеристический фактор определяется по формуле:

$$\hat{K} = \frac{\sum_{i=2}^{n-3} q_{жс_i} \cdot \hat{K}_i}{\sum_{i=2}^{n-3} q_{жс_i}} \quad . \qquad (31)$$

I.6. Определение константы равновесия метана.

I.6.I.В газоконденсатных смесях концентрация метана обычно колеблется в пределах от 70 до 95%.
Константа равновесия метана (6) вычисляется по формуле:

$$K = KI - (KI-I) \cdot \left(\frac{P}{P_{cx}}\right)^4 \quad , \qquad (32)$$

где $\ln K_I = \ln \frac{K_0}{f_0} + B \cdot P$; (33)

f_0 - летучесть метана ;
K_0 - коэффициент Генри ;
P - давление .

I.6.2. Коэффициент Генри определяется в зависимости от характеристического фактора (K) и температуры по формуле :

$$\lg K_0 = -0{,}I09II \cdot \hat{K} + \lg B_c \qquad (34)$$

где B_0 - коэффициент, зависящий от температуры, при $-50°C < t < 0$ C

$B_0 = 4470 + 36 \cdot t$, (35)

при $0^0C \leq t < 100^0C$

$B_0 = 4470 + 27,5 \cdot t - 0,125 \cdot t^2$ (36)

при $100^0C < t < 150^0C$

$B_0 = 4810 + 11,6 \cdot t$ (37)

$$\hat{K} = \frac{\sum_{i=2}^{n-3} g_{ж_i} \hat{K}_i}{\sum_{i=2}^{n-3} g_{ж_i}} , \quad (38)$$

где $g_{ж_i}$ – массовая доля i-го компонента, входящего в состав жидкой фазы ;

K_i – характеристический фактор i-го компонента.

I.6.3. Коэффициент B определяется по уравнениям :

при $-60^0C < t < 20^0C$ и $P_{сх} - K_0 < 200$

$10^5 \cdot B = -a + в (P_{сх} - K_0) - C \cdot (Pсх - K_0)^2 + 1,3333\ 10^{-5} (P_{сх} - K_0)^3$, (39)

где $a = 0,65 - 2154I7t + 0,0I25\, t^2 + 0,000I04I\, t^3$ (40)

при $-60^0C < t < 0^0C$

$B = I,767 - 0,0I8 \cdot t$;

$C = 0,008 - 0,00004t$ при $0^0C < t < 20^0C$ (4I)

$B = I,767 - 0,005\, t$; $C = 0,008$

при $20^0C < t < I40^0C$

$$10^5 \cdot B = \left[a - (P_{сх} - K_0)^2 \right] \frac{I}{2} - C. \quad (42)$$

где $a = 65200 + 90I,66 \cdot t - t^2 - 0,004I7 \cdot t^3$;

$в = 0,2t + 232$ (43)

$c = 0,05t + I75$;

при $P_{сх} - K_0 > 200$ и $40^{\circ}C < t < 100^{\circ}C$

$$10^5 \cdot B = 125 - 0{,}5 \cdot t \; ; \qquad (44)$$

при $100^{\circ}C < t < 190^{\circ}C$ $\quad B = 0{,}00175$.

I.7. Летучесть чистого компонента

I.7.I.Летучесть чистого компонента рассчитывается по методу Редлиха-Квонга:

$$\ln f = z - 1 - \ln(z - B\,p) - \frac{A^2}{B}\ln\left(1 + \frac{Bp}{z}\right) \qquad (45)$$

(46)

I.7.2.Коэффициент сжимаемости , который вычисляется из уравнения

$$z^3 - z^2 - (pB^2 + B - A^2)\cdot p - A^2 B p^2 = 0 \qquad (47)$$

$$A = \frac{0{,}6541 \cdot T_{кр}^{1{,}25}}{T^{1{,}25} \cdot P_{кр}^{0{,}5}} \qquad (48)$$

$$B = \frac{0{,}0867 \cdot T_{кр}}{T \cdot P_{кр}} \text{ , где} \qquad (49)$$

$T_{кр}$ - критическая температура , $^{\circ}K$;

T - температура, $^{\circ}K$

$P_{кр}$ - критическое давление , $кгс/см^2$

P - давление, $кгс/см^2$

f - коэффициент летучести .

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ГАЗОВОЙ И ЖИДКОЙ ФАЗ.

При проведении расчётов процессов разработки и эксплуатации газоконденсатных месторождений требуется знание свойств фаз в широком диапазоне давлений и температур, с учётом изменения состава фаз. Для определения свойств газа и конденсата имеется большой выбор номограмм, графиков и аналитических методов. Ниже приводятся математические модели свойств фаз, наиболее приемлимые для использования на ЭВМ, программы для которых приведены ниже.

2.I. Определение плотности жидкой фазы по методу Кэтца и Стендинга

2.I.I. Плотность жидкой фазы определяют по графоаналитическому методу Кэтца и Стендинга (2), переведенному в аналитическую форму (8).

Плотность жидкой фазы определяют следующим образом:

2.I.2. Определяют кажущуюся плотность этана по приближенным формулам, полученным путем обработки графического материала:

при $\gamma_{C_2} = 0{,}05$

$$d_{C_2} = 0{,}3205\, d_{C_{3+}} + 0{,}2436 \qquad (50)$$

при $\gamma_{C_2} > 0{,}05$

$$d_{C_2} = \frac{0{,}3124 - 0{,}3638\ \gamma_{C_2} + 0{,}1151\left(\gamma_{C_2}\right)^2}{\left(\gamma_{C_3} - 0{,}3605\right) - I} - \frac{0{,}0667\left(\gamma_{C_2}\right)^3 + 0{,}3591}{\left(d_{C_3} - 0{,}3605\right) - I} \qquad (51)$$

где d_{C_3} – плотность жидкой фазы без этана и метана при t = I5,5°С и Р = 760 мм рт. ст.,

q_{C_2} – массовая доля этана.

Величины $d_{C_{3+}}$, q_{C_2} определяются из формул :

$$d_{C_{3+}} = \frac{\sum_{i=3}^{n} x_i \cdot M_i}{\sum_{i=3}^{n} \frac{x_i \cdot M_i}{d_i}}, \qquad (52)$$

$$q_{C_2} = \frac{x_2 \cdot M_2}{\sum_{i=2}^{n} x_i M_i} \qquad (53)$$

2.I.3.Определяют кажущуюся плотность метана по формулам, полученным путем обработки графического материала :

$$d_{C_1} = (0{,}4549 - 0{,}5203 q_{C_1} - 0{,}8401 q_{C_1}^2) \quad C_{2+} \qquad (54)$$

где d_{C_2} – плотность жидкой фазы без метана при t =I5,5°С и Р = 760 мм рт.ст., q_{C_1} – массовая доля метана в жидкой фазе.

Величины $d_{C_{2+}}$ и q_{C_1} определяется по формулам :

$$d_{C_{2+}} = \frac{\sum_{i=2}^{n} x_i \cdot M_i}{\sum_{i=2}^{n} \frac{x_i \cdot M_i}{d_i}}, \qquad (55)$$

$$q_{C_1} = \frac{x_i \cdot M_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot M_i} \qquad (56)$$

2.I.4.Определяют плотность жидкой фазы при t =I5,5°С и Р = 760 мм рт.ст. по формуле :

$$d_H = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i M_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{x_i M_i}{d_i}} \qquad (57)$$

2.I.5. Вводят поправки на давление и температуру по приближенным формулам, полученным путём математической обработки графических зависимостей :

$$d_{p,t} = d_н + \frac{b'}{10^{a'} \cdot d_н} = \frac{1}{a_1 (d_н + \frac{b'}{10^{a'} d_н}) - b_1} \quad (58)$$

где $a' = I,9I+2,442 \cdot I0_p^{-3} - I,6I9 \cdot I0^{-5} P^2 + 0,2398 \cdot I0^{-7} P^3$

$B' = 0,0I+3,058 \cdot I0^{-3} P - 0,5058 \cdot I0^{-5} P^2$ (59)

Коэффициенты a_I и b_I определяются при 60°С по формулам:

$a_I = (0,00536 + 0,000I44\ t)^{-I}$

$b_I = 28,I - 0,04864\ t$, (60)

а при $I5,5 \leqslant t < 60$°С по формуле :

$a_I = I4I7,77 - 75,49\ t + I,42I5\ t^2 - 0,008957\ t^3$

$b_I = 560,I7 - 33,328\ t + 0,6839\ t^2 - 0,004618\ t^3$ (6I)

2.2. Коэффициент сжимаемости.

2.2.I. Для расчёта коэффициента сжимаемости были подобраны зависимости в виде аппроксимирующих полиномов, обработав по методу наименьших квадратов данные, взятые из корреляционных графиков.

2.2.2. Вся область применения ($0,2 \leqslant P_{пр} < I5$) разбита на 4 области :

при $0,2 \leqslant P_{пр} \leqslant 2$

$z = a_I + a_2 \cdot P_{пр}$, где (62)

$a_I = 0,974 + 0,017963 \cdot T_{пр} - 0,00337 \cdot T_{пр}^2$

$a_2 = -0,741181 + 0,659635 \cdot T_{пр} - 0,150287 \cdot T_{пр}^2$

при $2 < P_{пр} \leqslant 5$

$$Z = a_I + a_2 \cdot P_{пр} + a_3 \cdot P_{пр}^2 \text{ , где} \qquad (63)$$

$a_I = 1,040245 - 0,009676 \cdot T_{пр}$

$a_2 = -1,016438 + 0,869453 \cdot T_{пр} - 0,19257 \cdot T_{пр}^2$

$a_3 = 0,163021 - 0,145936 \cdot T_{пр} + 0,33936 \cdot T^2_{пр}$

при $5 < P_{пр} \leqslant 8$

$$Z = a_I + a_2 \cdot P_{пр} \qquad (64)$$

где $a_I = -1,99986 + 2,4575007 \cdot T_{пр} - 0,533217 \cdot T_{пр}^2$

$a_2 = 0,340529 - 0,281075 \cdot T_{пр} + 0,063898 \cdot T_{пр}^2$

при $8 < P_{пр} \leqslant 15$

$$Z = a_I + a_2 \cdot P_{пр} \qquad (65)$$

где $a_I = 1-0,175239\ T_{пр}^2 + 1,089419\ T_{пр} - 0,819250$,

$a_2 = 0,023039\ T_{пр}^2 - 0,1326767\ T_{пр} + 0,6219522$, и

Z – коэффициент сжимаемости ;

$P_{пр}$, $T_{пр}$ – приведенные давления и температура.

2.2.3. Приведенные давления , температура находятся по формулам :

$$P_{пр} = \frac{P}{P_{кр}} ; \quad T_{пр} = \frac{t + 273,15}{T_{кр}} \qquad (66)$$

где $P_{кр}$, $T_{кр}$ - псевдокритическое давление и температура, определяемые по правилу Кея:

$$P_{кр} = \sum_{i}^{n} P_{кр}[i] \cdot y[i] , \qquad (67)$$

$$T_{кр} = \sum_{i}^{n} T_{кр}[i] \cdot y[i] , \qquad (68)$$

где y_i - мольная доля i-го компонента;

$P_{кр}[i]$, $T_{кр}[i]$ - критические давления и температура i-го компонента;

t - температура, ^{o}C.

2.3. Плотность газовой и жидкой фаз.

2.3.I. Плотности газовой и жидкой фаз нефтегазоконденсатных систем по их составу, давлению и температуре рассчитываются по методам, основанным по использовании того или иного вида уравнения состояния. При этом расчёт плотности фаз проводится через мольные объёмы и молекулярные массы фаз по формулам:

$$\rho_г = \frac{M_г}{V_г} , \quad \rho_{ж} = \frac{M_{ж}}{V_{ж}} \qquad (69)$$

где $V_г$, $V_{ж}$ - объёмы одного моля смеси газовой и жидкой фаз;

$M_г$, $M_{ж}$ - молекулярные массы газовой и жидкой фаз.

2.3.2. Молекулярные массы газовой и жидкой фаз рассчитываются по правилу аддитивности через их мольные доли и молекулярные массы входящих в них компонентов:

$$M_z = \sum_{i=1}^{n} M_i y_i \qquad (70)$$

$$M_{ж} = \sum_{i=1}^{n} M_i x_i \qquad (7I)$$

где n - число компонентов;

M_i - их мольные веса ;

x_i, y_i - мольные составы фаз.

2.3.3. Суммирование в (70) и (7I) может производиться как с учётом разделения C_{7+} на составные фракции с молекулярными массами, устанавливаемыми по результатам разгонки по ИТК , так по молекулярной массе C_{7+}. В последнем случае рекомендуется пользоваться экспериментально определяемым $M_{C_{7+}}$. Очевидно, что точность расчёта M_g и $M_ж$ по (70) и (7I) в значительной степени определяется точностью установления молекулярных масс фракций или группы C_{7+}.

2.3.4. Молекулярный объём многокомпонентной смеси в газовой фазе рассчитывается по уравнению Редлиха-Квонга :

$$\left(P + \frac{a_m}{T^{0,5} V_z (V_z + b_m)}\right)(V_z - b_m) = RT \,, \qquad (72)$$

где V_z - объём одного моля газа, $см^3$/ г. моль ;

R = 82,0567 $см^3$ кгс/см K^0 моль - универсальная газовая постоянная ;

P - давление , $кгс/см^2$

T - температура, ^0K

$$a_m^{0,5} = \sum_{i=1}^{n} a_i^{0,5} y_i \,, \quad b_m = \sum_{i=1}^{n} y_i b_i \qquad (73)$$

$$a_i = \frac{0,4278 R^2 \cdot T_{кр_i}^{2,5}}{P_{кр_i}} \qquad (74)$$

$$b_i = \frac{0,0867 \cdot R \cdot T_{кр_i}}{P_{кр_i}} \qquad (75)$$

$P_{кр_i}$ $T_{кр_i}$ – критические давление и температура i-его компонента в кгс/см^2 и ^{0}К соответственно.

Значение $P_{кр}$ и $T_{кр}$ рассчитывается по формулам, приведенным в разделе 2.2.

Из трех возможных значений корней (72) для V_i выбирается максимальное.

2.3.5. Мольный объём жидкой фазы рассчитывается по методике Алани и Кеннеди (I8). Она основана на определении моля смеси по преобразованному уравнению Ван-дер-Ваальса

$$V_{ж}^3 - \left(\frac{RT}{P} + b_{ж}\right) V_{ж}^2 + \frac{a_{ж}}{P} \cdot V_{ж} - \frac{a_{ж} \cdot b_{ж}}{P} = 0 \qquad (76)$$

где $V_{ж}$ – объём одного моля смеси в см^3/г.моль

$$a_{ж} = \left(\sum_{i=1}^{n-1} a_i X_i + a_{C_7} + X_{C_{7+}}\right) 265{,}0681$$

$$b_{ж} = \left(\sum_{i=1}^{n-1} b_i X_i + b_{C_7} + X_{C_{7+}}\right) \cdot 62{,}422 \qquad (77)$$

$$a_i = K_i e^{N_i/T} \quad , \quad b_i = m_i T + C_i \qquad (78)$$

Экспериментально установленные значения коэффициентов K_i , C_i , N_i , m_i для индивидуальных компонентов приведены в табл. 2.

Значение $a_{C_{7+}}$ и $b_{C_{7+}}$ определяются по соотношениям:

$$a_{C_7} = \exp\left(3{,}8405985 \cdot I0^{-3} M_{C_{7+}} - 9{,}5638288I \cdot I0^{-4} \cdot M_{C_{7+}} / \rho_{C_{7+}} + I{,}45449 \cdot I0^{-2}/T + 7{,}3I0446 \cdot I0^{-6} M_{C_{7+}} + I0{,}753517\right) \qquad (79)$$

$$b_{C_7} = 3{,}4992740 \cdot I0^{-2} M_{C_{7+}} - 7{,}2725403 \cdot \rho_{C_{7+}} + 4{,}0I83II \cdot I0^{-4} \cdot T - I{,}6322572 \cdot I0^{-2} \cdot M_{C_{7+}} / \rho_{C_{7+}} + 6{,}2256545 \qquad (80)$$

где $\rho_{C_{7+}}$ – плотность фракций гептан + высшее при нормальных условиях.

Из трех возможных действительных значений корней уравнения (72) в качестве мольного объёма жидкой фазы углеводородной смеси выбирают минимальное значение.

2.4. Вязкость газа

2.4.I.Вязкость газовой фазы, определяется её составом, давлением и температурой, рассчитывается по методике Ли-Гонсалеса-Ыкина (I6) , основанной на корреляционной зависимости между температурой, плотностью и вязкостью. Эта зависимость применима для пределов содержания метана в смеси от 36% до 98%, давление и температура соответственно от 70 до 560 кг/см^2 и от 38^{0}С до I7I^{0}С.

2.4.2. Вязкость газовой смеси по этому методу определяется из уравнения :

$$\mu_2 = \mu_{2,0}\, \exp\left[\chi(T)\rho_2^{f(T)}\right] \qquad (8I)$$

где μ_2 - вязкость газа в спз.

$$\mu_{2,0} = \frac{(94+0{,}02\,M_2)\cdot(I{,}8\,T)^{1{,}5}\cdot 0{,}000I}{209 + I9\,M_2 + I{,}8\,T} \qquad (82)$$

вязкость газа при P=I кгс/см^2 и данной температуре в спз,

$$\chi(T) = 3{,}5 + \frac{986}{I{,}8\,T} + 0{,}0I\,M_2 \qquad (83)$$

ρ_2 - плотность газа в г/см^3, рассчитываемая по уравнению (69) и (72)

Таблица 2

№№ пп	Название компонентов	Эмпирические постоянные			
		K_i	N_i	$m_i \cdot 10^4$	C_i
I.	Сероводород	I3200	0	32,220	0,3945
2.	Азот	4300	I,2738	8,082	0,3853
3.	Двуокись углерода	8I65	70	3,2724	0,3872
4.	Метан	9I60,64I3	34,385I	5,969I	0,5087
5.	Этан	46709,573	-224,7I57	9,2737	0,5224
6.	Пропан	20247,757	I05,69I2	3,8854	0,9083
7.	Н.бутан	33OI6,2I2	8I,I969	5,2236	I,I
8.	Н.пентан	37046,234	I66,4590	3,95I9	I,4364
9.	Н.гексан	52093	I4I,4227	6,6538	I,5929
I0.	Н.гептан	82295,457	35,7666	9,4640	I,73
II.	Н.октан	89I85,432	82,9944	I0,78I6	I,93I
I2.	Н.нонан	I24062,65	2I,0650	I2,II4	2,I52
I3.	Н.декан	I46643,83	I4,7355	I4,I408	2,333

РД-39-I-579-8I-32

$$\xi(T) = 2{,}4 - 0{,}2\,\mathcal{H}\ (T) \qquad (84)$$

M_2 рассчитывается по уравнению (70).

2.5. Вязкость конденсата.

2.5.I. Вязкость конденсата жидких фаз в зависимости от их состава, давления и температуры рассчитываются по методике Лоренца с соавторами [I7], основанной на предложении однозначной зависимости между " остаточной вязкостью" (М-Мо), жидкости и её приведенной плотностью ($\rho_{пр}$) :

$$\left[\left(M_{ж} - M_{жо}\right)\xi + I0^{-4}\right]^{1/4} = 0{,}I023 + 0{,}023364\ \rho_{пр} + 0{,}058533\ \rho_{пр}^{2} - 0{,}040758\ \rho_{пр}^{3} + 0{,}0093324\ \rho_{пр}^{4}, \qquad (85)$$

где $M_{ж}$ - вязкость жидкости в спз ;

$M_{ж,о}$ определяется по формуле

$$M_{ж,о} = \frac{\sum_{i=1}^{n} M_{oi} X_i \sqrt{M_i}}{\sum_{i=1}^{n} X_i \sqrt{M_i}} \qquad (86)$$

где X_i , M_i - мольные доли и молекулярные веса компонентов,

M_{oi} - вязкости компонентов при атмосферном давлении,

2.5.2. Параметр вязкости (ξ) и приведенная плотность жидкой фазы ($\rho_{пр}$) рассчитывается по соотношениям: (87)

$$\xi = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n} X_i T_{кpi}\right]^{1/6}}{\left[\sum_{i=1}^{n} X_i M_i\right]^{1/2}\left[\sum_{i=1}^{n} X_i P_{кpi}\right]^{2/3}} \qquad (88)$$

$$\rho_{пр} = \frac{\rho}{\rho_{пк}}\ , \quad \rho_{пк} = \frac{M_{ж}}{\sum_{i=1}^{n-1} X_i V_{кi} + X_{C7+}}\ , \qquad (89)$$

где ρ - плотность жидкой фазы в г/см^3.

2.5.3. Критические давления и температуры рассчитываются по изложенным выше методам. Критический объём C_{7+} рассчитывается по соотношению

$$V_{кр}C_{7+} = 2I,573 + 0,0I5I22 \cdot M C_{7+} - 27,656\ \rho\ C_{7+} + 0,070615 \cdot M C_{7+} \cdot \rho\ C_{7+} \qquad (90)$$

где $\rho\ C_{7+}$ и $M\ C_{7+}$ – плотность и молекулярный вес группы C_{7+}, определяемые экспериментально или устанавливаемые, с использованием её разгонки по ИТК.

2.6. Коэффициент удельной теплоёмкости природного газа

2.6.I.Зная приведенную температуру, приведенное давление и молекулярный вес газа, можно определить коэффициент удельной теплоёмкости природного газа. Он вычисляется по формуле:

$$C_p = (0,22 \cdot M - I,43) \cdot T_{пр} + 6 + \quad C_p \ , \qquad (9I)$$

где M – молекулярный вес газа,

$T_{пр} = \frac{T}{T_{кр}}$ – приведенная температура

$$\Delta Cp = в \cdot P_{пр}^{n} \cdot C^{а \cdot \rho \cdot пр} \ , \qquad (92)$$

где $а = -3,44 \cdot Tпр^2 + I0,37 \cdot Tпр - 906$,

$в = -58,4\ Tпр^2 - I83,8\ Tпр + I46,I$, (93)

$n = -I0,88\ T^2 пр - 32,45 \cdot Tпр + 26,5$

$Рпр = \frac{P}{Ркр}$ – приведенное давление .

Погрешность вычисления не превышает 2%.Пределы применения I кгс/см^2 $< P <$ 450 кгс/см^2 220^0К $< T < 330^0$ К.

Размерность значения C_p, рассчитанного по этой формуле ккал/к моль, град.

2.6.2. Для пересчёта C_p в единицах ккал/кг. град .необходимо значение C_p разделить на молекулярный вес М.

2.7. Влагосодержание природного газа.

2.7.I.Содержание влаги в природном газе зависит от давления, температуры, удельного веса и минерализации воды, находящейся в контакте с газом.

2.7.2. Изменение содержания влаги в газе от вышеуказанных параметров учитывается формулой (4)

$$B_д = \left(\frac{A}{P} + B\right) \cdot K_I \cdot K_2 \quad . \qquad (94)$$

где $B_д$ - влагосодержание газа при 760 мм рт.ст. и 20°С

$\frac{кг}{тыс.н.м^3 газа}$ или $\frac{г}{м^3}$.

Р - давление газа, кг/ $см^2$;

А,В- коэффициенты, зависящие от температуры газа ;

K_I- поправочный коэффициент, зависящий от состава газа (плотности) ;

K_2-поправочный коэффициент на содёность воды, находящейся в контакте с газом.

2.7.3.Для коэффициентов А и В подобраны зависимости по методу наименьших квадратов.

при $-40 \leqslant t < 40^0$ С

$$A = 4{,}6807848 \quad \exp\,(0{,}0737433\,t - 0{,}00030673912\,t^2) \qquad (95)$$

$$B = 0{,}0418124 \quad \exp\,(0{,}05370327t - 0{,}0001986604I\,t^2) \qquad (96)$$

при $40 \leq t < 130^{\circ}C$

$$A = 5{,}8498076 \quad \exp\,(0{,}0620686t - 0{,}00013096345\,t^2) \qquad (97)$$

при $40 \leq t < 90^{\circ}C$

$$B = 0{,}0377424 \quad \exp\,(0{,}055042799t - 0{,}00016553793\,t^2) \qquad (98)$$

при $90 \leq t < 130^{\circ}C$

$$B = 0{,}0652293 \quad \exp\,(0{,}032637894\,t) \qquad (99)$$

2.7.4. Поправочные коэффициенты K_I и K_2 из уравнения хорошо аппроксимируются полиномами следующего вида :

$$K_I = 0{,}I \cdot I0^{-6} t^2 - 0{,}II \cdot I0^{-2} \cdot t\gamma - 0{,}079\gamma^2 + 0{,}00073t + 0{,}I56\gamma + 0{,}927\,, \qquad (I00)$$

$$K_2 = I - 0{,}00225\Delta, \qquad (I0I)$$

где γ - относительная плотность газа по воздуху ,

Δ - солёность воды, мг/л.

Максимальная относительная ошибка в интервале изменения температуры газа от - 40 до $I30^{\circ}$ не превышает 5%.

БЛОК-СХЕМА РАСЧЕТА ИЗОТЕРМ КОНДЕНСАЦИИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СМЕСЕЙ

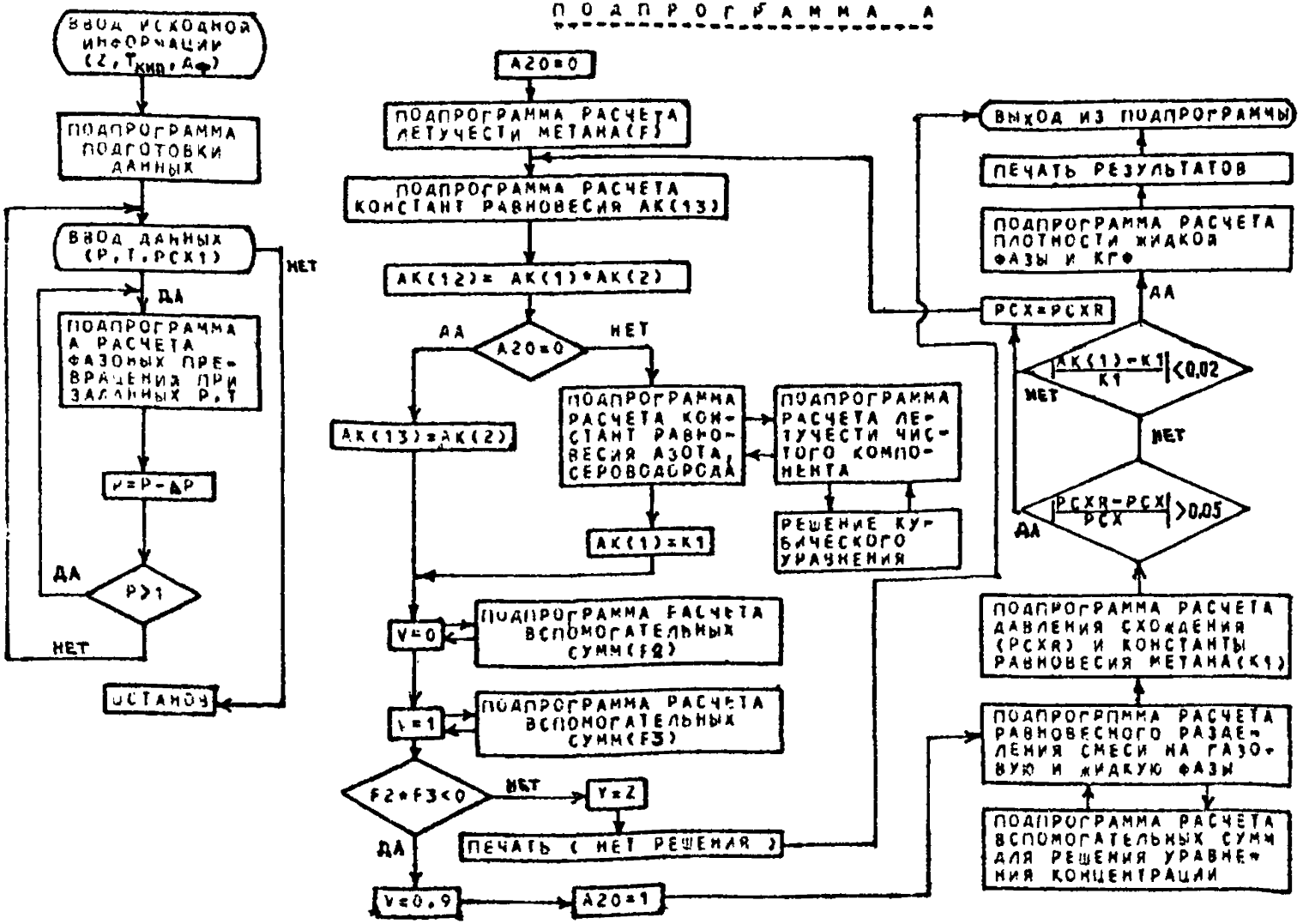

рис. 2

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЁТА ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ КОНДЕНСАЦИИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СМЕСЕЙ.

3.I. В соответствии с вышеизложенной методикой выбора констант равновесия и давления схождения расчёт фазовых равновесий газоконденсатных смесей заключается в следующем:

После приёма исходной информации и обращения к подпрограмме " Подготовки данных " расчёт проводится в соответствии с блок-схемой (рис. 2) в следующем порядке :

3.I.I.Определяют в соответствии с заданными давлением и температурой, давлением схождения константы равновесия всех компонентов в смеси. На первом шаге, пользуясь только программой " POR" , для углеводородных компонентов и азота, константы равновесия для CO_2 берут из атласа NGAA , а для константы H_2S приравнивают к константе этана.
При втором и последующих шагах по уточнённому давлению схождения выбирают константы равновесия из программы " POR" для углеводородных компонентов, константы равновесия метана,азота, сероводорода берутся расчётными из подпрограмм "BLOCB ", " KAS ", константу равновесия двуокиси углерода берется как средне- квадратичная констант метана и этана.

3.I.2. По уравнениям (I- 3) рассчитывают составы равновесных газовой и жидкой фаз и их количественное соотношение.

Расчёт проводится методом последовательных приближений, используя метод деления отрезка пополам и метод Ньютона.

3.I.3. Определяют давление схождения в соответствии с описанной выше методикой по уравнениям (I0-I8).

3.I.4. Рассчитывают летучесть метана по программе "LET"

3.I.5. Рассчитывают константу равновесия метана по формулам (32-44) .

3.I.6. Если расхождения в значениях давлений схождений и константы равновесия метана больше заданного % отклонение, то расчёт повторяется, исходя из последних значений $P_{сх}$, K_{cI} составов газовой и жидких фаз. Расчёт ведут до тех пор пока расхождение не будет меньше заданной погрешности.

3.I.7. Определяют плотность жидкой по методу Катца и Стендинга по формулам (50-6I) .

3.I.8. На основании результатов расчёта равновесного разделения исходной смеси на газовую и жидкую фазы при заданных P и T определяется конденсатный фактор в г/м^3 или см^3/м^3 по формулам :

$$q = \frac{L \sum_{i=1}^{n} X_i \mu_i}{0{,}02404\ (I-L)} \text{ , г/м}^3 \qquad (I02)$$

или $$q_1 = \frac{q}{d_{P,t}} \text{ , см}^3\text{/ м}^3 \qquad (I03)$$

где L - мольная доля жидкой фазы ;

$d_{P,t}$ - плотность жидкой фазы при давлении P и температуре t , г/см^3 .

3.I.9. Выход стабильного конденсата (C_{5+}) определяют по формуле :

$$q_{C_{5+}} = q = \sum_{i=6}^{n-3} q_{ж_i} \text{ , г/м}^3 \qquad (I04)$$

3.I.I0.Содержание C_{5+} в газовой фазе в г/м^3 определяют по формуле :

$$q^{г}_{C_{5+}} = \frac{\sum_{i=6}^{n-3} y_i M_i}{0{,}02404\ (I - \sum_{i=6}^{n-3} y_i)} \qquad (I05)$$

3.I.II.Молекулярная масса C_{5+} в газовой и жидкой фазах находятся по выражениям :

$$M^{г}_{C_{5+}} = \frac{\sum_{i=6}^{n-3} y_i M_i}{\sum_{i=6}^{n-3} y_i} \qquad (I06)$$

$$M^{ж}_{C_{5+}} = \frac{\sum_{i=6}^{n-3} x_i M_i}{\sum_{i=6}^{n-3} x_i} \qquad (I07)$$

3.I.I2.Фракционный состав C_{5+} в газовой и жидкой фазах в массовых %% находится по формулам :

$$\varphi^{г}_1 = \frac{g^{г}_{ф_1}}{\sum_{i=6}^{n-3} g_{г_i}} 100\ ; \varphi^{г}_2 = \frac{g^{г}_{ф_2}}{\sum_{i=6}^{n-3} g_{г_i}} 100\ , \ \ldots \varphi^{г}_{\ell} = \frac{g^{г}_{ф\ell}}{\sum_{i=6}^{n-3} g_{г_i}} 100 \qquad (I08)$$

$$\varphi^{ж}_1 = \frac{g^{ж}_{ф_1}}{\sum_{i=6}^{n-3} g_{ж_i}} 100\ ; \varphi^{ж}_2 = \frac{g^{ж}_{ф_2}}{\sum_{i=6}^{n-3} g_{ж_i}} 100\ , \ \ldots \varphi^{ж}_{\ell} = \frac{g^{ж}_{ф\ell}}{\sum_{i=6}^{n-3} g_{ж_i}} 100 \qquad (I09)$$

где ℓ - число фракций, на которое разбивают компонент C_{5+}

3.I.I3.Для рассчитанных составов газовой и жидкой фаз определяем свойства этих фаз коэффициент сжимаемости, плотность, вязкость, влагосодержание, теплоёмкость газа.

На 3.I.8. или 3.I.I3. заканчивается расчёт фазовых превращений газоконденсатной смеси при заданных Р и Т, которые проводятся в программе РНАI. Эта подпрограмма используется в программах расчёта изотерм конденсации, дегазации конденсата, дифференциальной конденсации и закачке газа в пласт и других процессах.

Расчёты этих процессов отличаются от вышерассмотренных исходными уравнениями концентраций или принятыми технологическими схемами.

4. Расчет контактного разделения в трехфазной системе газ-углеводородная жидкость-пластовая вода.

4.I. Основные положения.

4.I.I. Если в составе пластового газа содержатся значительные количества сероводорода и углекислого газа, которые хорошо растворимы не только в углеводородном конденсате, но и в пластовой воде, то расчеты фазовых превращений следует проводить с учетом водной фазы.

4.I.2. Уравнения концентрации для случая трехфазной системы газ-углеводородная жидкость-пластовая вода [I3] запишутся в виде:

$$\sum_{i=1}^{n} y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i^{(y)} = \frac{x_i\left(K_i^{(y)} - 1\right)}{K_i^{(y)}\left[V + \frac{(1-V)C}{K_i^{(y)}} + \frac{(1-V)(1-C)}{K_i^{(b)}}\right]} = 0 \qquad (II0)$$

$$\sum_{i=1}^{n} y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i^{(b)} = \frac{x_i\left(K_i^{(b)} - 1\right)}{K_i^{(b)}\left[V + \frac{(1-V)C}{K_i^{(y)}} + \frac{(1-V)(1-C)}{K_i^{(b)}}\right]} = 0 \qquad (III)$$

где $C = \frac{\chi^{(y)}}{\chi^{(y)} + \chi^{(b)}}$; $K_i^{(y)} = \frac{y_i}{x_i^{(y)}}$; $K_i^{(b)} = \frac{y_i}{x_i^{(b)}}$ (II2)

4.I.3. Для решения этой системы должны быть известны константы фазового равновесия в системах газ-углеводородная жидкость $K_i^{(y)}$ и газ-пластовая вода $K_i^{(b)}$.

Константы фазового равновесия в системе газ-углеводородная жидкость определяются из расчета фазовых превращений в соответствии с алгоритмом, описанным в разделе 2. Константы фазового равновесия в системе газ-пластовая вода определяются по работе [I4] в соответствии с термодинамическими параметрами P и t, при которых производится расчет, и с учетом минерализации пластовой воды.

4.2. Подготовка исходных данных

4.2.I. Константы фазового равновесия в системе газ-вода для углеводородов от метана до н-бутана включительно, азота, углекислого газа, сероводорода определяются по подпрограмме "KONSTB" автоматизированного выбора констант равновесия газ-вода по данным, приведенным в работе /I4/, для пентана и вышекипящих константы принимаются постоянными и равными I0000.

4.2.2. Вычисляются константы фазового равновесия в минерализованной воде

$$K_i^* = K_i^{(в)} \cdot 10^{R_i \cdot n}, \qquad (II3)$$

где n – концентрация соли в пластовой воде, г-экв/л;

R_i – коэффициент Сеченова.

Коэффициенты Сеченова определяются по подпрограмме "KOEFS" Для коэффициентов Сеченова компонентов азота, углекислого газа, метана, этана, пропана и н-бутана подобраны полиномы по данным, приведенным в работе /I4 /. Для сероводорода коэффициент Сеченова вычисляется по формуле

$$R_{H_2S'} = \left(\lg \frac{C_{H_2S'}}{C^*_{H_2S'}} + \lg \frac{(1 - q/100) \cdot d^*}{d}\right) / n \qquad (II4)$$

Отношения растворимостей сероводорода в пресной и минерализованной воде $\frac{C_{H_2S}}{C^*_{H_2S}}$ берется по рис. 3, приведенному в работе /I5/.

Значение q вычисляется по формуле

$$q = \frac{Q}{10 \cdot d^*}, \qquad (II5)$$

где Q – масса солей в I л, г;

d^* – плотность водного раствора солей, г/см^3.

4.2.3. Константа равновесия воды в системе газ-пластовая вода определяется по формуле:

$$K^{в}_{(в)} = B_\Lambda \cdot 0{,}00134, \qquad (II6)$$

где B_Λ – определяется в соответствии с разделом 2.7.

4.2.4. Константа равновесия воды в системе газ-углеводородная жидкость равняется постоянной величине $K_i^{(в)} = 10000$

4.2.5. Рассчитывают фазовые превращения в системе газ-углеводородная жидкость в соответствии с описанным в разделе 2 алгоритмом расчета. В качестве исходных задается состав системы (раздел 3.2) и термодинамические параметры (давление P и температура t) при которых происходит разделение смеси.

Из расчета фазового равновесия при заданных P и t определяют состав газовой фазы y_i и константы равновесия в системе газ-углеводородная жидкость $K_i^{(н)}$, а также плотности и молекулярные массы углеводородной жидкости и газовой фазы: $\rho^{(н)} M^{(н)}$, $\rho^{(г)} M^{(г)}$ соответственно.

4.2.6. Вычисляют количество молей газа, углеводородной жидкости и пластовой воды. Для этого в качестве исходной информации должны быть заданы объемы газа Γ, углеводородной жидкости y и пластовой воды B в единице объема

$$\Gamma + y + B = 1$$

$$m^{(г)} = \frac{\Gamma \rho^{(г)}}{M^{(г)}} \quad ; \quad m^{(н)} = \frac{y \rho^{(н)}}{M^{(н)}} \quad ; \quad m^{(в)} = \frac{B \rho^{(в)}}{M^{(в)}} \qquad (II7)$$

4.2.7. Определяют мольные доли газовой и жидких фаз в системе, принимая, что

$$S = m^{(г)} + m^{(н)} + m^{(в)}$$

$$V = \frac{m^{(г)}}{S} \quad ; \quad L^{(н)} = \frac{m^{(н)}}{S} \quad ; \quad L^{(в)} = \frac{m^{(в)}}{S} \qquad (II8)$$

4.2.8. Определяют мольную концентрацию i-го компонента в системе:

$$z_i = y_i V + \frac{y_i}{K_i^{(н)}} L^{(н)} + \frac{y_i}{K_i^{(в)}} L^{(в)} \qquad (II9)$$

4.3. Расчет фазовых превращений в системе газ-углеводородная жидкость-пластовая вода.

4.3.I. В соответствии с рассчитанным исходным составом проводят расчет по уравнениям (II0) и (III), задаваясь в I приближении

$$C = \frac{L^{(3)}}{L^{(1)} + L^{(2)}};$$

Расчет производят методом Ньютона, методом хорд или деления отрезка пополам. В результате расчета определяют уточненные значения C и V .

4.3.2. Находят мольные доли углеводородной жидкости и пластовой воды

$$L^{(1)} = (1-V)C \qquad (I20)$$

$$L^{(2)} = (1-V)(1-C) \qquad (I2I)$$

4.3.3. Определяют мольную концентрацию i -го компонента y_i в газовой фазе, в углеводородной жидкости $x_i^{(1)}$ и $x_i^{(2)}$, пластовой воде из (II2) и (II9)

$$y_i = \frac{z_0}{V + \frac{(1-V)C}{K^{(1)}} + \frac{(1-V)(1-C)}{K^{(2)}}}$$

$$x_i^{(1)} = \frac{y_i}{K_i^{(1)}}$$

$$x_i^{(2)} = \frac{y_i}{K_i^{(2)}}$$

4.3.4. Если производится расчет контактного разделения, т.е. при неизменном исходном составе смеси, но переменных термодинамических параметрах, давлении и температуры, то в качестве исходного используют состав, рассчитанный в соответствии п.4.2.6.

Константы фазового равновесия $K_i^{(1)}$ определяются из расчета контактного разделения исходной углеводородной системы

(п.4.2.3.) в соответствии с новыми заданными термодинамическими параметрами (P и t). Константы фазового равновесия в системе газ-вода определяются в соответствии с п.4.2.2. при заданных P и t .

Расчет производят в соответствии с п.4.3.I. задаваясь в I приближении значением С, полученным из предыдущего расчета.

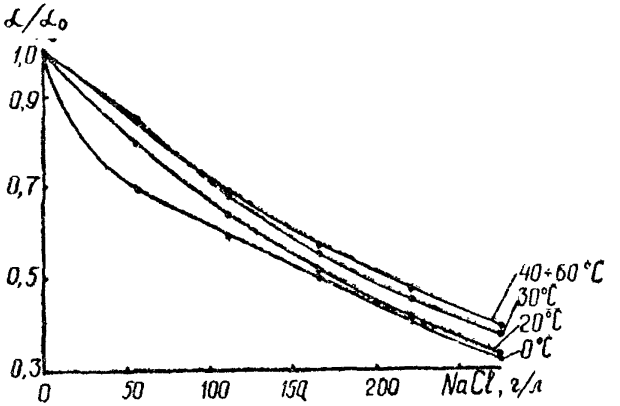

Рис.3 Отношение коэффициента растворимости сероводорода в водном растворе к коэффициенту растворимости его в дистиллированной воде

Литература

I. Амикс Д., Басс Д. , Уайтинг Р.
Физика нефтяного пласта , М. Гостоптехиздат, 1962.

2. Арнольди И.М., Богданович С.Я. Полуэмпирические зависимости для расчёта коэффициентов вязкости удельной теплоёмкости, теплопроводности природного газа, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений . Реф.сб. ВНИИЭГазпрома, 1978, № 5 .

3. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. М., " Недра", 1980 .

4. Нам Н.К., Мартынова М.А. Уточнение эмпирических формул влагосодержания природного газа."Газовое дело ", № II, 1971.

5. Рекомендации по автоматизации выбора констант равновесия углеводородных систем на ЭВЦМ. Таблицы констант равновесия. ВНИИгаз, м. 1972.

6. Степанова Г.С. Фазовые превращения углеводродных смесей газоконденсатных месторождений. М ., " Недра", 1974 .

7. Степанова Г.С., Мартынова М.А., Михайлова Н.И. Выбор числа компонентов при расчётах фазовых превращений газоконденсатных смесей. ВНИИЭГазпром Реф.сб. " Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений ", № 3, 1974.

8.Степанова Г.С.,Выборнов Н.М.,Выборнова Л.И. Расчёт фазовых равновесий углеводородных смесей газоконденсатных месторождений. " Недра", М, 1965 г.

9. Alani G.H., Kennedy H.T. Trans
AIME, 1960, V.219

10. Benedict M., Webb G., Rubin L.
„An empirical equation for thermodynamic properties of Light hydrocarbons and their Mixtures" Chem. End. Progr 8.419, 9, 449, 11 571, 12 . Eog. 1951

II. Redlich O Dunlop A.K Thermodynamics of solutions, VNII An improved equation of state, chem Enguq Progr. Sympos. Ser 59, 44, 95-100, 1965

I2. Prausnits G.H., Chven P L Computer calculations for high pressure vapor-liquid equilibria, Prentice-Hall I n.c, 1968

I3. Степанова Г.С., Самарин А.А. К вопросу расчёта фазовых превращений в системе газ-конденсат-водные растворы метанола.
ВНИИЭгазпром. Сер. Переработка газа и газового конденсата. I973 г., № 5, стр. I2-I5.

I4. Намиот А.Ю. Фазовые равновесия в добыче нефти. М., "Недра", I976, I83 с.

I5. Гончаров В.С., Гончаров Э.С., Переяличенко В.Ф., Хольквист В.Г. О возможном увеличении ресурсов сероводорода за счёт поступления его из остаточных флюидов.
Геология нефти и газа, I973, № I0, стр. 45-52.

I6. Lee A.L. Consalez M.N., Eakin B E J. Petrol Technol, 1966, V 18.

I7. Hohrenz J. Bray B.G., Clark C.K Calculating Viscosites of Reservoir Feuds From Their Compositions. J, Petrol Technol, 10, 1974

РД-39-I-579-8I-50

ПРОГРАММЫ И ИНСТРУКЦИИ К НИМ

П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА ИЗОТЕРМ КОНДЕНСАЦИИ

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа составлена на языке PL/I .

2. Программа работает как самостоятельная

3. Исходными данными являются:

TK(11) - температуры кипения разгонки конденсата пробиты в формате F (8), °С;

DF(10) - плотность IO % разгонки конденсата пробивают в формате F (8), г/см³

Z12(13) - пластовый состав газа, заданный в порядке C_I, C_2, C_3, $i\text{-}C_4$, $n\text{-}C_4$, $i\text{-}C_5$, $n\text{-}C_5$, C_6, C_{7+}, N_2 , CO_2, H_2S , в малых долях; пробивают в формате F (8)

P - начальное максимальное давление, кгс / см²;

T - температура, °С

PCX - первое приближение давления схождения кгс-/см²

P,T, PCX - пробивают на одной перфокарте в формате F (6)

4. В программе предусмотрен расчет нескольких изотерм.

5. В программе используются две внешние процедуры:

а) процедура подготовки данных GIDC ;

б) процедура расчета фазовых превращений газ-конденсат, при заданных температуре и давлении- PrIA1 ;

```
// OPTION LINK
   ACTION NOMAP
// ASSGN SYS007,X'191'
// UPSI 01
// EXEC PL/I
   DL:PROCEDURE OPTIONS(MAIN).
   DECLARE FIX CHARACTER(1).
  TKUN1(5),D(13),Y(13),X(13),Z(13),AM(13),AK1(9);
  DECLARE Z12(13),TK(11),DF(10);
  GET EDIT(TK,FIX)(11F(8),X(71),A(1));
  GET EDIT(DF)(F(8));
  GET EDIT(Z12,FIX)(13F(8),X(55),A(1));
  CALL GIDG(Z12,TK,DF,Z,AM,D,AK1,TKUN1);
  M2:
  GET EDIT(P,T,PCX,FIX)(3F(6),X(61),A(1));
  PCX=400;
  M1:
  CALL PHA1(Z,AM,D,AK1,TKUN1,P,T,PCX,X,Y,V);
  P=P-10;
   IF P>=1 THEN GOTO M1;
  GOTO M2;
   END DL;
/*
// LBLTYP NSD(01)
// EXEC LNKEDT
// DLBL KONST,,99/100,DA
// EXTENT SYS007,ATLACK,1,0,10,300
// EXEC
/*
/&
```

РД-39-I-579-8I-53

П Р О Г Р А М М А
ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМЕСЕЙ

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

1. Программа написана на языке PL/I.

2. Обращение к подпрограмме осуществляется оператором

CALL GIDG(Z1, TK, DF, Z, AM, D, AK1, TC, TKP, PK

3. Исходными данными являются:

Z1(13) – массив пластового состава газа в порядке: CH_4, C_2H_6, C_3H_8, $i\text{-}C_4H_{10}$, $n\text{-}C_4H_{10}$, $i\text{-}C_5H_{12}$, $n\text{-}C_5H_{12}$, C_6H_{12}, C_{7+}, N_2, CO_2, H_2S), мольные доли;

TK(11) – массив температур кипения, °С;

DF(10) – массив плотностей, г/см³.

4. Результаты расчета:

Z(13) – массив состава смеси, мольные доли;

AM(13) – массив молекулярных весов компанентов;

D(13) – массив удельных весов компонентов, г/см³;

AK1(9) – массив характеристических факторов;

TC(5) – массив температур кипения фракций, °С;

TKP(13) – массив критических температур, °С;

PKP(13) – массив критических давлений, МПа.

5. В программе используется константы, заменяющие номограмму Битсона (12) для определения молекулярного веса и характеристических факторов углеводородов.

4*-206

Константы приведены в таблице

№№ пп	Молекулярный вес № 34	A(34)	B(34)	MI(II)	ДI(II)	KI(II)	TKPI(II)	PKPI (II)
I	2	3	4	5	6	7	8	9
I.	70	0,0075333	0,38633	I6.04	0	0	-82,52	606
2.	80	0,0060992	0,33I5	30.04	0	I4,5	32.27	4.88
3.	90	0,005555	0.269444	44.09	0.507I	I4	96.7	4.25
4.	I00	0,004992	0.22500	58.I2	0.5625	I3,5	I34.I	3.049
5.	II0	0,0048	0.I8I999	58.I2	0.583	I3.5	I5.2	3.798
6.	I20	0.004464	0,I4464	70.07	0,627	I3.07	I87.7	3.38
7.	I30	0,0043I03	0.I034482	70.07	0.627	I3.07	I96.6	3.37
8.	I40	0.0037878	0.I42424	86.I090.663		I2.84	234.7	3.0I
9.	I50	0.0035714	0.I32I428	98.I8	0.6862	I2.I5	-I46.95	3,35
I0.	I60	0.0035483	0.080322	28.02	0.48	0	3I.05	7.29
II.	I70	0.0035714	0.42857I	44.0I	0.42	0	I00.39	9.6
I2.	I80	0.003I249	0.II24999					
I3.	I90	0.0030487	0.I0I829					
I4.	200	0.0029729	0.08I7567					
I5.	220	0.0029473	0.0292935					
I6.	240	0.002857I	0.007I428					
I7.	260	0.0027777	0.022222					
I8.	280	0.0027770	0.06666					
I9.	300	0.0024974	0.00666					
20.	320	0.0023749	0.02000					
2I.	340	0.0022666	0.0I8666					
22.	360	0.002244	0.00I222					
23.	380	0.002227	0.02I27					
24.	400	0.002I599	0.0I799					
25.	420	0.002I588	-0.03623					
26.	440	0.0019824	-0.0I98947					
27.	460	0.00I909	0.027727					
28.	480	0.00I909	0.0I38I8					
29.	500	0.00I8I8I	0.0363636					
30.	520	0.0016999	0.I625					
3I.	540	0.00I660	0.0870					
32.	560	0.00I666	0.06666					

I	2	3	4	5	6	7	8	9
33.	580	0.001624	0.08125					
34.	600	0.001562	0.09375					

```
// EXEC PL/I
   GIDG1:PROCEDURE(Z12,TK,DF,Z,AM,D,AK1,TC,TKP,PKP);
   DECLARE Z12(13)DECIMAL FLOAT;
   DECLARE(TK(11),DF(10))FLOAT;
  DECLARE
   TKP(13),PKP(13),
    1 SOST,
      2 NM CHARACTER(20),
      2 (PLAST,NS) DECIMAL FIXED(7,0),
      2 (GOD,MON,THIS) DECIMAL FLOAT,
      2 (XH,XK) FLOAT,
        2 C1(14,4)FLOAT,
      2 (MK,DK)DECIMAL FLOAT,
      2 OS DECIMAL FLOAT,
      2 (MG,PG,DHK,TP,DP) DECIMAL FLOAT,
      2 (AY,PY,HY,TS,KS,KH) DECIMAL FLOAT,
      2 R7(61) DECIMAL FLOAT,
        2 (R6,R2,R3,R4,R5) DECIMAL FLOAT,
      2 (R11,R21,R31,R41,R51,R61) DECIMAL FLOAT;
   DECLARE 1 SOST1,
     2 R1(125),
     2(N(34),A(34),B(34))DECIMAL FLOAT,
      2 (M1(11),D1(11),K1(11))DECIMAL FLOAT;
    2(TKP1(11),PKP1(11))DECIMAL FLOAT,
   2 R10(618);
   DECLARE KONST FILE RECORD
    UPDATE DIRECT KEYED ENVIRONMENT(F(3600)
    REGIONAL(1)EXTENTNUMBER(1)MEDIUM(SYS007,3056));
      DECLARE FIX CHARACTER(1);
    DECLARE NOB PICTURE'(8)9';
   OPEN FILE(KONST);
     DECLARE C2(11) DECIMAL FLOAT;
  DECLARE
     DF1(5) FLOAT,
   (E2(5),R1(5),P1(5),F1(5))FLOAT,
      (H,CM,Q)DECIMAL FLOAT,
      (U1(34),P(5),G(5)) DECIMAL FLOAT,
   (RU,UZAD)DECIMAL FLOAT;
   DECLARE Z(13),IC(5)DECIMAL FLOAT,
   (AM(13),D(13),AK1(13))FLOAT;
     NOB=101;
     READ FILE(KONST)INTO(SOST1)KEY(NOB);
   DO I=1 TO 13;
   C1(I,2)=Z12(I);
   END;
       I1=1;
       DO I=1 TO 11;
   IF I^=6 THEN GOTO M9;
       C2(I)=C1(I1,2)+C1(I1+1,2)+C1(I1+2,2)+C1(I1+3,2);
       I1=I1+4;GOTO M4;
    M9;C2(I)=C1(I1,2);
       I1=I1+1;
    M4;
       END;
       I1=1;
        DO I=1 TO 5;
        TC(I)=(TK(I1)+TK(I1+1)+TK(I1+2))/3;
       DF1(I)=(DF(I1)+DF(I1+1))/2;
        R1(I)=0,2;
       I1=I1+2;
        END;
   I2=1;
   I1=1;
   DO I=1 TO 13;
   IF I<6 THEN GOTO M14;
   IF I>10 THEN GOTO M14;
   IF I=6 THEN I1=I1+3;
   X=1,2E0/DF1(I2);
   Y=10**5,5554E0/(TC(I2)+517,777E0);
```

```
TKP(I)=3.259797941E3-2.4757095E1/X-2.1383714976E2/Y
-1,4699589605E3
 *X-2,0786410102E3*Y+0.632684031E3*X*X
-1,5395515118E1*X*Y+0.8269642545E3*Y*Y
 -1,4962224008E2*X*X*X+1,2311719101E2*X*X*Y
 -0,7279493847E2*X*Y*Y-1,2176611111E2*Y*Y*Y;
PKP(I)=-1,082597168E2+2.622131448E1/X
+8,8816311813E0/Y+0.98511447E2*X
+2,6331298265 2E1*Y
-5,3408885106E1*X*X+1.0412145346E0*X*Y
-0,9034943001E1*Y*Y+1.3217910608E1*X*X*X
-0,7773118781E1*X*X*Y+5.8261561424E0*X*Y*Y
+3,6376348592E-2*Y*Y*Y;
 I2=I2+1;
 GOTO M15;
M14:
 PKP(I)=PKP1(I1);
 TKP(I)=TKP1(I1);
 I1=I1+1;
M15:
 END;
    RU=0;
    J=1;
 M2:UZAD=DF1(J);
    DO I=1 TO 34;
 M3:U1(I)=A(I)*TC(J)+B(I);
    IF U1(I)<UZAD THEN GOTO M10;
    END;
    P(J)=N(I-1);GOTO M5;
M10:IF I=1 THEN P(J)=N(I);
    ELSE P(J)=(N(I-1)-N(I))/(U1(I-1)-U1(I))*(UZAD-U1(I))
*N(I);
M5:
   F1(J)=(TC(J)+2.7313E2)**3.3333E-1/(81.618E-2*(DF1(J)
*8,26E-3));
    RU=RU+R1(J)*DF1(J);J=J+1;
    IF J<=5 THEN GOTO M2;
    Q=0;J=1;
 M11:G(J)=R1(J)*DF1(J)/RU;
    Q=Q+G(J)/P(J);J=J+1;
    IF J<=5 THEN GOTO M11;
    Q=1/Q;RU=0;J=1;
M13:E2(J)=G(J)*Q/P(J);
    P1(J)=C2(6)*E2(J);
    RU=RU+P1(J);
    J=J+1;
    IF J<=5 THEN GOTO M13;
     I1=1;
    I2=1; I3=1;
    DO I=1 TO 12;
    IF I>5 THEN GOTO M6;
  M7: AM(I)=M1(I2);
    D(I)=D1(I2);
    Z(I)=C2(I3);
 IF I=1 THEN GOTO M12;
 IF I>10 THEN GOTO M12;
 AK1(I-1)=K1(I2);
M12:
    IF I2=5 THEN DO;I2=I2+4; I3=I3+1;END;
    I3=I3+1;
    I2=I2+1;GOTO M8;
 M6:IF I>10 THEN GOTO M7;
    Z(I)=P1(I1);
    AM(I)=P(I1);
    D(I)=DF1(I1);
AK1(I-1)=F1(I1);
     I1=I1+1;
 M8:
    END;
    AM(13)=34,08;D(13)=1,38;
 END GIDG1;
/*
```

РД-39-I-579-81-58

П О Д П Р О Г Р А М М А

РАСЧЕТА ПРОЦЕССА КОНТАКТНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ ЗАДАННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

1. Данная программа составлена на языке PL/I.

2. Обращение к программе осуществляется следующим образом:

CALL PHA1(Z, AM, D, AK1, TKUN1, P, T, PCX, X, Y, V);

3. Данная программа использует следующие внешние процедуры:

LET(P, T, FØ);

POR(PIØ, T, PCXIØ, TKUN1, AK);

BLOCA(V, Z, AK, ZM, ZMM);

BLOCA1(V, Z, AK, X, Y);

BLOCB(P, T, PCX, FØ, X, AM, AK1, PCXR, K1);

BLOCC(P, T, V, X, AM, D, DPT, R1, G1);

4. Исходными данными для программы служат:

AM(13) - молекулярные веса компонентов;

Z(13) - состав исходной смеси, мольные доли;

D(13) - плотность компонентов, г/см^3;

AK1(9) - характеристические факторы компонентов, начиная с этана;

TKUN1(5) - температура кипения фракций, °С;

P - давление, кгс/см^2;

T - температура, °С;

PCX - первое приближение давления схождения, кгс/см^2.

5. Результатами являются:

X(13) - состав жидкой фазы, мольные доли;

Y(13) - состав газовой фазы, мольные доли;

V - мольная доля газовой фазы в смеси.

```
// EXEC PL/I
  PHA1;PROCEDURE(Z,AM,D,AK1,TKUN1,P,T,PCX,X,Y,V);
   DECLARE TC1(13);
   DECLARE(AM(13),Z(13),AK(13),D(13),AK1(9),X(13),
    TKUN1(5),
   Y(13),G(13),AM1(13),K1,L)FLOAT;
        N=13;
  CALL LET(P,T,F0);
   PUT EDIT('РАСЧЕТ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЯ')(SKIP,X(50),A);
  PUT SKIP;
  A21=0;
  A20=0;
 B40; P10=P;PCX10=PCX;
  A21=A21+1;
   IF A21 >20 THEN GOTO B38;
      CALL POR (P10,T,PCX10,TKUN1,AK);
  AK(13)=AK(2);
  AK(12)=SQRT(AK(1)*AK(2));
  IF A20=0 THEN GOTO B2;
  CALL KAS(N,X,TKUN1,AM,AK1,D,T,P,PCX,AKA,AKS);
  AK(11)=AKA;
  AK(13)=AKS;
    AK(1)=K1;
  B2; V=0;CALL BLOCA(V,Z,AK,F2,ZMM);
  V=1; CALL BLOCA(V,Z,AK,F3,ZMM);
  IF (F2*F3)<0 THEN GOTO B4;
   Y=Z;
  GOTO B38;
  B4;V=9E-1;A20=1;
   CALL BLOCA1(V,Z,AK,X,Y);
  CALL BLOCB1(P,T,PCX,F0,X,Y,AM,AK1,PCXR,K1);
   IF ABS((PCXR-PCX)/PCX*1E2)>5E-2 THEN GOTO B8;
   IF ABS((AK(1)-K1) /K1*1E2)<=2E-2 THEN GOTO B9;
  B8; PCX=PCXR;GOTO B40;
   B9;
   CALL BLOCC(P,T,V,X,AM,D,DP,R1,G1);
  I1=0;
   PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
   PUT EDIT('|      |      |      |      |      |      |      |
  |      |      |      |      |      |      |      |      |')
   (SKIP,A);
   PUT EDIT('|  P, |  T, | СОСТАВ | МОЛЕКУ- | ХАРАКТЕ- | ТЕМПЕ- |
   ПЛОТ-
  | СОСТАВ  | СОСТАВ | ПЛОТ-  |  G1   | R1    | ЛАВЛЕ- | F0  |')
     (SKIP,A);
  PUT EDIT('| АТА |      | ГАЗА;  | ЛЯРНЫЕ  | РЕСТИЧЕ- | РАТУРА |
  НОСТЬ
 | ГАЗОВОЙ | ЖИАКОЙ | НОСТЬ  |  СМЗ  |  Г    | НИЕ    | --- |')
     (SKIP,A);
 PUT EDIT('|      | О   | МОЛЬ.  | ВЕСА    | СКИЕ     | КИПЕ-  |
 I-КОМ-
 | ФАЗЫ    | ФАЗЫ   | ЖИАКОЙ | ----- | ----- | СКОЖАЕ-| K1  |')
      (SKIP,A);
  PUT EDIT('|      |  С  | АОЛИ   |          | ФАКТОРЫ  | НИЯ    |
 ПОНЕН-
 | МОЛЬ.   | МОЛЬ.  | ФАЗЫ   |  Н.М3 | Н.М3  | НИЯ,   |      |')
```

```
| АОЛИ    | АОЛИ    |         |         |         |     АТА |      |')
   (SKIP,A);
  PUT EDIT((120)(-'))(SKIP,A);
   PUT EDIT('|   1   |   2   |     3   |     6   |     5   |     6   |
     7
 |     8   |     9   |    10   |    11   |    12   |    13   |   14 |')
   (SKIP,A);
  PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
  PUT EDIT('|',P,'|',T,'|',Z(1),'|',AM(1),'|','|','|','|',Y(1),'|
 |',X(1)
 ,'|',OPT,'|',G1,'|',B1,'|',PCX,'|',F8,'|')
 (SKIP,A,F(5,1),A,F(5,1),A,F(8,6),A,X(1),F(6,2),X(2),A,
 X(10),A,X(8),A,X(8),A,X(1),F(7,5),X(1),A,F(7,5),X(1),A,
 X(2),F(5,3),X(1),A,F(7,2),A,F(7,2),A,X(1),F(6,2),X(1),A,F(5,1),A);
 DO I=2 TO 13;
 IF I=2 THEN GOTO B44;
 PUT EDIT('|','|','|',Z(I),'|',AM(I),'|',AK1(I-1),'|','|',
 '|',Y(I),'|',X(I),'|','|','|','|','|',K1)
 (SKIP,A,X(5),A,X(5),A,F(8,6),A,X(1),F(6,2),X(2),A,X(3),
 F(5,2),X(2),A,X(8),A,X(8),A,
 F(7,5),X(2),A,F(7,5),X(1),A,X(8),A,X(7),A,X(7),A,X(8),A,F(5,2),A);
  GOTO B43;
 B44;
 IF I<6 THEN GOTO B42;
  IF I>=11 THEN GOTO B42;
 I1=I1+1;
 PUT EDIT('|','|','|',Z(I),'|',AM(I),'|',AK1(I-1),'|',YKUN1(I1),'|',
  D(I),
 '|',Y(I),'|',X(I),'|','|','|','|','|')
 (SKIP,A,X(5),A,X(5),A,F(8,6),A,X(1),F(6,2),X(2),A,X(3),
 F(5,2),X(2),A,F(6,2),X(2),A,F(6,6),X(2),A,F(7,5),
 X(2),A,F(7,5),X(1),A,X(8),A,X(7),A,X(7),A,X(8),A,X(5),A);
 GOTO B43;
 B45;
 PUT EDIT('|','|','|',Z(I),'|',AM(I),'|','|','|',D(I),'|',
 Y(I),'|',X(I),'|','|','|','|','|')
  (SKIP,A,X(5),A,X(5),A,F(8,6),A,X(1),F(6,2),X(2),A,X(10),
 A,X(8),A,F(6,6),X(2),A,F(7,5),X(2),A,F(7,5),
 X(1),A,X(8),A,X(7),A,X(7),A,X(8),A,X(5),A);
 GOTO B43;
 B42;
 IF I>10 THEN GOTO B46;
 PUT EDIT('|','|','|',Z(I),'|',AM(I),'|',AK1(I-1),'|','|',D(I),'|',
 Y(I),'|',X(I),'|','|','|','|','|')
 (SKIP,A,X(5),A,X(5),A,F(8,6),A,X(1),F(6,2),X(2),A,X(3),F(5,2),
 X(2),A,X(8),A,F(6,6),X(2),A,F(7,5),X(2),A,F(7,5),
 X(1),A,X(8),A,X(7),A,X(7),A,X(8),A,X(5),A);
 B43; END;
 PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
 PUT EDIT(V)(F(10,6));
PUT SKIP;
 PUT EDIT(AK)(F(10,6));
PUT SKIP;
 GOTO B41;
 B38;
 PUT EDIT('НЕТ РЕШЕНИЯ')(SKIP,X(10),A);
 PUT EDIT(AK)(F(11,4));PUT SKIP;
 B41;END PHA1;
/*
```

РД-39-I-579-8I-6I

П О Д П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЯ СХОЖДЕНИЯ И КОНТАКТЫ РАВНОВЕСИЯ МЕТАНА

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

1. Программа составлена на языке *PL/I*

2. Вызов программы осуществляется оператором:
   CALL BLOCB(P, T, PCX, FØ, X, AM, AK1, PCXR, K1);

3. Исходными данными являются:
   P – давление, кгс/см^2;
   T – температура, ^{o}C ;
   PCX – давление схождения, кгс/см^2 ;
   X(13) – состав жидкой фазы, мольные доли ,
   FØ – летучесть метана, кгс/см^2 ;
   AM(13) – массив молекулярных весов компонентов ;
   AK1(9) – массив характеристических факторов углеводородов

5. Искомыми величинами являются :
   PCXR – расчетное давление схождения, кгс/см^2 ;
   K1 – константа равновесия метана

6. Данная программа не использует никаких подпрограмм.

```
// EXEC PL/I
 BLOCB; PROCEDURE(P,T,PCX,F0,X,AM,AK1,PCXR,K1);
        /*PAC ET   AB EH    CXO  EH      KOHCTAHT   METAMA*/
        DECLARE G(13),AM(13),AK1(10),X(13),(K0,K1,K2,L,MEKV)
        FLOAT;
        XIMI=0E0;DO I=1 TO 13;
        XIMI=XIMI+X(I)*AM(I);END;
        DO I=1 TO 13;
        G(I)=(X(I)*AM(I))/XIMI;END;
        CG=0E0;GIMI=0E0;GIK1=0E0;
        DO I=1 TO 9;
        CG=CG+G(I+1);
        GIK1=GIK1+G(I+1)*AK1(I);
        GIMI=GIMI+G(I+1)*AM(I+1);
        END;
        MEKV=GIMI/CG;
        K2=GIK1/CG;
        IF T>4E1 THEN GOTO B6;
        IF T<2E1 THEN GOTO B9;
        L=3E0;R=66E0*(-8,33E-1+T*(1,25E-2-6,17E-5*T))*T;GOTO B7;
   B9;  L=2,17E0+165E-6*T;
        IF T<-2E1 THEN R=-20-2E-1*T;ELSE R=8E-1*T;GOTO B7;
   B6;  L=2,96E0-2E-3*T;R=(3,75E-3*T-6,75E-1)*T+51E0;
   B7;  PCXR=MEKV+L-R;
        IF T >0 THEN GOTO B8;
        B0=4,47E3+3,6E1*T;GOTO B10;
   B8;  IF T>1E2 THEN B0=481E1+1,16E1*T;
        ELSE B0=447E1+T*(2,75E1-1,25E-1*T);
   B10; K0= 10**(LOG10(B0)-1.091E-1*K2);
   B11; BA=PCX-K0;IF BA<=2E2 THEN GOTO B13;
        IF T<1E2 THEN B1=(125E0+5E-1*T)/1E5;
        ELSE B1=175E-5;GOTO B15;
 B13; IF T>=2E1 THEN GOTO B18;
 B31;
        A2=65E0+T*(-25417E-4+(1,25E-2+1,0617E-4*T)*T);
        IF T<=0E0 THEN DO;B=1.767E0-1,8E-2*T;
        C=8E-3-4E-5*T;GOTO B17;END;
        B=1767E-3-5E-3*T;C=8E-3;
   B17; B1=(-A2+BA*(B+(1.3333E-4*BA+C)*BA))/1E5;GOTO B15;
   B18; A2=652E2+T*(901,66E0-T*(1+4,17E-3*T));
        B=2E-1+T+2,32E2;C=5E-2+T+1,75E2;
     AB3=A2-(PCX-K0-B)**2;
 IF AB3<0 THEN GOTO B31;
        B1=((A2-(PCX-K0-B)**2)**5E-1-C)/10**5;
  B15;
  K1=EXP(LOG(K0/F0)*B1*P);
        K1=K1-(K1-1E0)*(P/PCX)**4E0;
  B12; END BLOCB;
/*
```

РД-39-I-579-8I-63

П О Д П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СУММ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ

ИНСТРУКЦИЯ К ПОДПРОГРАММЕ

I. Программа написана на языке *PL/I*.

2. Обращение к ней осуществляется следующим образом:

CALL BLOCA (V, Z, AK, ZM, ZMM);

3. Исходными данными для программы служат :

V – мольная доля газовой фазы в смеси ;

Z(13) – исходный состав газоконденсатной смеси, в мольных долях ;

AK(13) – массив констант равновесия газ-конденсат .

4. Результаты расчетов по подпрограмме являются:

ZM, ZMM – вспомогательные суммы .

5. Данная подпрограмма никаких дополнительных процедур не использует

```
// EXEC PL/I
BLOCA: PROCEDURE(V,Z,AK,ZM,ZMM);
       /*СИСТЕМА УРАВНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ*/
       DECLARE Z(13),AK(13),AM1(13);
       ZM=0E0;ZMM=0E0; DO I=1 TO 13;
       AM1(I)=(AK(I)-1E0)/(V*(AK(I)-1E0)+1E0);
       ZM=ZM+Z(I)*AM1(I);
       ZMM=ZMM+Z(I)*AM1(I)*AM1(I);
       END;
       END BLOCA;
```

РД-39-I-579-8I-64

П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА РАВНОВЕСНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОКОНДЕНСАТНОЙ СМЕСИ НА ГАЗОВУЮ И ЖИДКУЮ ФАЗЫ

Программа предназначена для решения системы уравнений концентраций методом Ньютона и деления отрезка пополам.

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа составлена на языке PL/I.

2. Вызов программы осуществляется следующим образом:

CALL BLOCA1(V, Z, AK, X, Y);

3. Исходными данными являются:

V - первое приближение мольной доли газа;

Z - массив исходногосостава смеси, в мольных долях;

AK - массив констант равновесия газ-конденсат.

4. Результатами расчета являются:

V - мольная доля газовой фазы;

X - массив компонентов состава жидкой фазы, в мольных долях;

Y - массив компонентов состава газовой фазы, в мольных долях.

5. Никаких дополнительных процедур данная программа не использует

```
// EXEC PL/I
  BLOCA1: PROCEDURE(V,Z,AK,X,Y);
          DECLARE Z(13),AK(13),AM1(13),X(13),Y(13);
          A22=0;
     M1:  ZM=0E0;ZMM=0E0;DO I=1 TO 13;
          AM1(I)=(AK(I)-1E0)/(V+(AK(I)-1E0)+1E0);
          X(I)=Z(I)/(V+(AK(I)-1E0)+1E0);
          Y(I)=AK(I)+X(I);
          ZM=ZM+Z(I)+AM1(I);
          ZMM=ZMM+Z(I)+AM1(I)+AM1(I);
          END;
          A22=A22+1;
          IF A22>30 THEN DO;
          IF ABS(V-1E0)<1E0 THEN DO;V=1E0;GOTO M;END;
          IF V<1E0 THEN DO;V=0E0;GOTO M;END;
    PUT EDIT ('V НЕ ПОДБИРАЕТСЯ')(SKIP,A);
          GOTO M;END;
          AL=ZM/ZMM;V=V+AL;IF ABS(ZM)<=1E-6 THEN GOTO M;
          IF 1E0>V THEN GOTO M1;V=(V-AL+1E0)+0.5E0;

          GOTO M1;
     M2:  IF V>=0E0 THEN GOTO M1;V=(V-AL)+0.5E0;
          GOTO M1;
     M:   END BLOCA1;
/*
```

П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА ЛЕТУЧЕСТИ МЕТАНА

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа написана на языке *PL/I*.

2. Обращение к программе осуществляется оператором

CALL LET(P,T,F);

3. Исходные данные:

P - давление, кгс/см^2,

T - температуры, ^{o}C .

4. Результат расчета:

F - летучесть метана, кгс/см^2.

```
// EXEC PL/I
 LET:PROCEDURE(P3,T3,F);/*ЛЕТУЧЕСТЬ МЕТАНА*/
  DECLARE(K5,K6,F,A1)DECIMAL FLOAT,P1(37),T1(24);
  DECLARE(UKAZ) POINTER;
   DECLARE KONST FILE RECORD
   UPDATE DIRECT KEYED ENVIRONMENT(F(3600)
   REGIONAL(1)EXTENTNUMBER(1)MEDIUM(SYS007.S056));
   DECLARE NOB PICTURE'(8)9'
   OPEN FILE(KONST);
  UKAZ=ADDR(PT);
   DECLARE 1 PT,
     2 P121(37),
     2 (T121(24),R1(839));
    NOB=101;
   READ FILE(KONST)INTO(PT)KEY(NOB);
  P1=P121;
  T1=T121;
  DECLARE 1 PT1 BASED(UKAZ),
     2 (A(888),R2(12));
    NOB=102;
   IF P3=1E0 THEN P3=1,02E0;
  READ FILE(KONST)INTO(PT1)KEY(NOB);
  IF T3<=-40 THEN GOTO B6;
  IF T3>190 THEN GOTO B6;
  IF P3<1 THEN GOTO  B6;
  IF P3<=950 THEN GOTO B7;
 B6:PUT EDIT('ВЫШЛИ ЗА ПРЕДЕЛЫ ПРОГРАММЫ ЛЕТУЧЕСТИ МЕТАНА')
   (SKIP,X(20),A);GOTO B15;
 B7:M=1;M1=0;I=1;
 B10:IF P3<=P1(I) THEN GOTO B11;
   M=M+24;I=I+1;GOTO B10;B11:J=1;
   B12:IF T3<=T1(J) THEN GOTO B14;
   M1=M1+1;J=J+1;GOTO B12;B14:I1=M+M1;
    K5=A(I1-1)+(A(I1)-A(I1-1))*(T3-T1(J-1))/(T1(J)-T1(J-1));
       IF I=1 THEN DO;
   A1=K5;GOTO B16;END;
    I1=I1-24;
   K6=A(I1-1)+(A(I1)-A(I1-1))*(T3-T1(J-1))/(T1(J)-T1(J-1));
    A1=K6+(K5-K6)*(P3-P1(I-1))/(P1(I)-P1(I-1));
   B16;
   F=A1*P3;
 B15:END LET;
/*
```

П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА ПЛОТНОСТИ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ПО МЕТОДУ КАЦА И СТЕНДИНГА И КОНДЕНСАТОГАЗОВОГО ФАКТОРА

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа составлена на языке PL/I

2. Вызов программы осуществляется оператором

CALL BLOCC(P,T,V,X,AM,D,DPT,R1,C1);

3. Исходными данные для программы являются:

P - давление, кгс/см^2;

T -температура, ^{0}C ;

V - мольная доля жидкости в системе;

X(I3) - состав жидкой фазы, мольные доли;

AM(I3) - массив молекулярных весов, мольные доли;

D(I3) - массив плотности, г/см^3.

4. Результатами расчета являются :

DPT - плотность жидкой фазы, г/см^3;

R1 - конденсатогазовый фактор, г/см^3;

C1 - -"- см^3/нм^3.

```
// EXEC PL/I
    BLOCC:PROCEDURE(P,T,V,X,AM,D,DPT,R1,G1);
        /*РАСЧЕТ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОЙ ФАЗЫ*/
        DECLARE A3 FIXED BINARY,
        X(13),Y(13),AM(13),D(13);
        AL=1-V;
         A3=3;CALL BLOCD(A3,DC3);
        XIMI2=0;DO I=2 TO 13;XIMI2=XIMI2+X(I)*AM(I);
        END;GC2=X(2)*AM(2)/XIMI2;
        IF GC2>=3E-2 THEN GOTO C1;
        D(2)=3,205E-1*DC3+2,436E-1; GOTO C2;
    C1: BK=3,124E-1-3,638E-3*GC2+1,15E-5*GC2**2-6,67E-8*GC2**3;
        D(2)=BK*(DC3-3,605E-1)+3,591E-1;
    C2: A3=2; CALL BLOCD(A3,DC2);
        XIMI1=0;DO I=1 TO 13;XIMI1=XIMI1+X(I)*AM(I);
        END; GC1=X(1)*AM(1)/XIMI1;
        D(1)=((-8,401E-1*GC1-5,202E-1)*GC1+4,549E-1)*DC2;
        A3=1;CALL BLOCD(A3,DH);
        A11=191E-2+P*(2,442E-3+P*(-1,819E-5+2,398E-8*P));
         B11=(-5,058E-6*P+3,058E-3)*P-1E-2;
        IF T <60 THEN GOTO C3;
        A1=1/(5,36E-3+1,44E-4*T);
        B1=281E-2-4,864E-2*T;GOTO C4;
    C3: A1=((-8,957E-3*T+1,421E)*T-7,549E1)*T+1,41777E3;
        B1=5,6017E2+T*(-3,328E1+T*(6,839E-1-4,618E-3*T));
    C4: DPT=DH+B11/10**(A11*DH)-1/(A1+(DH+B11/10**(A11*DH))*B1);
        R1=AL*XIMI1/0.02404/V;
        G1=R1/DPT;
BLOCD: PROCEDURE(A3,DC);
      DECLARE A3 FIXED BINARY;
        XIMI=0E0;XMD=0E0;DO I=A3 TO 13;
        XIMI=XIMI+X(I)*AM(I);
         XMD=XMD+X(I)*AM(I)/D(I);
        END;
        DC=XIMI/XMD;
        END BLOCD;
        END BLOCC;
/*
```

П Р О Г Р А М М А
ЗАПИСИ КОНСТАНТ РАВНОВЕСИЯ В ЗАДАННОМ ПОРЯДКЕ И РАСЧЕТ КОТСТАНТ РАВНОВЕСИЯ ФРАКЦИЙ

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа используется как внешняя процедура предназначенная для расчета констаннт равновесия метана, этана, пропана, изобутана, н-бутана, пяти фракций по разгонке C_{5+} вышекипящие, определенные температурами кипения, азота, двуокиси углерода

2. Программа записана на языке *PL/I*.

3. Обращение осуществляется оператором:

CALL POR (P, T, PCX, TKUN1, AK);

4. Исходная информация:

P - давление, кгс/см^2 ;

T - температура, ^{0}C ;

PCX - давление схождения, кгс/см^2;

TKUN - массив из 5 чисел средних температуркипения фракций, ^{0}C .

5. Результат расчета:

AK - константы равновесия газ-конденсат

6. В программе используется внешняя процедура "Выбора констант равновесия газ-конденсат", которая вызывается оператором *CALL ATLAC1(P,T,PCX,CONST);* и внутренняя процедура - "подбор полинома по методу наименьших квадратов"

```
// EXEC PL/I
   POR:PROCEDURE(P,T,PCX,TKUN1,AK);
  DECLARE(TKUN(8),AK5(13),AK51(13),AK(13),TKUN1(5))FLOAT,
  (X(8),Y(8),A1(2))FLOAT DECIMAL(16);
   TKUN(1)=-0.5;TKUN(2)=27.8;TKUN(3)=36.07;TKUN(4)=68.7;TKUN(5)
   =98.0;
   TKUN(6)=125.0;TKUN(7)=150.79;TKUN(8)=174.0;
   CALL ATLAC1(P,T,PCX,AK5);
  AK51=0;
   I=1;J1=1;I1=1;
   B3:IF(J1-5)<=0 THEN GOTO B5;
   IF (12-J1)>0 THEN GOTO B13;
   B5:AK51(I1)=AK5(J1);
   J1=J1+1;I1=I1+1;I=I+1;
   IF I<7 THEN GOTO B3;
   B8:AK51(I1)=AK5(2);
  DO I1=1 TO 13;
  IF AK51(I1)<-5.1 THEN DO;
   AK(I1)=0.000002;GOTO B25;END;
  AK(I1)=EXP(2.3023*AK51(I1));
   B25;
  END;
  GOTO B26;
   B13:I4=1;J1=J1-1;
   B16:X(I4)=TKUN(I4);
   Y(I4)=AK5(J1);
   I4=I4+1;J1=J1+1;
  IF J1<13 THEN GOTO B16;
  CALL POLIN(X,Y,A1);
  DO I4=1 TO 5;
   AK51(I1)=A1(1)+A1(2)*TKUN1(I4);
  I1=I1+1;
  END;
  GOTO B5;
   POLIN:PROCEDURE(X0,Z0,X);
   DECLARE(A(2,3),B,X(2),X0(8),Z1(8),Z0(8)) FLOAT DECIMAL(16);
   JM=3;IM=2;L0=8;
   LC0=0;I=1;B1:J=1;MJ=LC0;IF J^=1 THEN GOTO B2;
   A(I,J)=0;DO K=1 TO L0;B=1;IF MJ^=0 THEN B=X0(K)**MJ;
   A(I,J)=A(I,J)+B*Z0(K);END;
   B2:IF J=1 THEN GOTO B3;A(I,J)=0;B=1;DO K=1 TO L0;
   IF MJ^=0 THEN B=X0(K)**MJ;A(I,J)=A(I,J)+B;END;
   MJ=MJ+1;B3:J=J+1;IF J<=JM THEN GOTO B2;
   I=I+1;LC0=LC0+1;IF I<=IM THEN GOTO B1;
   K=IM;
   M200:K1=K+1;K2=K-1;IF A(K,K1)^=0 THEN GOTO M600;
   I=K;M500:I=I-1;IF I=0 THEN GOTO M2000;
   IF A(I,K1)=0 THEN GOTO M500;DO L=1 TO K1;Z=A(I,L);
   A(I,L)=A(K,L);A(K,L)=Z;END;
   M600:DO J=1 TO K1;A(K,J)=-A(K,J)/A(K,K1);END;
   IF K2=0 THEN GOTO M1200;
   DO I=1 TO K2;DO J=1 TO K;
   A(I,J)=A(I,J)+A(I,K1)*A(K,J);END;END;K=K2;GOTO M200;
   M1200:DO K=1 TO IM;X(K)=A(K,1);K2=K-1;
   IF K2=0 THEN GOTO M1600;DO J=1 TO K2;
   X(K)=X(K)+A(K,J+1)*X(J);END;M1600:END;GOTO M2100;
   M2000:PUT EDIT('DET=0')(A);GOTO M3000;M2100:DO I=1 TO IM;
   END;Z1=0;DO I=1 TO L0;
   R=X0(I);Z1(I)=X(1);JJ=1;DO K=2 TO IM;
   Z1(I)=Z1(I)+X(K)*R**JJ;JJ=JJ+1;END;
  END;
   M3000:END POLIN;
   B26:END POR;
/*
```

РД-39-I-579-8I-7I

П Р О Г Р А М М А
ВЫБОРА КОНСТАНТ РАВНОВЕСИЯ ГАЗ-КОНДЕНСАТ

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа предназначена для выбора констант равновесия газ-конденсат для выбора компанентов:
метан, этан, пропан, изо-бутан, н-бутан, изо-пентан, н-пентан, гексан, гептан, октан, нонан, декан, азот.

2. Программа написана на языке PL/I

3. Исходная информация:
P - давление, кгс/см^2;
T - температура, ^{0}C ;
PCX - давление схождения, кгс/см^2

4. Результат :
CONST - массив логарифмов констант равновесия углеводородов от метана до декана и азота.

5. Обращение к программе обращается оператором

CALL ATLAS1 (P,T, PCX, CONST);

6. Константы, необходимые для расчета:
TЗАД- массив температур для всех давлений схождений и всех компонентов;
AKMIN- массив констант равновесия при P=0,7 кгс/см^2;
PCXЗАД- массив давлений схождения от 42 до I400 кгс/см^2;
ДТ - массив количества строк в таблицах ;
ДК - массив количества констант равновесия в таблицах ;
PЗАД - массив давлений для всех давлений схождения .

Весь цифровой материал дан в таблице, массивы PCXЗАД, PЗАД, AKMIN и весь атлас констант равновесия в логарифмах, записанные на диск.

TKUN	ДТ	ДК	РСХЗАД	
I	2	3	4	
- 0,5	7	56	I.6232	(42)
27.8	I6	I28	I.7482	(56)
36.07	20	I60	I.845I	(70)
68.7	22	I76	2.I46I	(I40)
98.0	22	I76	2.3222	(2I0)
I25.0	22	I76	2.4472	(280)
I50.79	22	I76	2.544I	(350)
I74.0	22	I76	2.602I	(400)
	22	I76	2.6990	(500)
	22	I76	2.7782	(600)
	22	I76	2.845I	(700)
	22	I76	3.I46I	(I400)
	7	56		

МАССИВ ДАВЛЕНИЙ (РЗАД)

0.845I	0.845I	0.845I
I.02I2	I.3222	I.3222
I.I45I	I.544I	I.6232
I.2430	I.7482	I.845I
I.3222	I.845I	2.0000
I.3892	2.02I2	2.I76I
I.4472	2.I46I	2.30I0
I.544I	2.2430	2.477I
0.845I	0.845I	0.845I
I.02I2	I.3222	I.3222
I.I46I	I.6232	I.6232
I.2430	I.845I	I.845I
I.3222	2.02I2	2.0000
I.4472	2.I46I	2.I76I
I.544I	2.2430	2.30I0
I.6902	2.3222	2.477I
0.845I	0.845I	0.845I
I.I46I	I,3222	I.I46I
I.3222	I.6232	I.544I
I.4472	I.845I	I.7482
I.544I	2.02I2	I.845I
I.6902	2.I46I	2.I46I
I.7482	2.2430	2.4472
I.7993	2.4472	2.7482
0.845I	0.845I	0.845I
I.322I	I.3222	I.322I
I.544I	I.6232	I.544I
I.6902	I.845I	I.7482
I.845I	20000	I.845I
I.9243	2.I76I	2.02I2
2.02I2	2.30I0	2.I46I
2.0755	2.477I	2.2430

таблица

AKMIN .- массовая константа равновесия при давлении 0,7 ата

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
2.6I2779	2.5I8509	2.43I359	2.36I7I9	2.322209	2.290029	2.55269	2.255269	2.204I09	2.II3939	I.999989	I.968479
I.924269	I.875059	I.8I9539	I.748I79	I.662749	I.59I059	I.505I39	I.380208	I.255269	I.I46II9	0.99I2I9	2.000000
I.977719	I.845088	I.8I2909	I.763419	I.732389	I.68I239	I.623239	I.544069	I.477II9	I.380208	I.30I0I9	I.204I09
I.079I79	0.98I269	0.869229	0.748I79	0.579779	0.399939	0.204I09	I.860809	I.806I69	I.740359	I.633459	I.568I99
I.5I8509	I.477II9	I.43I359	I.36I7I9	I.30I0I9	I.209509	I.I23849	I.0374I9	0.934489	0.832499	0.698959	0.568I99
0.397939	0.243029	0.060689	-0.I54899	-0.387209	I.8I2909	I.740359	I.668749	I.568I99	I.42I359	0.43I359	I.360206
I.322209	I.243029	I.I76089	I.079I79	0.999989	0.908479	0.908479	0.806I69	0.690I89	0.4I4969	0.230439	0.04I389
- 0.I54899	-0.376749	-0.0I9779	I.643449	I.568I99	I.477I9	I.447I49	I.397929	I.3424I9	I.30I0I9	I.243029	I.I76089
I.096899	I.02II79	0.954239	0.8633I9	0.778I49	0,68I239	0.556299	0.43I359	0.290029	0.II3939	0.22I839	-0.657562
-I.207599	I.623239	I.5I8509	I.43I359	I.397929	I.3424I9	I.30I0I9	I.267I68	I.204I09	I.II3939	I.060688	-0.99I2I9
0.903079	0.8I9539	0.707569	0.59I059	0.477II9	0.332429	0.204I09	0.02II79	-0.376749	-0.809659	-I.420209	I.397899
I.300999	I.230399	I.I76099	I.II3899	I.04I399	0.89I22I	0.934489	0.845089	0.7634I9	0.662749	0.55 02I9	0.447I49
0.322209	0.I76039	0.04I389	-0.I02369	-0.275719	-0.508629	-0.962569	-I.468519	-2.I54899	I.322I99	I.I76099	I.04I399
0.973II9	0.903079	0.8I9539	0.732389	0.653209	0.567I99	0.462389	0.332429	0.204I09	0.079I79	-0.045749	-0.207599
-0.376749	-0.585019	-0.795879	-I.000000	-I.48I479	-2.I07899	-2.903089	I.I46099	I.0085999	0.8633I9	0.785319	0.707569
0.623239	0.53I469	0.439329	0.3II749	0.I76089	0.033419	-0.I07899	-0.259629	-0.43I789	-0.619779	-0.823899	-I.000000
-I.22I838	-I.443689	-I.823899	-2.552839	-3.420209	0.995629	0.857329	0.672009	0.579779	0.49I359	0.397939	0.290029
0.I6I399	0.04I389	-0.259829	-0.408929	-0.795879	-I.22I838	-I.43I789	-I.647809	-I.903089	-2.I80449	-2.494899	-2.823899
-3.I87099	-3.568629	-3.920799	-0.869229	0.690I89	0.49I359	0.39I939	0.278874	0.I6I359	0.04I389	-0.080919	-0.24II19
-0.552839	-0.732819	-I.II3499	-I.568629	-I.799169	-2.0I7719	-2.283988	-2.352839	-2.847699	-2.844659	-3.508499	-3.494849
-4.22I799	2.8I9499	2,954I99	2.999989	2.903079	2.8I2908	2.770849	2.732389				

РД-39-I-579-8I-75

ТЗАВ массив температур

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
260.000000	93.3299	37.7699	I0.0000	-I7.7699	-28.8799	-39.9899	260.0000	204.4399	I48.8799	93.3299	82.2I99
7I.I09985	60.0000	48.8799	37.7699	26.6599	I5.5499	4.4399	6.6599	-I7.7699	-28.8799	-39.9899	260.0000
204.439987	I48.6799	I37.7699	I26.6599	II5.5499	I04.4399	93.3299	82.2I99	7I.I099	60.0000	48.8799	37.7699
26.659986	I3.5499	4.4399	-6.6599	-I7.7699	-28.8799	-39.9899	260.0000	232.2I99	204.4399	I76.6599	I48.8799
I37.769989	I26.6599	II5.5499	I04.4399	93.3299	82.2I99	7I.I099	60.0000	48.8799	37.7699	26.6599	I5.5499
4.439998	-6.6599	-I7 7699	-28.8799	-39.9899	260.0000	232.2I99	204.4399	I76.6599	I48.8799	I37.7699	I26.6599
II5.549987	I04.4399	93.3299	82.2I99	7I.I099	60.0000	48.8799	37.7699	26.6599	I5.5499	4.4399	-6.6599
-I7.769989	-28.8799	- 39.9899	260.0000	232.2I99	204.4399	I93.3299	I82.2I99	I7I.I099	I60.0000	I48.7899	I37.7699
I26.659988	II5.5499	I04.4399	93.3299	82.2I99	7I.I089	60.0000	48.8599	37.7699	26.6599	4.4399	-I7.7699
-39.989990	260.0000	232.2I99	204.4399	I93.3299	I82.2I99	I7I.I099	I60.0000	I48.8799	I37.7699	I26.6599	II5.5499
I04.439987	93.3299	82.2I99	7I.I099	60.0000	48.8799	27.7699	26.6599	4.4399	-I7.7799	-39.9899	260.0000
232.2I9985	204.4399	I93.3299	I82.2I99	I7I.I099	I60.0000	I48.8799	I37.7699	I26.6599	II5.5499	I04.4399	93.3299
82.2I9985	-I.I099	60.0000	48.8799	37.7699	26.6599	4.4399	-I7.7699	-39.9899	260.0000	232.2I99	204.4399
I93.329986	I82.2I99	I7I.I099	I60.0000	I48.7699	I37.7699	I26.6599	II5.5499	I04.4399	93.3299	82.2I99	7I.I099
60.000000	48.8799	37.7699	26.6599	4.44	-I7.7699	-39.9899	260.0000	232.2I99	204.4399	I93.3299	I82.2I99
I7I.I09985	I60.0000	I48.8799	I37.7699	I26.66	II5.5499	I04.4399	93.3299	82.2I99	7I.I099	60.0000	48.8799
37.769989	26.6599	4.4299	-I7.7599	-39.98	260.0000	232.2I99	204.4399	I93.3299	I82.2099	I7I.I099	I60.0000
I48.869995	I37.7699	II5.5499	I04.4399	82.22	60.0000	48.8799	37.7699	26.6599	I5.5399	4.4299	6.6499
-I7.759994	-28.8799	-40.0000	260.0000	232.22	204.4399	I93.3299	I82.2099	I7I.I099	I60.0000	I48.8699	I37.7699
II5.539993	I04.4399	82.2I99	60.0000	48.88	37.7699	26.6599	I5.5399	4.4299	-6.6499	-I7.7599	-28.8799
-40.000000	260.0000	I04.5000	37.7699	I0.00	-I7.7599	-28.8799	-39.9799				

```
// EXEC PL/I
  ATLAC1: PROCEDURE(P,T,PCX,AK5);
 DECLARE KONST FILE RECORD INPUT DIRECT KEYED ENVIRONMENT
 (F(3600)
 REGIONAL(1)EXTENTNUMBER(1)
 MEDIUM(SYS007,5056));
 DECLARE NOB PICTURE'(8)9';
 OPEN FILE(KONST);
   DECLARE(AK3AD(1984),X3AD(4),Y3AD(4),AK13AD(2),T2(2),AK3(13
   AK4(39),X1(3),Y5(3),AK5(13),X8(4),Y8(4),AL(4)) FLOAT;
 DECLARE 1 AK,
    2 (XX(496),R(404));
 DECLARE 1 TK,
      2 T3AD(248) FLOAT,
 2 AKMIN(248)FLOAT,
    2 (PCX3AD(12),TKUN(8)),
 2 (DT(13),DK(13))FIXED(7,0),
    2 (P3AD(96),R3(262));
 NOB=100;
 READ FILE(KONST)INTO(TK)KEY(NOB);
 P=LOG10(P);PCX=LOG10(PCX);
 NOB=1;I21=1;
   IF PCX<PCX3AD(1) THEN GOTO M4;
   M5:IF PCX<=PCX3AD(12) THEN GOTO M6;
 M4:PUT EDIT('B        A   PAH     TA      KOHCTAHT PABHOBEC  ')
   (SKIP,X(20),A);GOTO M40;
  M6: DO J=1 TO 10;
 IF PCX3AD(J)>PCX THEN GOTO M9;
  NOB=NOB+4;I21=I21+8;END;M9: A=0;
   IF P>(LOG10(0.8)+PCX3AD(J-1))
 THEN GOTO M12;
   J=J-1;NOB=NOB-4;I21=I21-8;M12:I8=1;I13=1;N33:I11=1;
 DO I10=1 TO 4;
 READ FILE(KONST)INTO(AK)KEY(NOB);
 DO I12=1 TO 496;
 AK3AD(I11)=XX(I12);
 I11=I11+1;END;NOB=NOB+1;END;I=1;
   IF T>260 THEN GOTO M4;
 IF T<-40 THEN GOTO M4;
 I2=I21;DO I1=1 TO 8;
   IF P<P3AD(I2) THEN GOTO M16;
 I2=I2+1;END;
   X3AD(1)=P3AD(I2-3);
   X3AD(2)=P3AD(I2-2);
   X3AD(3)=P3AD(I2-1);
 X3AD(4)=PCX3AD(J);
   GOTO M17;
   M16:IF I1>=3 THEN GOTO M50;
   IF I1=1 THEN GOTO M19;
   X3AD(1)=LOG10(0.7);
   X3AD(2)=P3AD(I2-1);
   X3AD(3)=P3AD(I2);
   X3AD(4)=P3AD(I2+1);
   GOTO M17;
  M19:X3AD(1)=LOG10(0.7);
     X3AD(2)=P3AD(I2);
     X3AD(3)=P3AD(I2+1);
     X3AD(4)=P3AD(I2+2);
   GOTO M17;
   M50:IF I1=8 THEN GOTO M18;
   X3AD(1)=P3AD(I2-2);
   X3AD(2)=P3AD(I2-1);
   X3AD(3)=P3AD(I2);
   X3AD(4)=PCX3AD(J);
  GOTO M17;
   M18:X3AD(1)=P3AD(I2-2);
     X3AD(2)=P3AD(I2-1);
   X3AD(3)=P3AD(I2);
     X3AD(4)=P3AD(I2+1);
```

```
M17:IC4K=1;IC4T=1;I2=I2-I21;M29;I5=IC4T;IC41=22;I6=I2+IC4K;
M22:IF I>T3AD(I5) THEN GOTO M23;
I5=I5+1;I6=I6+8;IC41=IC41-1;
IF IC41>0 THEN GOTO M22;
M23:DO I7=1 TO 2;
IF X3AD(4)^=PCX3AD((NOB-1)/6) THEN GOTO M24;
Y3AD(1)=AK3AD(I6-2);
  Y3AD(2)=AK3AD(I6-1);
  Y3AD(3)=AK3AD(I6);
  Y3AD(4)=0;
GOTO M26;
M24:IF I2>=2 THEN GOTO M51;
IF I2^=1 THEN GOTO M60;
Y3AD(1)=AKMIN(I5);
Y3AD(2)=AK3AD(I6-1);
Y3AD(3)=AK3AD(I6);
Y3AD(4)=AK3AD(I6+1);
GOTO M26;
M60:Y3AD(1)=AKMIN(I5);
  Y3AD(2)=AK3AD(I6);
  Y3AD(3)=AK3AD(I6+1);
  Y3AD(4)=AK3AD(I6+2);
GOTO M26;
M51:IF I2^=3 THEN GOTO M27;
Y3AD(1)=AK3AD(I6-1);
Y3AD(2)=AK3AD(I6);
Y3AD(3)=AK3AD(I6+1);
Y3AD(4)=0;
GOTO M26;
M27:Y3AD(1)=AK3AD(I6-2);
  Y3AD(2)=AK3AD(I6-1);
Y3AD(3)=AK3AD(I6);
  Y3AD(4)=AK3AD(I6+1);
Z0: X10=P;N=4;
  CALL INTER(X10,N,X3AD,Y3AD,Y1);
AK13AD(I7)=Y1;T2(I7)=T3AD(I5);I5=I5+1;I6=I6-8;END;
AK3(I)=AK13AD(1)+((AK13AD(2)-AK13AD(1))/
(T2(2)-T2(1))*(T-T2(1)));
IC4T=IC4T+DT(I);IC4K=IC4K+DK(I);
I=I+1;
IF I<=13 THEN GOTO M29;
I1=1;
M31:AK4(I8)=AK3(I1);
I8=I8+1;I1=I1+1;
IF I1<=13 THEN GOTO M31;
X1(13)=PCX3AD(J);
J=J+1;I13=I13+1;I21=I21+8;
IF I13<=3 THEN GOTO M33;
I=1;X10=PCX;M37;I8=0;I1=1;M35;I9=I+I8;Y5(I1)=AK4(I9);I8=I8+13;
I1=I1+1;IF I1<=5 THEN GOTO M35;N=3;
CALL INTER(X10,N,X1,Y5,Y1);
AK5(I)=Y1;I=I+1;
IF I<=13 THEN GOTO M37;
INTER:PROCEDURE(X1,N,X8,Y8,F);
DECLARE(X8(4),Y8(4),AL(4))FLOAT;
I20=1; F=0;MA15I23=1;
AL(I20)=1;
MA13:IF I23=I20 THEN GOTO MA12;
AL(I20)=AL(I20)*((X1-X8(I23))/(X8(I20)-X8(I23)));
MA12:I23=I23+1;
IF I23<=N THEN GOTO MA13;
F=F+AL(I20)*Y8(I20);
I20=I20+1;
IF I20<=N THEN GOTO MA15;
END INTER;
M60:END ATLAC1;
```

РД-39-I-579-81-78

П Р О Г Р А М М А

РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА СЖИМАЕМОСТИ

Программа предназначена для расчета коэффициента сжимаемости в зависимости от давления, температуры и состава газа.

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

1. Программа написана на языке *PL/I*.
2. Обращение к программе осуществляется оператором
   CALL KOEFZ(P,T,Z1,PKP,TKP,Z);
3. Исходными данными для программы являются:
   P - давление, кгс/см^2 ;
   T - температура, ^{0}C ;
   Z1 - состав газа, моль доли ;
   PKP - критическое давление, кгс/см^2 ;
   TKP - критическая температура, ^{0}C .
4. Результат расчета:
   Z - коэффициент сжимаемости .

```
// EXEC PL/I
   KOEF2: PROCEDURE(P,T,ZO,PKP,TKP,Z);
  DECLARE ZO(13),PKP(13),TKP(13);
        PKPO=0E0; TKPO=0E0;
        DO I=1 TO  13;
  TKPO=TKPO+ZO(I)*TKP(I);
  PKPO=PKPO+ZO(I)*PKP(I);
        END;
   TPR=(T+2.73150E-2)/(TKPO+2.73150E-2);
        PPR=P/PKPO;
     IF(PPR-2E-1)<=0 THEN GO TO AA1;
  IF PPR>=2E0 THEN GOTO AA2;
  A1=9.76E-1+1.7963E-2*TPR-3.37E-3*TPR*TPR;
        A2=-7.41181E-1+6.59635E-1*TPR-1.50287E-1*TPR*TPR;
    Z=A1+A2*PPR;
    GOTO AA1;
    AA2: IF PPR>=5 THEN GOTO AA3;
         A1=1.060245E0-9.676E-3*TPR;
        A2=-1.016432E0+8.64653E-1*TPR-1.9297E-1*TPR*TPR;
        A3=1.63021E-1-1.45934E-1*TPR+3.5936E-2*TPR*TPR;
        Z=A1+A2*PPR+A3*PPR*PPR;
    GOTO AA1;
    AA3: IF PPR>=8 THEN GOTO AA4;
          A1=-1.99986E0+2.4575007E0*TPR-5.338178E-1*TPR*TPR;
         A2=3.40529E-1-2.81075E-1*TPR+6.3898E-2*TPR*TPR;
         Z=A1+A2*PPR;
  GOTO AA1;
  AA4: IF PPR>=15 THEN GOTO AA1;
    A1=-8.1925E-1+1.0894198E0*TPR-1.75239E-1*TPR*TPR;
  A2=2.19522E-1-1.32676E-1*TPR+2.3039E-2*TPR*TPR;
    Z=A1+A2*PPR;
  AA1:
   END;
/*
```

РД-39-I-579-81-80

П Р О Г Р А М М А

РАСЧЕТА ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

1. Программа составлена на языке *PL/I*.

2. Обращение к программе осуществляется оператором:

CALL WLAG(P,T,G,D,WL);

3. Исходными данными для программы являются:

P – давление газа, кгс/см^2;

T – температура газа, ^{0}C;

G – содержание солей, мг/л;

D – относительный удельный вес газа по воздуху.

4. Результатом расчета является:

WL – влагосодержание природного газа, кг/тыс.нм^3 газа

```
// EXEC PL/I
WLAG: PROCEDURE(P,T,G,D,WL);
      IF T>13E1 THEN DO;
      PUT EDIT('ВЫШЛИ ЗА ПРЕДЕЛЫ ПРОГРАММЫ WLAG')
      (SKIP,X(20),A); GOTO W1;
END;
      IF T<4E1 THEN DO;
      A=4,0807848E0+EXP((7,37433E-2+3,0673912E-4*T)*T);
      B=4,18124E-2+EXP((5,3570327E-2+1,9866041E-4*T)*T);
      GOTO W0; END;
      ELSE A=5,8498076E0+EXP((6,20686E-2-1,3096345E-4*T)*T);
  IF T<9E1
        THEN B=3,77424E-2+EXP((5,5042799E-2-1,655379E-4*T)*T);
        ELSE B=6,5293E-2+EXP(3,263894E-2*T);
   W0: Q1=-1E-7*T*T-1,1E-3*T*G-7,9E-2*G+7,3E-4*T+1,56E-1*G
       +9,27E-1;
       Q2=1-2,25E-3*D;
       WL=(A/P+B)*Q1*Q2;
   W1: END WLAG;
/*
```

РД-39-I-579-8I-8I

П Р О Г Р А М М А

РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЁМКОСТИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа написана на языке *PL/I*.

2. Обращение к программе :

CALL TEPL(TPR, PPR, AM, CP);

3. Исходная информация:

TPR – приведенная температура, ^{o}K ;

PPR – приведенное давление, кго/см^2

молекулярный вес.

4. Результат

CP – коэффициент удельной теплоемкости, ккал/кг.град.

```
// EXEC PL/I
TEPL:PROCEDURE(P,T,G,CP);
    IF (G-0.6)>0 THEN GOTO T1;
    CP=(3.36E-5*T-3.24E-5*P-2.353E-3)*T+(4.805E-3-3.81E-6*P)*P
   +4.854E-1;
       GOTO T0;
    T1: IF (G-0.65)>0 THEN GOTO T2;
     A=(3.36E-5*T-3.24E-5*P-2.353E-3)*T+(4.805E-3-3.81E-6*P)*P
     +4.854E-1;
    B=(3.635E-5*T-3.682E-5*P-2.486E-3)*T+(5.836E-3-7.113E-6*P)*P
   +4.899E-1;
       CP=B+((B-A)/5E-2)*(G-0.65E0);
       GOTO T0;
       T2: IF (G-0.7)>0 THEN GOTO T3;
    B=(3.635E-5*T-3.682E-5*P-2.486E-3)*T+(5.836E-3-7.113E-6*P)*P
    +4.899E-1;
    D=(3.657E-5*T-3.108E-5*P-3.093E-3)*T+(6.37E-3-1.062E-5*P)*P
    +5.955E-1;
   CP=D+((D-B)/5E-2)*(G-0.65E0);
       GOTO T0;
     T3: CP=(3.657E-5*T-3.108E-5*P-3.093E-3)*T+
         (6.37E-3-1.062E-5*P)*P+5.955E-1;
     T0: END TEPL;
/*
```

П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА ПЛОТНОСТИ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПО ЕЁ СОСТАВУ
ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа составлена на языке PL/I

2. Вызов процедуры осуществляется оператором

CALL RPGF(N,Y,AM,T,P,PKP,TKP,DG);

3. Исходными данными для программы являются:

N - количество компонентов;

Y - массив мольных концентраций i - тых компонентов размерностью I3, мольные доли;

AM - массив молекулярных весов i -тых компонентов, размерностью I3;

T - температура смеси, ^{o}C;

P - давление смеси, кгс/см^2;

PKP - массив критических давлений i -тых компонентов размерностью I3, кгс/см^2;

TKP - массив критических температур i -тых компонентов размерностью I3, ^{o}C.

4. Выходные данные:

DG -плотность газовой фазы, г/см^3.

5. В программе используется процедура, решения кубического уравнения обращение к которой осуществляется оператором CALL ABD(A,B,C,D,Y1,Y2,Y3);

где - A, B, C, Д -коэффициенты кубического уравнения

$A_y^3 + B_y^2 + C_y + Д = 0$.

y_1, y_2, y_3 - корни.

```
// EXEC PL/I
  RPGF;  PROCEDURE(N,Y,AM,T,P,PKP,TKP,DG);
         DECLARE Y(13),AM(13),PKP(13),TKP(13);
         AM1=0E0;   A1=0E0;   B1=0E0;
         DO I=1 TO N;
         AM1=AM1+Y(I)*AM(I);
         A=28805061E-4*(TKP(I)+27315E-2)**25E-1/PKP(I);
         B=71143E-6*(TKP(I)+27315E-2)/PKP(I);
         A1=A1+A**5E-1*Y(I);
         B1=B1+B*Y(I);
         END;
         A1=A1*A1;
         AA=P*(T+27315E-2)**5E-1;
         BB=-820567E-4*(T+27315E-2)**15E-1;
         CC=A1-(820567E-4*(T+27315E-2)**15E-1+P*(T+27315E-2)**
            5E-1*B1)*B1;
         DD=-A1*B1;
         CALL ABD(AA,BB,CC,DD,Y1,Y2,Y3);
         IF Y1>Y2 THEN VG=Y1;
         ELSE VG=Y2;
         IF VG<Y3 THEN VG=Y3;
         DG=AM1/VG;
         END RPGF;
/*
```

П Р О Г Р А М М А
ПЛОТНОСТИ ЖИДКИХ СМЕСЕЙ ПО МЕТОДУ АЛАНА-КЕННЕДИ

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа написана на языке PL/I.

2. Вызов программы осуществляется оператором:

CALL PLOT(Y, AM, T, P, M1, PL1, N, PL);

3. Входные параметры:

Y - состав жидкой смеси задается в следующем порядке C_1, C_2, C_3, $i\text{-}C_4$, $n\text{-}C_4$, C_5, C_6, C_{7+} мольные доли;

AM - массив молекулярных весов углеводородов;

T - температура, ^0C;

P - давление, $кгс/см^2$;

M1 - молекулярный вес C_{7+};

PL1 - плотность C_{7+}, $г/см^3$ при 60^0 C_{7+};

N - количество компонентов в составе жидкости.

4. Выходные параметры:

PL - плотность жидкой смеси $г/см^3$.

5. В программе используется процедура вычисления корней кубического уравнения, вызываемая оператором.

CALL ABC(A, B, C, E, X1, X2, X3);

```
// EXEC PL/I
  PLOT:PROCEDURE(Y,M,T,P,M7,PL7,L,PL);
  DECLARE M7 FLOAT;
  DECLARE(A(16),B(16),Y(1),M(1))DECIMAL FLOAT;
   DECLARE(AA,BB,CC,D)FLOAT;
  DECLARE KONST FILE RECORD
   UPDATE DIRECT KEYED ENVIRONMENT(F(3600)
  REGIONAL(1)EXTENTNUMBER(1)MEDIUM(SYS007,5056));
  DECLARE NOB PICTURE'(8)9';
   DECLARE 1 PT,
  2 P121(37),
  2 T121(24),
  2 CM(16),
  2 C(16),
  2(N(16),K(16))DECIMAL FLOAT,
  2 R1(775);
  OPEN FILE(KONST);
  NOB=101;
   READ FILE(KONST)INTO(PT)KEY(NOB);
  T1=32+18E-1*T;
  T2=T1+45967E-2;
  P=1428E-2*P;
  S1=0;S2=0;S3=0;
  J=1;
  I=1;
  IF T1>300 THEN J=J+1;
  A(I)=K(J)*EXP(N(J)/T2);
   B(I)=CM(J)*T2**1E-8*C(J);
  I=2;J=3;
  IF T1>250 THEN J=J+1;
  A(I)=K(J)*EXP(N(J)/T2);
   B(I)=CM(J)*T2**1E-8*C(J);
  J=5;
  DO I=3 TO L;
   A(I)=K(J)*EXP(N(J)/T2);
    B(I)=CM(J)*T2**1E-8*C(J);
  J=J+1;
  END;
  DO I=1 TO L;
  S1=S1+A(I)*Y(I);
  S2=S2+B(I)*Y(I);
  END;
   A17=EXP(3,8405985E-3*M7-9,5638281E-4*M7/PL7+2,6180818E2/T2+
   7,3104464E-6*M7**2+10,753$17);
  B17=3,499274E-2*M7-7,2725403*PL7+2,232395E-4*T2-1,6322572E-2
   *M7/PL7
    +6,2256545;
  S1=S1+A17*Y(L+1);S2=S2+B17*Y(L+1);
   AA=1;
   BB=-(10,7335*T2/P+S2);
   CC=S1/P;
   D=-(S1*S2/P);
   CALL ABD(AA,BB,CC,D,X1,X2,X3);
   IF X2=0&X3=0 THEN DO;X=X1;GOTO L1;END;
  IF X1>X2 THEN GOTO L2;
  IF X1<X3 THEN DO;X=X1;GOTO L1;END;
   L2: IF X2<X3 THEN X=X2;ELSE X=X3;
   L1:DO I=1 TO L;S3=S3+Y(I)*M(I);
  END;
  MET=S3+M7*Y(L+1);
 PL=MET/X;
   PL=0,01602*PL;
   P=P/1428E-2;
   END PLOT;
/*
```

РД-39-I-579-8I-86

П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА ВЯЗКОСТЬ ЖИДКОЙ ФАЗЫ
ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа составлена на языке PL/1

2. Вызов процедуры осуществляется оператором

CALL VAZG (N, X, AM, T, PKP, TKP, P, V, D, AMG);

3. Исходными данными для программы являются:

N - количество компонентов

X - массив мольных концентраций i-тых компонентов, размерностью I3, мольные доли

AM - массив, размерностью I3, молекулярных весов i-тых компонентов

T - температура смеси, ^{o}C

PKP - массив размерностью I3 критических давлений компонентов, кгс/см^2

TKP - массив размерностью I3 критических температур компонентов , ^{o}C

P - давление, кгс/см^2

V - мольная доля газовой фазы

D - плотность, г/см^3

4, Выходные данные:

AMG - вязкость жидкой фазы СПЗ

5. В программе используется процедура, определяющая плотность жидкой фазы в г/см^3, вызываемая оператором

CALL BLOCC1(P, T, V, X, AM, D, DPT);

```
// EXEC PL/I
  VAZ6: PROCEDURE(N,X,AM,T,PKP,TKP,P,V,D,AMG);
        DECLARE X(13),AM(13),PKP(13),TKP(13),V1(13),D(13);
        V1(1)=995E-1;  V1(2)=148E0;  V1(3)=2E2;
        V1(4)=263E0;   V1(5)=255E0;
        DO I=6 TO 10;
        V1(I)=13483125E-4+9439E-4*AM(I)-17285E-1*D(I)+
              44079E-4*AM(I)*D(I);
        END;
        V1(11)=901E-1;  V1(12)=94E0;  V1(13)=95E0;
        AM1=0E0;  TKP1=0E0;  PKP1=0E0;
        DO I=1 TO N;
        AM1=AM1+X(I)*AM(I);
        TKP1=TKP1+X(I)*(TKP(I)+27315E-2);
        PKP1=PKP1+X(I)*PKP(I);
        END;
        AM0=(((94E-1*2E-2*AM1)*(18E-1*(T+27315E-2))**15E-1)
        *1E+4)/
            (209E0+19E0*AM1+18E-1*(T+27315E-2));
        VX=0E0;
        DO I=1 TO N;
        VX=VX+X(I)*V1(I);
        END;
        CALL BLOCC(P,T,V,X,AM,B,DPT,R1,G1);
        DP=AM1/VX;  DPP=DPT/DP;
        PS=TKP1/AM1**3E0/PKP1**4E0;
        PS=LOG(PS);  PS=PS/6E0;  PS=EXP(PS);
        AMG=1023E-4+233642E-6*DPP+58533E-6*DPP*DPP-
        40755E-6*DPP**3E0+95324E-7*DPP**4E0;
        AMG=AMG**4E0;  AMG=AMG-1E-4;
        AMG=AMG/PS;  AMG=AMG+AM0;
        END VAZ6;
/*
```

РД-39-I-579-8I-88

П Р О Г Р А М М А

РАСЧЕТА ВЯЗКОСТИ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПО МЕТОДУ ЛИ-ГАНСОЛЕСА-ИКИНА

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

1. Программа составлена на языке PL/I

2. Вызов процедуры осуществляется оператором

CALL VAZ(N, Y, AM, T, DG, VM);

3. Исходными данными для программы являются:

N – количество компонентов;

$Y(i)$ – массив мольных концентраций i-тых компонентов, мольные доли;

$AM(13)$ – массив мольных весов i-тых компонентов;

T – температура смеси, ^0C (от 38^0 до 171^0C);

P – давление смеси, кгс/см^2 (от 70 до 560);

DG – плотность газовой фазы, г/см^3.

4. Результат:

VM – вязкость газовой фазы, СПЗ.

```
// EXEC PL/I
  VAZ;  PROCEDURE(N,Y,AM,T,DG,VM);
        DECLARE Y(13),AM(13);
        AM1=0F0;
        DO I=1 TO N;
        AM1=AM1+Y(I)*AM(I,);
        END;
        TA=35E-1+5477E-1/(T+27315E-2)+1E-2*AM1;
        F=24E-1-2E-1*TA;
        AM0=(((94E-1+2E-2*AM1)*(18E-1+(T+27315E-2))**15E-1)
        *1E-4)/
        (209E0+19E0*AM1+18E-1*(T+27315E-2));
        VM=TA*DG**F;
        VM=AM0*EXP(VM);
/*      END VAZ;
```

РД-39-I-579-81-89

П Р О Г Р А М М А

НАХОЖДЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ КОРНЕЙ КУБИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа написана на языке PL/I.

2. Вызов процедуры осуществляется оператором

CALL ABD(A,B,C,D, y01, y02, y03);

3. Исходными данными являются:

A, B, C - коэффициенты при неизвестных в исходном уравнении соответственно при 3, 2, и I степенях;

D - свободный член в исходном уравнении.

4. Выходные данные:

y01, y02, y03 - действительные корни уравнения.

5. В программе предусмотрена печать:

Если есть комплексные корни, то печать $У_I$, два корня - комплексные.

```
// EXEC PL/I
  ABD:PROCEDURE(A,B,C,D,Y01,Y02,Y03);
  DECLARE(A,B,C,D)FLOAT;
 Y01=0E0; Y02=0E0; Y03=0E0;
  Q=((B/A)**3)/27-(B*C)/(6*A**2)+D/(2*A);
  P=(3*A*C-B**2)/(9*A**2);
  QP=Q**2+P**3;RQ=SQRT(ABS(P));K=0;
  IF P=0 THEN GOTO M1;IF Q>=0 THEN Y1=-((2*Q)**(1/3));
  ELSE Y1=((-2*Q)**(1/3));GOTO M4;M1:IF Q>=0 THEN R=RQ;ELSE
  R=-RQ;
  QH=Q/R**3;IF P<0 THEN GOTO M2;SH=SINH(LOG(QH+SQRT(QH**2+1))
  Y1=-2*R*SH;GOTO M4;M2:IF QP<=0 THEN GOTO M3;
  CH=COSH(LOG(QH+SQRT(QH**2-1)))/3);Y1=-2*R*CH;GOTO M4;
  M3:F1=ATAND(SQRT(1-QH**2)/QH)/3;F2=60-F1;F3=60+F1;
 Y1=-2*R*COSD(F1); Y2=2*R*COSD(F2);
 Y3=2*R*COSD(F3); K=1; Y02=Y2-B/3/A;
  Y03=Y3-B/3/A;M4:Y01=Y1-B/3/A;
 END ABD;
/*
```

РД-39-I-579-8I-90

П Р О Г Р А М М А

РАСЧЕТА ЛЕТУЧЕСТИ ЧИСТОГО КОМПОНЕНТА

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа составлена на языке *PL/I*.

2. Вызов процедуры осуществляется оператором:

CALL LETY (PKP, TKP, T, P, F);

3. Исходными данными для программы являются:

PKP - критическое давление, кгс/см^2;

TKP - критическая температура, ^{0}C;

T - температура, ^{0}C;

P - давление, кгс/см^2.

4. Результатом расчета является:

F летучесть компонента, кгс/см^2.

5. В подпрограмме используется процедура решения кубического уравнения, вызываемая оператором *CALL ABD(A,B,C,D,Y1,Y2,Y3)*;

A,B,C,Д - коэффициенты кубического уравнения $Ax^3 + Bx^2 + Cx + Д = 0$

y_1, y_2, y_3 - корни кубического уравнения.

```
// EXEC PL/I
  LETY: PROCEDURE(PKP,TKP,T,P,F);
        A=6541E-4*(TKP+27315E-2)**1258E-2/(T+27315E-2)**
        1235E-2/PKP**5E-1;
        B=867E-4*(TKP+27315E-2)/(T+27315E-2)/PKP;
         AA=1;BB=-1;
        CC=-(P*B*B+B+A*A)*P;
        DD=-A*A*B*P*P;
        CALL ABD(AA,BB,CC,DD,Y1,Y2,Y3);
        IF Y1>Y2 THEN Z=Y1;
        ELSE Z=Y2;
        IF Z<Y3 THEN Z=Y3;
        Z1=LOG(Z-B*P);Z2=LOG(1+B*P/Z);
        F=Z-1-Z1-A*A/B*Z2;
        F=EXP(F);
        F=F*P;
        END LETY;
/*
```

РД-39-I-579-8I-9I

ПОДПРОГРАММА РАСЧЁТА КОНТАКТ РАВНОВЕСИЯ АЗОТА И СЕРОВОДОРОДА

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа написана на языке PL/I.

2. Вызов процедуры осуществляется оператором:

CALL KAS(N, X, TC, AM, AK1, D, T, P, PCX, AKA, AKS);

3. Исходными данными для программы являются:

N – количество компонентов;

X – массив из I3 элементов мольных концентраций i – тых компонентов в составе жидкой фазы в мольных долях;

TC – массив из 5 элементов температур кипения фракций;

AM – массив из I3 элементов молекулярных весов i – тых компонентов в мольных долях

AK1 – массив из 9 элементов характеристических факторов i – тых компонентов углеводородов;

D – массив из I3 элементов i –тых компонентов;

T – температура смеси, ^{o}C ;

P – давление смеси, кгс/см^2 ;

PCX – давление схождения, кгс/см^2 ;

4. Результатом расчёта является:

AKA – константа равновесия азота;

AKS – константа равновесия сероводорода.

5. В программе используются процедуры:

LETU – определить летучесть чистого компонента по методу Редлиха – Квонта;

ABD – решение кубического уравнения.

```
// EXEC PL/I
  KAS1 PROCEDURE(N,X,TC,AM,AK1,D,T,P,PCX,AKA,AKS);
  DECLARE KONST FILE RECORD INPUT DIRECT KEYED
  ENVIRONMENT(F(3600)REGIONAL(1)EXTENTNUMBER(1)
  MEDIUM(SYS007,5056));
  DECLARE NOB PICTURE'(8)9';
  OPEN FILE(KONST);
  DECLARE 1 TK,
        2 T3AD(248) FLOAT,
  2 AKMIN(248) FLOAT,
  2 (PCX3AD(12),TKUN(8)),
  2 (DT(13),DK(13))FIXED(7,0),
  2 (P3AD(96),T1(6),AM3(11),BN(66),R(179));
  DECLARE X(13),D(13),TC1(13),AK1(9),AM(15),Q(15);
  DECLARE TC(5);
  NOB=100;
  READ FILE(KONST)INTO(TK)KEY(NOB);
  TC1(1)=-1615E-1;  TC1(2)=-886E-1;
  TC1(3)=-4205E-2;  TC1(4)=-1172E-2;  TC1(5)=-5E-1;
  DO I=6 TO 10;
  TC1(I)=TC(I-5); END;
  TC1(11)=-19585E-2; TC1(12)=-7843E-2; TC1(13)=-6033E-
  AM1=0E0;
  DO I=1 TO N;
  AM1=AM1+X(I)*AM(I);
   END;
   DO I=1 TO N-3;
  Q(I)=X(I)*AM(I)/AM1;
  END;
  TC2=0E0; AM2=0E0; ZN=0E0;
   DO I=1 TO N-3;
  AM2=AM2+Q(I)*AM(I);
  ZN=ZN+Q(I);
   END;
  AM2=AM2/ZN;
  AK2=0E0; ZN=0E0;
  DO I=1 TO N-3;
  IF I=1 THEN DO;
  AK2=AK2+Q(I)*185E-1; END;
  ELSE
  AK2=AK2+Q(I)*AK1(I-1);
  TC2=TC2+Q(I)*TC1(I);
  ZN=ZN+Q(I);
  END;
  AK2=AK2/ZN;
  TC2=TC2/ZN;
  TQ=(T+27315E+2)/(TC2+27315E-2);
  SK0=(35915E-4+922E-4*TQ+TQ-(9716E-4/TQ/TQ)+
    (1477E-1/(T+27315E-2)-6441E-4*AK2+AK2/1E2));
  AM1=AM2;
  IF T>160 THEN DO;
  PUT EDIT('ВЫШЛИ ЗА ПРЕДЕЛ ТЕМПЕРАТУРЫ')(A);
  PUT SKIP;
  GOTO A8;END;
  IF AM1>225 THEN DO;
```

```
   PUT EDIT('ВЫШЛА ЗА ПРЕДЕЛ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ')(A);
   PUT SKIP;
   GOTO A8;END;
   I2=1; G=0; I3=1;
   AA:
   IF T>T1(I3) THEN DO; I3=I3+1; GOTO AA; END;
   AA1: IF AM1>AM3(I2) THEN DO; I2=I2+1; G=G+6;
   GOTO AA1;END;
   I4=I3+6;
   BN0=BN(I4-1)+(BN(I4)-BN(I4-1))/(T1(I3)-T1(I3-1))*
   (T-T1(I3-1));
   I4=I4-6;
   BN1=BN(I4-1)+(BN(I4)-BN(I4-1))/(T1(I3)-T1(I3-1))*
   (T-T1(I3-1));
   BN2=BN1+(BN0-BN1)/(AM3(I2)-AM3(I2-1))*(AM1-AM3(I2-1));
   PKP=339E-1;TKP=-14695E-2;
   CALL LETY(PKP,TKP,T,P,F);
   SK0=2303E-3*SK0,SK0=EXP(BK0);
   BN2=BN2+P;
   BN3=EXP(BN2);
   AKA=SK0/F*BN3+(1E0-SK0/F*BN3)*(P/PCX)**6;
   TC2=0E0;AK2=0E0;ZN=0E0;
   DO I=2 TO N-3;
   TC2=TC2+Q(I)*TC1(I);
   AK2=AK2+Q(I)*AK1(I);ZN=ZN+Q(I);
   END;
   TC2=TC2/ZN;AK2=AK2/ZN;TC2=TC2+27315E-2;
   SK01=212204E-5-495E-6*TC2-9685E-5*(T+27315E-2)/TC2+
   3230E0*AK2/(T+27315E-2)/(T+27315E-2)-174545E0/
   AK2/(T+27315E-2)/(T+27315E-2)+9752E-2/AK2/AK2;
   P1=LOG10(P);
   IF P<35 THEN AKS=SK01-907E-3*P1;
   ELSE AKS=(SK01-907E-3*P1)*(1-P/PCX);
   AKS=2303E-3*AKS;AKS=EXP(AKS);
   A8: END KAS;
/*
```

РД-39-I-579-8I-94

П Р О Г Р А М М А

РАСЧЁТА КОНТАКТНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ В ТРЕХФАЗНОЙ СИСТЕМЕ ГАЗ – УГЛЕВОДОРОДНАЯ ЖИДКОСТЬ – ПЛАСТОВАЯ ВОДА.

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ

I. Программа написана на языке *PL/I*.

2. Исходными данными являются:

V – объем газа;

АК – объем углеводородной жидкости;

В – объем пластовой воды;

P,T – начальное давление (кгс/см^2) и температура (°С), которых ведется учёт;

PCX – первое приближение давления схождения, кгс/см^2;

EMS – молекулярный вес углеводородной жидкости;

GMS – молекулярный вес газа;

ROS – плотность углеводородной жидкости при пластовом давлении и температуре, г/см^3;

ROG – плотность газа при пластовых давлении и температуре, г/см^3;

FF – массив текстовых констант (название компонентов)

G – массив пластового состава газа, % мол.

AKN – массив состава углеводородной жидкости, % мол.

AM1 – концентрация соли в пластовой воде, г-экв/л;

AD – плотность водного раствора солей, г/см^3;

Q – масса солей, г/л;

CH2S – отношение растворимостей сероводорода в пресной и минерализованной воды.

3. Результаты расчёта:

G1 – массив состава пластового газа, % мол;

AKM – массив состава углеводородной жидкости, % мол.;

W1 – массив состава пластовой воды, % мол.;

GM, AKM, BM – мольные доли газа, углеводородной жидкости, пластовой воды.

4. В программе используются подпрограммы:

VC – расчёта мольной доли газа и соотношения мольной доли углеводородной жидкости и суммы мольных долей углеводородной жидкости и пластовой воды;

PHAZ – расчёта фазового равновесия;

KOEFS – расчёта коэффициентов Сечснова;

KONSTB – выбора констант равновесия системы газ – вода.

5. В программе предусмотрена печать, см. таблицу I.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГАЗ-УГЛЕВОДОРОДН

(ОРЕНБУРГСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ)

** * *:	РАВНОВЕСНЫЙ СОСТАВ ФАЗ (МОЛЬНЫЕ О/О)			РАВНОВЕСНЫЙ	
* ***					
* *					
** * *:	ГАЗ	КОНДЕНСАТ	ВОДА	ГАЗ	КОНДЕНСАТ
C1	0.82526	0.47030	0.00064747	0.45256	0.03240
C2	0.04943	0.06104	0.00001395	0.02711	0.00420
C3	0.01640	0.03154	0.00000144	0.00899	0.00217
IC4	0.00376	0.01044	0.00000009	0.00206	0.00072
NC4	0.00384	0.01239	0.00000011	0.00211	0.00085
C5	0.00595	0.02833	0.00000019	0.00326	0.00195
C6	0.00132	0.01320	0.00000004	0.00072	0.00091
C7	0.00449	0.08315	0.00000014	0.00246	0.00573
C8	0.00316	0.10533	0.00000010	0.00173	0.00726
C9+	0.00117	0.11700	0.00000004	0.00064	0.00806
N2	0.04913	0.01339	0.00003650	0.02694	0.00092
CO2	0.00593	0.00700	0.00006727	0.00325	0.00048
H2S	0.03001	0.04689	0.00418549	0.01646	0.00323
H2O	0.00003	0.0	0.99504703	0.00002	0.0
СУММА	0.99988	0.99998	1.00000	0.54832	0.06889

ДАВЛЕНИЕ В СИСТЕМЕ 180.0МПА
ТЕМПЕРАТУРА СИСТЕМЫ- 28.0 ОС

МОЛЬНАЯ ДОЛЯ ГАЗА - 0.548
МОЛЬНАЯ ДОЛЯ К-ГА - 0.069
МОЛЬНАЯ ДОЛЯ ВОДЫ - 0.38

· АЯ ЖИДКОСТЬ-ПЛАСТОВАЯ-ВОДА ПО МЕРЕ СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

СОСТАВ СИСТЕМЫ		РАВНОВЕСНЫЕ КОНСТАНТЫ В СИСТЕМЕ	
ВОДА	СУММА	ГАЗ-КОНДЕНСАТ	ГАЗ-ВОДА
0.00024780	0.485	1.090000	1274.590820
0.00000534	0.031	0.810000	3544.286621
0.00000055	0.011	0.520000	11415.597656
0.00000004	0.003	0.360000	39884.796875
0.00000004	0.003	0.310000	34838.394531
0.00000007	0.005	0.210000	30977.597656
0.00000002	0.002	0.100000	30977.597656
0.00000006	0.008	0.054000	30977.597656
0.00000004	0.009	0.030000	30977.597656
0.00000001	0.009	0.010000	30977.597656
0.00001397	0.028	3.069999	1345.919189
0.00002575	0.004	0.847000	88.147354
0.00160190	0.021	0.640000	7.170000
0.58083017	0.351	9999.000000	0.000030
0.55273	0.99993		

ПРИМЕЧАНИЯ:

* ОБЪЕМ ГАЗА - 0.80
ОБЪЕМ К-ГА - 0.10
З ОБЪЕМ ВОДЫ 0.10

```
RK: PROCEDURE OPTIONS(MAIN);

 DECLARE PTHK1(7),PTHK2(7),G(14),AKN(14),W(14),
PKP(14),TKP(14),
G21(14),
 GKK(14),GBK(14),SM(14),G1(14),
 X(13),FF(14)CHARACTER(3),
 G2(14),AKN2(14),W1(14),AKN1(14),
 F(54),FOR(69),W2(14),AKK(14),
 TKUN1(5),D(14),Y(14),AM(14),AK1(9),
 DF(10),TK(11),Z1Z(14);
 DECLARE FIX CHARACTER(1);
 I2=0;
 GET EDIT(V,AK,B,FIX)(3F(5),X(64),A(1));
 GET EDIT(P,T,PCX,FIX)(3F(6),X(61),A(1));
GET EDIT(G,AKN,FIX)(28F(8),X(15),A(1));
GET EDIT(TKUN1,FIX)(5F(5),X(54),A(1));
 GET EDIT(AM1,AD,Q,CH2S,FIX)(4F(5),X(59),A(1));
GET EDIT(GKK,GBK,FIX)(28F(10),X(39),A(1));
 GET EDIT(AM,AK1,D,FIX)(37F(8),X(23),A(1));
 GET EDIT(FF,FIX)(14A(3),X(37),A(1));
GET EDIT(PKP,TKP,FIX)(28F(8),X(15),A(1));
 P=100;
A10=0;
 BMC5=0;ROC5=0;
DD1=1;
 DO I=1 TO 14;
 BMC5=BMC5+AKN(I)*AM(I);
 ROC5=ROC5+AKN(I)*D(I);END;
 SW1=0;SAKN=0;SG=0;SW=0;
 SSM=0;SW2=0;SG1=0;GAKN1=0;
 DO I=1 TO 14;
 SG=SG+G(I);
 SAKN=SAKN+AKN(I);
 END;
 G(1)=G(1)+(1-SG);
 AKN(1)=AKN(1)+(1-SAKN);
 DO I=1 TO 14;
 G2(I)=G(I);
 AKN2(I)=AKN(I);
 END;
AMG=0;AMK=0;
DO I=1 TO 14;
AMG=AMG+G(I)*AM(I);
AMK=AMK+AKN(I)*AM(I);
END;
N=13;
CALL RPGF(N,G,AM,T,P,PKP,TKP,DG);
VV=0,5;
CALL BLOCC(P,T,VV,G,AM,D,DPT,R1,G11);
ANG=V*DG/AMG;
ANK=AK*DPT/AMK;
ANGG=ANG/(ANG+ANK);
ANKK=ANK/(ANG+ANK);
DO I=1 TO 14;
G21(I)=G(I)*ANGG+AKN(I)*ANKK;
END;
 DO I=1 TO 14;
 BMG=BMG+G(I)*AM(I);END;
 ROG=0,2;
 BMG=20,1;
 GL=V*ROG*1000/BMG;
 AKL=AK*ROC5*1000/BMC5;
 BL=B*1000/18;
 SM1=GL+AKL+BL;
 GM=GL/SM1;
 AKM=AKL/SM1;
 BM=BL/SM1;
CALL PHA3(G21,AM,D,AK1,TKUN1,P,T,PCX,X,V,V3,GKK);
 GKK(14)=1E4;
 CALL PKK;
 DO I=1 TO 14;
```

7*-206

```
  IF I=14 THEN GOTO M1;
   W(I)=BM*G(I)/GBK(I);
  SW=SW+W(I);GOTO M2;
  M1:W(I)=BM-SW;
  M2:AKN(I)=AKN(I)*AKM;
   W2(I)=W(I)/BM;
   G(I)=G(I)+GM;
   SW2=SW2+W2(I);
   SM(I)=G(I)+AKN(I)+W(I);
   SSM=SSM+SM(I);
   SW1=SW1+W(I);
   SAKN1=SAKN1+AKN(I);
  SG1=SG1+G(I);
  END;
  C=AKL/(AKL+BL);
  M5:
   PUT SKIP(3);
   PUT EDIT('РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ
   ГАЗ-КОНДЕНСАТ-ВО
АА ПО МЕРЕ СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ')(SKIP,X(20),A);
   PUT EDIT((118)'-')(SKIP,X(63),A);
   PUT SKIP(2);
   PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
   PUT EDIT('!','КОМПОНЕНТЫ','!','РАВНОВЕСНЫЙ СОСТАВ ФАЗ','!',
   'РАВНОВЕСН
   ЫЙ СОСТАВ СИСТЕМЫ','!','РАВНОВЕСНЫЕ КОНСТАНТЫ','!')
    (SKIP,A,X(2),A,X(2),A,X(5),A,X(5),A,X(7),A,X(7),A,X(4),A,
   X(4),A);
   PUT EDIT('!','!','(МОЛЬНЫЕ %)','!','!','В СИСТЕМЕ','!')
  (SKIP,A,X(14),A,X(11),A,X(10),A,X(40),A,X(13),A,X(10),A);
   PUT EDIT('!',(104)'-','!')(SKIP,A,X(14),A,A);
  PUT EDIT('!','!','ГАЗ','!','КОНДЕНСАТ','!','ВОДА','!','ГАЗ'
  ,'!',
   'КОНДЕНСАТ','!','ВОДА','!','СУММА','!',
  'ГАЗ-КОНДЕНСАТ','!','ГАЗ-ВОДА','!')
    (SKIP,A,X(14),A,2(X(3),A,X(5),A,A,A,X(4),A,X(4),A),X(1),A,X
  (1),A,X(1)
  ,A,A,X(3),A,X(5),A)
    PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
    IF I2=0 THEN DO;
    DO I=1 TO 14;
   PUT EDIT('!',FF(I),'!',G2(I),'!',AKN2(I),'!',W2(I),'!',
    G(I),'!',AKN(I),'!',W(I),'!',SM(I),'!',GKK(I),
    '!',GBK(I),'!')
    (A,X(5),A(3),X(5),A,F(8,5),X(1),A,F(8,5),X(1),A,
    F(11,8),X(1),A,F(8,5),X(1),A,
    F(8,5),X(1),A,F(11,8),X(1),A,F(6,4),X(1),A,F(13,6),X(1),A,
    F(13,7),
    X(2),A);
    END;
    PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
    PUT EDIT('!','СУММА','!',SG,'!',SAKN,'!',SW2,'!',
    SG1,'!',SAKN1,'!',SW1,'!',SSM,'!','!','!')
    (A,X(5),A,X(4),A,F(8,5),X(1),A,F(8,5),X(1),A,F(11,8),X(1),A,
    F(8,5),X(1),A,F(8,5),X(1),A,F(11,8),X(1),A,F(6,4),X(1),A,
    X(14),A,X(14),A);
    PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
    GOTO M6;
    END;
    DO I=1 TO 14;
    PUT EDIT('!',FF(I),'!',G1(I),'!',AKN1(I),'!',W1(I),'!',
    G(I),'!',AKN(I),'!',W(I),'!',SM(I),'!',GKK(I),
   '!',GBK(I),'!')
    (A,X(5),A(3),X(5),A,F(8,5),X(1),A,F(8,5),X(1),A,
    F(11,8),X(1),A,F(8,5),X(1),A,
    F(8,5),X(1),A,F(11,8),X(1),A,F(6,4),X(1),A,F(13,6),X(1),A,
    F(13,7),
```

```
  X(2),A)!
 END;
  PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
  PUT EDIT('I','СУММА','I',SG,'I',SAKN,'I',SW2,'I',
  SG1,'I',SAKN1,'I',SW1,'I',SSM,'I','I','I')
  (A,X(5),A,X(4),A,F(8,5),X(1),A,F(8,5),X(1),A,F(11,8),X(1),A,
  F(8,5),X(1),A,F(8,5),X(1),A,F(11,8),X(1),A,F(6,4),X(1),A,
  X(14),A,X(14),A);
  PUT EDIT((120)'-')(SKIP,A);
M6:
  PUT EDIT('ДАВЛЕННЕ В СИСТЕМЕ-',P,'КГС/СМ2',
  'МОЛЬНАЯ ДОЛЯ ГАЗА-',GM,'ОБЪЕМ ГАЗА-',
V)(A,F(8,2),X(2),A,X(2),A,F(8,2),X(4),A,F(8,2))!PUT SKIP;
  PUT EDIT('ТЕМПЕРАТУРА СИСТЕМЫ-',T,'С','МОЛЬНАЯ ДОЛЯ КОНДЕН
 САТА-',
  AKM,'ОБЪЕМ КОНДЕНСАТА-',AK)
 (A,F(7,2),X(3),A,X(5),A,F(6,3),X(2),A,F(5,2))!PUT SKIP;
  PUT EDIT('МОЛЬНАЯ ДОЛЯ ВОДЫ-',BM,'ОБЪЕМ ВОДЫ-',B)
 (X(36),A,F(12,3),X(2),A,F(8,2))!PUT SKIP;
  I2=1;
 P=P*1E1;
 CALL PHA3(G21,AM,D,AK1,TKUN1,P,T,PCX,X,Y,V5,GKK)!
  GKK(14)=1E4!
  CALL PKK!
  CALL VC(C,SM,GM,GKK,GBK);
 VG=GM;
  CV1=(1-VG)*C;
 CV2=(1-VG)*(1-C)!
 SW2=0;
  SG=0;
 A10=1!
  SAKN=0!
  DO I=1 TO 14!
  G1(I)=SM(I)/(VG+CV1/GKK(I)+
  CV2/GBK(I))!
  AKN1(I)=G1(I)/GKK(I);
  W1(I)=G1(I)/GBK(I);
  SG=SG+G1(I)!
  SAKN=SAKN+AKN1(I)!
  SW2=SW2+W1(I)!
  END;
  AKM=BM*C/(1-C)!
  BM=1-C-GM+GM*C!
  IF P>10 THEN GOTO M5;
  PKK:PROCEDURE;
 CALL KOEFS(T,AM1,Q,CM2S,AD,DD1,PTHK1)!
  CALL KONST8(T,P,PTHK2);
  I1=1;
  DO I=1 TO 13!
  IF I<=4 THEN DO!
  GBK(I)=PTHK2(I1)*1E1**(PTHK1(I1)*AM1)!
  I1=I1+1!GOTO M3!END!
  IF I<=10 THEN DO; GBK(I)=1E4!
  GOTO M3!END!
  GBK(I)=PTHK2(I1)*1E1**(PTHK1(I1)*AM1);
  I1=I1+1!
  M3:
  END!
  CALL WLAG(P,T,GG,G20,WL);
  GBK(14)=WL*136E-5!
  END PKK!
 END RK!
```

РД-39-I-579-8I-I00

П О Д П Р О Г Р А М М А

РАСЧЁТА МОЛЬНОЙ ДОЛИ ГАЗА И СООТНОШЕНИЯ МОЛЬНОЙ ДОЛИ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ЖИДКОСТИ И СУММЫ МОЛЬНЫХ ДОЛЕЙ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ЖИДКОСТИ И ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ

ИНСТРУКЦИЯ К ПОДПРОГРАММЕ

I. Подпрограмма написана на языке PL/I

2. Обращение к подпрограмме осуществляется оператором

CALL VC(C1, SM, VC1, GKK, GBK)

3. Исходными данными являются:

C1 – соотношение мольной доли углеводородной жидкости и суммы мольных долей углеводородной жидкости и пластовой воды в первом приближении

SM – концентрация -го компонента в системе газ-углеводородная жидкость-пластовая вода

VC1 – мольная доля газа в первом приблежении

GKK, GBK – массивы констант фазового равновесия соответственно в системе газ-углеводородная жидкость и газ-пластовая вода.

4. Результаты расчёта:

C1 – уточнение соотношение мольной доли углеводородной жидкости и суммы мольных долей углеводородной жидкости и пластовой воды

VC.1 – уточнения мольная доля газа.

```
// EXEC PL/I
   VC:PROCEDURE(C1,SM,VG1,GKK,GBK);
    DECLARE SM(14),GKK(14),GBK(14);
  C5=C1;
  AK=0;AK1=0;
   DVG1=1E-2;
   SVC=5E-1;I11=0;M=1;
   I=2;IJ=0;C2=5E-3;C=0;
   VG=VG1;
   A1;
   DVG=DVG1;
   IJ=IJ+1;
   IF I11=1 THEN GOTO A3;
   C3=C1-C;
   IF IJ=1 THEN GOTO A2;
   IF C3<0 THEN YC=1;ELSE YC=0;
   IF IJ^=2 THEN
   IF YC1^=YC THEN C2=C2/2E0;
   YC1=YC;
   A2:C3=ABS(C3);
   IF IJ>2 THEN
   IF C4<C3 THEN C2=-C2;
   C4=C3;
   IF C3<5E-4 THEN GOTO A3;
   C1=C1-C2;
   C=C1;M=1;
   DO K=1 TO 2000;
   IF K=1 THEN GOTO A5;
   X=ABS(SVC);X1=ABS(SVC+1E-5);
   IF X1>X THEN N=0;ELSE N=1;
   IF K=2 THEN GOTO A5;
   IF N^=N1 THEN DVG=DVG/2;
   IF N^=1 THEN IF DVC>0 THEN
   AK=SVC;ELSE AK1=SVC;
   N1=N;
   SVC=ABS(SVC);
   IF A<SVC THEN DVG=-DVG;
   A5;
   A=ABS(SVC);
   IF M=1 THEN VG=VG+DVG;
   ELSE C=C+DVG;
  IF AK*AK1>0 THEN DO;
  PUT EDIT('НЕТ РЕШЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГАЗ-ВОАА')(SKIP,A);C=C5;
  GOTO A3;END;
   CV1=(1-VG)*C;
   CV2=(1-VG)*(1-C);
   IF M^=1 THEN GOTO A6;
   SVC=0;
   DO I=1 TO 14;
  CV=SM(I)*(GKK(I)-1)/(GKK(I)*(VG+CV1/GKK(I)+CV2/GBK(I)));
   SVC=SVC+CV;
   END;
   I11=0;
   IF ABS(SVC)>1E-4 THEN GOTO A7;
   DVG=DVG1;
  A=1;
   A6;M=2;
   IF K=1 THEN DVG=DVG1;
   SVC=0;
   I11=I11+1;
   DO I=1 TO 14;
   CV=SM(I)*(GBK(I)-1)/(GBK(I)*
   (VG+CV1/GKK(I)+CV2/GBK(I)));
   SVC=SVC+CV;
   END;
   IF ABS(SVC)<1E-4 THEN GOTO A1;
   A7;
   END;PUT EDIT('НЕТ РЕШЕНИЯ VC')(SKIP,A);
   A3:VG1=VG;C1=C;
   END VC;
/*
```

РД-39-I-579-8I-I02

Подпрограмма " Коэффициент Сеченова"

Инструкция к подпрограмме

I. Программа написана на языке PL/I

2. Вызов подпрограммы осуществляется оператором:

CALL KOEFS(T, N1, QY, CH2S, AD, DD1, RTNK1);

3. Исходными данными для программы являются:

T - температура, ^{o}C;

N1 - минерализация, г-экв/л;

QY - масса солей, г/л;

CH2S - отношение коэффициента растворимости сероводорода в пресной и минерализованной воде;

АД - плотность водного раствора солей, г/см^3;

ДП - плотность пресной воды, г/см^3;

[illegible] - [illegible] солей [illegible].

4. Результатом расчета является:

RTNK1 - массив из 7 элементов коэффициентов Сеченова в порядке метан, этан, пропан, бутаны, азот, двуокись углерода, сероводород.

```
// EXEC PL/I
  /*КОЕФФИЦИЕНТ СЕЧЕНОВА*/
  KOEFS:PROCEDURE(T,N1,QY,CH2S,AD,DD1,PTHK1);
   DECLARE FAIL1 FILE RECORD
   UPDATE
   DIRECT KEYED ENVIRONMENT(F(3588)
   REGIONAL(1)EXTENTNUMBER(1)
  MEDIUM(SYS005,5056));
   DECLARE NOB1 PICTURE'(8)9';
   DECLARE
   1 FA3,
   2 PTHK(7,9)FLOAT,
   2 AM(7,2)FIXED BINARY,
   2 (P1(67),T1(44),K(416))DECIMAL FLOAT,
   2 A2(7)FIXED BINARY,
   2 PK(5,3)FLOAT,
   2 PH(4,6)FLOAT,
   2 R21(255)FLOAT;
  DECLARE PTHK1(7);
   DECLARE N1 DECIMAL FLOAT;
  NOB1=983;
   OPEN FILE(FAIL1);
   READ FILE(FAIL1)INTO(FA3)KEY(NOB1);
  T11=T;
  DO I=1 TO 5;
  IF I^=1 THEN GOTO A1;
  IF T<=100 THEN PTHK(I,9)=142E-7*T*T-20484E-7*T+1769376E-7;
  ELSE PTHK(I,9)=63E-7*T*T-21192E-7*T+2670952E-7;
  GOTO A2;
  A1:
  PTHK(I,9)=(PK(I,1)*T+PK(I,2))*T+PK(I,3);
  A2:
  END;
  IF T>40 THEN DO;
  T=40;
  END;
  DO J1=1 TO 4;
  IF N1<PH(1,4)THEN DO;
  PTHK(6,9)=(PH(1,1)*T+PH(1,2))*T+PH(1,3);
   GOTO A33;END;
   IF N1>PH(J1,4) THEN GOTO A34;
   D1=(PH(J1-1,1)*T+PH(J1-1,2))*T+PH(J1-1,3);
   X3=PH(J1-1,4);
   D2=(PH(J1,1)*T+PH(J1,2))*T+PH(J1,3);
   X2=PH(J1,4);
   PTHK(6,9)=D1+((D2-D1)/(X2-X3))*(N1-X3);
      GOTO A33;
  A34:END;
  PTHK(6,9)=(PH(4,1)*T+PH(4,2))*T+PH(4,3);
  A33:
  T=T11;
  Q1=QY/1E1/AD; Q2=(1-Q1/1E2)*AD/DD1;
  Q2=LOG10(Q2);CH=LOG10(1/CH2S);
   PTHK(7,9)=(CH+Q2)/N1;
  DO I=1 TO 7;
   PTHK1(I)=PTHK(I,9);
  END;
  END KOEFS;
/*
```

РД-39-I-579-8I-I04

Подпрограмма " Выбор констант равновесия газ-вода"

Инструкция к программе

I. Программа написана на языке PL/I

2. Вызов подпрограммы осуществляется оператором:

```
CALL KONSTN(T, P, PTHK2);
```

3. Исходными данными являются

T - температура, ^{o}C;

P - давление, $кГс/см^2$;

4. Результатом расчета является:

PTHK2 - массив из 7 элементов констант равновесия газ-вода в порядке метан, этан, пропан, бутаны, азот, двуокись углерода, сероводород.

```
// EXEC PL/I
  /*ВЫБОР КОНСТАНТ РАВНОВЕСИЯ ГАЗ-ВОДА*/
   KONST8: PROCEDURE(T,P,PTHK2);
   DECLARE FAIL1 FILE RECORD
   UPDATE
   DIRECT KEYED ENVIRONMENT(F(3588)
   REGIONAL(1)EXTENTNUMBER(1)
  MEDIUM(SYS005,3056));
   DECLARE NOB1 PICTURE'(8)9';
   DECLARE
   1 FA3,
   2 PTHK(7,9)FLOAT,
   2 AM(7,2)FIXED BINARY,
   2 (P1(67),T1(44),K(416))DECIMAL FLOAT,
   2 A2(7)FIXED BINARY,
   2 PK(5,3)FLOAT,
   2 PH(4,4)FLOAT,
   2 R21(255)FLOAT;
   DECLARE PTHK2(7);
   DECLARE N1 DECIMAL FLOAT;
  DECLARE(K1,K2)DECIMAL FLOAT;
  NOB1=985;
   OPEN FILE(FAIL1);
   READ FILE(FAIL1)INTO(FA3)KEY(NOB1);
  I=0;
   I1=1;
  I2=1;
   DO J5=1 TO 7;
  P2=P;
  T2=T;
  IF T2<PTHK(J5,3)THEN DO;
  T2=PTHK(J5,3);
      GOTO A35;END;
  IF T2>PTHK(J5,4)THEN T2=PTHK(J5,4);
  A35:IF P2<PTHK(J5,1)THEN DO;P2=PTHK(J5,1);
      GOTO A36;END;
  IF P2>PTHK(J5,2)THEN P2=PTHK(J5,2);
  A36:I6=I;
      A=AM(J5,1);
  I4=I1;
  A37:IF P2>P1(I4)THEN DO;I6=I6+A;
      I4=I4+1;GOTO A37;END;
  I5=1;
  I7=I2;
  A38:IF T2>T1(I7)THEN DO;
  I7=I7+1;I5=I5+1;GOTO A38;END;
  I8=I6+I5;
   K2=K(I8-1)+((K(I8)-K(I8-1))/(T1(I7)-T1(I7-1)))*(T2-T1(I7-1));
  X2=P1(I4);
  I8=I8-A;
  I4=I4-1;
  K1=K(I8-1)+((K(I8)-K(I8-1))/(T1(I7)-T1(I7-1)))*(T2-T1(I7-1));
   X3=P1(I4);
  IF P2=P1(I4) THEN DO;
  PTHK(J5,8)=K1;
      GOTO A39;END;
  PTHK(J5,8)=K1+((K2-K1)/(X2-X3))*(P2-X3);
  A39:I=I+A2(J5);
      I1=I1+AM(J5,2);
      I2=I2+AM(J5,1);
  END;
  DO I=1 TO 7;
   PTHK2(I)=PTHK(I,8);
  END;
   END KONST8;
/*
```

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
В в е д е н и е	4
I. Расчет фазовых превращений газоконденсатных смесей	6
I.I. Основные положения	6
I.2. Подготовка исходных данных	9
I.3. Определение давления схождения	II
I.4. Определение констант равновесия углеводородных компонентов	I3
I.5. Определение констант равновесия неуглеводородных компонентов	I7
I.6. Определение константн равновесия метана	2I
I.7. Летучесть чистого компонента	2I
2. Определение основных свойств газовой и жидкой фаз	24
2.I. Определение плотности жидкой фазн по методу Катца и Стендинга	24
2.2. Коэффициент сжимаемости	26
2.3. Плотность газовой и жидкой фаз	28
2.4. Вязкость газа	3I
2.5. Вязкость конденсата	33
2.6. Коэффициент удельной теплоемкости природного газа	34
2.7. Влагосодержание природного газа	35
3. Последовательность расчета фазовых превращений в процессах конденсации газоконденсатных смесей	38
4. Расчет контактного разделения в трехфазной системе газ-углеводородная жидкость-пластовая вода	42
4.I. Основные положения	42
4.2. Подготовка исходных данных	43
4.3. Расчет фазовых превращений в системе газ-углеводородная жидкость-пластовая вода	45

Стр.

Литература..... 48
Программы и инструкции к ним..... 50

Ф.П.Л. 6,75 Тираж 500

Типография ХОЗУ Миннефтепрома. Зак. 206

gost.e-ecolog.ru