

ОТЧЕТ О ТЕСТИРОВАНИИ
программного продукта "МиР ПиА Процесс+"
Тюменским филиалом ООО «Газпром проектирование»

Содержание

Участники тестирования.....	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 БАЗОВОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ.....	7
1.1 Допущения.....	7
1.2 Смеситель.....	9
1.2.1 Общие вводные.....	9
1.2.2 Исходные данные для расчета.....	9
1.2.3 Задача.....	9
1.3 Делитель.....	18
1.3.1 Общие вводные.....	18
1.3.2 Исходные данные	18
1.3.3 Задача №1	19
1.3.4 Задача №2.....	21
1.4 Дроссель.....	26
1.4.1 Общие вводные.....	26
1.4.2 Исходные данные для расчета трубопроводов нефти, газа или водоводов.....	26
1.4.3 Задача	26
1.5 Сепарация.....	35
1.5.1 Двухфазная сепарация	35
1.5.2 Трехфазная сепарация.....	49
1.6 Трубопровод	65
1.6.1 Общие вводные.....	65
1.6.2 Исходные данные для расчета.....	65
1.6.3 Задача №1	66
1.6.4 Задача №2.....	69
1.6.5 Задача №3	72
1.6.6 Задача № 4.....	75
1.7 Расчет образования гидратов	77
1.7.1 Общие вводные.....	77
1.7.2 Задача №1	78
2 РАСШИРЕННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ	82
2.1 Общие вводные	82
2.2 Задача	82
2.2.1 Исходные данные для расчета.....	82

2.2.2 Расчетная схема 84

2.2.3 Результаты моделирования 85

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ..... 87

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ТФ ГПП 87

ВВЕДЕНИЕ

МиР ПиА Процесс – это программный продукт, позволяющий создавать и модифицировать модели основных технологических процессов нефтегазовой и химической промышленности (процессов промышленной подготовки и переработки нефти, газового конденсата, попутного и природного газа). Продукт включен в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

С ее помощью специалист может выбрать оптимальную схему и технологический режим производства, оценить качество продукции и ее соответствие действующим стандартам, получить исходные данные для подбора оборудования, прогнозировать затраты тепла и энергии, составить материальный и тепловой балансы производства.

Для анализа и оценки возможностей программного продукта "МиР ПиА Процесс+" в области проектирования и моделирования технологических процессов подготовки углеводородного сырья составлена и проведена подробная программа тестирования.

Цель тестирования

Основной целью тестирования является оценка возможности использования программного продукта "МиР ПиА Процесс+" (программное обеспечение ПО) для целей проектирования обустройства газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений, установок по подготовке и переработке газа, конденсата и нефти, а также нахождения наиболее эффективных технологических решений производственных задач.

Тестирование проведено в 2 этапа:

1 этап – базовое тестирование ПО на основе специально разработанных Тюменским филиалом ООО «Газпром проектирование» (далее –ТФ ГПП) тестовых задач разработчиками "МиР ПиА Процесс+".

2 этап – расширенное тестирование ПО - совместная работа в программном продукте "МиР ПиА Процесс+" специалистов ТФ ГПП и разработчиков ПО. Расширенное тестирование включало моделирование режима работы установки комплексной подготовки газа (далее – УКПГ) с подготовкой газа методом низкотемпературной сепарации (далее - НТС).

На 1 этапе в качестве тестовых задач рассмотрены расчеты следующих элементов: смеситель, делитель, дроссель, двухфазный сепаратор, трехфазный сепаратор, трубопровод, а также расчет образования гидратов. Сравнение результатов расчетов "МиР ПиА Процесс+" и других ПО рассмотрены в разделе Базовое тестирование.

Задачами 2 этапа тестирования являются:

1. Ознакомление с функциональными возможностями и интерфейсом продукта.
2. Оценка удобства пользования и работы с продуктом.
3. Выполнение тестовой задачи – расчет базовой схемы работы УКПГ методом НТС.
4. Определение достаточности элементов оборудования в базе аппаратов ПО.
5. Налаживание обратной связи с разработчиками ПО.
6. Определение возможности доработки ПО «под нужды» проектирования.

Результаты 2 этапа тестирования указаны в разделе Расширенное тестирование.

1 БАЗОВОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

1.1 Допущения

Состав газоконденсатных и газонефтяных смесей набирается из индивидуальных компонентов и фракций (компонентно-фракционный состав).

Газовая часть представлена в виде индивидуальных компонентов: предельные и циклические углеводороды, гелий, водород, азот, аргон, диоксид углерода, сероводород, сераорганические соединения, вода, метанол, гликоли, хлориды натрия и кальция и т.д.

Нефтяная (конденсатная) часть представлена в виде псевдокомпонентов (10-градусных фракций) нефти (конденсата) в соответствии с их свойствами: критическое давление, критическая температура, ацентрический фактор, молекулярная масса, плотность.

Во всех задачах для удобства принят единый пакет свойств узких фракций, представленный в таблице 1.

В качестве аналогового ПО принято используемое в настоящее время в Тюменском филиале ПО – Софт-ГазКондНефть.

Таблица 1.1.1 - Свойства узких фракций

Интервал	Критическое давление, атм	Критическая температура, К	Ацентрический фактор	Молекулярная масса	Плотность, кг/м ³
45 - 60	32,40	492,52	0,25597	83,00	664,2
60 - 70	31,76	508,01	0,27415	88,00	680,9
70 - 80	31,29	520,38	0,28842	92,00	694,2
80 - 90	30,85	532,73	0,30246	96,00	707,5
90 - 100	30,43	545,08	0,31625	101,00	720,9
100 - 110	30,04	557,42	0,32981	105,00	734,2
110 - 120	29,69	569,80	0,34302	110,00	747,7
120 - 130	28,56	580,05	0,36070	115,00	752,5
130 - 140	27,49	590,17	0,37883	125,00	757,2
140 - 150	26,47	600,17	0,39737	126,00	761,9
150 - 160	25,51	610,07	0,41631	132,00	766,7
160 - 170	24,59	619,87	0,43563	137,00	771,4
170 - 180	23,72	629,58	0,45531	143,00	776,1
180 - 190	22,88	639,21	0,47535	150,00	780,9
190 - 200	22,09	648,76	0,49572	156,00	785,6
200 - 210	21,34	658,23	0,51643	162,00	790,3
210 - 220	20,62	667,64	0,53747	169,00	795,1
220 - 230	19,93	676,99	0,55882	176,00	799,8
230 - 240	19,27	686,27	0,58049	183,00	804,5
240 - 250	18,64	695,51	0,60247	191,00	809,3
250 - 260	18,04	704,69	0,62476	198,00	814,0
260 - 270	17,47	713,82	0,64735	206,00	818,7

Интервал	Критическое давление, атм	Критическая температура, К	Ацентрический фактор	Молекулярная масса	Плотность, кг/м ³
270 - 280	16,92	722,91	0,67025	214,00	823,5
280 - 290	16,39	731,96	0,69345	222,00	828,2
290 - 300	15,89	740,97	0,71696	230,00	832,9
300 - 310	15,40	749,95	0,74076	239,00	837,7
310 - 320	14,94	758,89	0,76487	248,00	842,4
320 - 330	14,49	767,80	0,78927	257,00	847,1
330 - 340	14,06	776,68	0,81398	266,00	851,9
340 - 350	13,65	785,54	0,83899	275,00	856,6
350 - 360	13,25	794,37	0,86430	285,00	861,3
360 - 370	12,87	803,18	0,88991	295,00	866,1
370 - 380	12,50	811,96	0,91583	305,00	870,8
380 - 390	12,15	820,72	0,94205	315,00	875,5
390 - 400	11,81	829,47	0,96858	326,00	880,3
400 - 410	11,48	838,20	0,99541	336,00	885,0
410 - 420	11,16	846,91	1,02254	347,00	889,7
420 - 430	10,86	855,60	1,04998	358,00	894,5
430 - 440	10,56	864,29	1,07773	370,00	899,2
440 - 450	10,28	872,95	1,10578	381,00	903,9
450 - 460	10,00	881,61	1,13414	393,00	908,7
460 - 470	9,74	890,26	1,16280	405,00	913,4
470 - 480	9,48	898,89	1,19177	418,00	918,1
480 - 490	9,23	907,52	1,22104	430,00	922,9
490 - 500	8,99	916,14	1,25062	443,00	927,6
500 - 510	8,76	924,75	1,28050	456,00	932,3
510 - 520	8,54	933,35	1,31068	469,00	937,1
520 - 530	8,32	941,95	1,34115	483,00	941,8
530 - 540	8,11	950,54	1,37192	496,00	946,5
540 - 550	7,90	959,12	1,40299	510,00	951,3
550 - 560	7,70	967,70	1,43435	524,00	956,0
560 - 570	7,51	976,28	1,46599	539,00	960,7
570 - 580	7,32	984,85	1,49792	554,00	965,5
580 - 590	7,14	993,42	1,53013	568,00	970,3
590 - 600	6,97	1001,99	1,56261	584,00	974,9
600 - 610	6,80	1010,56	1,59536	599,00	979,7
610 - 620	6,63	1019,12	1,62838	615,00	984,4
620 - 630	6,47	1027,69	1,66165	631,00	989,1
630 - 640	6,31	1036,25	1,69518	647,00	993,9
640 - 650	6,16	1044,81	1,72895	663,00	998,6
650 - 660	6,01	1053,38	1,76295	680,00	1003,3
660 - 670	5,87	1061,94	1,79718	697,00	1008,1
670 - 680	5,73	1070,50	1,83163	714,00	1012,8
680 - 690	5,59	1079,07	1,86628	731,00	1017,5
690 - 700	5,46	1087,64	1,90113	749,00	1022,3

1.2 Смеситель

1.2.1 Общие вводные

Моделируется смешение нескольких потоков. В результате определяется состав и температура потока на выходе. Если входные потоки имеют разное давление, в выходном потоке принимается минимальное входное давление. Количество входных потоков может быть любым. Для потоков с фракциями требуется совпадение температурных интервалов фракций.

1.2.2 Исходные данные для расчета

Для выполнения расчета необходимо задать:

- первый поток с параметрами (давление, температура, расход);
- первый поток с параметрами (давление, температура, расход);

1.2.3 Задача

Выполнить простой расчет смесителя потока нефтяного газа и потока газа газоконденсатных залежей.

1.2.3.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.2.1 - Параметры и компонентно-фракционные составы потоков газа газоконденсатных залежей и нефтяного газа

Поток	Газ газоконденсатных залежей	Нефтяной газ
Давление, МПа	8,000	7,500
Температура, °С	20,00	30,00
Расход, ст.м3/час (20°С, 0.1013 МПа)	416666,66	83333,33
Состав	масс.доля	масс.доля
Гелий	0,0000020	0,0000000
Азот	0,0011889	0,0075472

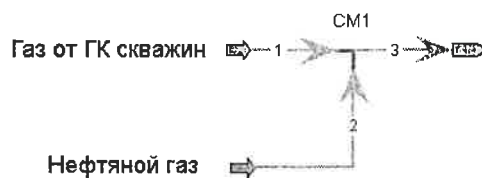
Handwritten signature

Handwritten signature

Поток	Газ газоконденсатных залежей	Нефтяной газ
Метан	0,7748701	0,7672852
Диоксид углерода	0,0041958	0,0009349
Этан	0,0545489	0,1013155
Пропан	0,0260285	0,0680085
изо-Бутан	0,0096705	0,0131825
н-Бутан	0,0117092	0,0221464
изо-Пентан	0,0064659	0,0063936
н-Пентан	0,0051809	0,0063485
Вода	0,0004352	0,0004041
фр. 45- 60 °С	0,0035338	0,0000000
фр. 60- 70 °С	0,0059418	0,0006380
фр. 70- 80 °С	0,0034569	0,0008301
фр. 80- 90 °С	0,0047862	0,0007307
фр. 90-100 °С	0,0054948	0,0006495
фр. 100-110 °С	0,0061609	0,0005796
фр. 110-120 °С	0,0057883	0,0005022
фр. 120-130 °С	0,0041880	0,0004184
фр. 130-140 °С	0,0040026	0,0003418
фр. 140-150 °С	0,0030155	0,0002757
фр. 150-160 °С	0,0034489	0,0002191
фр. 160-170 °С	0,0033530	0,0001728
фр. 170-180 °С	0,0029085	0,0001357
фр. 180-190 °С	0,0024524	0,0001059
фр. 190-200 °С	0,0024683	0,0000824
фр. 200-210 °С	0,0022718	0,0000646
фр. 210-220 °С	0,0023638	0,0000510
фр. 220-230 °С	0,0020936	0,0000408
фр. 230-240 °С	0,0023458	0,0000335
фр. 240-250 °С	0,0020888	0,0000278
фр. 250-260 °С	0,0022211	0,0000245
фр. 260-270 °С	0,0020788	0,0000222
фр. 270-280 °С	0,0019374	0,0000208
фр. 280-290 °С	0,0018825	0,0000191
фр. 290-300 °С	0,0017860	0,0000186
фр. 300-310 °С	0,0018534	0,0000180
фр. 310-320 °С	0,0017577	0,0000174
фр. 320-330 °С	0,0014730	0,0000180
фр. 330-340 °С	0,0014885	0,0000172
фр. 340-350 °С	0,0014213	0,0000178
фр. 350-360 °С	0,0013332	0,0000169
фр. 360-370 °С	0,0012954	0,0000175
фр. 370-380 °С	0,0012470	0,0000181
фр. 380-390 °С	0,0012058	0,0000170
фр. 390-400 °С	0,0011748	0,0000158
фр. 400-410 °С	0,0011477	0,0000127
фр. 410-420 °С	0,0011274	0,0000094
фр. 420-430 °С	0,0011183	0,0000096
фр. 430-440 °С	0,0011037	0,0000140
фр. 440-450 °С	0,0010591	0,0000164
фр. 450-460 °С	0,0009940	0,0000169

Поток	Газ газоконденсатных залежей	Нефтяной газ
фр. 460-470 °С	0,0008786	0,0000175
фр. 470-480 °С	0,0007041	0,0000158
фр. 480-490 °С	0,0005001	0,0000162
фр. 490-500 °С	0,0002934	0,0000143
фр. 500-510 °С	0,0001260	0,0000147
фр. 510-520 °С	0,0000367	0,0000152
фр. 520-530 °С	0,0000252	0,0000130
фр. 530-540 °С	0,0000259	0,0000134
фр. 540-550 °С	0,0000266	0,0000192
фр. 550-560 °С	0,0000273	0,0000367
фр. 560-570 °С	0,0000281	0,0000000
фр. 570-580 °С	0,0000289	0,0000000
фр. 580-590 °С	0,0000296	0,0000000
фр. 590-600 °С	0,0000335	0,0000000
фр. 600-610 °С	0,0000344	0,0000000
фр. 610-620 °С	0,0000353	0,0000000

1.2.3.2 Расчетная схема



1.2.3.3 Результаты моделирования

Таблица 1.2.2 - Результаты расчета в различных комплексах

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	7,5	7,5	7,5	7,500
2	Температура на выходе	°С	20,053	20,008	20,018	20,02
3	Расход общего потока	млн.ст.м3/сут (ст.м3/ч)	11,999 499999,99	11,999 499991,83	11,999 499998,72	12,0000 (500000,04)
4	Расход газовой части	млн.ст.м3/сут (ст.м3/ч)	11,778 490781,843	11,785 491063,097	11,771 490478,089	11,774 (490560,94)
5	Расход углеводородной части	т/сут (кг/ч)	863,717 35988,188	853,358 35556,613	839,378 34974,090	(36461,5)
6	Расход водной части	т/сут (кг/ч)	1,263 52,618	0,282 11,742	1,198 49,942	(1,3)
7	Состав газа (общий поток)					
	Гелий	масс. доля	0,0000017	0,0000017	0,0000017	0,0000017
	Азот	масс. доля	0,0022198	0,0022198	0,0022198	0,0022198
	Метан	масс. доля	0,7736404	0,7736408	0,7736408	0,7736445
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0036671	0,0036671	0,0036671	0,0036671
	Этан	масс. доля	0,0621310	0,0621311	0,0621310	0,0621316

Handwritten signature

Handwritten signature

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	ПРОП	Софт- ГазКондНефть
	Пропан	масс. доля	0,0328346	0,0328346	0,0328346	0,0328350
	изо-Бутан	масс. доля	0,0102399	0,0102399	0,0102399	0,0102401
	н-Бутан	масс. доля	0,0134014	0,0134014	0,0134014	0,0134013
	изо-Пентан	масс. доля	0,0064542	0,0064542	0,0064542	0,0064542
	н-Пентан	масс. доля	0,0053702	0,0053702	0,0053702	0,0053703
	Вода	масс. доля	0,0004302	0,0004302	0,0004302	0,0004302
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0029609	0,0029609	0,0029609	0,0029608
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0050819	0,0050819	0,0050819	0,0050818
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0030310	0,0030310	0,0030310	0,0030310
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0041287	0,0041287	0,0041287	0,0041287
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0047092	0,0047092	0,0047092	0,0047092
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0052560	0,0052560	0,0052560	0,0052558
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0049313	0,0049313	0,0049313	0,0049310
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0035768	0,0035768	0,0035768	0,0035770
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0034091	0,0034091	0,0034091	0,0034090
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0025713	0,0025713	0,0025713	0,0025714
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0029253	0,0029253	0,0029253	0,0029250
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0028374	0,0028374	0,0028374	0,0028375
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0024590	0,0024590	0,0024590	0,0024587
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0020720	0,0020720	0,0020720	0,0020717
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0020815	0,0020815	0,0020815	0,0020818
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0019140	0,0019140	0,0019140	0,0019138
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0019888	0,0019888	0,0019888	0,0019885
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0017608	0,0017608	0,0017608	0,0017608
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0019709	0,0019709	0,0019709	0,0019710
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0017547	0,0017547	0,0017547	0,0017547
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0018650	0,0018650	0,0018650	0,0018646
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0017454	0,0017454	0,0017454	0,0017456
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0016267	0,0016267	0,0016267	0,0016271
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0015804	0,0015804	0,0015804	0,0015808
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0014995	0,0014995	0,0014995	0,0014991
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0015558	0,0015558	0,0015558	0,0015565
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0014756	0,0014756	0,0014756	0,0014760
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0012371	0,0012371	0,0012371	0,0012371
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0012500	0,0012500	0,0012500	0,0012497
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0011938	0,0011938	0,0011938	0,0011940
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0011198	0,0011198	0,0011198	0,0011193
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0010882	0,0010882	0,0010882	0,0010890
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0010478	0,0010478	0,0010478	0,0010475
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0010131	0,0010131	0,0010131	0,0010125
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0009869	0,0009869	0,0009869	0,0009863
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0009637	0,0009637	0,0009637	0,0009637
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0009461	0,0009461	0,0009461	0,0009461
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0009385	0,0009385	0,0009386	0,0009386
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0009270	0,0009270	0,0009270	0,0009274
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0008901	0,0008901	0,0008901	0,0008890
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0008356	0,0008356	0,0008356	0,0008367
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0007390	0,0007390	0,0007390	0,0007390

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт- ГазКондНефть
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0005925	0,0005925	0,0005925	0,0005918
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0004216	0,0004216	0,0004216	0,0004216
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0002482	0,0002482	0,0002482	0,0002485
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0001080	0,0001080	0,0001080	0,0001076
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000332	0,0000332	0,0000332	0,0000344
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0000232	0,0000232	0,0000232	0,0000228
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0000239	0,0000239	0,0000239	0,0000234
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0000254	0,0000254	0,0000254	0,0000241
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0000288	0,0000288	0,0000288	0,0000302
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0000235	0,0000235	0,0000235	0,0000226
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0000242	0,0000242	0,0000242	0,0000232
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0000248	0,0000248	0,0000248	0,0000238
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0000281	0,0000281	0,0000281	0,0000276
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0000288	0,0000288	0,0000288	0,0000283
	фр. 610-620 °С	масс. доля	0,0000296	0,0000296	0,0000296	0,0000290
	Газовая часть					
	Гелий	масс. доля	0,0000018	0,0000018	0,0000018	0,0000018
	Азот	масс. доля	0,0024359	0,0024332	0,0024298	0,0024400
	Метан	масс. доля	0,8462481	0,8452930	0,8428484	0,8470285
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0039558	0,0039736	0,0039673	0,0039843
	Этан	масс. доля	0,0668085	0,0668417	0,0664317	0,0667907
	Пропан	масс. доля	0,0340168	0,0341292	0,0337553	0,0338538
	изо-Бутан	масс. доля	0,0100550	0,0100914	0,0099492	0,0099515
	н-Бутан	масс. доля	0,0126646	0,0127670	0,0125511	0,0125368
	изо-Пентан	масс. доля	0,0053496	0,0054301	0,0053329	0,0052676
	н-Пентан	масс. доля	0,0041844	0,0042410	0,0041663	0,0041046
	Вода	масс. доля	0,0003191	0,0004335	0,0003173	0,0004610
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0019803	0,0020298	0,0019962	0,0019356
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0029128	0,0029918	0,0029636	0,0028404
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0014951	0,0015395	0,0015356	0,0014553
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0017092	0,0017636	0,0017748	0,0016616
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0015949	0,0016482	0,0016769	0,0015496
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0014208	0,0014696	0,001479	0,0013796
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0010394	0,0010756	0,0011233	0,0010090
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0005814	0,0005998	0,0006372	0,0005642
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0004194	0,0004311	0,0004663	0,0004065
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0002354	0,0002410	0,0002655	0,0002284
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0001963	0,0002001	0,0002239	0,0001900
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0001376	0,0001397	0,0001586	0,0001327
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0000851	0,0000860	0,0000989	0,0000818
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0000505	0,0000509	0,0000592	0,0000484
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0000354	0,0000347	0,0000418	0,0000336
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0000225	0,0000218	0,0000266	0,0000211
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0000159	0,0000153	0,0000190	0,0000153
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0000095	0,0000090	0,0000114	0,0000090
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0000072	0,0000067	0,0000085	0,0000062
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0000042	0,0000039	0,0000050	0,0000043
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0000030	0,0000027	0,0000035	0,0000022

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0000018	0,0000016	0,0000021	0,0000012
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0000011	0,0000009	0,0000013	0,0000012
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0000007	0,0000006	0,0000008	0,0000000
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0000004	0,0000003	0,0000005	0,0000000
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0000003	0,0000002	0,0000003	0,0000000
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0000002	0,0000001	0,0000002	0,0000000
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,0000000
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 610-620 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Углеводородная часть					
	Гелий	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Азот	масс. доля	0,0000585	0,0000540	0,0000521	0,0000475
	Метан	масс. доля	0,0475697	0,0466045	0,0594877	0,0492432
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0007806	0,0005575	0,0005705	0,0005352
	Этан	масс. доля	0,0153751	0,0143370	0,0177725	0,0161399
	Пропан	масс. доля	0,0210425	0,0197053	0,0233659	0,0227786
	изо-Бутан	масс. доля	0,0121067	0,0117501	0,0132593	0,0130888
	н-Бутан	масс. доля	0,0207995	0,0198449	0,0222073	0,0219360
	изо-Пентан	масс. доля	0,0175263	0,0168509	0,0180521	0,0181674
	н-Пентан	масс. доля	0,0172542	0,0168337	0,0178205	0,0178646
	Вода	масс. доля	0,0000811	0,0000664	0,0001691	0,0000916

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	ПРОП	Софт-ГазКондНефть
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0127860	0,0124125	0,0129348	0,0130810
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0268140	0,0262990	0,0269817	0,0272093
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0184187	0,0181718	0,0184904	0,0185833
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0283672	0,0281369	0,0284620	0,0284810
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0359078	0,0357814	0,0360556	0,0359009
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0436755	0,0436908	0,0063808	0,0435200
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0439176	0,0440696	0,0442938	0,0436482
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0335833	0,0337961	0,0339630	0,0333183
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0333574	0,0336377	0,0338278	0,0330458
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0259702	0,0262254	0,0264056	0,0257034
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0302618	0,0305877	0,0308481	0,0299257
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0298817	0,0302213	0,0305273	0,0295382
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0262382	0,0265459	0,0268532	0,0259225
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0223206	0,0225871	0,0228764	0,0220457
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0225770	0,0228575	0,0231648	0,0223001
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0208609	0,0211207	0,0214221	0,0205972
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0217512	0,0220217	0,0223502	0,0214717
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0193029	0,0195423	0,0198434	0,0190561
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0216418	0,0219092	0,0222549	0,0213634
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0192886	0,0195261	0,0198396	0,0190389
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0205167	0,0207686	0,0211060	0,0202465
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0192106	0,0194458	0,0197644	0,0189622
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0179101	0,0181289	0,0184276	0,0176804
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0174044	0,0176166	0,0179080	0,0171809
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0165154	0,0167165	0,0169937	0,0162945
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0171379	0,0173464	0,0176345	0,0169200
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0162545	0,0164521	0,0167257	0,0160451
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0136283	0,0137939	0,0140235	0,0134491
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0137703	0,0139375	0,0141696	0,0135866
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0131513	0,0133109	0,0135326	0,0129804
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0123365	0,0124863	0,0126943	0,0121690
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0119887	0,0121343	0,0123364	0,0118392
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0115431	0,0116832	0,0118778	0,0113885
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0111608	0,0112963	0,0114845	0,0110077
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0108726	0,0110045	0,0111878	0,0107231
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0106169	0,0107457	0,0109247	0,0104775
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0104236	0,0105501	0,0107258	0,0102862
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0103399	0,0104654	0,0106398	0,0102044
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0102130	0,0103370	0,0105092	0,0100822
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0098056	0,0099246	0,0100900	0,0096653
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0092056	0,0093173	0,0094725	0,0090960
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0081414	0,0082402	0,0083775	0,0080345
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0065275	0,0066068	0,0067169	0,0064338
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0046453	0,0047016	0,0047800	0,0045840
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0027339	0,0027670	0,0028131	0,0027024
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0011893	0,0012038	0,0012238	0,0011698
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0003659	0,0003704	0,0003765	0,0003745
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0002558	0,0002589	0,0002633	0,0002479

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0002630	0,0002662	0,0002706	0,0002546
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0002798	0,0002832	0,0002879	0,0002618
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0003177	0,0003214	0,0003268	0,0003287
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0002594	0,0002625	0,0002669	0,0002459
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0002668	0,0002700	0,0002745	0,0002528
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0002732	0,0002765	0,0002812	0,0002591
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0003092	0,0003130	0,0003182	0,0002998
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0003175	0,0003214	0,0003267	0,0003075
	фр. 610-620 °С	масс. доля	0,0003314	0,0003298	0,0003353	0,0003157
			Водная часть			
	Гелий	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Азот	масс. доля	0,0000022	0,0000023	0,0000000	0,0000019
	Метан	масс. доля	0,0000015	0,0000002	0,0000000	0,0013648
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0001355	0,0001034	0,0000000	0,0001324
	Этан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0001050
	Пропан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000345
	изо-Бутан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000010
	н-Бутан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000032
	изо-Пентан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000012
	н-Пентан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000016
	Вода	масс. доля	0,9998607	0,9998941	1,0000000	0,9983541
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 610-620 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
8	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО выявлена разница в распределении по фазам смешанного потока. При данных термобарических параметрах (P,t) происходит выделение большего количества водной фазы по сравнению с аналоговым ПО. Также было отмечено, что водная фаза суммарного потока не содержит индивидуальные компоненты (метан, этан и т.д.).

Данный вопрос был проработан на втором этапе тестирования. Получение более точного состава водной фазы было достигнуто путем использования другого уравнения состояния, а именно «Пенг-Робинсон-NRTL».

1.3 Делитель

1.3.1 Общие вводные

По результатам расчета определяются объемы потоков на выходе с учетом заданных критериев деления.

Распределение расходов потоков, исходя из равенства давлений в указанных потоках схемы, позволяет рассчитывать схемы с параллельными ветвями трубопроводов (лупинги, многониточные трубопроводы).

1.3.2 Исходные данные

- номер потока, для которого задаются параметры деления;
- вариант деления (по коэффициенту деления или по заданному расходу, либо распределение расходов потоков, исходя из равенства давлений в указанных точках (потоках) схемы);
- параметр деления (коэффициент деления или расход).

Пример:

Простой расчет

Делитель потока № 1

Входной поток:

Число выходных потоков:

Расходы выходных потоков задаются в:

Распределить исходя из равенства давлений в указанных потоках

$\Delta P_{max} =$ МПа

	Поток	Расход
1	9	200
2	2	1000
3	3	

Расчёт Применить Отмена

Сложный расчет

Делитель потока № 1

Входной поток:

Число выходных потоков:

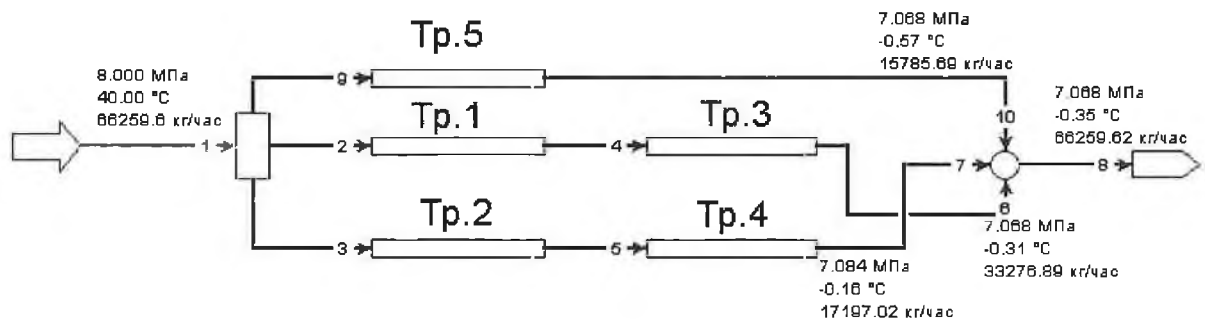
Расходы выходных потоков задаются в:

Распределить исходя из равенства давлений в указанных потоках

$\Delta P_{max} =$ МПа

	Поток	Контролируемый поток
1	9	10
2	2	6
3	3	7

Расчёт Применить Отмена



1.3.3 Задача №1

Выполнить простой расчет делителя с делением потока по долям (0,5 для каждого потока).

1.3.3.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.3.1 – Параметры и состав на входе в делитель

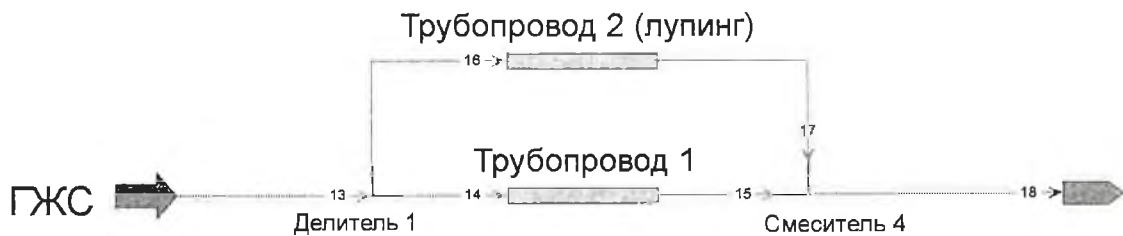
Поток	Общий
Давление, МПа	8,000
Температура, °C	20,00
Расход, млн.ст.м3/сут (20°C, 0.1013 МПа)	10,0
Состав	
Азот	0,0044396
Метан	0,6719049
Диоксид углерода	0,0064951
Этан	0,0907174
Пропан	0,0576798
изо-Бутан	0,0150361
н-Бутан	0,0229400
изо-Пентан	0,0100752
н-Пентан	0,0107938
Метанол	0,0010621
Вода	0,0004379
фр. 45- 60 °C	0,0019860
фр. 60- 70 °C	0,0128106
фр. 70- 80 °C	0,0042608
фр. 80- 90 °C	0,0067343
фр. 90-100 °C	0,0107697
фр. 100-110 °C	0,0124633
фр. 110-120 °C	0,0103902
фр. 120-130 °C	0,0056239
фр. 130-140 °C	0,0061523
фр. 140-150 °C	0,0040857
фр. 150-160 °C	0,0049041
фр. 160-170 °C	0,0045666
фр. 170-180 °C	0,0040487
фр. 180-190 °C	0,0024778
фр. 190-200 °C	0,0030857

Handwritten signature

Handwritten signature

Поток	Общий
фр. 200-210 °С	0,0019841
фр. 210-220 °С	0,0025732
фр. 220-230 °С	0,0015811
фр. 230-240 °С	0,0020147
фр. 240-250 °С	0,0011641
фр. 250-260 °С	0,0013917
фр. 260-270 °С	0,0008363
фр. 270-280 °С	0,0008209
фр. 280-290 °С	0,0005638
фр. 290-300 °С	0,0002847
фр. 300-310 °С	0,0003266
фр. 310-320 °С	0,0002041
фр. 320-330 °С	0,0000846
фр. 330-340 °С	0,0000928
фр. 340-350 °С	0,0000534
фр. 350-360 °С	0,0000345
фр. 360-370 °С	0,0000157
фр. 370-380 °С	0,0000148
фр. 380-390 °С	0,0000092
фр. 390-400 °С	0,0000047
фр. 400-410 °С	0,0000033

1.3.3.2 Расчетная схема



Входной поток:

Число выходных потоков:

Расходы выходных потоков задаются в:

Распределить исходя из равенства давлений в указанных потоках

$\Delta P_{max} =$ МПа

	Поток	Расход
1	14	0,5
2	16	

guy

Handwritten signature

1.3.3.3 Результаты моделирования

Таблица 1.3.2 - Результаты моделирования (поток 14)

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROП	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	8	8	8	8,00
2	Температура на выходе	°С	20	20	20	20,0
3	Расход общего потока	млн.ст.м3/сут	5	5	5	5,000
4	Деление потока		по 0,5 на каждый поток			
5	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Таблица 1.3.3 - Результаты моделирования (поток 16)

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROП	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	8	8	8	8,00
2	Температура на выходе	°С	20	20	20	20,0
3	Расход общего потока	млн.ст.м3/сут	5	5	5	5,000
4	Деление потока		по 0,5 на каждый поток			
5	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: Результаты простого расчета делителя показывают хорошую сходимость в сравнении с результатами ПО, используемом ТФ ГПП в настоящее время.

1.3.4 Задача №2

Выполнить усложненный расчет делителя исходя из равенства давлений в указанных потоках схемы

1.3.4.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.3.4 – Параметры и состав на входе в делитель

Поток	Общий
Давление, МПа	8,000
Температура, °С	20,00
Расход, млн.ст.м3/сут (20°С, 0.1013 МПа)	10,0
Состав	масс.доля
Азот	0,0044396
Метан	0,6719049

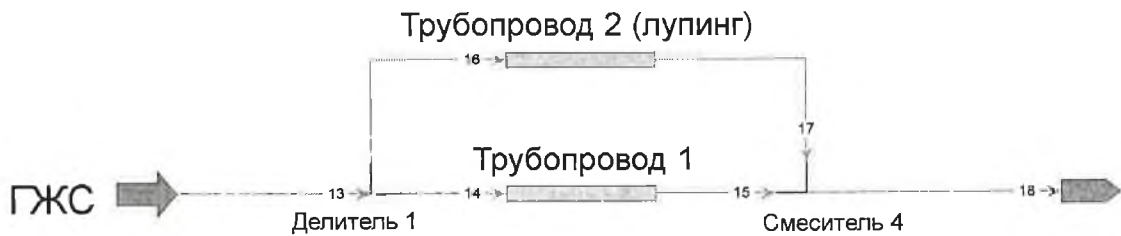
Поток	Общий
Диоксид углерода	0,0064951
Этан	0,0907174
Пропан	0,0576798
изо-Бутан	0,0150361
н-Бутан	0,0229400
изо-Пентан	0,0100752
н-Пентан	0,0107938
Метанол	0,0010621
Вода	0,0004379
фр. 45- 60 °С	0,0019860
фр. 60- 70 °С	0,0128106
фр. 70- 80 °С	0,0042608
фр. 80- 90 °С	0,0067343
фр. 90-100 °С	0,0107697
фр. 100-110 °С	0,0124633
фр. 110-120 °С	0,0103902
фр. 120-130 °С	0,0056239
фр. 130-140 °С	0,0061523
фр. 140-150 °С	0,0040857
фр. 150-160 °С	0,0049041
фр. 160-170 °С	0,0045666
фр. 170-180 °С	0,0040487
фр. 180-190 °С	0,0024778
фр. 190-200 °С	0,0030857
фр. 200-210 °С	0,0019841
фр. 210-220 °С	0,0025732
фр. 220-230 °С	0,0015811
фр. 230-240 °С	0,0020147
фр. 240-250 °С	0,0011641
фр. 250-260 °С	0,0013917
фр. 260-270 °С	0,0008363
фр. 270-280 °С	0,0008209
фр. 280-290 °С	0,0005638
фр. 290-300 °С	0,0002847
фр. 300-310 °С	0,0003266
фр. 310-320 °С	0,0002041
фр. 320-330 °С	0,0000846
фр. 330-340 °С	0,0000928
фр. 340-350 °С	0,0000534
фр. 350-360 °С	0,0000345
фр. 360-370 °С	0,0000157
фр. 370-380 °С	0,0000148
фр. 380-390 °С	0,0000092
фр. 390-400 °С	0,0000047
фр. 400-410 °С	0,0000033

Таблица 1.3.5 - Параметры трубопроводов

№	Параметр	Трубопровод 1	Трубопровод 2
1	Длина, м	10000	10000
2	Диаметр, мм	426	325

№	Параметр	Трубопровод 1	Трубопровод 2
3	Толщина стенки, мм	19	15
4	Перепад высот, м	0	0
5	Коэф. теплопередачи, Вт/(м ² *К)	0,656	0,677
6	Температура окружающей среды, °С	-48,0	-48,0
7	Число шагов расчета	15	15
8	Гидравлический эффект участка	1,000	1,000
9	Шероховатость, мм	0,1	0,1
10	Способ прокладки	надземный	надземный
11	Толщина теплоизоляции, мм	50	50,0
12	Коэф. теплопроводности изоляции, Вт/(м*К)	0,031	0,031
13	Скорость ветра, м/с	10	10

1.3.4.2 Расчетная схема



Входной поток:

Число выходных потоков:

Расходы выходных потоков задаются в:

Распределить исходя из равенства давлений в указанных потоках

$\Delta P_{max} =$ МПа

	Поток	Контролируемый поток
1	14	15
2	16	17

1.3.4.3 Результаты моделирования

Таблица 1.3.6 - Результаты расчета (поток 14)

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	8,00	8,00	8,00	8,00
2	Температура на выходе	°С	20,00	20,00	20,00	20,0
3	Расход общего	млн.ст.м3/сут	6,709	6,720	7,106	6,6954

Сайфу

Кол

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	потока					
4	Деление потока	Доля потока	0,671	0,672	0,671	автомат.
5	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Таблица 1.3.7 - Результаты расчета (поток 15)

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	7,035	6,986	6,827	7,251
2	Температура на выходе	°С	13,313	13,297	12,665	14,07
3	Расход общего потока	млн.ст.м3/сут	6,709	6,720	7,106	6,6954
4	Деление потока	Доля потока	0,671	0,672	0,671	автомат.
5	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Таблица 1.3.8 - Результаты расчета (поток 16)

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	8,00	8,00	8,00	8,00
2	Температура на выходе	°С	20,00	20,00	20,00	20,0
3	Расход общего потока	млн.ст.м3/сут	3,291	3,280	3,483	3,3046
4	Деление потока	Доля потока	0,329	0,328	0,329	автомат.
5	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Таблица 1.3.9 - Результаты расчета (поток 17)

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	7,035	6,984	6,829	7,252
2	Температура на	°С	11,448	11,620	11,325	12,33

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	выходе					
3	Расход общего потока	млн.ст.м3/сут	3,291	3,280	3,483	3,3046
4	Деление потока	Доля потока	0,329	0,328	0,329	автомат.
5	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: Результаты усложненного расчета делителя показывают хорошую сходимость в сравнении с результатами ПО, используемом ТФ ГПП в настоящее время

1.4 Дроссель

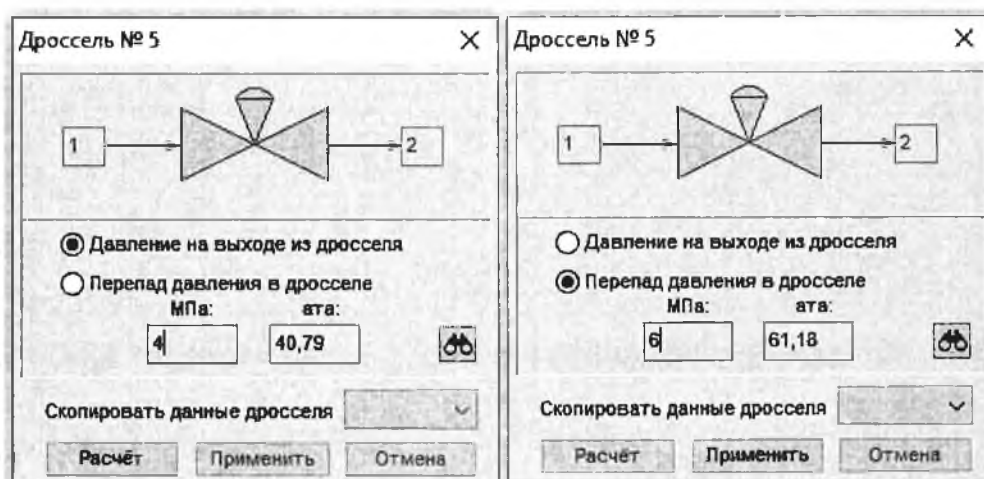
1.4.1 Общие вводные

Моделируется дросселирование потока. В результате определяется давление, температура и состав потока на выходе.

1.4.2 Исходные данные для расчета трубопроводов нефти, газа или водоводов

Для выполнения расчета дросселирования потока, находящегося в любом агрегатном состоянии, необходимо задать давление на выходе из дросселя либо перепад давления в дросселе.

Пример:



1.4.3 Задача

Выполнить простой расчет дросселирования потока газа до давления 4,0 МПа.

1.4.3.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.4.1 – Параметры и компонентно-фракционный состав потока на входе

Поток	Общий
Давление, МПа	8,000
Температура, °С	20,00
Расход, млн.ст.м ³ /сут	10,0
Состав	масс.доля
Гелий	0,0000020
Азот	0,0011889
Метан	0,7748701
Диоксид углерода	0,0041958
Этан	0,0545489
Пропан	0,0260285
изо-Бутан	0,0096705
н-Бутан	0,0117092
изо-Пентан	0,0064659

От лицензиата

От лицензиара

Поток	Общий
н-Пентан	0,0051809
Вода	0,0004352
фр. 45- 60 °С	0,0035338
фр. 60- 70 °С	0,0059418
фр. 70- 80 °С	0,0034569
фр. 80- 90 °С	0,0047862
фр. 90-100 °С	0,0054948
фр. 100-110 °С	0,0061609
фр. 110-120 °С	0,0057883
фр. 120-130 °С	0,0041880
фр. 130-140 °С	0,0040026
фр. 140-150 °С	0,0030155
фр. 150-160 °С	0,0034489
фр. 160-170 °С	0,0033530
фр. 170-180 °С	0,0029085
фр. 180-190 °С	0,0024524
фр. 190-200 °С	0,0024683
фр. 200-210 °С	0,0022718
фр. 210-220 °С	0,0023638
фр. 220-230 °С	0,0020936
фр. 230-240 °С	0,0023458
фр. 240-250 °С	0,0020888
фр. 250-260 °С	0,0022211
фр. 260-270 °С	0,0020788
фр. 270-280 °С	0,0019374
фр. 280-290 °С	0,0018825
фр. 290-300 °С	0,0017860
фр. 300-310 °С	0,0018534
фр. 310-320 °С	0,0017577
фр. 320-330 °С	0,0014730
фр. 330-340 °С	0,0014885
фр. 340-350 °С	0,0014213
фр. 350-360 °С	0,0013332
фр. 360-370 °С	0,0012954
фр. 370-380 °С	0,0012470
фр. 380-390 °С	0,0012058
фр. 390-400 °С	0,0011748
фр. 400-410 °С	0,0011477
фр. 410-420 °С	0,0011274
фр. 420-430 °С	0,0011183
фр. 430-440 °С	0,0011037
фр. 440-450 °С	0,0010591
фр. 450-460 °С	0,0009940
фр. 460-470 °С	0,0008786
фр. 470-480 °С	0,0007041
фр. 480-490 °С	0,0005001
фр. 490-500 °С	0,0002934
фр. 500-510 °С	0,0001260
фр. 510-520 °С	0,0000367
фр. 520-530 °С	0,0000252
фр. 530-540 °С	0,0000259

Поток	Общий
фр. 540-550 °С	0,0000266
фр. 550-560 °С	0,0000273
фр. 560-570 °С	0,0000281
фр. 570-580 °С	0,0000289
фр. 580-590 °С	0,0000296
фр. 590-600 °С	0,0000335
фр. 600-610 °С	0,0000344
фр 610-620 °С	0,0000353

1.4.3.2 Расчетная схема



1.4.3.3 Результаты моделирования

Таблица 1.4.2 - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	4	4	4	4,00
2	Температура на выходе	°С	2,868	2,892	2,499	2,66
3	Расход общего потока	млн.ст.м3/сут (ст.м3/ч)	10 416666,667	10 416659,874	10 416666,671	10,000 416666,66
4	Расход газовой части	млн.ст.м3/сут (ст.м3/ч)	9,776 407337,140	9,779 407494,000	9,766 406921,754	9,772 407160,43
5	Расход углеводородной части	т/сут (кг/ч)	934,713 38946,375	927,745 38656,063	992,242 41343,417	39303,1
6	Расход водной части	т/сут (кг/ч)	2,066 86,082	1,813 75,565	2,214 92,266	70,0
7	Состав (общий поток)					
	Гелий	масс. доля	0,0000020	0,0000020	0,0000020	0,0000020
	Азот	масс. доля	0,0011889	0,0011889	0,0011889	0,0011889
	Метан	масс. доля	0,7748707	0,7748706	0,7748705	0,7748701
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0041958	0,0041958	0,0041958	0,0041958
	Этан	масс. доля	0,0545489	0,0545489	0,0545489	0,0545489
	Пропан	масс. доля	0,0260285	0,0260285	0,0260285	0,0260285
	изо-Бутан	масс. доля	0,0096705	0,0096705	0,0096705	0,0096705
	н-Бутан	масс. доля	0,0117092	0,0117092	0,0117092	0,0117092
	изо-Пентан	масс. доля	0,0064659	0,0064659	0,0064659	0,0064659
	н-Пентан	масс. доля	0,0051809	0,0051809	0,0051809	0,0051809
	Вода	масс. доля	0,0004352	0,0004352	0,0004352	0,0004352
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0035338	0,0035338	0,0035338	0,0035338
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0059418	0,0059418	0,0059418	0,0059418
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0034569	0,0034569	0,0034569	0,0034569

Handwritten signature

Handwritten signature

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПИА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0047862	0,0047862	0,0047862	0,0047862
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0054948	0,0054948	0,0054948	0,0054948
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0061609	0,0061609	0,0061609	0,0061609
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0057883	0,0057883	0,0057883	0,0057883
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0041880	0,0041880	0,0041880	0,0041880
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0040026	0,0040026	0,0040026	0,0040026
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0030155	0,0030155	0,0030155	0,0030155
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0034489	0,0034489	0,0034489	0,0034489
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0033530	0,0033530	0,0033530	0,0033530
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0029085	0,0029085	0,0029085	0,0029085
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0024524	0,0024524	0,0024524	0,0024524
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0024683	0,0024683	0,0024683	0,0024683
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0022718	0,0022718	0,0022718	0,0022718
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0023638	0,0023638	0,0023638	0,0023638
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0020936	0,0020936	0,0020936	0,0020936
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0023458	0,0023458	0,0023458	0,0023458
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0020888	0,0020888	0,0020888	0,0020888
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0022211	0,0022211	0,0022211	0,0022211
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0020788	0,0020788	0,0020788	0,0020788
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0019374	0,0019374	0,0019374	0,0019374
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0018825	0,0018825	0,0018825	0,0018825
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0017860	0,0017860	0,0017860	0,0017860
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0018534	0,0018534	0,0018534	0,0018534
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0017577	0,0017577	0,0017577	0,0017577
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0014730	0,0014730	0,0014730	0,0014730
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0014885	0,0014885	0,0014885	0,0014885
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0014213	0,0014213	0,0014213	0,0014213
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0013332	0,0013332	0,0013332	0,0013332
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0012954	0,0012954	0,0012954	0,0012954
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0012470	0,0012470	0,0012470	0,0012470
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0012058	0,0012058	0,0012058	0,0012058
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0011748	0,0011748	0,0011748	0,0011748
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0011477	0,0011477	0,0011477	0,0011477
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0011274	0,0011274	0,0011274	0,0011274
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0011183	0,0011183	0,0011183	0,0011183
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0011037	0,0011037	0,0011037	0,0011037
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0010591	0,0010591	0,0010591	0,0010591
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0009940	0,0009940	0,0009940	0,0009940
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0008786	0,0008786	0,0008786	0,0008786
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0007041	0,0007041	0,0007041	0,0007041
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0005001	0,0005001	0,0005001	0,0005001
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0002934	0,0002934	0,0002934	0,0002934
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0001260	0,0001260	0,0001260	0,0001260
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000367	0,0000367	0,0000367	0,0000367
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0000252	0,0000252	0,0000252	0,0000252
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0000259	0,0000259	0,0000259	0,0000259
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0000266	0,0000266	0,0000266	0,0000266
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0000273	0,0000273	0,0000273	0,0000273

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0000281	0,0000281	0,0000281	0,0000281
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0000289	0,0000289	0,0000289	0,0000289
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0000296	0,0000296	0,0000296	0,0000296
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0000335	0,0000335	0,0000335	0,0000335
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0000344	0,0000344	0,0000344	0,0000344
	фр. 610-620 °С	масс. доля	0,0000353	0,0000353	0,0000353	0,0000353
Газовая часть						
	Гелий	масс. доля	0,0000023	0,0000023	0,0000023	0,0000023
	Азот	масс. доля	0,0013451	0,0013439	0,0013434	0,0013472
	Метан	масс. доля	0,8741359	0,8733105	0,8717485	0,8750520
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0046587	0,0046845	0,0046814	0,0046976
	Этан	масс. доля	0,0602262	0,0602793	0,0598730	0,0602038
	Пропан	масс. доля	0,0269864	0,0271266	0,0266781	0,0267823
	изо-Бутан	масс. доля	0,0089788	0,0090283	0,0087968	0,0088075
	н-Бутан	масс. доля	0,0100277	0,0101642	0,0098306	0,0098498
	изо-Пентан	масс. доля	0,0041005	0,0042071	0,0040082	0,0039962
	н-Пентан	масс. доля	0,0028563	0,0029168	0,0028063	0,0027644
	Вода	масс. доля	0,0001954	0,0002318	0,0001898	0,0002511
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0014100	0,0014600	0,0013778	0,0013614
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0017328	0,0017933	0,0017049	0,0016703
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0007572	0,0007839	0,0007505	0,0007292
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0007655	0,0007922	0,0007652	0,0007365
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0006260	0,0006471	0,0006317	0,0006020
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0004897	0,0005054	0,0040795	0,0004711
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0003154	0,0003250	0,0003247	0,0003027
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0001546	0,0001586	0,0001603	0,0001483
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0000986	0,0001008	0,0001029	0,0000944
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0000490	0,0000498	0,0000514	0,0000466
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0000364	0,0000369	0,0000383	0,0000343
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0000227	0,0000230	0,0000240	0,0000214
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0000125	0,0000126	0,0000132	0,0000116
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0000066	0,0000067	0,0000070	0,0000061
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0000041	0,0000040	0,0000043	0,0000036
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0000023	0,0000023	0,0000024	0,0000019
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0000015	0,0000014	0,0000015	0,0000010
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000010
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000000
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0000003	0,0000002	0,0000003	0,0000000
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0000002	0,0000001	0,0000002	0,0000000
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,0000000
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 610-620 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
			Углеводородная часть			
	Гелий	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Азот	масс. доля	0,0000157	0,0000146	0,0000143	0,0000123
	Метан	масс. доля	0,0293689	0,0290538	0,0382692	0,0300042
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0007204	0,0004934	0,0005045	0,0004657
	Этан	масс. доля	0,0119338	0,0111522	0,0140945	0,0125227
	Пропан	масс. доля	0,0188756	0,0177432	0,0211357	0,0204589
	изо-Бутан	масс. доля	0,0148986	0,0145649	0,0163510	0,0161161
	н-Бутан	масс. доля	0,0243927	0,0234612	0,0260523	0,0255797
	изо-Пентан	масс. доля	0,0242856	0,0236266	0,0252110	0,0248746
	н-Пентан	масс. доля	0,0226907	0,0223799	0,0232901	0,0231907
	Вода	масс. доля	0,0000315	0,0000255	0,0000745	0,0000285
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0195285	0,0192844	0,0199728	0,0197218
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0376378	0,0374476	0,0382453	0,0377709
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0237868	0,0237565	0,0240909	0,0237822
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0350627	0,0351172	0,0354419	0,0349602
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0421569	0,0423078	0,0425703	0,0419496
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0488645	0,0491078	0,0220372	0,0485571
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0469983	0,0472759	0,0474407	0,0466583

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт- ГазКондНефть
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0345585	0,0347865	0,0348938	0,0342865
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0333983	0,0336323	0,0337318	0,0331214
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0253527	0,0255363	0,0256123	0,0251347
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0291438	0,0293586	0,0294494	0,0288875
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0284288	0,0286402	0,0287319	0,0281752
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0247142	0,0248989	0,0249809	0,0244911
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0208683	0,0210246	0,0210952	0,0206787
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0210227	0,0211813	0,0212524	0,0208308
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0193601	0,0195061	0,0195723	0,0191825
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0201514	0,0203032	0,0203726	0,0199660
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0178519	0,0179862	0,0180481	0,0176876
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0200050	0,0201555	0,0202250	0,0198206
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0178147	0,0179487	0,0180107	0,0176500
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0189440	0,0190864	0,0191524	0,0187690
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0177308	0,0178640	0,0179259	0,0175669
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0165250	0,0166492	0,0167068	0,0163725
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0160569	0,0161775	0,0162335	0,0159084
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0152339	0,0153483	0,0154015	0,0150931
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0158088	0,0159275	0,0159827	0,0156627
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0149926	0,0151051	0,0151575	0,0148535
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0125642	0,0126585	0,0127024	0,0124478
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0126964	0,0127917	0,0128361	0,0125789
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0121232	0,0122142	0,0122566	0,0120106
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0113717	0,0114571	0,0114968	0,0112667
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0110493	0,0111323	0,0111709	0,0109469
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0106365	0,0107164	0,0107535	0,0105385
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0102851	0,0103623	0,0103982	0,0101896
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0100207	0,0100959	0,0101309	0,0099278
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0097895	0,0098630	0,0098972	0,0096991
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0096163	0,0096885	0,0097221	0,0095275
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0095387	0,0096103	0,0096436	0,0094506
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0094142	0,0094849	0,0095177	0,0093272
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0090338	0,0091016	0,0091331	0,0089498
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0084785	0,0085421	0,0085717	0,0084002
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0074942	0,0075504	0,0075766	0,0074253
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0060057	0,0060508	0,0060718	0,0059503
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0042657	0,0042977	0,0043126	0,0042259
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0025026	0,0025214	0,0025301	0,0024796
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0010747	0,0010828	0,0010866	0,0010651
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0003130	0,0003154	0,0003165	0,0003100
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0002149	0,0002166	0,0002173	0,0002130
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0002209	0,0002226	0,0002233	0,0002188
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0002269	0,0002286	0,0002294	0,0002249
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0002329	0,0002346	0,0002354	0,0002311
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0002397	0,0002415	0,0002423	0,0002377
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0002465	0,0002484	0,0002492	0,0002443
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0002525	0,0002544	0,0002553	0,0002505
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0002857	0,0002879	0,0002889	0,0002832

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0002934	0,0002956	0,0002966	0,0002904
	фр. 610-620 °С	масс. доля	0,0003011	0,0003034	0,0003044	0,0002982
	Водная часть					
	Гелий	масс. доля	0,0000028	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Азот	масс. доля	0,0000008	0,0000010	0,0000000	0,0000006
	Метан	масс. доля	0,0000014	0,0000000	0,0000000	0,0013635
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0001388	0,0001214	0,0000000	0,0001590
	Этан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0001332
	Пропан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000533
	изо-Бутан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000010
	н-Бутан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000032
	изо-Пентан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000016
	н-Пентан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000020
	Вода	масс. доля	0,9998562	0,9998776	1,0000000	0,9982826
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 610-620 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
8	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО выявлена разница в распределении по фазам смешанного потока. При данных термобарических параметрах (P,t) происходит выделение большего количества водной фазы по сравнению с аналоговым ПО. Также было отмечено, что водная фаза суммарного потока не содержит индивидуальные компоненты (метан, этан и т.д.).

Данный вопрос был проработан на втором этапе тестирования. Получение более точного состава водной фазы было достигнуто путем использования другого уравнения состояния, а именно «Пенг-Робинсон-NRTL».

1.5 Сепарация

1.5.1 Двухфазная сепарация

1.5.1.1 Общие вводные

Моделирование разделения потока на газовую и жидкую фазы с учетом подвода или отвода тепла.

1.5.1.2 Исходные данные

- перепад давления в аппарате;
- унос газом жидкости (г/ст.м³ или % жидкости, увлекаемой газом, по отношению к жидкости, поступающей в сепаратор);
- унос жидкостью газа (м³/т или % газа, уходящего с жидкостью, по отношению к газу, поступающему в сепаратор);
- тепловую нагрузку (абсолютную или удельную), либо температуру на выходе из сепаратора, либо перепад температуры.

Пример:



1.5.1.3 Задача №1

УКПГ. Расчет сепарации природного газа (сеноманский газ). Двухфазный поток (газовая часть, водный раствор)

В качестве примера принят двухфазный сепаратор, предназначенный для отделения от газа пластовой и конденсационной воды (грубая очистка).

Очистка газа в сепараторе происходит за счет:

От лицензиата

От лицензиара

- резкого снижения скорости движения газа;
- действия центробежных сил в циклонных элементах;
- коагуляции капельной влаги в сетчатом отбойнике.

1.5.1.3.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.5.1 – Параметры и состав на входе в сепаратор

Поток	Общий
Давление, МПа	0,678
Температура, °С	-0,58
Расход, ст.м ³ /час (20°С, 0.1013 МПа)	208287,50
Состав	масс.доля
Азот	0,0138601
Метан	0,9678109
Диоксид углерода	0,0015057
Этан	0,0045006
Пропан	0,0021012
изо-Бутан	0,0006039
н-Бутан	0,0006039
изо-Пентан	0,0001896
н-Пентан	0,0000924
Вода	0,0080743

1.5.1.3.2 Расчетная схема

Параметры аппарата:

- Перепад давления в аппарате – 0,05 МПа;
- Унос газом жидкости – 0,04 г/ст.м³;
- Перепад температур – 0,0 °С.

Схематическое изображение сепаратора с портами 4, 5 и 20. Входящая смесь (4), выходящий газ (5) и выходящая жидкость (20).

Параметры и значения:

- Процент уноса жидкости газом
- Унос жидкости газом: 0,040 г/ст.м³
- Раздельный унос легкой и тяжелой жидкостью газом
 - Унос легкой жидкости (углеводородной): 0,000 г/ст.м³
 - Унос тяжелой жидкости (водного пара): 0,000 г/ст.м³
- Процент уноса газа жидкостью
- Унос газа жидкостью: 0,000
- Тепловая нагрузка (-/+)
- Выходная температура
 - Абсолютная: 0 °С
 - Удельная: 273 К
- Перепад температур: 0,00 °С
- Перепад давления: 0,050 МПа / 0,51 атм

Кнопки: Скопировать данные сепаратора, Расчет, Принять, Отмена.

Handwritten signature

Handwritten signature

1.5.1.3.3 Результаты моделирования

Таблица 1.5.2 – Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	0,628	0,628	0,628	0,628
2	Температура на выходе	°С	-0,580	-0,580	-0,580	-0,58
3	Расход газа на выходе	ст.м3/ч	206975,3	206970,489	206964,517	206951,63
4	Расход жидкости на выходе	кг/ч	982,719	983,806	982,708	1019,2
5.1	Компонентно-фракционный состав		Газ			
	Азот	масс. доля	0,0139576	0,0139669	0,0139576	0,0139612
	Метан	масс. доля	0,9752830	0,9752697	0,9752829	0,9748723
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0015162	0,0015172	0,0015163	0,0015167
	Этан	масс. доля	0,0045323	0,0045353	0,0045323	0,0045334
	Пропан	масс. доля	0,0021160	0,0021174	0,0021160	0,0021165
	изо-Бутан	масс. доля	0,0006082	0,0006086	0,0006081	0,0006084
	н-Бутан	масс. доля	0,0006082	0,0006086	0,0006081	0,0006084
	изо-Пентан	масс. доля	0,0001909	0,0001911	0,0001909	0,0001911
	н-Пентан	масс. доля	0,0000931	0,0000931	0,0000931	0,0000929
	Вода	масс. доля	0,0010946	0,0010922	0,0010946	0,0011295
5.2	Компонентно-фракционный состав		Жидкость			
	Азот	масс. доля	0,0000014	0,0000017	0,0000000	0,0000012
	Метан	масс. доля	0,0000003	0,0000000	0,0000000	0,0003097
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0000074	0,0000081	0,0000000	0,0000110
	Этан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000030
	Пропан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000017
	изо-Бутан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	н-Бутан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	изо-Пентан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	н-Пентан	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Вода	масс. доля	0,9999909	0,9999902	1,0000000	0,9596152
6	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод:

По термобарическим параметрам замечаний не выявлено.

При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО выявлено, что водная фаза суммарного потока не содержит индивидуальные компоненты (метан, этан и т.д.).

Данный вопрос был проработан на втором этапе тестирования. Получение более точного состава жидкой фазы было достигнуто путем использования другого уравнения состояния, а именно «Пенг-Робинсон-NRTL».

1.5.1.4 Задача № 2

УКПГ. Расчет сепарации природного газа (ачимовский газ).

В качестве примера принят двухфазный сепаратор, предназначенный для отделения газа от капельной жидкости. Трехфазный поток (газовая часть, углеводородная часть, водный раствор).

Сепаратор представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат. В качестве внутренних устройств используются установленные последовательно: узел входа газа с сетчатым коагулятором, тарелки с элементами центробежными, два слоя газораспределительной насадки.

1.5.1.4.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.5.3 - Параметры и состав на входе в сепаратор

Поток	Общий
Давление, МПа	11,272
Температура, °С	37,06
Расход, ст.м ³ /час (20°С, 0.1013 МПа)	796517,05
Состав	масс.доля
Азот	0,0010445
Метан	0,4732297
Диоксид углерода	0,0144988
Этан	0,0872447
Пропан	0,0635500
изо-Бутан	0,0152757
н-Бутан	0,0224132
изо-Пентан	0,0125997
н-Пентан	0,0118364
Вода	0,0106088
фр. 45- 60 °С	0,0025538
фр. 60- 70 °С	0,0175374
фр. 70- 80 °С	0,0060853
фр. 80- 90 °С	0,0082910
фр. 90-100 °С	0,0191868
фр. 100-110 °С	0,0206177
фр. 110-120 °С	0,0192149
фр. 120-130 °С	0,0116854
фр. 130-140 °С	0,0152876
фр. 140-150 °С	0,0093348
фр. 150-160 °С	0,0146475
фр. 160-170 °С	0,0128473
фр. 170-180 °С	0,0109225
фр. 180-190 °С	0,0085959
фр. 190-200 °С	0,0107010
фр. 200-210 °С	0,0073209
фр. 210-220 °С	0,0096332
фр. 220-230 °С	0,0065802
фр. 230-240 °С	0,0088879

Судя

ММ

Поток	Общий
фр. 240-250 °С	0,0059547
фр. 250-260 °С	0,0078033
фр. 260-270 °С	0,0060901
фр. 270-280 °С	0,0061460
фр. 280-290 °С	0,0056076
фр. 290-300 °С	0,0038396
фр. 300-310 °С	0,0050494
фр. 310-320 °С	0,0040007
фр. 320-330 °С	0,0028944
фр. 330-340 °С	0,0032873
фр. 340-350 °С	0,0028620
фр. 350-360 °С	0,0025127
фр. 360-370 °С	0,0021770
фр. 370-380 °С	0,0017913
фр. 380-390 °С	0,0015566
фр. 390-400 °С	0,0013616
фр. 400-410 °С	0,0012062
фр. 410-420 °С	0,0010348
фр. 420-430 °С	0,0008724
фр. 430-440 °С	0,0006828
фр. 440-450 °С	0,0004599
фр. 450-460 °С	0,0002699
фр. 460-470 °С	0,0001568
фр. 470-480 °С	0,0000823
фр. 480-490 °С	0,0000375
фр. 490-500 °С	0,0000185
фр. 500-510 °С	0,0000086
фр. 510-520 °С	0,0000036

1.5.1.4.2 Расчетная схема

Параметры аппарата:

- Перепад давления в аппарате – 0,01 МПа;
- Процент уноса жидкости газом – 0,04;
- Перепад температур - 0,0°С.

Процент уноса жидкости газом 0,040

Унос жидкости газом

Раздельный унос легкой и тяжелой жидкостей газом

Унос легкой жидкости (углеводородной) 0,000 г/ст м³

Унос тяжелой жидкости (водного р-ра) 0,000 г/ст м³

Процент уноса газа жидкостью 0,000

Унос газа жидкостью

Тепловая нагрузка (-/+)

Абсолютная Удельная

0,00000 кВт

0,00000 кДж/час

0,00000 ккал/час

Выходная температура

0 °C

273 К

Перепад температур

0000,00 °C

Перепад давления: 0,010 МПа 0,10 ата

Расчёт Применить Отмена

Скопировать данные сепаратора

1.5.1.4.3 Результаты моделирования

Таблица 1.5.4 – Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе				
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть	
1	Давление на выходе	МПа	11,262	11,262	11,262	11,262	
2	Температура на выходе	°C	37,060	37,060	37,050	37,06	
3	Расход газа на выходе	ст.м3/ч	678649,104	679958,778	671142,410	675617,42	
4	Расход жидкости на выходе	кг/ч	321273,748	319138,226	316007,019	324892,8	
5.	Компонентно-фракционный состав	Газ					
1		Азот	масс. доля	0,0015993	0,0015962	0,0015830	0,0016168
		Метан	масс. доля	0,7036794	0,7011332	0,6861327	0,7060082
		Диоксид углерода	масс. доля	0,0197133	0,0203059	0,0200483	0,0205306
		Этан	масс. доля	0,1166918	0,1169641	0,1131572	0,1165020
		Пропан	масс. доля	0,0729682	0,0734727	0,0708196	0,0718277
		изо-Бутан	масс. доля	0,0150132	0,0150363	0,0145743	0,0146435
		н-Бутан	масс. доля	0,0200080	0,0201889	0,0197004	0,0195822
		изо-Пентан	масс. доля	0,0087769	0,0088971	0,0089043	0,0085586
		н-Пентан	масс. доля	0,0074771	0,0075298	0,0075990	0,0072678
		Вода	масс. доля	0,0005151	0,0007962	0,0005109	0,0008147
		фр. 45- 60 °C	масс. доля	0,0013002	0,0013266	0,0013692	0,0012651
		фр. 60- 70 °C	масс. доля	0,0074299	0,0075694	0,0079893	0,0072339
		фр. 70- 80 °C	масс. доля	0,0021945	0,0022356	0,0024031	0,0021386
		фр. 80- 90 °C	масс. доля	0,0025144	0,0025612	0,0028064	0,0024523
		фр. 90-100 °C	масс. доля	0,0048365	0,0049253	0,0055069	0,0047214
	фр. 100-110 °C	масс. доля	0,0042728	0,0043499	0,0233162	0,0041747	
	фр. 110-120 °C	масс. доля	0,0032398	0,0032972	0,0038435	0,0031677	
	фр. 120-130 °C	масс. доля	0,0016117	0,0016362	0,0019486	0,0015754	

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0017111	0,0017327	0,0021078	0,0016717
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0008416	0,0008502	0,0010559	0,0008212
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0010560	0,0010646	0,0013462	0,0010276
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0007358	0,0007404	0,0009517	0,0007141
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0004939	0,0004963	0,0006469	0,0004772
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0003053	0,0003064	0,0004039	0,0002925
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0002970	0,0002930	0,0003959	0,0002826
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0001582	0,0001552	0,0002116	0,0001489
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0001615	0,0001575	0,0002158	0,0001499
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0000855	0,0000829	0,0001134	0,0000785
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0000895	0,0000863	0,0001169	0,0000798
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0000466	0,0000446	0,0000593	0,0000410
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0000476	0,0000454	0,0000583	0,0000406
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0000292	0,0000277	0,0000339	0,0000243
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0000235	0,0000222	0,0000253	0,0000186
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0000173	0,0000163	0,0000169	0,0000136
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0000098	0,0000092	0,0000084	0,0000071
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0000108	0,0000102	0,0000079	0,0000073
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0000074	0,0000070	0,0000045	0,0000051
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0000047	0,0000045	0,0000023	0,0000026
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0000049	0,0000047	0,0000018	0,0000027
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0000039	0,0000038	0,0000011	0,0000028
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0000033	0,0000032	0,0000007	0,0000015
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0000027	0,0000027	0,0000004	0,0000015
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0000022	0,0000021	0,0000002	0,0000016
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0000018	0,0000018	0,0000001	0,0000016
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0000016	0,0000016	0,0000001	0,0000017
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0000014	0,0000014	0,0000000	0,0000000
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0000012	0,0000012	0,0000000	0,0000000
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0000010	0,0000010	0,0000000	0,0000000
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0000008	0,0000008	0,0000000	0,0000000
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0000005	0,0000005	0,0000000	0,0000000
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0000003	0,0000003	0,0000000	0,0000000
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0000002	0,0000002	0,0000000	0,0000000
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000001	0,0000000	0,0000000
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
5. 2	Компонентно-фракционный состав		Жидкость			
	Азот	масс. доля	0,0000909	0,0000860	0,0000945	0,0000788
	Метан	масс. доля	0,0771042	0,0773322	0,0976181	0,0803225
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0055355	0,0044111	0,0047082	0,0043179
	Этан	масс. доля	0,0366274	0,0356183	0,0415288	0,0378613
	Пропан	масс. доля	0,0473608	0,0463130	0,0507246	0,0495783
	изо-Бутан	масс. доля	0,0157270	0,0156915	0,0165132	0,0163430
	н-Бутан	масс. доля	0,0265476	0,0262772	0,0271991	0,0271918

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	ПРОП	Софт-ГазКондНефть
	изо-Пентан	масс. доля	0,0191707	0,0190316	0,0191192	0,0194206
	н-Пентан	масс. доля	0,0193298	0,0193175	0,0193122	0,0195477
	Вода	масс. доля	0,0279592	0,0276545	0,0284239	0,0271403
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0047086	0,0046856	0,0046438	0,0047292
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0349113	0,0348531	0,0343826	0,0349285
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0127733	0,0127727	0,0125815	0,0127472
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0182205	0,0182444	0,0179671	0,0181461
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0438539	0,0439609	0,0433214	0,0436026
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0487134	0,0488770	0,0158570	0,0483713
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0466749	0,0468659	0,0463337	0,0463012
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0290013	0,0291422	0,0288635	0,0287495
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0386246	0,0388341	0,0385398	0,0382700
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0239340	0,0240736	0,0239407	0,0237053
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0380103	0,0382428	0,0381141	0,0376362
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0336660	0,0338785	0,0338340	0,0333277
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0288484	0,0290342	0,0290510	0,0285536
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0228468	0,0229958	0,0230485	0,0226107
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0285847	0,0287810	0,0288817	0,0282863
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0196331	0,0197687	0,0198635	0,0194266
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0259143	0,0260936	0,0262478	0,0256394
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0177441	0,0178668	0,0179892	0,0175550
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0240116	0,0241775	0,0243621	0,0237543
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0161103	0,0162212	0,0163556	0,0159366
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0211347	0,0212798	0,0214672	0,0209063
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0165082	0,0166212	0,0167746	0,0163291
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0166701	0,0167838	0,0169444	0,0164885
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0152169	0,0153203	0,0154709	0,0150503
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0104228	0,0104934	0,0105987	0,0103083
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0137103	0,0138030	0,0139437	0,0135597
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0108649	0,0109382	0,0110510	0,0107451
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0078615	0,0079145	0,0079968	0,0077748
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0089295	0,0089896	0,0090837	0,0088309
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0077748	0,0078270	0,0079093	0,0076888
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0068262	0,0068721	0,0069445	0,0067507
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0059145	0,0059541	0,0060171	0,0058489
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0048667	0,0048993	0,0049512	0,0048126
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0042291	0,0042575	0,0043026	0,0041824
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0036994	0,0037241	0,0037637	0,0036585
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0032772	0,0032991	0,0033341	0,0032409
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0028115	0,0028303	0,0028604	0,0027802
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0023703	0,0023862	0,0024115	0,0023441
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0018552	0,0018676	0,0018874	0,0018345
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0012495	0,0012579	0,0012713	0,0012355
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0007333	0,0007382	0,0007461	0,0007251
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0004260	0,0004289	0,0004334	0,0004213
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0002236	0,0002251	0,0002275	0,0002209
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0001019	0,0001026	0,0001037	0,0001005
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0000503	0,0000506	0,0000511	0,0000493

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0000234	0,0000235	0,0000238	0,0000233
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000098	0,0000098	0,0000100	0,0000094
6	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод:

По термобарическим параметрам замечаний не выявлено.

При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО выявлено, что есть расхождения, связанные с растворимостью водной фазы в газе.

Данный вопрос был проработан на втором этапе тестирования. Получение более точных результатов было достигнуто путем использования другого уравнения состояния, а именно «Пенг-Робинсон-NRTL».

1.5.1.5 Задача № 3

УПН. Расчет сепарации пластовой нефти.

В качестве примера принят двухфазный сепаратор, предназначен для сепарации нефти от газа и представляет собой горизонтальный аппарат. Трехфазный поток (газовая часть, углеводородная часть, водный раствор).

1.5.1.5.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.5.5 - Параметры и состав на входе в сепаратор.

Поток	Общий
Давление, МПа	0,754
Температура, °С	19,30
Расход, кг/ч	169572,28
Состав	мольн.доля
Азот	0,0000361
Метан	0,0298044
Диоксид углерода	0,0000131
Этан	0,0091313
Пропан	0,0133972
изо-Бутан	0,0086415
н-Бутан	0,0121702
изо-Пентан	0,0076411
н-Пентан	0,0092726
Вода	0,5052160
фр. 45- 60 °С	0,0096071
фр. 60- 70 °С	0,0075654
фр. 70- 80 °С	0,0109634
фр. 80- 90 °С	0,0110212

Поток	Общий
фр. 90-100 °С	0,0119693
фр. 100-110 °С	0,0169838
фр. 110-120 °С	0,0157307
фр. 120-130 °С	0,0138435
фр. 130-140 °С	0,0116736
фр. 140-150 °С	0,0111138
фр. 150-160 °С	0,0107179
фр. 160-170 °С	0,0102782
фр. 170-180 °С	0,0095452
фр. 180-190 °С	0,0088663
фр. 190-200 °С	0,0088665
фр. 200-210 °С	0,0090716
фр. 210-220 °С	0,0089306
фр. 220-230 °С	0,0090204
фр. 230-240 °С	0,0096040
фр. 240-250 °С	0,0103712
фр. 250-260 °С	0,0106155
фр. 260-270 °С	0,0105482
фр. 270-280 °С	0,0106477
фр. 280-290 °С	0,0097724
фр. 290-300 °С	0,0082406
фр. 300-310 °С	0,0097612
фр. 310-320 °С	0,0098184
фр. 320-330 °С	0,0093125
фр. 330-340 °С	0,0084189
фр. 340-350 °С	0,0084633
фр. 350-360 °С	0,0083685
фр. 360-370 °С	0,0080235
фр. 370-380 °С	0,0077582
фр. 380-390 °С	0,0081496
фр. 390-400 °С	0,0078141
фр. 400-410 °С	0,0071133
фр. 410-420 °С	0,0069766
фр. 420-430 °С	0,0064435
фр. 430-440 °С	0,0067480
фр. 440-450 °С	0,0056970
фр. 450-460 °С	0,0045654
фр. 460-470 °С	0,0037393
фр. 470-480 °С	0,0030652
фр. 480-490 °С	0,0024794
фр. 490-500 °С	0,0018254
фр. 500-510 °С	0,0013438
фр. 510-520 °С	0,0009542
фр. 520-530 °С	0,0006581
фр. 530-540 °С	0,0004634
фр. 540-550 °С	0,0003497
фр. 550-560 °С	0,0002583
фр. 560-570 °С	0,0001891
фр. 570-580 °С	0,0001346
фр. 580-590 °С	0,0000899

Гусев

А.А.

Поток	Общий
фр. 590-600 °С	0,0000636
фр. 600-610 °С	0,0000623

1.5.1.5.2 Расчетная схема

Параметры аппарата:

- Перепад давления в аппарате – 0,02 МПа;
- Унос жидкости газом – 0,1 г/ст.м3;
- Перепад температур - 0,0°С.

Скопировать данные сепаратора

Процент уноса жидкости газом
 Унос жидкости газом
 Раздельный унос легкой и тяжелой жидкостей газом
 Унос легкой жидкости (углеводородной): 0,000 г/ст.м³
 Унос тяжелой жидкости (водного р-ра): 0,000 г/ст.м³

Процент уноса газа жидкостью
 Унос газа жидкостью

Тепловая нагрузка (-/+)
 Абсолютная Удельная
 000000.000 кВт
 0000000000.000 кДж/час
 0000000000.000 ккал/час

Выходная температура
 0 °С
 273 К

Перепад температур
 0,00 °С

Перепад давления: 0,020 МПа 0,20 ата

1.5.1.5.3 Результаты моделирования

Таблица 1.5.6 - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	0,734	0,734	0,734	0,734
2	Температура на выходе	°С	19,3	19,3	19,3	19,30
3	Расход газа на выходе	ст.м3/ч	748,011	806,326	538,349	715,915
4	Расход жидкости на выходе	кг/ч	168973,134	168915,242	169145,824	169006,507
5.1	Компонентно-фракционный состав		Газ			
	Азот	масс. доля	0,0022236	0,0021017	0,0030215	0,0024789
	Метан	масс. доля	0,7183711	0,6944254	0,7358376	0,7350518
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0002825	0,0003980	0,0004733	0,0004451
	Этан	масс. доля	0,1176410	0,1266565	0,1070265	0,1132404
	Пропан	масс. доля	0,0760113	0,0840284	0,0684744	0,0692658
	изо-Бутан	масс. доля	0,0262014	0,0279888	0,0237209	0,0235842
	н-Бутан	масс. доля	0,0254471	0,0280382	0,0233396	0,0235708

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROП	Софт-ГазКондНефть
	изо-Пентан	масс. доля	0,0076865	0,0084099	0,0071395	0,0072412
	н-Пентан	масс. доля	0,0069562	0,0075573	0,0065595	0,0065220
	Вода	масс. доля	0,0028543	0,0028323	0,0028848	0,0030302
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0046408	0,0050779	0,0042686	0,0043988
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0024297	0,0026295	0,0022544	0,0023139
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0025108	0,0027050	0,0023461	0,0023982
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0017818	0,0019111	0,0016764	0,0017062
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0013655	0,0014584	0,0012935	0,0013106
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0013407	0,0014260	0,0075049	0,0012885
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0008595	0,0009106	0,0008251	0,0008268
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0005134	0,0005398	0,0004948	0,0004942
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0003025	0,0003157	0,0002928	0,0002819
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0001849	0,0001914	0,0001796	0,0001776
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0001179	0,0001212	0,0001146	0,0001132
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0000735	0,0000750	0,0000713	0,0000699
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0000444	0,0000450	0,0000430	0,0000421
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0000269	0,0000271	0,0000260	0,0000252
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0000175	0,0000171	0,0000169	0,0000164
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0000118	0,0000114	0,0000114	0,0000111
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0000080	0,0000076	0,0000077	0,0000071
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0000058	0,0000055	0,0000056	0,0000056
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0000047	0,0000045	0,0000046	0,0000039
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0000042	0,0000040	0,0000041	0,0000040
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0000038	0,0000037	0,0000038	0,0000031
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0000036	0,0000035	0,0000035	0,0000033
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0000035	0,0000034	0,0000035	0,0000034
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0000033	0,0000032	0,0000033	0,0000035
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0000028	0,0000027	0,0000028	0,0000024
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0000034	0,0000033	0,0000034	0,0000025
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0000035	0,0000035	0,0000036	0,0000026
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0000035	0,0000034	0,0000035	0,0000027
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0000032	0,0000032	0,0000033	0,0000028
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0000034	0,0000033	0,0000034	0,0000029
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0000034	0,0000034	0,0000035	0,0000030
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0000034	0,0000034	0,0000034	0,0000031
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0000034	0,0000034	0,0000034	0,0000032
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0000037	0,0000036	0,0000037	0,0000033
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0000037	0,0000036	0,0000037	0,0000034
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0000034	0,0000034	0,0000035	0,0000035
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0000035	0,0000034	0,0000035	0,0000037
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0000033	0,0000033	0,0000034	0,0000038
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0000036	0,0000035	0,0000036	0,0000039
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0000031	0,0000031	0,0000032	0,0000020
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0000026	0,0000025	0,0000026	0,0000021
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0000022	0,0000022	0,0000022	0,0000021
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0000019	0,0000018	0,0000019	0,0000022
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0000015	0,0000015	0,0000015	0,0000023
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0000012	0,0000011	0,0000012	0,0000000

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0000009	0,0000009	0,0000009	0,0000000
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000000
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000000
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0000003	0,0000003	0,0000003	0,0000000
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0000003	0,0000003	0,0000003	0,0000000
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0000002	0,0000002	0,0000002	0,0000000
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0000002	0,0000001	0,0000001	0,0000000
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,0000000
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,0000000
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,0000000
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,0000000
5.2	Компонентно-фракционный состав		Жидкость			
	Азот	масс. доля	0,0000027	0,0000024	0,0000030	0,0000023
	Метан	масс. доля	0,0024607	0,0023074	0,0031465	0,0025463
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0000050	0,0000045	0,0000048	0,0000045
	Этан	масс. доля	0,0024579	0,0023835	0,0026024	0,0024968
	Пропан	масс. доля	0,0059162	0,0058614	0,0060072	0,0059549
	изо-Бутан	масс. доля	0,0051667	0,0051524	0,0051943	0,0051815
	н-Бутан	масс. доля	0,0073163	0,0073006	0,0073407	0,0073297
	изо-Пентан	масс. доля	0,0057454	0,0057422	0,0057490	0,0057501
	н-Пентан	масс. доля	0,0069810	0,0069785	0,0069818	0,0069855
	Вода	масс. доля	0,0952931	0,0953253	0,0951986	0,0953449
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0083331	0,0083327	0,0083303	0,0083372
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0069623	0,0069634	0,0069584	0,0069653
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0105523	0,0105547	0,0105449	0,0105564
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0110724	0,0110752	0,0110634	0,0110761
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0126535	0,0126573	0,0126424	0,0126576
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0186687	0,0186741	0,0186353	0,0186739
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0181164	0,0181218	0,0180985	0,0181212
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0166690	0,0166738	0,0166519	0,0166729
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0152790	0,0152836	0,0152632	0,0147937
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0146628	0,0146675	0,0146478	0,0146665
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0148140	0,0148189	0,0147988	0,0148178
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0147441	0,0147494	0,0147294	0,0147483
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0142923	0,0142975	0,0142781	0,0142964
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0139255	0,0139308	0,0139118	0,0139298
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0144842	0,0144884	0,0144687	0,0144873
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0153891	0,0153937	0,0153727	0,0153925
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0158046	0,0158092	0,0157877	0,0158081
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0166232	0,0166296	0,0166070	0,0166283
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0184034	0,0184097	0,0183847	0,0184083
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0207420	0,0207495	0,0207212	0,0207478
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0220101	0,0220166	0,0219866	0,0220149
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0227527	0,0227609	0,0227299	0,0227593
	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0238604	0,0238679	0,0238354	0,0238661
	фр. 280-290 °С	масс. доля	0,0227160	0,0227247	0,0226938	0,0227230
	фр. 290-300 °С	масс. доля	0,0198474	0,0198532	0,0198262	0,0198517

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 300-310 °С	масс. доля	0,0244280	0,0244369	0,0244036	0,0244350
	фр. 310-320 °С	масс. доля	0,0254959	0,0255057	0,0254709	0,0255038
	фр. 320-330 °С	масс. доля	0,0250622	0,0250694	0,0250352	0,0250674
	фр. 330-340 °С	масс. доля	0,0234497	0,0234575	0,0234255	0,0234558
	фр. 340-350 °С	масс. доля	0,0243699	0,0243791	0,0243458	0,0243772
	фр. 350-360 °С	масс. доля	0,0249755	0,0249826	0,0249485	0,0249807
	фр. 360-370 °С	масс. доля	0,0247861	0,0247931	0,0247593	0,0247912
	фр. 370-380 °С	масс. доля	0,0247768	0,0247859	0,0247522	0,0247842
	фр. 380-390 °С	масс. доля	0,0268822	0,0268900	0,0268534	0,0268881
	фр. 390-400 °С	масс. доля	0,0266739	0,0266834	0,0266470	0,0266813
	фр. 400-410 °С	масс. доля	0,0250258	0,0250354	0,0250013	0,0250334
	фр. 410-420 °С	масс. доля	0,0253510	0,0253582	0,0253236	0,0253562
	фр. 420-430 °С	масс. доля	0,0241565	0,0241629	0,0241300	0,0241612
	фр. 430-440 °С	масс. доля	0,0261440	0,0261530	0,0261174	0,0261510
	фр. 440-450 °С	масс. доля	0,0227283	0,0227361	0,0227051	0,0227343
	фр. 450-460 °С	масс. доля	0,0187858	0,0187939	0,0187682	0,0187926
	фр. 460-470 °С	масс. доля	0,0158565	0,0158632	0,0158415	0,0158618
	фр. 470-480 °С	масс. доля	0,0134154	0,0134208	0,0134026	0,0134198
	фр. 480-490 °С	масс. доля	0,0111620	0,0111676	0,0111524	0,0111668
	фр. 490-500 °С	масс. доля	0,0084657	0,0084704	0,0084589	0,0084697
	фр. 500-510 °С	масс. доля	0,0064174	0,0064187	0,0064099	0,0064183
	фр. 510-520 °С	масс. доля	0,0046851	0,0046877	0,0046813	0,0046872
	фр. 520-530 °С	масс. доля	0,0033279	0,0033295	0,0033250	0,0033295
	фр. 530-540 °С	масс. доля	0,0024047	0,0024076	0,0024043	0,0024073
	фр. 540-550 °С	масс. доля	0,0018691	0,0018681	0,0018656	0,0018681
	фр. 550-560 °С	масс. доля	0,0014156	0,0014178	0,0014158	0,0014176
	фр. 560-570 °С	масс. доля	0,0010667	0,0010676	0,0010662	0,0010674
	фр. 570-580 °С	масс. доля	0,0007831	0,0007811	0,0007800	0,0007810
	фр. 580-590 °С	масс. доля	0,0005353	0,0005349	0,0005341	0,0005346
	фр. 590-600 °С	масс. доля	0,0003914	0,0003891	0,0003885	0,0003891
	фр. 600-610 °С	масс. доля	0,0003889	0,0003909	0,0003904	0,0003911
б	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод:

По термобарическим параметрам замечаний не выявлено.

При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО выявлено, что есть расхождения, связанные с различным распределением индивидуальных компонентов (азот, диоксид углерода) по фазам. Данный вопрос был проработан на втором этапе тестирования. Получение более точных результатов было достигнуто путем использования другого уравнения состояния, а именно «Пенг-Робинсон-NRTL».

1.5.2 Трехфазная сепарация

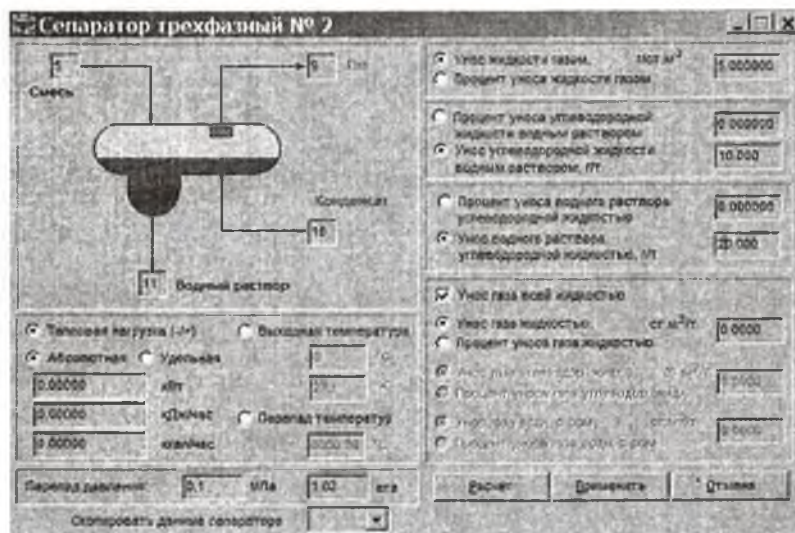
1.5.2.1 Общие вводные

Моделирование разделение гетерогенной смеси с относительно большим расходом газа на три фазы: газ, углеводородную жидкость и водный раствор.

1.5.2.2 Исходные данные

- перепад давления в аппарате;
- унос жидкости газом (г/ст.м3 или % жидкости, увлекаемой газом, по отношению к жидкости, поступающей в сепаратор);
- унос водного раствора углеводородной жидкостью (г/т или %);
- унос углеводородной жидкости водным раствором (г/т или %);
- унос газа жидкими фазами может быть учтен либо заданием уноса газа всей жидкостью (ст.м3/т или %) либо заданием уноса для каждой из жидких фаз отдельно;
- тепловую нагрузку (абсолютную или удельную), либо температуру на выходе из сепаратора, либо перепад температуры.

Пример:



1.5.2.3 Задача №1

УКПГ. Низкотемпературная сепарации пластового газа. Фазовое состояние – трехфазный поток (газовая часть, углеводородная часть, водный раствор).

В качестве примера принят трехфазный сепаратор, предназначенный для сепарации сырого газа с последующим разделением отсепарированной жидкости на углеводородный конденсат и ВМР.

1.5.2.3.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.5.7 – Параметры и состав на входе в сепаратор.

Поток	Общий
Давление, МПа	6,600
Температура, °С	-14,59
Расход, ст.м3/час (20°С, 0.1013 МПа)	727772,84
Состав	масс.доля
Азот	0,0026388
Метан	0,8193815
Диоксид углерода	0,0009501
Этан	0,0864075
Пропан	0,0335048
изо-Бутан	0,0087649
н-Бутан	0,0081663
изо-Пентан	0,0031540
н-Пентан	0,0019056
Метанол	0,0009358
Вода	0,0002137
фр. 45- 60 °С	0,0064008
фр. 60- 70 °С	0,0052090
фр. 70- 80 °С	0,0038346
фр. 80- 90 °С	0,0027815
фр. 90-100 °С	0,0029803
фр. 100-110 °С	0,0029034
фр. 110-120 °С	0,0025354
фр. 120-130 °С	0,0021636
фр. 130-140 °С	0,0016107
фр. 140-150 °С	0,0011219
фр. 150-160 °С	0,0007975
фр. 160-170 °С	0,0005452
фр. 170-180 °С	0,0003966
фр. 180-190 °С	0,0002618
фр. 190-200 °С	0,0001699
фр. 200-210 °С	0,0001117
фр. 210-220 °С	0,0000714
фр. 220-230 °С	0,0000430
фр. 230-240 °С	0,0000234
фр. 240-250 °С	0,0000096
фр. 250-260 °С	0,0000033
фр. 260-270 °С	0,0000011
фр. 270-280 °С	0,0000012

1.5.2.3.2 Расчетная схема

Параметры аппарата:

- Перепад давления в аппарате – 0,029 МПа;
- Унос жидкости газом 0,02 г/ст.м3;
- Перепад температур - 0,0 °С.

53 Смесь → 76 Газ
77 Водный раствор
38 Конденсат

Унос жидкости газом, г/ст.м³ 0,020000
 Процент уноса жидкости газом

Процент уноса углеводородной жидкости водным раствором 0,000000
 Унос углеводородной жидкости водным раствором, г/т 0,000

Процент уноса водного раствора углеводородной жидкостью 0,000000
 Унос водного раствора углеводородной жидкостью, г/т 0,000

Унос газа всей жидкостью

Унос газа жидкостью, ст.м³/т 0,0000
 Процент уноса газа жидкостью

Унос газа углеводор. жидк., ст.м³/т 0,0000
 Процент уноса газа углеводор. жидк.

Унос газа водн. р-ром, ст.м³/т 0,0000
 Процент уноса газа водн. р-ром

Тепловая нагрузка (-/+)
 Абсолютная 0 кВт
 Удельная 0,00000 кДж/час
 Выходная температура 273 К
 Перепад температур 0000.00 °C

Перепад давления: 0,029 МПа 0,30 ата

Расчёт Применить Отмена

Скопировать данные сепаратора

1.5.2.3 Результаты моделирования

Таблица 1.5.8 - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	6,571	6,571	6,571	6,571
2	Температура на выходе	°C	-14,747	-14,745	-14,747	-14,59
3	Расход газа на выходе	ст.м3/ч	718257,840	716953,215	717984,981	718209,243
4	Расход жидкости на выходе	кг/ч	21250,202	23347,739	20757,286	21582,432
5	Расход водного раствора на выходе	кг/ч	417,043	290,242	100,359	207,285
6.1	Компонентно-фракц. состав		Газ			
	Азот	масс. доля	0,0027436	0,0027532	0,0027391	0,0027451
	Метан	масс. доля	0,8492988	0,8516071	0,8470487	0,8494320
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0009710	0,0009775	0,0009739	0,0009764
	Этан	масс. доля	0,0878192	0,0877269	0,0874181	0,0877883
	Пропан	масс. доля	0,0323731	0,0320086	0,0321947	0,0322632
	изо-Бутан	масс. доля	0,0078233	0,0075505	0,0077642	0,0077522
	н-Бутан	масс. доля	0,0068585	0,0065801	0,0068405	0,0068187
	изо-Пентан	масс. доля	0,0021533	0,0020075	0,0021624	0,0021387
	н-Пентан	масс. доля	0,0011726	0,0010717	0,0011996	0,0011605
	Метанол	масс. доля	0,0003301	0,0005185	0,0006487	0,0005941
	Вода	масс. доля	0,0000148	0,0000297	0,0000305	0,0000352
	фр. 45- 60 °C	масс. доля	0,0031192	0,0027644	0,0031774	0,0030788
	фр. 60- 70 °C	масс. доля	0,0020019	0,0017220	0,0020630	0,0019720

Защел

Handwritten signature

	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0011785	0,0009894	0,0012272	0,0011586
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0006643	0,0005445	0,0006993	0,0006511
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0005385	0,0004314	0,0005734	0,0005263
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0003878	0,0003039	0,0026344	0,0003780
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0002454	0,0001882	0,0002671	0,0002382
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0001509	0,0001134	0,0001656	0,0001452
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0000798	0,0000587	0,0000882	0,0000767
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0000390	0,0000281	0,0000434	0,0000367
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0000193	0,0000135	0,0000215	0,0000181
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0000091	0,0000062	0,0000101	0,0000086
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0000045	0,0000030	0,0000050	0,0000041
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0000021	0,0000013	0,0000023	0,0000017
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0000009	0,0000005	0,0000010	0,0000009
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0000004	0,0000002	0,0000005	0,0000000
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0000002	0,0000001	0,0000002	0,0000000
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000000	0,0000001	0,0000000
6.2	Компонентно- фракционный состав	Углеводородная часть				
	Азот	масс. доля	0,0001171	0,0001203	0,0001217	0,0000945
	Метан	масс. доля	0,0994215	0,1106335	0,1254802	0,0996705
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0004530	0,0003486	0,0003541	0,0003190
	Этан	масс. доля	0,0533884	0,0580229	0,0613359	0,0537364
	Пропан	масс. доля	0,0620082	0,0672776	0,0667119	0,0638583
	изо-Бутан	масс. доля	0,0321028	0,0359572	0,0340484	0,0333719
	н-Бутан	масс. доля	0,0404908	0,0436449	0,0416483	0,0408701
	изо-Пентан	масс. доля	0,0278339	0,0287662	0,0281818	0,0277657
	н-Пентан	масс. доля	0,0199858	0,0205287	0,0197221	0,0199669
	Метанол	масс. доля	0,0013484	0,0023098	0,0081809	0,0042562
	Вода	масс. доля	0,0000050	0,0000250	0,0000004	0,0000180
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0872598	0,0875915	0,0877371	0,0869036
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0842062	0,0830530	0,0845881	0,0836305
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0692604	0,0673459	0,0696210	0,0686635
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0549326	0,0527125	0,0553155	0,0543846
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0631015	0,0598726	0,0637044	0,0624201
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0648351	0,0609234	0,0097034	0,0640813
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0589105	0,0549232	0,0597632	0,0581860
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0517295	0,0479218	0,0525713	0,0510471
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0393116	0,0362483	0,0400212	0,0387909
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0277869	0,0255339	0,0283313	0,0273997
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0199713	0,0182941	0,0203756	0,0196934
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0137400	0,0125746	0,0140445	0,0135463
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0100597	0,0091812	0,0102751	0,0099020
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0066620	0,0060758	0,0068093	0,0065575
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0043329	0,0039496	0,0044308	0,0042662
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0028591	0,0025995	0,0029182	0,0028070
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0018144	0,0016628	0,0018675	0,0017963
	фр. 220-230 °С	масс. доля	0,0010996	0,0010019	0,0011256	0,0010837
	фр. 230-240 °С	масс. доля	0,0005884	0,0005454	0,0006128	0,0005893
	фр. 240-250 °С	масс. доля	0,0002559	0,0002238	0,0002515	0,0002408
	фр. 250-260 °С	масс. доля	0,0000768	0,0000769	0,0000865	0,0000831
	фр. 260-270 °С	масс. доля	0,0000256	0,0000256	0,0000288	0,0000000

	фр. 270-280 °С	масс. доля	0,0000256	0,0000280	0,0000314	0,0000000
6.3	Компонентно-фракционный состав	Водный раствор				
	Азот	масс. доля	0,0000000	0,0000057	0,0000000	0,0000108
	Метан	масс. доля	0,0000002	0,0095983	0,0000000	0,0074003
	Диоксид углерода	масс. доля	0,0000000	0,0001793	0,0000000	0,0001365
	Этан	масс. доля	0,0000001	0,0023793	0,0000000	0,0026713
	Пропан	масс. доля	0,0000001	0,0014830	0,0000000	0,0015541
	изо-Бутан	масс. доля	0,0000001	0,0004338	0,0000000	0,0001703
	н-Бутан	масс. доля	0,0000001	0,0004310	0,0000000	0,0003474
	изо-Пентан	масс. доля	0,0000001	0,0000871	0,0000000	0,0001462
	н-Пентан	масс. доля	0,0000000	0,0000568	0,0000000	0,0001302
	Метанол	масс. доля	0,7394622	0,6392178	0,0000000	0,5167304
	Вода	масс. доля	0,2605358	0,3455300	1,0000000	0,4706969
	фр. 45- 60 °С	масс. доля	0,0000002	0,0001403	0,0000000	0,0000021
	фр. 60- 70 °С	масс. доля	0,0000002	0,0001022	0,0000000	0,0000011
	фр. 70- 80 °С	масс. доля	0,0000002	0,0000675	0,0000000	0,0000008
	фр. 80- 90 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000433	0,0000000	0,0000004
	фр. 90-100 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000612	0,0000000	0,0000004
	фр. 100-110 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000583	0,0000000	0,0000004
	фр. 110-120 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000515	0,0000000	0,0000000
	фр. 120-130 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000328	0,0000000	0,0000000
	фр. 130-140 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000210	0,0000000	0,0000000
	фр. 140-150 °С	масс. доля	0,0000001	0,0000095	0,0000000	0,0000000
	фр. 150-160 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000051	0,0000000	0,0000000
	фр. 160-170 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000025	0,0000000	0,0000000
	фр. 170-180 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000014	0,0000000	0,0000000
	фр. 180-190 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000007	0,0000000	0,0000000
	фр. 190-200 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000003	0,0000000	0,0000000
	фр. 200-210 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000002	0,0000000	0,0000000
	фр. 210-220 °С	масс. доля	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000000
7	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон-NRTL	CPA	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО выявлена разница в распределении по фазам смешанного потока. При данных термобарических параметрах (P,t) происходит выделение большего количества водной фазы по сравнению с аналоговым ПО. Также было отмечено, что водная фаза суммарного потока не содержит индивидуальные компоненты (метан, этан и т.д.).

Данный вопрос был проработан на втором этапе тестирования. Получение более точного состава водной фазы было достигнуто путем использования другого уравнения состояния, а именно «Пенг-Робинсон-NRTL».

1.5.2.4 Задача № 2

УПН. «Холодный» отстой нефти.

В качестве примера принят трехфазный сепаратор, предназначенный для дегазации нефти с последующим отделением ее от воды. Фазовое состояние – трехфазный поток (газовая часть, углеводородная часть, водный раствор).

Для подбора типоразмера оборудования дополнительно используется необходимое время отстоя жидкости.

1.5.2.4.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.5.9 - Параметры и состав на входе в сепаратор.

Поток	Общий
Давление, МПа	0,694
Температура, °С	19,28
Расход, кг/час	169021,3
Состав	мольн.доля
Азот	0,0000079
Метан	0,0154161
Диоксид углерода	0,0000100
Этан	0,0080635
Пропан	0,0131161
изо-Бутан	0,0086577
н-Бутан	0,0122470
изо-Пентан	0,0077394
н-Пентан	0,0094022
Вода	0,5137774
фр. 45- 60 °С	0,0097546
фр. 60- 70 °С	0,0076865
фр. 70- 80 °С	0,0111429
фр. 80- 90 °С	0,0112044
фр. 90-100 °С	0,0121703
фр. 100-110 °С	0,0172710
фр. 110-120 °С	0,0159980
фр. 120-130 °С	0,0140794
фр. 130-140 °С	0,0118730
фр. 140-150 °С	0,0113039
фр. 150-160 °С	0,0109014
фр. 160-170 °С	0,0104543
фр. 170-180 °С	0,0097088
фр. 180-190 °С	0,0090183
фр. 190-200 °С	0,0090185
фр. 200-210 °С	0,0092272
фр. 210-220 °С	0,0090838
фр. 220-230 °С	0,0091751
фр. 230-240 °С	0,0097687
фр. 240-250 °С	0,0105490
фр. 250-260 °С	0,0107976
фр. 260-270 °С	0,0107292
фр. 270-280 °С	0,0108304
фр. 280-290 °С	0,0099400
фр. 290-300 °С	0,0083819

Поток	Общий
фр. 300-310 °С	0,0099286
фр. 310-320 °С	0,0099868
фр. 320-330 °С	0,0094722
фр. 330-340 °С	0,0085634
фр. 340-350 °С	0,0086085
фр. 350-360 °С	0,0085121
фр. 360-370 °С	0,0081611
фр. 370-380 °С	0,0078913
фр. 380-390 °С	0,0082894
фр. 390-400 °С	0,0079481
фр. 400-410 °С	0,0072353
фр. 410-420 °С	0,0070963
фр. 420-430 °С	0,0065540
фр. 430-440 °С	0,0068637
фр. 440-450 °С	0,0057947
фр. 450-460 °С	0,0046438
фр. 460-470 °С	0,0038034
фр. 470-480 °С	0,0031178
фр. 480-490 °С	0,0025219
фр. 490-500 °С	0,0018567
фр. 500-510 °С	0,0013669
фр. 510-520 °С	0,0009705
фр. 520-530 °С	0,0006694
фр. 530-540 °С	0,0004714
фр. 540-550 °С	0,0003557
фр. 550-560 °С	0,0002627
фр. 560-570 °С	0,0001923
фр. 570-580 °С	0,0001369
фр. 580-590 °С	0,0000914
фр. 590-600 °С	0,0000647
фр. 600-610 °С	0,0000634

1.5.2.4.2 Расчетная схема

Параметры аппарата:

- Унос водного раствора углеводородной жидкостью – 15 %

Handwritten signature

Handwritten signature

Сепаратор трехфазный № 1

X

Сепаратор трехфазный № 1

107 Смесь

22 Газ

23 Конденсат

16 Водный раствор

Тепловая нагрузка (-/+) Выходная температура

Абсолютная Удельная

0 кВт

0,00000 кДж/час

0,00000 ккал/час

0 °C

273 K

Перепад температур

0000.00 °C

Перепад давления: 0,000 МПа 0,00 ата

Скопировать данные сепаратора

Унос жидкости газом, г/ст.м³ 0,000000

Процент уноса жидкости газом

Процент уноса углеводородной жидкости водным раствором 0,000000

Унос углеводородной жидкости водным раствором, г/т 0,000

Процент уноса водного раствора углеводородной жидкостью 15,000000

Унос водного раствора углеводородной жидкостью, г/т 0,000

Унос газа всей жидкостью

Унос газа жидкостью, ст.м³/т 0,0000

Процент уноса газа жидкостью

Унос газа углеводор жидк., ст.м³/т 0,0000

Процент уноса газа углеводор жидк.

Унос газа водн. р-ром, ст.м³/т 0,0000

Процент уноса газа водн. р-ром

Расчёт Применить Отмена

1.5.2.4.3 Результаты моделирования

Таблица 1.5.10 - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROП	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	0,694	0,694	0,694	0,694
2	Температура на выходе	°C	19,279	19,280	19,28	19,28
3	Расход газа на выходе	ст.м3/ч	70,684	117,192	0	45,12
4	Расход жидкости на выходе	кг/ч	155284,235	155242,771	155361,338	155290,8
5	Расход водного раствора на выходе	кг/ч	13680,008	13682,029	13659,962	13694,9
6.1	Компонентно-фр. состав		Газ			
	Азот	мольн.доля	0,0010443	0,0009653	0,0016810	0,0014271
	Метан	мольн.доля	0,8556375	0,8392409	0,8255952	0,8654921
	Диоксид углерода	мольн.доля	0,0000000	0,0001794	0,0002425	0,0001982
	Этан	мольн.доля	0,0794322	0,0884389	0,0856074	0,0748258
	Пропан	мольн.доля	0,0350433	0,0396251	0,0421123	0,0313866
	изо-Бутан	мольн.доля	0,0091408	0,0099481	0,0118066	0,0081061
	н-Бутан	мольн.доля	0,0088700	0,0099549	0,0119589	0,0081013
	изо-Пентан	мольн.доля	0,0021542	0,0023986	0,0031374	0,0020024
	н-Пентан	мольн.доля	0,0019487	0,0021543	0,0029497	0,0018029
	Вода	мольн.доля	0,0032239	0,0032494	0,0073123	0,0033570
	фр. 45- 60 °C	мольн.доля	0,0011291	0,0012569	0,0017305	0,0010562
	фр. 60- 70 °C	мольн.доля	0,0005571	0,0006134	0,0008902	0,0005237

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 70- 80 °С	мольн.доля	0,0005503	0,0006031	0,0009096	0,0005188
	фр. 80- 90 °С	мольн.доля	0,0003739	0,0004080	0,0006396	0,0003534
	фр. 90-100 °С	мольн.доля	0,0002721	0,0002957	0,0004819	0,0002578
	фр. 100-110 °С	мольн.доля	0,0002567	0,0002778	0,0022142	0,0002435
	фр. 110-120 °С	мольн.доля	0,0001568	0,0001691	0,0002980	0,0001489
	фр. 120-130 °С	мольн.доля	0,0000894	0,0000957	0,0001759	0,0000850
	фр. 130-140 °С	мольн.доля	0,0000483	0,0000513	0,0000985	0,0000459
	фр. 140-150 °С	мольн.доля	0,0000292	0,0000307	0,0000616	0,0000277
	фр. 150-160 °С	мольн.доля	0,0000176	0,0000184	0,0000385	0,0000167
	фр. 160-170 °С	мольн.доля	0,0000105	0,0000109	0,0000237	0,0000099
	фр. 170-180 °С	мольн.доля	0,0000059	0,0000061	0,0000139	0,0000056
	фр. 180-190 °С	мольн.доля	0,0000033	0,0000034	0,0000081	0,0000031
	фр. 190-200 °С	мольн.доля	0,0000020	0,0000020	0,0000050	0,0000018
	фр. 200-210 °С	мольн.доля	0,0000012	0,0000012	0,0000031	0,0000011
	фр. 210-220 °С	мольн.доля	0,0000007	0,0000007	0,0000018	0,0000006
	фр. 220-230 °С	мольн.доля	0,0000004	0,0000004	0,0000011	0,0000004
	фр. 230-240 °С	мольн.доля	0,0000002	0,0000002	0,0000007	0,0000002
	фр. 240-250 °С	мольн.доля	0,0000001	0,0000001	0,0000004	0,0000001
	фр. 250-260 °С	мольн.доля	0,0000001	0,0000001	0,0000002	0,0000001
	фр. 260-270 °С	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000000
	фр. 270-280 °С	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000000
6.2	Компонентно-фракционный состав		Углеводородная часть			
	Азот	мольн.доля	0,0000109	0,0000092	0,0000140	0,0000112
	Метан	мольн.доля	0,0248675	0,0233052	0,0273266	0,0256268
	Диоксид углерода	мольн.доля	0,0000175	0,0000164	0,0000177	0,0000167
	Этан	мольн.доля	0,0141138	0,0139409	0,0142934	0,0141811
	Пропан	мольн.доля	0,0232406	0,0231969	0,0232497	0,0232605
	изо-Бутан	мольн.доля	0,0153828	0,0153928	0,0153467	0,0153819
	н-Бутан	мольн.доля	0,0217724	0,0217950	0,0217091	0,0217650
	изо-Пентан	мольн.доля	0,0137693	0,0137926	0,0137189	0,0137603
	н-Пентан	мольн.доля	0,0167296	0,0167597	0,0166664	0,0167180
	Вода	мольн.доля	0,1375462	0,1377158	0,1381198	0,1373274
	фр. 45- 60 °С	мольн.доля	0,0173593	0,0173928	0,0172910	0,0173463
	фр. 60- 70 °С	мольн.доля	0,0136799	0,0137072	0,0136251	0,0136693
	фр. 70- 80 °С	мольн.доля	0,0198321	0,0198723	0,0197520	0,0198165
	фр. 80- 90 °С	мольн.доля	0,0199421	0,0199830	0,0198610	0,0199262
	фр. 90-100 °С	мольн.доля	0,0216617	0,0217064	0,0215731	0,0216441
	фр. 100-110 °С	мольн.доля	0,0307407	0,0308045	0,0306146	0,0307157
	фр. 110-120 °С	мольн.доля	0,0284751	0,0285344	0,0283581	0,0284519
	фр. 120-130 °С	мольн.доля	0,0250603	0,0251126	0,0249572	0,0250398
	фр. 130-140 °С	мольн.доля	0,0211332	0,0211773	0,0210461	0,0211158
	фр. 140-150 °С	мольн.доля	0,0201203	0,0201623	0,0200373	0,0201038
	фр. 150-160 °С	мольн.доля	0,0194039	0,0194445	0,0193239	0,0193879
	фр. 160-170 °С	мольн.доля	0,0186081	0,0186470	0,0185313	0,0185928
	фр. 170-180 °С	мольн.доля	0,0172811	0,0173173	0,0172099	0,0172670
	фр. 180-190 °С	мольн.доля	0,0160521	0,0160857	0,0159859	0,0160389
	фр. 190-200 °С	мольн.доля	0,0160525	0,0160861	0,0159862	0,0160392

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	фр. 200-210 °С	мольн.доля	0,0164239	0,0164583	0,0163562	0,0164104
	фр. 210-220 °С	мольн.доля	0,0161687	0,0162026	0,0161020	0,0161554
	фр. 220-230 °С	мольн.доля	0,0163312	0,0163654	0,0162638	0,0163178
	фр. 230-240 °С	мольн.доля	0,0173878	0,0174242	0,0173160	0,0173734
	фр. 240-250 °С	мольн.доля	0,0187767	0,0188160	0,0186992	0,0187613
	фр. 250-260 °С	мольн.доля	0,0192192	0,0192594	0,0191399	0,0192034
	фр. 260-270 °С	мольн.доля	0,0190974	0,0191374	0,0190186	0,0190817
	фр. 270-280 °С	мольн.доля	0,0192776	0,0193179	0,0191980	0,0192617
	фр. 280-290 °С	мольн.доля	0,0176927	0,0177297	0,0176197	0,0176782
	фр. 290-300 °С	мольн.доля	0,0149194	0,0149506	0,0148578	0,0149071
	фр. 300-310 °С	мольн.доля	0,0176724	0,0177094	0,0175995	0,0176579
	фр. 310-320 °С	мольн.доля	0,0177760	0,0178132	0,0177026	0,0177613
	фр. 320-330 °С	мольн.доля	0,0168600	0,0168953	0,0167905	0,0168462
	фр. 330-340 °С	мольн.доля	0,0152424	0,0152743	0,0151795	0,0152299
	фр. 340-350 °С	мольн.доля	0,0153227	0,0153548	0,0152595	0,0153101
	фр. 350-360 °С	мольн.доля	0,0151511	0,0151828	0,0150886	0,0151386
	фр. 360-370 °С	мольн.доля	0,0145263	0,0145568	0,0144664	0,0145144
	фр. 370-380 °С	мольн.доля	0,0140461	0,0140755	0,0139882	0,0140346
	фр. 380-390 °С	мольн.доля	0,0147547	0,0147856	0,0146938	0,0147425
	фр. 390-400 °С	мольн.доля	0,0141472	0,0141768	0,0140888	0,0141355
	фр. 400-410 °С	мольн.доля	0,0128785	0,0129054	0,0128253	0,0128678
	фр. 410-420 °С	мольн.доля	0,0126311	0,0126575	0,0125789	0,0126207
	фр. 420-430 °С	мольн.доля	0,0116658	0,0116902	0,0116176	0,0116562
	фр. 430-440 °С	мольн.доля	0,0122170	0,0122426	0,0121666	0,0122070
	фр. 440-450 °С	мольн.доля	0,0103143	0,0103359	0,0102717	0,0103058
	фр. 450-460 °С	мольн.доля	0,0082657	0,0082830	0,0082316	0,0082590
	фр. 460-470 °С	мольн.доля	0,0067699	0,0067840	0,0067419	0,0067643
	фр. 470-480 °С	мольн.доля	0,0055495	0,0055611	0,0055266	0,0055449
	фр. 480-490 °С	мольн.доля	0,0044889	0,0044983	0,0044703	0,0044851
	фр. 490-500 °С	мольн.доля	0,0033048	0,0033118	0,0032912	0,0033021
	фр. 500-510 °С	мольн.доля	0,0024330	0,0024381	0,0024230	0,0024310
	фр. 510-520 °С	мольн.доля	0,0017274	0,0017311	0,0017203	0,0017260
	фр. 520-530 °С	мольн.доля	0,0011915	0,0011940	0,0011866	0,0011905
	фр. 530-540 °С	мольн.доля	0,0008391	0,0008408	0,0008356	0,0008384
	фр. 540-550 °С	мольн.доля	0,0006331	0,0006345	0,0006305	0,0006326
	фр. 550-560 °С	мольн.доля	0,0004676	0,0004686	0,0004657	0,0004672
	фр. 560-570 °С	мольн.доля	0,0003423	0,0003430	0,0003409	0,0003420
	фр. 570-580 °С	мольн.доля	0,0002437	0,0002442	0,0002427	0,0002434
	фр. 580-590 °С	мольн.доля	0,0001627	0,0001630	0,0001620	0,0001626
	фр. 590-600 °С	мольн.доля	0,0001152	0,0001154	0,0001147	0,0001150
	фр. 600-610 °С	мольн.доля	0,0001129	0,0001131	0,0001124	0,0001128
6.3	Компонентно-фракционный состав		Водный раствор			
	Азот	мольн.доля	0,0000001	0,0000001	0,0000000	0,0000001
	Метан	мольн.доля	0,0000002	0,0000000	0,0000000	0,0001669
	Диоксид углерода	мольн.доля	0,0000004	0,0000007	0,0000000	0,0000009
	Этан	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000208
	Пропан	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000078

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	изо-Бутан	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000003
	н-Бутан	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000007
	изо-Пентан	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000002
	н-Пентан	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000003
	Вода	мольн.доля	0,9999993	0,9999992	1,0000000	0,9998020
7	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО выявлена разница в распределении по фазам смешанного потока. При данных термобарических параметрах (P,t) происходит выделение большего количества газовой фазы по сравнению с аналоговым ПО. Также было отмечено, что водная фаза суммарного потока не содержит индивидуальные компоненты (метан, этан и т.д.).

Данный вопрос был проработан на втором этапе тестирования. Получение более точного состава водной фазы было достигнуто путем использования другого уравнения состояния, а именно «Пенг-Робинсон-NRTL».

1.5.2.5 Задача № 3

УПН. Отстойник нефти «горячий».

В качестве примера принят трехфазный разделитель, предназначенный для дегазации нефти с последующим отделением ее от воды. Фазовое состояние – трехфазный поток (газовая часть, углеводородная часть, водный раствор).

Для подбора типоразмера оборудования дополнительно используется необходимое время отстоя жидкости.

1.5.2.5.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.5.11 - Параметры и состав на входе в сепаратор.

Поток	Общий
Давление, МПа	0,500
Температура, °С	44,97
Расход, кг/час	155431,2
Состав	мольн.доля
Азот	0,0000111
Метан	0,0255004
Диоксид углерода	0,0000174
Этан	0,0142135
Пропан	0,0231965
изо-Бутан	0,0153193
н-Бутан	0,0216710

Поток	Общий
изо-Пентан	0,0136938
н-Пентан	0,0166336
Метанол	0,0000817
Вода	0,1422604
фр. 45- 60 °С	0,0172435
фр. 60- 70 °С	0,0135964
фр. 70- 80 °С	0,0197020
фр. 80- 90 °С	0,0198161
фр. 90-100 °С	0,0215255
фр. 100-110 °С	0,0305388
фр. 110-120 °С	0,0282850
фр. 120-130 °С	0,0248897
фр. 130-140 °С	0,0209870
фр. 140-150 °С	0,0199789
фр. 150-160 °С	0,0192663
фр. 160-170 °С	0,0184754
фр. 170-180 °С	0,0171575
фр. 180-190 °С	0,0159369
фр. 190-200 °С	0,0159369
фр. 200-210 °С	0,0163056
фр. 210-220 °С	0,0160522
фр. 220-230 °С	0,0162135
фр. 230-240 °С	0,0172623
фр. 240-250 °С	0,0186412
фр. 250-260 °С	0,0190806
фр. 260-270 °С	0,0189595
фр. 270-280 °С	0,0191384
фр. 280-290 °С	0,0175651
фр. 290-300 °С	0,0148116
фр. 300-310 °С	0,0175449
фр. 310-320 °С	0,0176477
фр. 320-330 °С	0,0167385
фр. 330-340 °С	0,0151326
фр. 340-350 °С	0,0152122
фр. 350-360 °С	0,0150418
фр. 360-370 °С	0,0144214
фр. 370-380 °С	0,0139447
фр. 380-390 °С	0,0146481
фр. 390-400 °С	0,0140450
фр. 400-410 °С	0,0127854
фр. 410-420 °С	0,0125399
фр. 420-430 °С	0,0115816
фр. 430-440 °С	0,0121289
фр. 440-450 °С	0,0102399
фр. 450-460 °С	0,0082061
фр. 460-470 °С	0,0067210
фр. 470-480 °С	0,0055094
фр. 480-490 °С	0,0044565
фр. 490-500 °С	0,0032809
фр. 500-510 °С	0,0024154

Поток	Общий
фр. 510-520 °С	0,0017149
фр. 520-530 °С	0,0011828
фр. 530-540 °С	0,0008330
фр. 540-550 °С	0,0006285
фр. 550-560 °С	0,0004642
фр. 560-570 °С	0,0003398
фр. 570-580 °С	0,0002418
фр. 580-590 °С	0,0001616
фр. 590-600 °С	0,0001143
фр. 600-610 °С	0,0001121

1.5.2.5.2 Расчетная схема

Параметры аппарата:

- Перепад давления в аппарате – 0,0 МПа;
- Унос жидкости газом – 0,0 г/ст.м3;
- Перепад температур - 0,0°С.

Процент уноса углеводородной жидкости водным раствором
 Унос углеводородной жидкости водным раствором, г/т
 Процент уноса водного раствора углеводородной жидкостью
 Унос водного раствора углеводородной жидкостью, г/т
 Скопировать данные разделителя

1.5.2.5.3 Результаты моделирования

Таблица 1.5.12 - - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
1	Давление на выходе	МПа	0,5	0,5	0,5	0,500
2	Температура на выходе	°С	44,970	44,790	44,970	44,97
3	Расход газа на выходе	ст.м3/ч	444,896	457,074	323,262	420,34
4	Расход жидкости на выходе	кг/ч	152494,756	152471,471	152642,992	152522,6
5	Расход водного р-ра на выходе	кг/ч	2494,721	2497,791	2472,157	2500,0

Signature

Signature

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
6.1	Компонентно-фр. состав		Газ			
	Азот	мольн.доля	0,0004280	0,0004228	0,0005671	0,0004765
	Метан	мольн.доля	0,6961230	0,6809105	0,7160261	0,7118670
	Диоксид углерода	мольн.доля	0,0002030	0,0002563	0,0002929	0,0002829
	Этан	мольн.доля	0,1333940	0,1393500	0,1232850	0,1290025
	Пропан	мольн.доля	0,0774890	0,0821544	0,0704096	0,0710607
	изо-Бутан	мольн.доля	0,0232250	0,0241897	0,0210642	0,0210849
	н-Бутан	мольн.доля	0,0238320	0,0255715	0,0218873	0,0220966
	изо-Пентан	мольн.доля	0,0065200	0,0071661	0,0060375	0,0061250
	н-Пентан	мольн.доля	0,0061630	0,0065999	0,0057804	0,0057681
	Метанол	мольн.доля	0,0000900	0,0001009	0,0000767	0,0000333
	Вода	мольн.доля	0,0191460	0,0193672	0,0191592	0,0194931
	фр. 45- 60 °С	мольн.доля	0,0038070	0,0040863	0,0034806	0,0035944
	фр. 60- 70 °С	мольн.доля	0,0019930	0,0021039	0,0018347	0,0018889
	фр. 70- 80 °С	мольн.доля	0,0020630	0,0021560	0,0019104	0,0019603
	фр. 80- 90 °С	мольн.доля	0,0014720	0,0015214	0,0013703	0,0014008
	фр. 90-100 °С	мольн.доля	0,0011250	0,0011498	0,0010530	0,0010726
	фр. 100-110 °С	мольн.доля	0,0011150	0,0011264	0,0040450	0,0010642
	фр. 110-120 °С	мольн.доля	0,0007160	0,0007151	0,0006779	0,0006841
	фр. 120-130 °С	мольн.доля	0,0004300	0,0004239	0,0004087	0,0004114
	фр. 130-140 °С	мольн.доля	0,0002460	0,0002384	0,0002339	0,0002347
	фр. 140-150 °С	мольн.доля	0,0001570	0,0001497	0,0001496	0,0001496
	фр. 150-160 °С	мольн.доля	0,0001000	0,0000942	0,0000958	0,0000955
	фр. 160-170 °С	мольн.доля	0,0000630	0,0000583	0,0000602	0,0000600
	фр. 170-180 °С	мольн.доля	0,0000380	0,0000345	0,0000363	0,0000361
	фр. 180-190 °С	мольн.доля	0,0000230	0,0000202	0,0000216	0,0000214
	фр. 190-200 °С	мольн.доля	0,0000140	0,0000126	0,0000137	0,0000135
	фр. 200-210 °С	мольн.доля	0,0000090	0,0000079	0,0000087	0,0000086
	фр. 210-220 °С	мольн.доля	0,0000060	0,0000047	0,0000053	0,0000052
	фр. 220-230 °С	мольн.доля	0,0000040	0,0000029	0,0000033	0,0000032
	фр. 230-240 °С	мольн.доля	0,0000020	0,0000018	0,0000021	0,0000020
	фр. 240-250 °С	мольн.доля	0,0000010	0,0000011	0,0000013	0,0000013
	фр. 250-260 °С	мольн.доля	0,0000010	0,0000007	0,0000008	0,0000008
	фр. 260-270 °С	мольн.доля	0,0000010	0,0000004	0,0000005	0,0000004
	фр. 270-280 °С	мольн.доля	0,0000000	0,0000002	0,0000003	0,0000002
	фр. 280-290 °С	мольн.доля	0,0000000	0,0000001	0,0000001	0,0000001
	фр. 290-300 °С	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000001
6.2	Компонентно-фр. состав		Углеводородная часть			
	Азот	мольн.доля	0,0000040	0,0000035	0,0000040	0,0000031
	Метан	мольн.доля	0,0147770	0,0146986	0,0185680	0,0152864
	Диоксид углерода	мольн.доля	0,0000160	0,0000148	0,0000158	0,0000146
	Этан	мольн.доля	0,0139280	0,0137187	0,0147949	0,0141700
	Пропан	мольн.доля	0,0258640	0,0257293	0,0262533	0,0260687
	изо-Бутан	мольн.доля	0,0177050	0,0176833	0,0177480	0,0177616
	н-Бутан	мольн.доля	0,0252480	0,0252138	0,0252342	0,0252889

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПИА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
	изо-Пентан	мольн.доля	0,0161450	0,0161392	0,0160710	0,0161452
	н-Пентан	мольн.доля	0,0196500	0,0196524	0,0195461	0,0196466
	Метанол	мольн.доля	0,0000120	0,0000194	0,0000952	0,0000620
	Вода	мольн.доля	0,0016120	0,0014000	0,0030750	0,0013398
	фр. 45- 60 °С	мольн.доля	0,0204290	0,0204363	0,0203033	0,0204173
	фр. 60- 70 °С	мольн.доля	0,0161300	0,0161396	0,0160237	0,0161188
	фр. 70- 80 °С	мольн.доля	0,0233920	0,0234077	0,0232314	0,0233736
	фр. 80- 90 °С	мольн.доля	0,0235410	0,0235582	0,0233748	0,0235210
	фр. 90-100 °С	мольн.доля	0,0255830	0,0256019	0,0253982	0,0255594
	фр. 100-110 °С	мольн.доля	0,0363050	0,0363337	0,0359920	0,0362715
	фр. 110-120 °С	мольн.доля	0,0336330	0,0336598	0,0333852	0,0336009
	фр. 120-130 °С	мольн.доля	0,0296000	0,0296240	0,0293807	0,0295715
	фр. 130-140 °С	мольн.доля	0,0249610	0,0249817	0,0247756	0,0249371
	фр. 140-150 °С	мольн.доля	0,0237640	0,0237835	0,0235867	0,0237408
	фр. 150-160 °С	мольн.доля	0,0229170	0,0229364	0,0227462	0,0228951
	фр. 160-170 °С	мольн.доля	0,0219770	0,0219956	0,0218130	0,0219559
	фр. 170-180 °С	мольн.доля	0,0204110	0,0204270	0,0202573	0,0203901
	фр. 180-190 °С	мольн.доля	0,0189590	0,0189741	0,0188164	0,0189398
	фр. 190-200 °С	мольн.доля	0,0189590	0,0189743	0,0188165	0,0189400
	фр. 200-210 °С	мольн.доля	0,0193980	0,0194133	0,0192519	0,0193782
	фр. 210-220 °С	мольн.доля	0,0190960	0,0191117	0,0189528	0,0190772
	фр. 220-230 °С	мольн.доля	0,0192880	0,0193038	0,0191432	0,0192689
	фр. 230-240 °С	мольн.доля	0,0205350	0,0205525	0,0203816	0,0205154
	фр. 240-250 °С	мольн.доля	0,0221760	0,0221943	0,0220097	0,0221541
	фр. 250-260 °С	мольн.доля	0,0226990	0,0227174	0,0225285	0,0226764
	фр. 260-270 °С	мольн.доля	0,0225550	0,0225733	0,0223855	0,0225324
	фр. 270-280 °С	мольн.доля	0,0227670	0,0227863	0,0225967	0,0227451
	фр. 280-290 °С	мольн.доля	0,0208960	0,0209131	0,0207391	0,0208753
	фр. 290-300 °С	мольн.доля	0,0176210	0,0176348	0,0174881	0,0176029
	фр. 300-310 °С	мольн.доля	0,0208720	0,0208890	0,0207153	0,0208513
	фр. 310-320 °С	мольн.доля	0,0209940	0,0210114	0,0208367	0,0209734
	фр. 320-330 °С	мольн.доля	0,0199130	0,0199289	0,0197632	0,0198929
	фр. 330-340 °С	мольн.доля	0,0180030	0,0180169	0,0178671	0,0179844
	фр. 340-350 °С	мольн.доля	0,0180970	0,0181117	0,0179611	0,0180790
	фр. 350-360 °С	мольн.доля	0,0178940	0,0179088	0,0177599	0,0178765
	фр. 360-370 °С	мольн.доля	0,0171560	0,0171702	0,0170274	0,0171391
	фр. 370-380 °С	мольн.доля	0,0165890	0,0166026	0,0164645	0,0165726
	фр. 380-390 °С	мольн.доля	0,0174260	0,0174401	0,0172950	0,0174086
	фр. 390-400 °С	мольн.доля	0,0167080	0,0167220	0,0165829	0,0166918
	фр. 400-410 °С	мольн.доля	0,0152090	0,0152224	0,0150957	0,0151948
	фр. 410-420 °С	мольн.доля	0,0149180	0,0149301	0,0148059	0,0149031
	фр. 420-430 °С	мольн.доля	0,0137780	0,0137891	0,0136744	0,0137642
	фр. 430-440 °С	мольн.доля	0,0144290	0,0144407	0,0143206	0,0144146
	фр. 440-450 °С	мольн.доля	0,0121820	0,0121917	0,0120903	0,0121696
	фр. 450-460 °С	мольн.доля	0,0097620	0,0097702	0,0096890	0,0097526
	фр. 460-470 °С	мольн.доля	0,0079950	0,0080021	0,0079355	0,0079876
	фр. 470-480 °С	мольн.доля	0,0065540	0,0065595	0,0065050	0,0065477
	фр. 480-490 °С	мольн.доля	0,0053020	0,0053059	0,0052618	0,0052963

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROП	Софт-ГазКондНефть
	фр. 490-500 °С	мольн.доля	0,0039030	0,0039063	0,0038738	0,0038992
	фр. 500-510 °С	мольн.доля	0,0028730	0,0028758	0,0028519	0,0028706
	фр. 510-520 °С	мольн.доля	0,0020400	0,0020418	0,0020248	0,0020381
	фр. 520-530 °С	мольн.доля	0,0014070	0,0014082	0,0013965	0,0014057
	фр. 530-540 °С	мольн.доля	0,0009910	0,0009918	0,0009835	0,0009900
	фр. 540-550 °С	мольн.доля	0,0007480	0,0007483	0,0007421	0,0007469
	фр. 550-560 °С	мольн.доля	0,0005520	0,0005527	0,0005481	0,0005517
	фр. 560-570 °С	мольн.доля	0,0004040	0,0004046	0,0004012	0,0004038
	фр. 570-580 °С	мольн.доля	0,0002880	0,0002879	0,0002855	0,0002874
	фр. 580-590 °С	мольн.доля	0,0001930	0,0001924	0,0001908	0,0001921
	фр. 590-600 °С	мольн.доля	0,0001360	0,0001361	0,0001350	0,0001358
	фр. 600-610 °С	мольн.доля	0,0001330	0,0001335	0,0001324	0,0001332
6.3	Компонентно-фр. состав		Водный раствор			
	Азот	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	Метан	мольн.доля	0,0000000	0,0000875	0,0000000	0,0000631
	Диоксид углерода	мольн.доля	0,0000000	0,0000003	0,0000000	0,0000005
	Этан	мольн.доля	0,0000000	0,0000097	0,0000000	0,0000131
	Пропан	мольн.доля	0,0000000	0,0000040	0,0000000	0,0000056
	изо-Бутан	мольн.доля	0,0000000	0,0000004	0,0000000	0,0000004
	н-Бутан	мольн.доля	0,0000000	0,0000011	0,0000000	0,0000010
	изо-Пентан	мольн.доля	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000003
	н-Пентан	мольн.доля	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000004
	Метанол	мольн.доля	0,0004990	0,0004507	0,0000000	0,0002058
	Вода	мольн.доля	0,9995000	0,9994461	1,0000000	0,9997098
7	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон-NRTL	CPA	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: По термобарическим параметрам несоответствий не выявлено.

При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО было отмечено, что водная фаза суммарного потока не содержит индивидуальные компоненты (метан, этан и т.д.).

Данный вопрос был проработан на втором этапе тестирования. Получение более точного состава водной фазы было достигнуто путем использования другого уравнения состояния, а именно «Пенг-Робинсон-NRTL».

1.6 Трубопровод

1.6.1 Общие вводные

По результатам расчета трубопровода определяются давление, температура и скорость потока в конце участка при заданных начальных параметрах. По итогам расчета можно провести анализ работы трубопровода (по режиму течения и т.д.), определить его диаметр для обеспечения необходимой пропускной способности.

1.6.2 Исходные данные для расчета

- параметры на входе трубопровода (давление, температура, расход) при прямом расчете, задаются на источнике;
- параметры на выходе (давление, температура, расход) при обратном расчете;
- длина трубопровода (возможность задания нескольких участков);
- перепад высот;
- наружный диаметр;
- толщина стенки;
- температура окружающей среды (для подземного (подводного) трубопровода это температура грунта (воды), для надземного, наземного и наземного в насыпи – температура воздуха);
- абсолютная шероховатость;
- (дополнительно) гидравлическая эффективность для учета доп. гидравлических сопротивлений;
- расчет коэффициента теплопередачи в зависимости от способа прокладки трубопровода (надземный, наземный, подземный, подводный):
- толщина теплоизоляции;
- коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/(м*К);
- путевой подогрев (Вт/м) при наличии;
- параметры по способу прокладки:
 - а) подземный: глубина заложения, коэффициент теплопроводности грунта, Вт/(м*К);
 - б) надземный: скорость ветра, степень отражения (доп.), солнечная радиация (доп.);
 - в) наземный в насыпи включает параметры как подземного, так и надземного.

Таблица 1.6.1 - Общие на все задачи параметры трубопроводов

№	Параметр	Трубопровод	Трубопровод 2
1	Способ прокладки	Надземный	Подземный
2	Скорость ветра, м/с	5,0	-
3	Глубина заложения (до верха трубы), м	-	0,8

От лицензиата



От лицензиара



№	Параметр	Трубопровод	Трубопровод 2
4	Кэфф. теплопроводности грунта, Вт/(м*К)	-	2,0
5	Толщина изоляции, мм	50	-
6	Кэфф. теплопроводности изоляции, Вт/(м*К)	0,03	-
7	Диаметр наружный, мм	325	325
8	Толщина стенки, мм	10	10
9	Длина трубопровода, м	5000	5000
10	Температура окружающей среды, °С	плюс 11	минус 1
11	Перепад высот, м	плюс 50	минус 10
12	Абсолютная шероховатость, мм	0,03	0,03
13	Гидравлическая эффективность	1,0	1,0

Требования к моделированию физико-химических свойств технологических потоков

Для каждой из указанных задач выполнить моделирование с использованием различных применимых методов расчета термодинамических свойств.

1.6.3 Задача №1

Расчет нефтепровода (пластовой нефти). Фазовое состояние – трехфазный поток (газовая часть, углеводородная часть, водный раствор). Выполнить расчет трубопроводов транспорта пластовой нефти от куста скважин до УПН

1.6.3.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.6.2 - Параметры и компонентно-фракционный состав нефти на входе в трубопровод

Поток	Общий
Давление, МПа	3,500
Температура, °С	25,00
Расход, кг/час	67195,1
Состав	масс.доля
Азот	0,0009010
Метан	0,1139648
Диоксид углерода	0,0001452
Этан	0,0187582
Пропан	0,0187395
изо-Бутан	0,0055306
н-Бутан	0,0113686
изо-Пентан	0,0055498
н-Пентан	0,0067801
Вода	0,0083002
фр. 45- 60 °С	0,0020244
фр. 60- 70 °С	0,0102943
фр. 70- 80 °С	0,0051323
фр. 80- 90 °С	0,0102699
фр. 90-100 °С	0,0117639
фр. 100-110 °С	0,0171818
фр. 110-120 °С	0,0176637

От лицензиата



От лицензиара

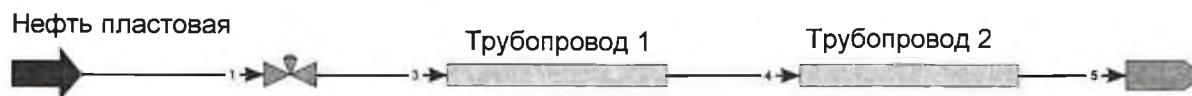


Поток	Общий
фр. 120-130 °С	0,0101005
фр. 130-140 °С	0,0149253
фр. 140-150 °С	0,0114377
фр. 150-160 °С	0,0148241
фр. 160-170 °С	0,0170486
фр. 170-180 °С	0,0127293
фр. 180-190 °С	0,0107878
фр. 190-200 °С	0,0153768
фр. 200-210 °С	0,0137186
фр. 210-220 °С	0,0166682
фр. 220-230 °С	0,0126856
фр. 230-240 °С	0,0219885
фр. 240-250 °С	0,0141560
фр. 250-260 °С	0,0219758
фр. 260-270 °С	0,0197939
фр. 270-280 °С	0,0186806
фр. 280-290 °С	0,0244684
фр. 290-300 °С	0,0175978
фр. 300-310 °С	0,0233954
фр. 310-320 °С	0,0228693
фр. 320-330 °С	0,0191658
фр. 330-340 °С	0,0203986
фр. 340-350 °С	0,0215081
фр. 350-360 °С	0,0200744
фр. 360-370 °С	0,0209354
фр. 370-380 °С	0,0192397
фр. 380-390 °С	0,0166533
фр. 390-400 °С	0,0174160
фр. 400-410 °С	0,0180645
фр. 410-420 °С	0,0168522
фр. 420-430 °С	0,0160169
фр. 430-440 °С	0,0153306
фр. 440-450 °С	0,0149088
фр. 450-460 °С	0,0158535
фр. 460-470 °С	0,0130364
фр. 470-480 °С	0,0135282
фр. 480-490 °С	0,0111526
фр. 490-500 °С	0,0125667
фр. 500-510 °С	0,0116260
фр. 510-520 °С	0,0109020
фр. 520-530 °С	0,0099307
фр. 530-540 °С	0,0089098
фр. 540-550 °С	0,0078663
фр. 550-560 °С	0,0071381
фр. 560-570 °С	0,0063559
фр. 570-580 °С	0,0057459
фр. 580-590 °С	0,0052542
фр. 590-600 °С	0,0048302
фр. 600-610 °С	0,0043404
фр. 610-620 °С	0,0038666
фр. 620-630 °С	0,0033280




Поток	Общий
фр. 630-640 °С	0,0029520
фр. 640-650 °С	0,0026183
фр. 650-660 °С	0,0020377

1.6.3.2 Расчетная схема



1.6.3.3 Результаты моделирования

Таблица 1.6.3 - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	ПРОП	Софт-ГазКондНефть
Трубопровод 1						
1	Давление на выходе	МПа	3,25	3,269	3,248	3,246
2	Температура на выходе	°С	22,997	23,425	23,324	23,45
3	Расход общего потока	т/сут (кг/ч)	1612,682 67195,100	1612,682 67195,100	1612,682 67195,100	67195,1
4	Расход углеводородной части	т/сут (кг/ч)	1394,684 58111,813	1390,092 57920,523	1402,581 58440,881	58200,2
5	Расход водной части	т/сут (кг/ч)	13,116 546,491	13,114 546,412	12,975 540,636	546,1
6	Расход газа	тыс.ст.м3/сут	274,067	277,977	264,323	272,563
7	Скорость смеси	м/с	1,430	-	1,45	1,54
8	Скорость жидкости	м/с	0,280	0,278	-	0,81
9	Скорость газа	м/с	1,150	1,210	-	1,92
10	Перепад давления вход/выход	МПа	0,249	0,231	0,252	0,25
11	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон
Трубопровод 2						
1	Давление на выходе	МПа	3,178	3,203	3,187	3,158
2	Температура на выходе	°С	11,658	11,564	12,027	11,69
3	Расход общего потока	т/сут (кг/ч)	1612,682 67195,100	1612,682 67195,100	1612,682 67195,100	67195,087
4	Расход углеводородной части	т/сут (кг/ч)	1401,300 58387,517	1397,060 58210,8286	1410,282 58761,763	58480,0
5	Расход водной части	т/сут (кг/ч)	13,245 551,879	13,251 552,125	13,142 547,585	552,2

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПИА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
6	Расход газа	тыс.ст.м3/сут	268,878	272,689	257,686	267,212
7	Скорость смеси	м/с	1,530	-	1,46	1,49
8	Скорость жидкости	м/с	0,280	0,277	-	0,78
9	Скорость газа	м/с	1,250	1,220	-	1,87
10	Перепад давления вход/выход	МПа	0,072	0,066	0,061	0,09
11	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: По термобарическим параметра расхождений не выявлено. Отмечена разная методика расчета скорости движения по фазам.

1.6.4 Задача №2

Расчет нефтепровода (товарной нефти). Фазовое состояние – однофазный поток (жидкость).

Выполнить расчет трубопроводов транспорта товарной нефти.

1.6.4.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.6.4 - Параметры и компонентно-фракционный состав нефти на входе в трубопровод

Поток	Общий
Давление, МПа	2,460
Температура, °С	60,00
Расход, кг/ч	169267,7
Состав	масс.доля
Азот	0,000000
Метан	0,0000869
Диоксид углерода	0,0000012
Этан	0,0007928
Пропан	0,0051357
изо-Бутан	0,0031757
н-Бутан	0,0078141
изо-Пентан	0,0051925
н-Пентан	0,0067197
Вода	0,0000320
фр. 45- 60 °С	0,0021696
фр. 60- 70 °С	0,0114789
фр. 70- 80 °С	0,0058521
фр. 80- 90 °С	0,0119006
фр. 90-100 °С	0,0137896
фр. 100-110 °С	0,0203050

От лицензиата



От лицензиара



Поток	Общий
фр. 110-120 °С	0,0209937
фр. 120-130 °С	0,0120530
фр. 130-140 °С	0,0178593
фр. 140-150 °С	0,0137115
фр. 150-160 °С	0,0177931
фр. 160-170 °С	0,0204800
фр. 170-180 °С	0,0152994
фр. 180-190 °С	0,0129702
фр. 190-200 °С	0,0184915
фр. 200-210 °С	0,0164996
фр. 210-220 °С	0,0200487
фр. 220-230 °С	0,0152589
фр. 230-240 °С	0,0264496
фр. 240-250 °С	0,0170282
фр. 250-260 °С	0,0264344
фр. 260-270 °С	0,0238102
фр. 270-280 °С	0,0224708
фр. 280-290 °С	0,0294331
фр. 290-300 °С	0,0211685
фр. 300-310 °С	0,0281424
фр. 310-320 °С	0,0275097
фр. 320-330 °С	0,0230544
фр. 330-340 °С	0,0245376
фр. 340-350 °С	0,0258719
фр. 350-360 °С	0,0241478
фр. 360-370 °С	0,0251830
фр. 370-380 °С	0,0231437
фр. 380-390 °С	0,0200323
фр. 390-400 °С	0,0209498
фр. 400-410 °С	0,0217299
фр. 410-420 °С	0,0202719
фр. 420-430 °С	0,0192672
фр. 430-440 °С	0,0184418
фр. 440-450 °С	0,0179341
фр. 450-460 °С	0,0190705
фр. 460-470 °С	0,0156818
фр. 470-480 °С	0,0162732
фр. 480-490 °С	0,0134156
фр. 490-500 °С	0,0151162
фр. 500-510 °С	0,0139847
фр. 510-520 °С	0,0131144
фр. 520-530 °С	0,0119452
фр. 530-540 °С	0,0107173
фр. 540-550 °С	0,0094629
фр. 550-560 °С	0,0085866
фр. 560-570 °С	0,0076456
фр. 570-580 °С	0,0069114
фр. 580-590 °С	0,0063199
фр. 590-600 °С	0,0058104
фр. 600-610 °С	0,0052213
фр. 610-620 °С	0,0046506




Поток	Общий
фр. 620-630 °С	0,0040037
фр. 630-640 °С	0,0035508
фр. 640-650 °С	0,0031496
фр. 650-660 °С	0,0024509

1.6.4.2 Расчетная схема



1.6.4.3 Результаты моделирования

Таблица 1.6.5 - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
Трубопровод 1						
1	Давление на выходе	МПа	1,986	1,990	1,973	1,964
2	Температура на выходе	°С	58,168	58,392	58,244	58,56
3	Расход общего потока (масса)	т/сут (кг/ч)	4062,425 169267,7	4062,425 169267,7	4062,425 169267,7	169267,7
4	Расход общего потока (объем при раб.усл)	м ³ /ч	212,903	213,985	211,360	210,62
7	Скорость смеси	м/с	0,810	0,814	0,804	0,800
8	Скорость жидкости	м/с	0,810	0,814	0,804	0,800
9	Скорость газа	м/с	0	0	0	0
10	Перепад давления вход/выход	МПа	0,473	0,470	0,478	0,50
11	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон
Трубопровод 2						
1	Давление на выходе	МПа	1,973	1,984	1,953	1,952
2	Температура на выходе	°С	43,605	44,194	43,738	45,26
3	Расход общего потока (масса)	т/сут (кг/ч)	4062,425 169267,7	4062,425 169267,7	4062,425 169267,7	169267,7
4	Расход общего потока (объем при раб.усл)	м ³ /ч	210,00	211,085	208,698	207,87
7	Скорость смеси	м/с	0,804	0,808	0,798	0,79
8	Скорость жидкости	м/с	0,804	0,808	0,798	0,79
9	Скорость газа	м/с	0	0	-	0

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	ПРОП	Софт-ГазКондНефть
10	Перепад давления вход/выход	МПа	0,013	0,006	0,020	0,01
11	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: По термобарическим параметра расхождений не выявлено. Отмечена разная методика расчета скорости движения по фазам.

1.6.5 Задача №3

Расчет системы сбора пластового газа. Фазовое состояние – трехфазный поток (газовая часть, углеводородная часть, водный раствор).

Выполнить расчет трубопроводов транспорта пластового газа от куста скважин до УКПГ.

1.6.5.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.6.6 - Параметры и компонентно-фракционный состав газа на входе в трубопровод

Поток	Общий
Давление, МПа	12,000
Температура, °С	25,00
Расход, тыс.ст.м3/сут	3000
Состав	масс.доля
Азот	0,0010445
Метан	0,4732296
Диоксид углерода	0,0144988
Этан	0,0872447
Пропан	0,0635500
изо-Бутан	0,0152757
н-Бутан	0,0224132
изо-Пентан	0,0125997
н-Пентан	0,0118364
Вода	0,0106088
фр. 45- 60 °С	0,0025538
фр. 60- 70 °С	0,0175374
фр. 70- 80 °С	0,0060853
фр. 80- 90 °С	0,0082910
фр. 90-100 °С	0,0191868
фр. 100-110 °С	0,0206176
фр. 110-120 °С	0,0192149
фр. 120-130 °С	0,0116854
фр. 130-140 °С	0,0152876
фр. 140-150 °С	0,0093348
фр. 150-160 °С	0,0146475
фр. 160-170 °С	0,0128473
фр. 170-180 °С	0,0109225

От лицензиата

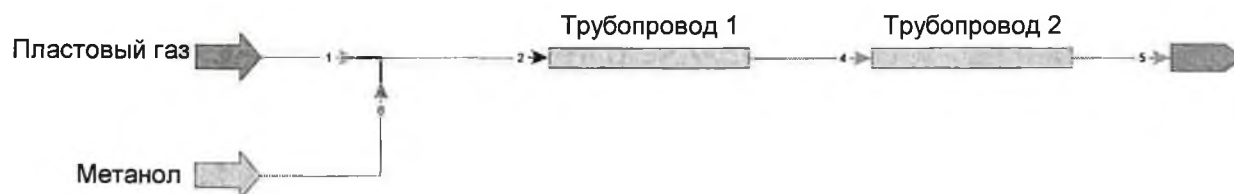


От лицензиара



Поток	Общий
фр. 180-190 °С	0,0085959
фр. 190-200 °С	0,0107010
фр. 200-210 °С	0,0073209
фр. 210-220 °С	0,0096332
фр. 220-230 °С	0,0065802
фр. 230-240 °С	0,0088879
фр. 240-250 °С	0,0059547
фр. 250-260 °С	0,0078033
фр. 260-270 °С	0,0060901
фр. 270-280 °С	0,0061460
фр. 280-290 °С	0,0056076
фр. 290-300 °С	0,0038396
фр. 300-310 °С	0,0050494
фр. 310-320 °С	0,0040007
фр. 320-330 °С	0,0028944
фр. 330-340 °С	0,0032873
фр. 340-350 °С	0,0028620
фр. 350-360 °С	0,0025127
фр. 360-370 °С	0,0021770
фр. 370-380 °С	0,0017913
фр. 380-390 °С	0,0015566
фр. 390-400 °С	0,0013616
фр. 400-410 °С	0,0012062
фр. 410-420 °С	0,0010348
фр. 420-430 °С	0,0008724
фр. 430-440 °С	0,0006828
фр. 440-450 °С	0,0004599
фр. 450-460 °С	0,0002699
фр. 460-470 °С	0,0001568
фр. 470-480 °С	0,0000823
фр. 480-490 °С	0,0000375
фр. 490-500 °С	0,0000185
фр. 500-510 °С	0,0000086
фр. 510-520 °С	0,0000036

1.6.5.2 Расчетная схема



От лицензиата

Signature

От лицензиара

Signature

1.6.5.3 Результатов моделирования

Таблица 1.6.7 - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	PROII	Софт-ГазКондНефть
Трубопровод 1						
1	Давление на выходе	МПа	11,662	11,655	11,631	11,674
2	Температура на выходе	°С	23,608	23,710	23,627	23,83
3	Расход общего потока	т/сут (кг/ч)	3290,017 137084,023	3290,017 137084,023	3290,017 137084,023	137168,1
4	Расход углеводородной части	т/сут (кг/ч)	1252,863 52202,737	1244,002 51833,439	1327,528 55313,696	52889,0
5	Расход водной части	т/сут (кг/ч)	34,328 1430,348	34,000 1416,619	36,706 1529,439	1469,8
6	Расход газа	тыс. ст.м3/сут	2493,257	2498,870	2454,353	2479,023
7	Скорость смеси	м/с	2,760	-	2,9	2,91
8	Скорость жидкости	м/с	0,330	0,321	-	2,07
9	Скорость газа	м/с	2,430	2,458	-	3,07
10	Перепад давления вход/выход	МПа	0,388	0,345	0,369	0,33
11	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон
Трубопровод 2						
1	Давление на выходе	МПа	11,472	11,432	11,418	11,469
2	Температура на выходе	°С	18,275	18,245	18,606	18,66
3	Расход общего потока	т/сут (кг/ч)	3290,017 137084,023	3290,017 137084,023	3290,017 137084,023	137168,1
4	Расход углеводородной части	т/сут (кг/ч)	1283,956 53498,095	1275,940 51164,171	1363,722 56821,781	54150,8
5	Расход водной части	т/сут (кг/ч)	34,492 1437,160	34,239 1426,623	36,877 1536,567	1486,8
6	Расход газа	тыс.ст.м3/ сут	2470,669	2475,967	2428,425	2456,691
7	Скорость смеси	м/с	2,820	-	2,91	2,85
8	Скорость жидкости	м/с	0,330	0,326	-	2,05
9	Скорость газа	м/с	2,490	2,459	-	3,01
10	Перепад давления вход/выход	МПа	0,190	0,222	0,213	0,21
11	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: По термобарическим параметрам расхождений не выявлено. Отмечена разная методика расчета скорости движения по фазам.

От лицензиата



От лицензиара



1.6.6 Задача № 4

Расчет системы сбора товарного газа. Фазовое состояние – однофазный поток (газ).

Выполнить расчет трубопроводов транспорта товарного газа от УКПГ до МГ.

1.6.6.1 Исходные данные для расчета

Таблица 1.6.8 - Параметры и компонентно-фракционный состав газа на входе в трубопровод

Поток	Общий
Давление, МПа	5,400
Температура, °С	5,00
Расход, тыс.ст.м ³ /сут	2000
Состав	масс.доля
Азот	0,0017558
Метан	0,7836354
Диоксид углерода	0,0225888
Этан	0,1203674
Пропан	0,0533078
изо-Бутан	0,0069069
н-Бутан	0,0073891
изо-Пентан	0,0016821
н-Пентан	0,0011049
Метанол	0,0002488
Вода	0,0000100
фр. 45- 60 °С	0,0001225
фр. 60- 70 °С	0,0004676
фр. 70- 80 °С	0,0000988
фр. 80- 90 °С	0,0000797
фр. 90-100 °С	0,0001073
фр. 100-110 °С	0,0000660
фр. 110-120 °С	0,0000339
фр. 120-130 °С	0,0000120
фр. 130-140 °С	0,0000086
фр. 140-150 °С	0,0000028
фр. 150-160 °С	0,0000022
фр. 160-170 °С	0,0000008
фр. 170-180 °С	0,0000008

1.6.6.2 Расчетная схема



1.6.6.3 Результаты моделирования

Таблица 1.6.9 - Результаты расчета

№	Параметр	Ед.изм.	Значение в программном комплексе			
			МиР ПиА	HYSYS	ПРОП	Софт-ГазКондНефть
Трубопровод 1						
1	Давление на выходе	МПа	5,264	5,261	5,263	5,253
2	Температура на выходе	°С	4,527	4,472	4,510	4,60
3	Расход газа	тыс.ст.м3/сут	2000	2000	2000	2000
4	Скорость смеси	м/с	4,686	4,690	4,68	4,88
5	Перепад давления вход/выход	МПа	0,136	0,138	0,137	0,15
6	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон
Трубопровод 2						
1	Давление на выходе	МПа	5,155	5,151	5,153	5,135
2	Температура на выходе	°С	1,571	1,563	1,529	1,79
3	Расход газа	тыс.ст.м3/сут	2000	2000	2000	2000
4	Скорость газа	м/с	4,766	4,765	4,76	4,92
5	Перепад давления вход/выход	МПа	0,109	0,110	0,109	0,12
6	Метод расчета термодинамических свойств		Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон	Пенг-Робинсон

Вывод: По термобарическим параметра расхождений не выявлено. Отмечена разная методика расчета скорости движения по фазам.

1.7 Расчет образования гидратов

1.7.1 Общие вводные

Процессы сбора, подготовки и транспорта газа могут быть осложнены образованием гидратов в разных точках процесса. Функция проверка потоков схемы на выпадение гидратов позволяет найти температуру гидратообразования и определить или уточнить расход ингибитора. Помимо указания потока ингибитора, его состав можно ввести непосредственно в окне (если в схеме потока ингибитора нет). Если же на данной панели меняется состав ингибитора при наличии в схеме потока ингибитора, перед уточнением расхода ингибитора состав потока ингибитора в схеме точно так же должен быть изменен, а схема пересчитана.

Пример:

Состав ингибитора, кг/г:	
Хлорид кальция	0000000
Хлорид натрия	0000000
Метанол	9000000
Вода	1000000
М Э Г	0000000
Д Э Г	0000000
Т Э Г	0000000

Гидравлический и тепловой расчет трубопровода должен быть дополнен проверкой выпадения гидратов в транспортируемом газе. Информация о месте, где возникают условия образования гидратов, может быть отображено в выводе результатов (к примеру, указано расстояние от начала трубопровода). “Предгидратный режим” указывает на место, где температура газа выше температуры гидратообразования на 5 С.

Пример:

Трубопровод 17			
Вход		124	
Давление	МПа	8.96	
Температура	С	29.1	
	К	302.3	
Расход	кмоль/час	684.6228	
	кг/час	13284.570	
Длина трубопровода	м	9271.0	
Диаметр труб на участках	мм	219.0x16.0	

	Абсолютная шероховатость	мм	.10
	Среднелинейный коэфф. теплопередачи	Вт/м ² /С	6.4
		ккал/м ² /час/С	5.5
#	ПРЕДГИДРАТНЫЙ РЕЖИМ		
	Расстояние от начала трубопровода		370.84 м
#	ГИДРАТЫ		
	Расстояние от начала трубопровода		1112.52 м
	Выход	2	
	Давление	МПа	8.85
	Температура	С	1.0
		К	274.2

1.7.2 Задача №1

Определить место образования гидратов и подобрать количество ингибитора.

1.7.2.1 Исходные данные

В качестве исходных данных принято следующее.

1. Пластовый газ:

- давление – 10,0 МПа,
- температура – 20,0°С;
- расход – 3,0 млн.ст.м³/сут;
- состав приведен в таблице 25.1.

2. В качестве ингибитора гидратообразования принять 95% раствор метанола.

- давление – 10,5 МПа (на 0,5 МПа больше чем давление потока),
- температура – 0,0°С (среднегодовая температура на улице);
- расход – определяет ПО.

Таблица 1.7.1 - Компонентно-фракционный состав пластового газа

Поток	Общий
Давление, МПа	10,000
Температура, °С	20,00
Расход, млн.ст.м ³ /сут	3,00
Состав	масс.доля
Азот	0,0010445
Метан	0,4732296
Диоксид углерода	0,0144988
Этан	0,0872447
Пропан	0,0635500
изо-Бутан	0,0152757
н-Бутан	0,0224132
изо-Пентан	0,0125997
н-Пентан	0,0118364
Вода	0,0106088
фр. 45- 60 °С	0,0025538

От лицензиата



От лицензиара



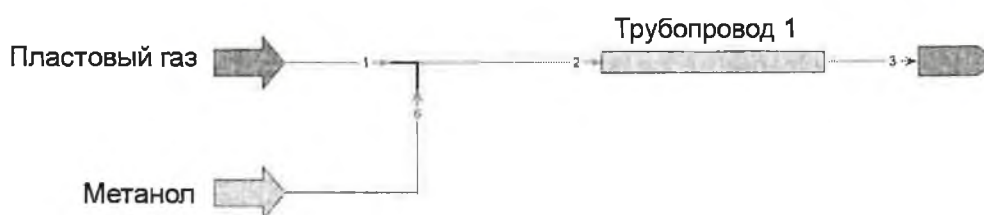
Поток	Общий
фр. 60- 70 °С	0,0175374
фр. 70- 80 °С	0,0060853
фр. 80- 90 °С	0,0082910
фр. 90-100 °С	0,0191868
фр. 100-110 °С	0,0206176
фр. 110-120 °С	0,0192149
фр. 120-130 °С	0,0116854
фр. 130-140 °С	0,0152876
фр. 140-150 °С	0,0093348
фр. 150-160 °С	0,0146475
фр. 160-170 °С	0,0128473
фр. 170-180 °С	0,0109225
фр. 180-190 °С	0,0085959
фр. 190-200 °С	0,0107010
фр. 200-210 °С	0,0073209
фр. 210-220 °С	0,0096332
фр. 220-230 °С	0,0065802
фр. 230-240 °С	0,0088879
фр. 240-250 °С	0,0059547
фр. 250-260 °С	0,0078033
фр. 260-270 °С	0,0060901
фр. 270-280 °С	0,0061460
фр. 280-290 °С	0,0056076
фр. 290-300 °С	0,0038396
фр. 300-310 °С	0,0050494
фр. 310-320 °С	0,0040007
фр. 320-330 °С	0,0028944
фр. 330-340 °С	0,0032873
фр. 340-350 °С	0,0028620
фр. 350-360 °С	0,0025127
фр. 360-370 °С	0,0021770
фр. 370-380 °С	0,0017913
фр. 380-390 °С	0,0015566
фр. 390-400 °С	0,0013616
фр. 400-410 °С	0,0012062
фр. 410-420 °С	0,0010348
фр. 420-430 °С	0,0008724
фр. 430-440 °С	0,0006828
фр. 440-450 °С	0,0004599
фр. 450-460 °С	0,0002699
фр. 460-470 °С	0,0001568
фр. 470-480 °С	0,0000823
фр. 480-490 °С	0,0000375
фр. 490-500 °С	0,0000185
фр. 500-510 °С	0,0000086
фр. 510-520 °С	0,0000036




Таблица 1.7.2 – Параметры трубопровода 1

№	Параметр	Значение
1	Способ прокладки	Подземный
2	Скорость ветра, м/с	5,0
3	Глубина заложения (до верха трубы), м	0,8
4	Кэфф. теплопроводности грунта, Вт/(м*К)	2,0
5	Толщина изоляции, мм	50
6	Кэфф. теплопроводности изоляции, Вт/(м*К)	0,031
7	Диаметр наружный, мм	325
8	Толщина стенки, мм	10
9	Длина трубопровода, м	10000
10	Температура окружающей среды, °С	минус 3,0
11	Перепад высот, м	0
12	Абсолютная шероховатость, мм	0,03
13	Гидравлическая эффективность	1,0

1.7.2.2 Расчетная схема



1.7.2.3 Результаты моделирования

Таблица 1.7.3 - Результаты расчета до подачи ингибитора

№	Параметр	Значение		
		МиР ПиА	HYSYS	Софт-ГазКондНефть
1	Температура гидратообразования потока № 1, °С	18,2	20,3	19,60
2	Температура гидратообразования потока № 2, °С	18,2	20,3	19,60
3	Температура гидратообразования потока № 3, °С	18,1	20,0	19,26
4	Требуемое количество ингибитора для обеспечения безгидратного (предгидратного) режима, кг/ч	–	–	120,2
5	Предгидратный режим в трубопроводе, м	0	0	0
6	Гидратный режим в трубопроводе, м	7184	0	1600
7	Метод расчета термодинамических свойств	Пенг-Робинсон-NRTL	CPA	Пенг-Робинсон

Таблица 1.7.4 - Результаты расчета после подачи ингибитора

№	Параметр	Значение		
		МиР ПиА	HYSYS	Софт-ГазКондНефть
1	Температура гидратообразования потока № 1, °С	18,2	20,3	19,60
2	Температура гидратообразования потока № 2, °С	12,5	15,2	15,61
3	Температура гидратообразования потока № 3, °С	12,4	14,9	15,02

От лицензиата

От лицензиара

№	Параметр	Значение		
		МиР ПиА	HYSYS	Софт-ГазКондНефть
4	Требуемое количество ингибитора для обеспечения безгидратного (предгидратного) режима, кг/ч	265	265	265
5	Снижение темп. гидратообр. потока № 3, °С	5,7	5,1	4,24
6	Предгидратный режим в трубопроводе, м	нет	0	0
7	Гидратный режим в трубопроводе, м	нет	нет	нет
8	Метод расчета термодинамических свойств	Пенг-Робинсон-NRTL	CPA	Пенг-Робинсон

Вывод: Результатом базового тестирования является сходимость результатов программного продукта "МиР ПиА Процесс+" с результатами ПО, используемое в ТФ ГПП.

Вывод в целом по 1 этапу тестирования (базовое тестирование):

1. проанализированы результаты проведенных расчетов по базовым задачам (отдельные элементы системы);
2. отмечена большая сходимость результатов с аналоговым ПО;
3. выявлены вопросы, требующие разъяснения от разработчика ПО;
4. проведено 3 совещания посредством видео- конференц связи (далее – ВКС);
5. отработаны все замечания к рассматриваемому ПО и выполнена детальная проработка задач 1 этапа;
6. по результатам проведенных мероприятий приступили к тестированию полной схемы УКПГ.




2 РАСШИРЕННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

2.1 Общие вводные

На УКПГ осуществляется осушка газа методом низкотемпературной сепарации (НТС).

Товарной продукцией УКПГ является осушенный газ (далее – газ) и газовый конденсат нестабильный (далее – конденсат).

Подготовка газа на УКПГ производится в соответствии с требованиями ГОСТ 34867-2022 до точки росы по воде при абсолютном давлении 3,92 МПа: с 1 мая по 30 сентября минус 14 °С, с 1 октября по 30 апреля минус 20 °С; по углеводородам: с 1 мая по 30 сентября минус 5 °С, с 1 октября по 30 апреля минус 10 °С (летний период).

Подготовка газового конденсата на УКПГ производится в соответствии с требованиями СТО 5.11-2008 «Конденсат газовый нестабильный. Общие технические условия»

2.2 Задача

Смоделировать и просчитать в программном комплексе УКПГ с низкотемпературной сепарацией.

2.2.1 Исходные данные для расчета

Таблица 2.1 - Параметры потоков, поступающих на НТС

Поток	1	2	6	17
Давление, МПа	11,500	14,200	12,000	12,000
Температура, °С	35,00	0,00	0,00	0,00
Расход, кг/ч	0,690744	0,000000	0,000000	0,000000
Доля фазы	0,297872	0,000000	0,000000	0,000000
Углев.	0,011384	0,000000	1,000000	1,000000
Водный р-р	11,500	14,200	12,000	12,000
Состав, масс.доля				
Азот	0,0011292	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Метан	0,5105345	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Диоксид углерода	0,0155498	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Этан	0,0931406	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Пропан	0,0674262	0,0000000	0,0000000	0,0000000
изо-Бутан	0,0160588	0,0000000	0,0000000	0,0000000
н-Бутан	0,0236118	0,0000000	0,0000000	0,0000000
изо-Пентан	0,0129865	0,0000000	0,0000000	0,0000000
н-Пентан	0,0121447	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Метанол	0,0000000	0,0000000	0,9500000	0,9500000
Вода	0,0119482	0,0000000	0,0500000	0,0500000
фр. 45- 60 °С	0,0025764	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 60- 70 °С	0,0173950	0,0000000	0,0000000	0,0000000

От лицензиата



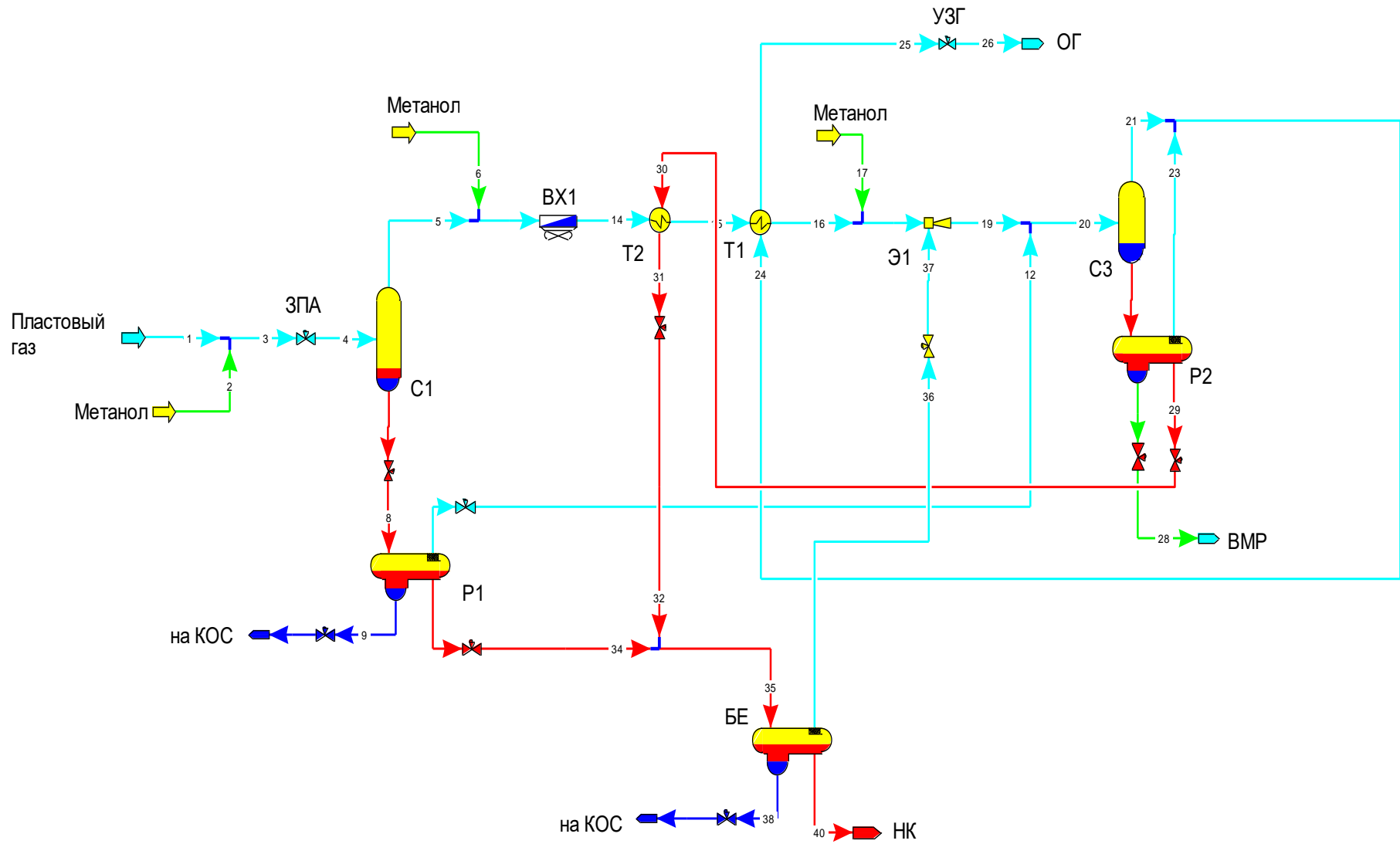
От лицензиара



Поток	1	2	6	17
фр. 70- 80 °С	0,0059511	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 80- 90 °С	0,0079318	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 90-100 °С	0,0180589	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 100-110 °С	0,0189639	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 110-120 °С	0,0172439	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 120-130 °С	0,0102717	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 130-140 °С	0,0130960	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 140-150 °С	0,0078503	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 150-160 °С	0,0121194	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 160-170 °С	0,0104346	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 170-180 °С	0,0087762	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 180-190 °С	0,0068004	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 190-200 °С	0,0083517	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 200-210 °С	0,0056422	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 210-220 °С	0,0073272	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 220-230 °С	0,0049291	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 230-240 °С	0,0065624	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 240-250 °С	0,0043335	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 250-260 °С	0,0055837	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 260-270 °С	0,0042887	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 270-280 °С	0,0042609	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 280-290 °С	0,0038275	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 290-300 °С	0,0025883	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 300-310 °С	0,0033633	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 310-320 °С	0,0026270	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 320-330 °С	0,0018688	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 330-340 °С	0,0020892	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 340-350 °С	0,0017965	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 350-360 °С	0,0015627	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 360-370 °С	0,0013418	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 370-380 °С	0,0010973	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 380-390 °С	0,0009448	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 390-400 °С	0,0008213	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 400-410 °С	0,0007125	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 410-420 °С	0,0006096	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 420-430 °С	0,0004904	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 430-440 °С	0,0003865	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 440-450 °С	0,0002617	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 450-460 °С	0,0001555	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 460-470 °С	0,0000916	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 470-480 °С	0,0000472	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 480-490 °С	0,0000226	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 490-500 °С	0,0000107	0,0000000	0,0000000	0,0000000
фр. 500-510 °С	0,0000037	0,0000000	0,0000000	0,0000000




2.2.2 Расчетная схема



2.2.3 Результаты моделирования

Таблица 2.2 - Результаты расчета потока 25 – осушенный газ (ОГ)

Параметр	Значение			
	МиР ПиА	HYSYS	ПРОП	Софт-ГазКондНефть
Давление, МПа	5,464	5,464	5,464	5,434
Температура, °С	7,589	8,262	7,26624	7,05
Расход, кг/ч	499497,5	495660,5	496406,4	498195,4
Состав, %масс.				
Азот	0,17440	0,17572	0,17552	0,17492
Метан	78,03230	78,56592	78,34950	78,21473
Диоксид углерода	2,20260	2,26415	2,27071	2,26461
Этан	12,17550	12,10034	12,01498	12,14196
Пропан	5,51170	5,25069	5,35681	5,37603
изо-Бутан	0,72820	0,61811	0,68159	0,68751
н-Бутан	0,76600	0,67776	0,73810	0,73914
изо-Пентан	0,17300	0,15122	0,16332	0,16684
н-Пентан	0,11520	0,09955	0,12012	0,10988
Метанол	0,01710	0,01965	0,03409	0,02440
Вода	0,00050	0,00089	0,00095	0,00101
фр. 45- 60 °С	0,01260	0,00985	0,01162	0,01219
фр. 60- 70 °С	0,04830	0,03651	0,04427	0,04648
фр. 70- 80 °С	0,01020	0,00752	0,00932	0,00977
фр. 80- 90 °С	0,00830	0,00589	0,00748	0,00786
фр. 90-100 °С	0,01110	0,00771	0,01003	0,01055
фр. 100-110 °С	0,00680	0,00456	0,00608	0,00642
фр. 110-120 °С	0,00350	0,00229	0,00313	0,00327
фр. 120-130 °С	0,00120	0,00075	0,00105	0,00114
фр. 130-140 °С	0,00080	0,00052	0,00074	0,00079
фр. 140-150 °С	0,00030	0,00017	0,00024	0,00021
фр. 150-160 °С	0,00020	0,00013	0,00020	0,00022
фр. 160-170 °С	0,00010	0,00006	0,00009	0,00008
фр. 170-180 °С	0,00000	0,00002	0,00004	0,00000
фр. 180-190 °С	0,00000	0,00001	0,00001	0,00000
фр. 190-200 °С	0,00000	0,00001	0,00001	0,00000

Вывод: Результатом расширенного тестирования является сходимость результатов программного продукта "МиР ПиА Процесс+" с результатами ПО, используемое в ТФ ГПП.

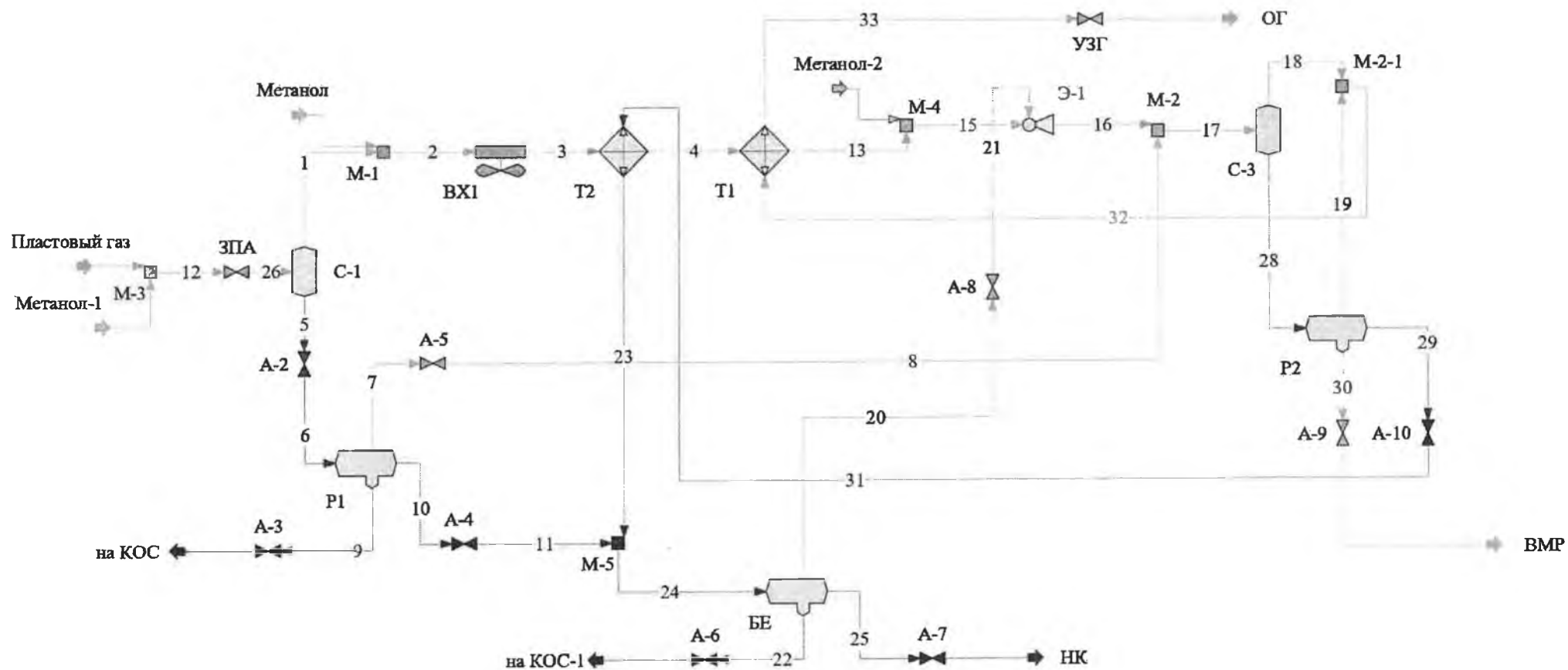
От лицензиата



От лицензиара



2.2.4 Расчетная схема, выполненная в программном продукте «МиР ПиА процесс+»



РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Функциональные возможности и интерфейс продукта

Интерфейс продукта "Мир ПИА Процесс+" схож с интерфейсом программ-аналогов, в том числе с интерфейсом программной системы Софт-ГазКондНефть, используемой в ТФ ГПП для расчетов в настоящее время (аналоговое ПО).

Интерфейс программного продукта "Мир ПИА Процесс+" понятен и удобен. интуитивно можно найти требуемый элемент, провести расчеты.

По наполняемости технологического оборудования удовлетворяет потребностям для решения производственных задач в ТФ ГПП.

Одно из важных возможностей в моделировании процессов является переопределение свойств компонентов для отдельных потоков на схеме, что, в частности, позволяет использовать один и тот же список компонентов для описания различных образцов флюидов. При смещении потоков с различными значениями свойств компонентов происходит пересчет этих значений в соответствии с заложенными в программу правилами смещения.

Программный продукт достаточно гибкий и имеет различные методики для выполнения расчетов процессов и оборудования в широком диапазоне давлений, температур и составов флюидов. При этом требуется обучение работы в данном ПО для исключения ошибок при выборе необходимой методики расчета в том или ином случае, а также для исключения длительного времени расчета модели в программе.

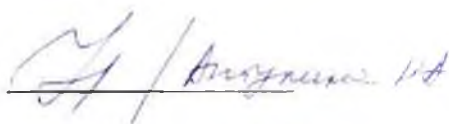
Возможность доработки ПО «под нужды» проектирования и обратная связь с разработчиками ПО

В процессе выполнения расширенного тестирования разработчики ПО были постоянно на связи со специалистами ТФ ГПП, давая обратную связь, разъяснения по программному продукту тонкости использования, а также демонстрируя готовность дорабатывать, усовершенствовать ПО по потребностям проектировщиков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ТФ ГПП

По результатам тестирования функционала программного продукта «Мир ПИА Процесс+» подтверждена возможность его использования в производственной деятельности ТФ ГПП.

От лицензиата



От лицензиата


Захаров Т.Н.



 Д.В.Коноваленко

От лицензиара

