Глава 3. Упражнения по работе с пользовательскими функциями Unifloc 7.7 VBA

Освоить работу с расчетными функциями Unifloc 7.7 VBAможно выполняя упражнения описанные в данном разделе и изучая устройство тестовых расчетных модулей. Упражнение демонстрируют некоторые подходы к использованию Unifloc 7.7 VBA. На основе этих подходов можно создать свои расчетные модули решающие специфические задачи пользователя.

3.1 Расчет РVТ свойств

Расчет физико химических свойств пластовых флюидов лежит в основе всех расчетов систем нефтедобычи. При решении прикладных задач редко возникает необходимость расчета PVT свойств непосредственно, однако понимание принципа их расчета, а особенно зависимости результатов расчета от исходных данных важно.

Цель упражнений по расчету PVT свойств:

- освоить принципы работы с пользовательскими функций Unifloc 7.7 VBA
- изучить влияние исходных PVT данных на результаты расчета PVT свойств
- изучить влияние выбора PVT корреляций на результаты расчета PVT свойств
- изучить механизм калибровки PVT корреляций на результаты измерений

3.1.1 Построение простых PVT зависимостей

Для выполнения упражнения используйте файл "10.PVT.xlsx"

1. Запустите файл с надстройкой Unifloc 7.7 VBA. Для того чтобы убедиться, что надстройка запущена откройте редактор VBE (Alt+F11). В дереве проектов должен отображаться файл надстройки UniflocVBA 7.xlam, puc. 3.1.

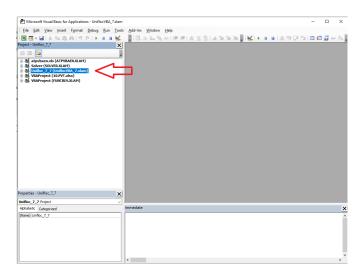


Рис. 3.1 — Окно редактора VBE с загруженной надстройкой Unifloc 7.7 VBA

2. Откройте файл с упражнением 10. PVT.xlsx (смотри рис. 3.2).

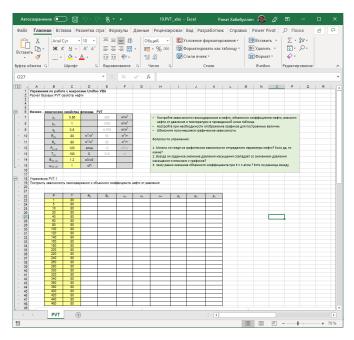


Рис. 3.2 — Открытый файл с упражнением 10. PVT.xlsx

3. Для расчета первого элемента таблицы в ячейках D23:D48 - газосодержания в нефти при давлении 1 атм и температуре 80 °C - введите в ячейку D23 строку

```
=PVT_Rs_m3m3(B23;C23;gamma_gas_;gamma_oil_; gamma_wat_; Rsb_; Rp_; Pb_; Tres_; Bob_; muob_)
```

Обратите внимание – при запущенной надстройке достаточно начать вводить в ячейку формулу, например ввести =PVT как Excel откроет

выпадающий список с подсказкой, показывающий возможные варианты названий функций (смотри рис. 3.3).

В приведенной строке B23; C23 - ссылки на соответствующие ячейки, gamma_gas_; gamma_oil_ - также ссылки на ячейки, которые предварительно были поименованы.

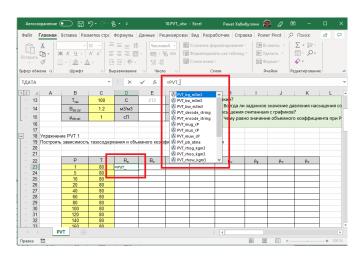


Рис. 3.3 — Выпадающий список с подсказками названий функции

Из выпадающего списка выберите функцию = PVT_Rs_m3m3 (после чего нажмите кнопку f_x "вставить функцию" слева от строки формул. Это вызовет окно задания параметров функции, в котором будут указаны все параметры, которые необходимо ввести. В этом окно можно ввести необходимые значения параметров или указать ссылки на соответствующие ячейки.

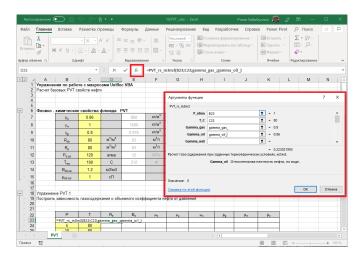


Рис. 3.4 — Окно ввода аргументов функции

4. После ввода всех параметров и нажатия кнопки ОК в ячейке должен отобразиться результат расчета. Воспользовавшись инструментом "Вли-

яющие ячейки"на вкладке "Формулы"можно отследить на какие ячейки ссылается введенная формула

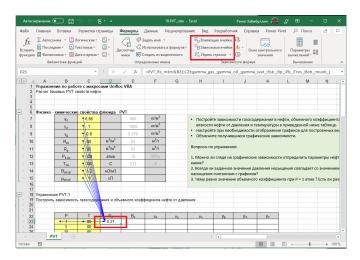


Рис. 3.5 — Результат вызова пользовательской функции с отображение влияющих ячеек

5. Аналогично заполните все ячейки таблицы D23: D48 вызовами функции = PVT_Rs_m3m3() с соответствующими параметрами. Это можно сделать "протянув" ранее введенную функцию в ячейке D23.

Обратите внимание, что при "протягивании" поименованные ячейки оказываются закрепленными, а ссылки на значения давления и температуры съезжают вместе с протягиваемой ячейкой. Результат показан на рисунке 3.6

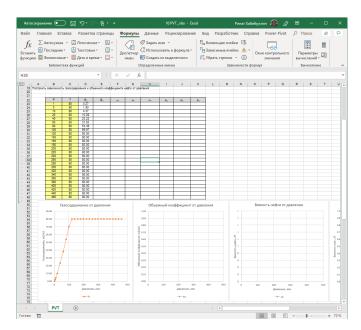


Рис. 3.6 — Результат расчета зависимости газосодержания от давления

6. По аналогии с зависимостью газосодержания от давления постройте графики зависимости других параметров от давления. Используйте следующие функции для проведения расчатов:

функция расчета объемного коэффициента нефти

```
=PVT_Bo_m3m3(B23;C23;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_; Rsb_;
Rp_; Pb_;Tres_;Bob_;muob_)
```

функция расчета вязкости нефти при заданных термобарических условиях

```
=PVT_Muo_cP(B23;C23;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_; Rsb_;
Rp_; Pb_;Tres_;Bob_;muob_)
```

функция расчета вязкости газа при заданных термобарических условиях

```
=PVT_Mug_cP(B23;C23;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_; Rsb_;
Rp_; Pb_;Pb_;Bob_;muob_)
```

функция расчета вязкости воды при заданных термобарических условиях

```
=PVT_Muw_cP(B23;C23;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_; Rsb_;
Rp_; Pb_;Tres_;Bob_;muob_)
```

функция расчета плотности газа при заданных термобарических условиях

```
=PVT_Rhog_kgm3(B23;C23;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_;
Rsb_; Rp_; Pb_;Tres_;Bob_;muob_)
```

функция расчета плотности воды при заданных термобарических условиях

```
=PVT_Rhow_kgm3(B23;C23;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_;
Rsb ; Rp ; Pb ;Tres ;Bob ;muob )
```

функция расчета плотности нефти при заданных термобарических условиях

```
=PVT_Rhoo_kgm3(B23;C23;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_;
Rsb_; Rp_; Pb_;Tres_;Bob_;muob_)
```

Результаты приведены на рисунке 3.7

- 7. Ответьте на вопросы по упражнению приведенные в рабочей книге.
 - а) Можно ли глядя на графические зависимости определить параметры нефти? Если да, то какие?
 - б) Всегда ли заданное значение давления насыщения совпадает со значением давления насыщения считанным с графиков?

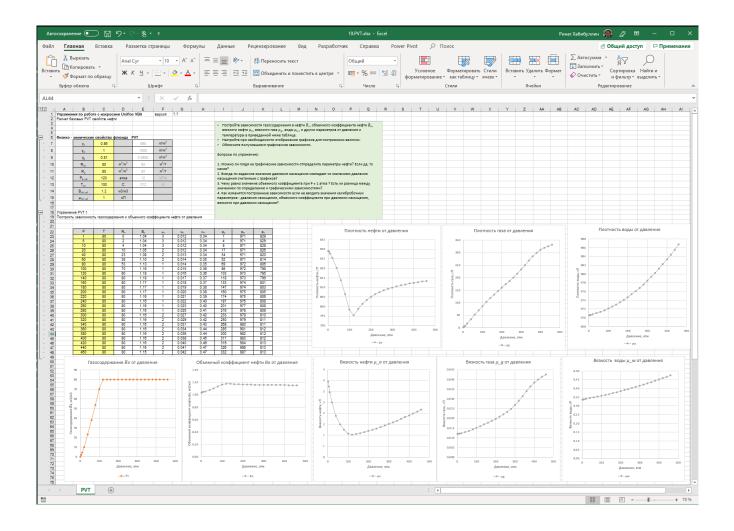


Рис. 3.7 — Результат расчета зависимости свойств пластовых флюидов от давления

- в) Чему равно значение объемного коэффициента при P=1 атма? Есть ли разница между исходным значением и значением определенным по графическими зависимостями?
- г) Как изменятся построенные зависимости если не вводить значения калибровочных параметров давления насыщения, объемного коэффициента при давлении насыщения, вязкости при давлении насыщения?

3.2 Расчет производительности скважины

Модель притока к скважине является достаточно простой и одновременно полезной, позволяя оперативно оценивать добычные возможности скважины. Для

индикаторной диаграммы Вогеля зависимость забойного давления от дебита ниже давления насыщения перестает быть линейной.

Для выполнения упражнения необходимо задать:

- 1. PVT свойства флюидов
- 2. Параметры работы скважины на установившемся режиме
- 3. Пластовое давление

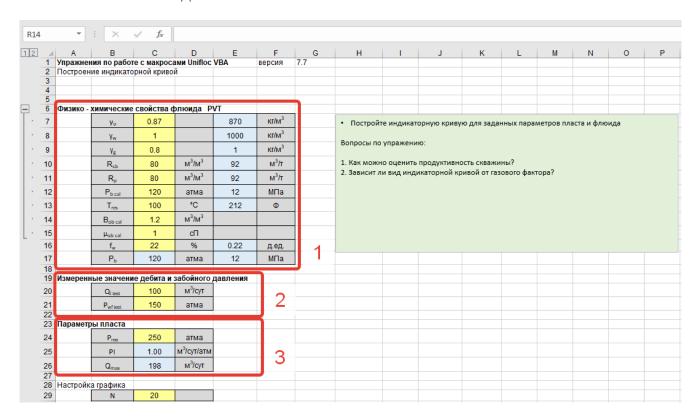


Рис. 3.8 — Исходные данные для построения индикаторной кривой

Коэффициент продуктивности PI скважины рассчитывается в ячейке С25 по замеренным данным с помощью функции

```
=IPR PI sm3dayatm(qltest; Pwftest; Pres; fw; Pb)
```

А максимальный дебит Q_{max} при максимальной депрессии с забойным давлением равном нулю

```
=IPR Qliq sm3Day(PI ;Pres ;0;fw ;Pb )
```

После задания всех необходимых параметров перейдем к построению индикаторной кривой.

Для расчета забойного давления в зависимости от дебита введите в ячейку D40 строку

```
=IPR Pwf atma(PI ; Pres ; C40; fw ; Pb )
```

Для вычисления дебита в зависимости от давления Вы можете воспользоваться функцией

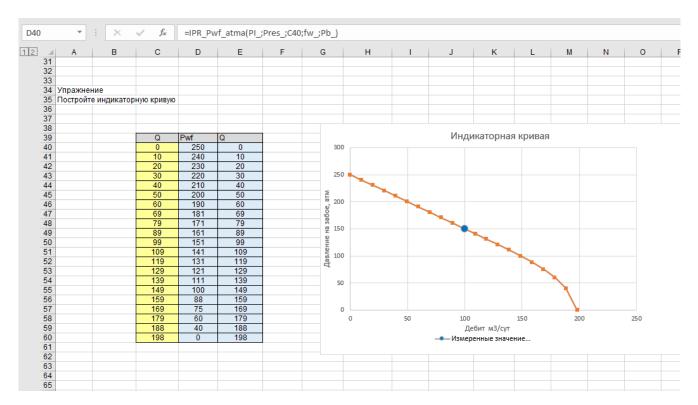


Рис. 3.9 — Результат построения индикаторной кривой

Применяя функции, строя дополнительные графики, ответьте на вопросы по упражнению, приведенные в рабочей книге.

- 1. Как можно оценить продуктивность скважины?
- 2. Зависит ли вид индикаторной кривой от газового фактора?

3.3 Набор расчетных модулей анализа скважины

Пример использования алгоритмов Unifloc 7.7 VBAприведен в файле UF7 calc well.xlsm.

Файл содержит набор расчетных модулей позволяющих провести анализ данных описывающих работу скважины с применением различных методов добычи.

3.4 Расчет свойств многофазного потока

Расчет характеристики потока, состоящего из двух или более фаз, является более сложным, чем вычисление параметров однофазного потока. Вследствие разности плотностей и вязкостей, поведение фаз в потоке может существенно различаться. Расчет параметров газожидкостной смеси необходим для прогнозирования распределения давления в скважине, анализа работы погружного оборудования и т.д.

Аналогично предыдущим упражнениям сперва необходимо задать:

- 1. PVT свойства флюидов
- 2. Параметры потока флюида Q_l расход жидкости и f_w обводненность. После этого в ячейке С20 для удобства использования все PVT свойства сгруппируются в единую строку с помощью функции

=PVT_encode_string(gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_;Rsb_;Rp_;Pb_;Tre

PVRstr	1_ * :	× ✓ f _x =PVT_	encode_string(gamma_gas	_;gamma_c	il_;gamma_	_wat_;Rsb_	Rp_;Pb_;Tres_;	Bob_;muob	_)										
1 2	⊿ A	В	С	D	E	F	G	H	1	J	K	L	M	N	0	P	Q	R	S	T
_ 1		ния по работе с макросами	Unifloc VBA			версия	7.7													
2	Расчет св	ойств многофазного потока																		
3																				
4																				
- E	Физико -	химические свойства флю	мла PVT																	
. 7	Jane	Y ₀	0.87		870	KF/M ³				ость расхода					гуры					
			0.01			KE/M3	-			ость доли газ				ы						
. 8		Yw	1		1000					ость вязкости ость давления				0.00 5000 0	DOTOVO DOS		oŭ.			
· 9)	Υ _s	0.8		0.976	KF/M ³		- Hocipor	IIC SABRICHIVI	ость давлени	101183080101	фактора при	т котором д	оли газа в	noroke pac	опа задапп	ON			
+ 1	0	R _{sb}	80	м³/м³	92	м ³ /т		Вопросы п	о упражени	ю										
+ 1	1	R _o	80	м ³ /м ³	92	м ³ /т								o 400 0						
- 1	2	Pbcal	120	атма	122	МПа		1. насколь расчета	ко изменит	ся расход ГЖС	при изменен	нии темпера	туры от зо	с до 100 с.	. Оцените в	в уме и про	верьте се	еоя на осно	se .	
+ 1	3	T _{res}	100	С	212	Φ		2. Может л		появиться сво										
1.1	4	B _{ob cal}	1.2	M ³ /M ³						ость ГЖС при і	подъеме на п	оверхность	в скважине	? Оцените	степень из	зменения в	уме и пр	оверьте се	бя на	
+ 1	5	μ _{ob cal}	1	сП				основе рас	чета											
1	6 Параметр	ры потока флюида																		
1	7	Qı	50	м ³ /сут																
1	8	f _w	10	%																
1																				
2	0	PVT строка	gamma_gas:0	,800;gamma	_oil:0,870;g	amma_wat:	1,000;rsb_m	3m3:80,000;rp_i	m3m3:80,00	0;pb_atma:120	.000;tres_C:10	10,000;bob_n	3m3:1,200;	muob_cP:1	,000;PVTco	orr:0;ksep fr	:0,000;pks	sep_atma:-1	000;tksep	C:-1,00

Рис. 3.10 — Исходные данные для расчета параметров многофазного потока

Для расчета параметров смеси при разных термобарических условиях вставьте следующие функции в таблицу и "протяните" их для полного заполнения.

Для расчета Q_{mix} - объемного расхода смеси воспользуйтесь в ячейке Е28 функцией

```
=MF_Qmix_m3day(Q_;fw_;C28;D28;PVRstr1_)
```

Вычисление β_{gas} - объемной доли газа в потоке в ячейке F28 производится с помощью функции

```
=MF_gas_fraction_d(C28;D28;fw_;PVRstr1_)
```

А вязкости газожидкостной смеси μ_{mix} в G28

=MF_Mumix_cP(Q_;fw_;C28;D28;PVRstr1_)

al .	A B	С	D	E	F	G	н	1.1	J	К	L	М	N	0	
21	^ 0	C		-	'			-		IX			IN .	- 0	+
22															$^{+}$
23															
24															
25															
26										0.25	0.5	0.75			
										Рпри	Р при	Рпри			
27		Р	Т	Q _{mix}	β_{gas}	μ_{mix}		ГΦ	PVT	βgas =0,25	βgas =0,5	βgas =0,75			
28		1	80	4392	0.99	0.04		10	gamma gas:0,80	21	9	3			
29		5	80	904	0.94	0.19		50	gamma_gas:0,80	64	33	13			
30		10	80	467	0.89	0.35		100	gamma_gas:0,80	93	54	25			
31		20	80	249	0.78	0.58		150	gamma_gas:0,80	123	76	36			
32		40	80	140	0.61	0.84		200	gamma_gas:0,80	168	95	46			
33		60	80	104	0.46	0.96		250	gamma_gas:0,80	300	111	56			
34		80	80	87	0.34	1.00		300	gamma_gas:0,80	300	124	65			
35		100	80	77	0.24	1.01		350	gamma_gas:0,80	300	136	74			4
36		120	80	71	0.15	1.01		400	gamma_gas:0,80	300	151	82			+
37		140	80	67	0.08	0.99		450	gamma_gas:0,80	300	175	90			+
38		160 180	80 80	64 64	0.01	0.97		500 550	gamma_gas:0,80	300 300	238 300	97 103			+
40		200	80	64	0.00	1.01		600	gamma_gas:0,80 gamma_gas:0,80	300	300	103			+
41		220	80	63	0.00	1.01		650	gamma_gas:0,80	300	300	114			+
42		240	80	63	0.00	1.07		700	gamma_gas:0,80	300	300	119			
43		260	80	63	0.00	1.11		750	gamma gas:0,80	300	300	124			
44		280	80	63	0.00	1.14		800	gamma_gas:0,80	300	300	128			
45		300	80	63	0.00	1.18		850	gamma gas:0,80	300	300	132			
46		320	80	63	0.00	1.22		900	gamma_gas:0,80	300	300	137			
47		340	80	63	0.00	1.26		950	gamma gas:0,80	300	300	142			
48		360	80	63	0.00	1.31		1000	gamma_gas:0,80	300	300	146			
49		380	80	63	0.00	1.36		1050	gamma_gas:0,80	300	300	152			
50		400	80	63	0.00	1.40		1100	gamma_gas:0,80	300	300	158			
51		420	80	63	0.00	1.45		1150	gamma_gas:0,80	300	300	166			
52		440	80	63	0.00	1.50		1200	gamma_gas:0,80	300	300	178			4
53		460	80	63	0.00	1.55		1250	gamma_gas:0,80	300	300	196			4
54															
55	Pa	сход ГЖС				Доля га:	за в пото	ке (расхо	дная)			Вязко	ость сме	еси от да	aE
56 57	5000				1.20						1.80				

Рис. 3.11 — Расчет параметров многофазного потока

Для вычисления давления в зависимости от газового фактора и объемного содержания газа в потоке β_{qas}

Поместите в ячейку J28 строку:

=PVT_encode_string(gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_;Rsb_;I28;Pb_;Tre

А в ячейки K28, L28, M28 функцию для вычисления давления

=MF_p_gas_fraction_atma(X;20;fw_;J28)

где X соответствующие ссылки на ячейки с β_{gas} - K26, L26, M26

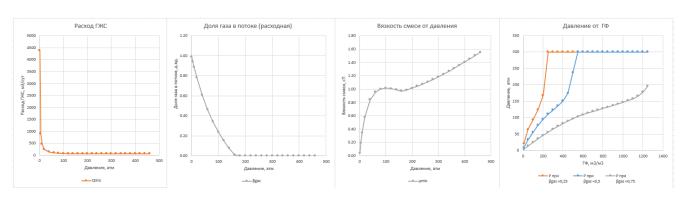


Рис. 3.12 — Графики для параметров многофазного потока

Далее для расчета вязкости отдельных фаз потока при различных P,T аналогично воспользуйтесь функциями.

Вязкость смеси μ_{mix} в Е98

=MF Mumix cP(Q;fw;C98;D98;PVRstr1)

Вязкость газа μ_{gas} в F98

=PVT_Mug_cP(C98;D98;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_;Rsb_;Rp_;Pb_;Tr

Вязкость нефти μ_o в G98

=PVT_Muo_cP(C98;D98;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_;Rsb_;Rp_;Pb_;Tr

И вязкость воды μ_{m} в Н98

=PVT_Muw_cP(C98;D98;gamma_gas_;gamma_oil_;gamma_wat_;Rsb_;Rp_;Pb_;Tr

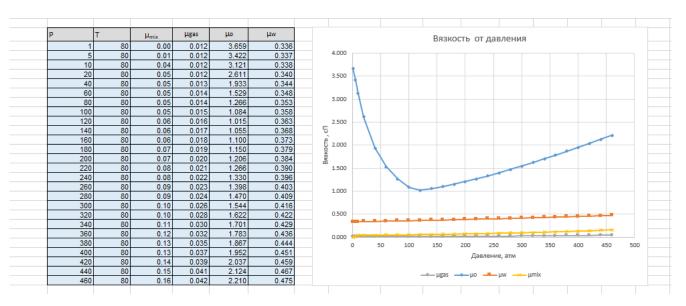


Рис. 3.13 — Разложение вязкости смеси на отдельные компоненты

Для самопроверки ответьте на следующие вопросы

- 1. Насколько изменится расход ГЖС при изменении температуры от 30 С до 100 С? Оцените в уме и проверьте себя на основе расчета
- 2. Может ли в потоке появиться свободный газ при давлении выше давления насыщения? Если да то при каких условиях?
- 3. Как изменится вязкость ГЖС при подъеме на поверхность в скважине? Оцените степень изменения в уме и проверьте себя на основе расчета

3.5 Расчет штуцера

Для контроля дебита и/или давления на добывающих скважинах вблизи устья может устанавливаться штуцер.

Расчет потока через данное гидравлическое сопротивление начинается с предварительного задания PVT свойств, параметров потока и конструкции элементов.

4	A B	С	D	E	F	G	Н	1 1	J	K	L	М	N	0	Р	Q	R	
1 Yn	пражнения по работе с макросами Unifl	oc VBA			версия	7.7												
2 Pac	асчет характеристики штуцера																	
3																		
5																		
	Ризико - химические свойства флюида	DVT																
7		0.87		870	кг/м³			Какие парам	етры описыв	ают гидрав	лический эл	темент штуц	цер? какие н	адо задать	, а какие м	ожно рас	считать?	
	Yo	0.87				-		Постройте за										
8	Yw	1		1000	KF/M ³			Постройте за		авления на	входе в шту	/цер от дебі	ита. Для все	к ли значен	ний дебита	можно по	остроить т	акую
9	Ve	0.8		0.976	KE/M3			зависимость	?									
10			м³/м³		M ³ /T			Постройте о										
	R _{sb}	80		92	м³/т			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	т в этом с	лучае при	умен
11	R _{sb}	80	м ³ /м ³ м ³ /м ³	92 92	м ³ /т м ³ /т				одель штуце					. Как изме	нится деби	т в этом с.	лучае при	і умен
11	R _{sb}	80		92	м³/т			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	іт в этом с.	лучае при	і умен
11	R _{sb}	80	м³/м³	92 92	м ³ /т м ³ /т			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	т в этом с	лучае при	і умен
11 12 13	R _{sb} R _p P _{b cal}	80 80 120	м ³ /м ³ атма	92 92 122	м ³ /т м ³ /т МПа			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	ІТ В ЭТОМ С	лучае при	і умен
11 12 13	R _{pb} R _p P _{b col} T _{res} B _{ob cel}	80 80 120 100	м ³ /м ³ атма С	92 92 122	м ³ /т м ³ /т МПа			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	ІТ В ЭТОМ С	лучае при	і умен
11 12 13 14 15	R _{sb} R _p P _{b cal} T _{res}	80 80 120 100	м ³ /м ³ атма С м3/м3	92 92 122	м ³ /т м ³ /т МПа			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	ІТ В ЭТОМ С	лучае при	і умен
11 12 13 14 15 16 Πα ₁	R ₁₀ R _p P _{5 cal} T _{ret} B _{00 cal} H _{00 cal}	80 80 120 100	м ³ /м ³ атма С м3/м3	92 92 122	м ³ /т м ³ /т МПа			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	ІТ В ЭТОМ С	лучае при	і умен
11 12 13 14 15 16 Πα ₁	R ₁₀ R _p P _{5 cal} T _{ret} B _{00 cal} H _{00 cal}	80 80 120 100 1.2	м ³ /м ³ атма С м3/м3	92 92 122	м ³ /т м ³ /т МПа			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	ІТ В ЭТОМ С	лучае при	і умен
11 12 13 14 15 16 Na ₁ 17 18 19 Kor	R ₂₀	80 80 120 100 1.2 1	м ³ /м ³ атма С м3/м3 сП	92 92 122	м ³ /т м ³ /т МПа			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	ІТ В ЭТОМ С	лучае при	і умен
11 12 13 14 15 16 Na 17 18 19 Kor 20	R ₃₀ R _p P _{5 cal} T _{net} B _{00 cal} H _{00 cal} араметры потока флюида f _w Температура на входе онструкция Димметр трубы	80 80 120 100 1.2 1	м ³ /м ³ атма С м3/м3 сП	92 92 122	м ³ /т м ³ /т МПа			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	т в этом с.	лучае при	і умен
11 12 13 14 15 16 Na ₁ 17 18 19 Kor 20 21	R ₂₅ R ₅ R ₅ P _{5 cat} T _{**et} B _{30 cat} H _{40 cat} Appamerpы потока флимура Температура на входе онструкция	80 80 120 100 1.2 1	м ³ /м ³ атма С м3/м3 сП % С	92 92 122	м ³ /т м ³ /т МПа			Настройте м	одель штуце					. Как изме	нится деби	IT B ЭТОМ C.	лучае при	і умен
17 18	R ₃₀ R _p P _{5 cal} T _{net} B _{00 cal} H _{00 cal} араметры потока флюида f _w Температура на входе онструкция Димметр трубы	80 80 120 100 1.2 1 1 20 30 70	м ³ /м ³ атма С м3/м3 сП % С	92 92 122 212	м ³ /т м ³ /т МПа Ф			Настройте м	одель штуце гуцера	ра по извес	тному деби	ту и перепа,	ду давления					

Рис. 3.14 — Исходные данные для расчета потока через штуцер

В упражнении следует ведется расчет

- 1. Линейное давление
- 2. Буферное давление
- 3. Дебит вместе с подстроечным параметром

			v_,u_crioke,	Pbuf_;1;d_pi	pe; i_cnoke	;;PV1Str_)}							
4	A B	С	D	E	F	G	Н	1	J	K	L	M	N
25 Y	/пражнение												
26 27													•
27	Дебит жидкости	10	м3/сут										
28	Буферное давление	26	атм										.
29	Рассчитать линейное давление	26.0	26.0	26.0	30.0	0.0		Перепад	давлений	0.04	30.00	0.00	1
30 31		Pout, atma	_intake_atn	p_out_atma	Tchoke_C	cfChoke_fr				dP_atm	Tchoke_C	cfChoke	
31													5
32 33	Линейное давление	1	атм										
	Рассчитать буферное давление	2.3	2.3	1.0	30.0	0.0		Перепад	давлений	1.33	30.00	0.00	1 1
34		Pin, atma	_intake_atn	p_out_atma	Tchoke_C	cfChoke_fr				dP_atm	Tchoke_C	cfChoke	4
35													_
36	Рассчитать подстроечный параметр												1
37		0.91	26	1	30	0.91							
38		cor fact	_intake_atn	p_out_atma	Tchoke_C	cfChoke_fr							
39													
40	Рассчитать дебит через штуцер												
41		10	26	1	30	0.91							13
42		Qliq	intake atn	p_out_atma	Tchoke C	cfChoke							1

Рис. 3.15 — Расчет давлений и дебитов через ограничитель

Стоит отметить, что некоторые функции возвращают результат в виде массивов, которые занимают несколько ячеек. (Это можно определить по наличию фигурных скобок в строке формул). Поэтому для выдачи правильного результата необходимо выделить диапазон ячеек для будущего расположения массива. (Он выделен синим цветом; если диапазон окажется большим, в лишних ячейках появится сообщение "H/Д"). После выделения диапазона наберите необходимую формулу и нажмите сочетание клавиш CTR+Shift+Enter.

Пользуясь инструкцией выше для расчета линейного давления по буферному выделите диапазон C29:G30 и вставьте функцию в строку формул

```
=MF_p_choke_atma(Qliq_;fw_;d_choke;Pbuf_;1;d_pipe;T_choke;;PVTstr_)
```

Если Вы все сделали правильно, то Вы увидите массив значений из двух строк: строка названий параметров и их значения.

Аналогично для расчета перепада давления

```
=MF_p_choke_atma(Qliq_;fw_;d_choke;Pbuf_;1;d_pipe;T_choke;;PVTstr_)
Расчет буферного давления по линейному
```

```
=MF_p_choke_atma(Qliq_;fw_;d_choke;Plin_;0;d_pipe;T_choke;;PVTstr_)
```

И перепад давления для данного случая

```
=MF_dp_choke_atm(Qliq_;fw_;d_choke;Plin_;0;d_pipe;T_choke;;PVTstr_)
```

Для вычисления дебита с помощью давлений предварительно необходимо рассчитать подстроечный параметр

```
=MF_cf_choke_fr(Qliq_;fw_;d_choke;Pbuf_;Plin_;d_pipe;T_choke;PVTstr_
После возможно рассчитать уже сам дебит через штуцер
```

```
=MF_qliq_choke_sm3day(fw_;d_choke;Pbuf_;Plin_;d_pipe;T_choke;C37;PVT
```

Чтобы построить график давление на входе штуцера от дебита при разных давлениях на выходе воспользуйтесь функцией для полного заполнения таблицы

```
=MF_p_choke_atma(C49; fw_{,}d_{c}hoke; \texttt{B50;0;d_pipe;T_choke;0;PVTstr_)}
```

Теперь Вы можете ответить на следующие вопросы:

- 1. Какие параметры описывают гидравлический элемент штуцер? какие надо задать, а какие можно рассчитать?
- 2. Постройте зависимость давления на входе в штуцер от дебита. Для всех ли значений дебита можно построить такую зависимость?
- 3. Настройте модель штуцера по известному дебиту и перепаду давления. Как изменится дебит в этом случае при уменьшении диаметра штуцера

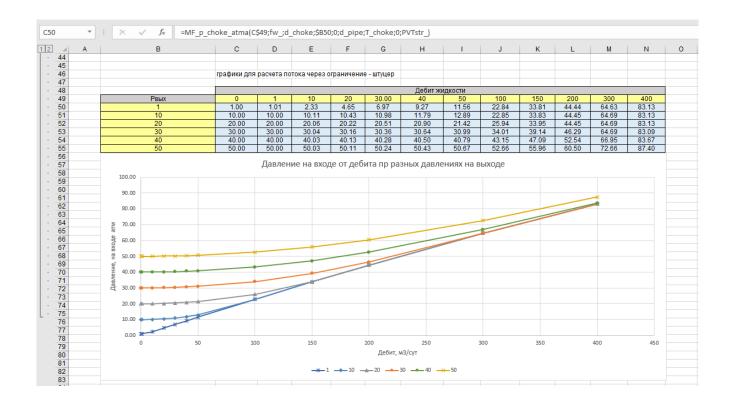


Рис. 3.16 — Давление на входе штуцера в зависимости от различных дебитов на выходе и давлений

3.5.1 Расчетный модуль анализа и настройки PVT свойств