

Технологические режимы добывающих скважин

Учебный курс

Содержание

- Введение
 - Назначение расчетов в технологическом режиме скважин
- Данные для расчетов
- Расчет забойного давления
 - Механизированные скважины
 - Фонтанирующие скважины
- Расчет потенциала скважины
 - Оптимизация режимов работы скважин
 - Потенциал после проведения ГРП
- Возможности формы технологического режима скважин в Excel

Назначение техрежима скважин

- Технологический режим добывающих скважин – **рабочий инструмент** для мониторинга текущего состояния фонда скважин и оценки добывного потенциала скважин
- Задачи техрежима
 - Выявление лучших скважин с точки зрения имеющегося потенциала добычи нефти
 - Сбор основных показателей и расчет потенциала добычи нефти по всему фонду скважин

Последовательность расчета потенциала скважин

Статические данные + Ежемесячные замеры



Забойное давление



Коэффициент продуктивности



Потенциал скважины после оптимизации



Оценка проницаемости пласта



Скин-фактор после ГРП



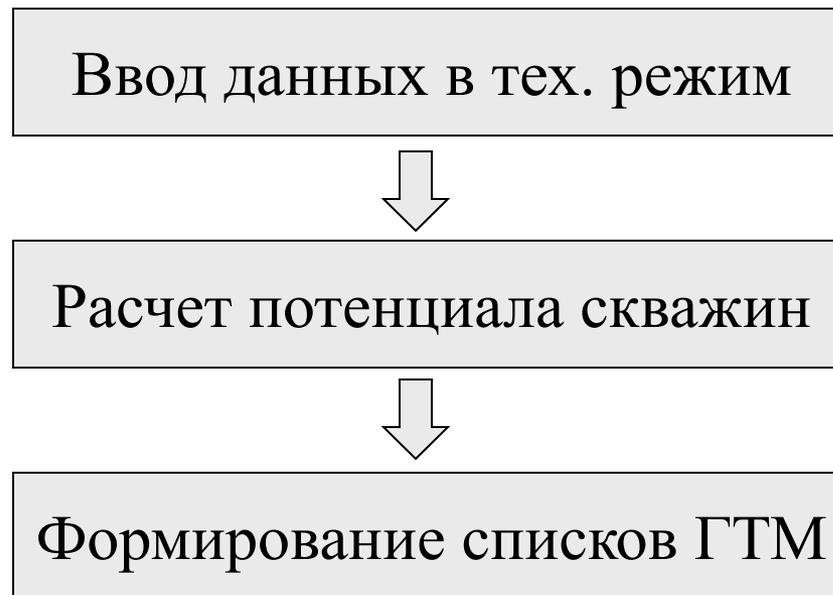
Коэффициент продуктивности



Потенциал скважины после ГРП

Корректность данных

- Корректность расчетов потенциала скважин зависит от корректности исходных данных.



- Неправильные данные на входе дают неправильный результат на выходе!

Типы данных

- Организационная привязка
- Конструкция скважины
- Оборудование
- Текущие замеры
 - Дебиты
 - Давления
 - Уровень
- Физико-химические свойства и скин-эффект

Расчет забойного давления механизированных скважин

Расчет забойного давления механизированных скважин без учета газа

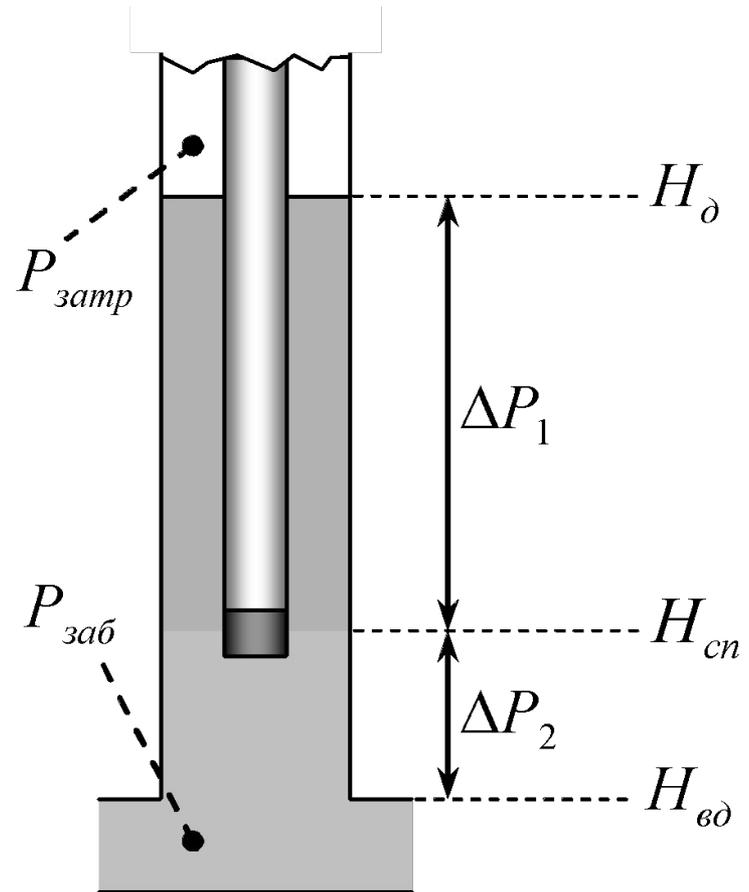
$$P_{заб} = P_{затр} + \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$\Delta P_1 = \rho_n \cdot g \cdot (H_{сп} - H_{\delta})$$

$$\Delta P_2 = \rho_{жс} \cdot g \cdot (H_{вд} - H_{сп})$$

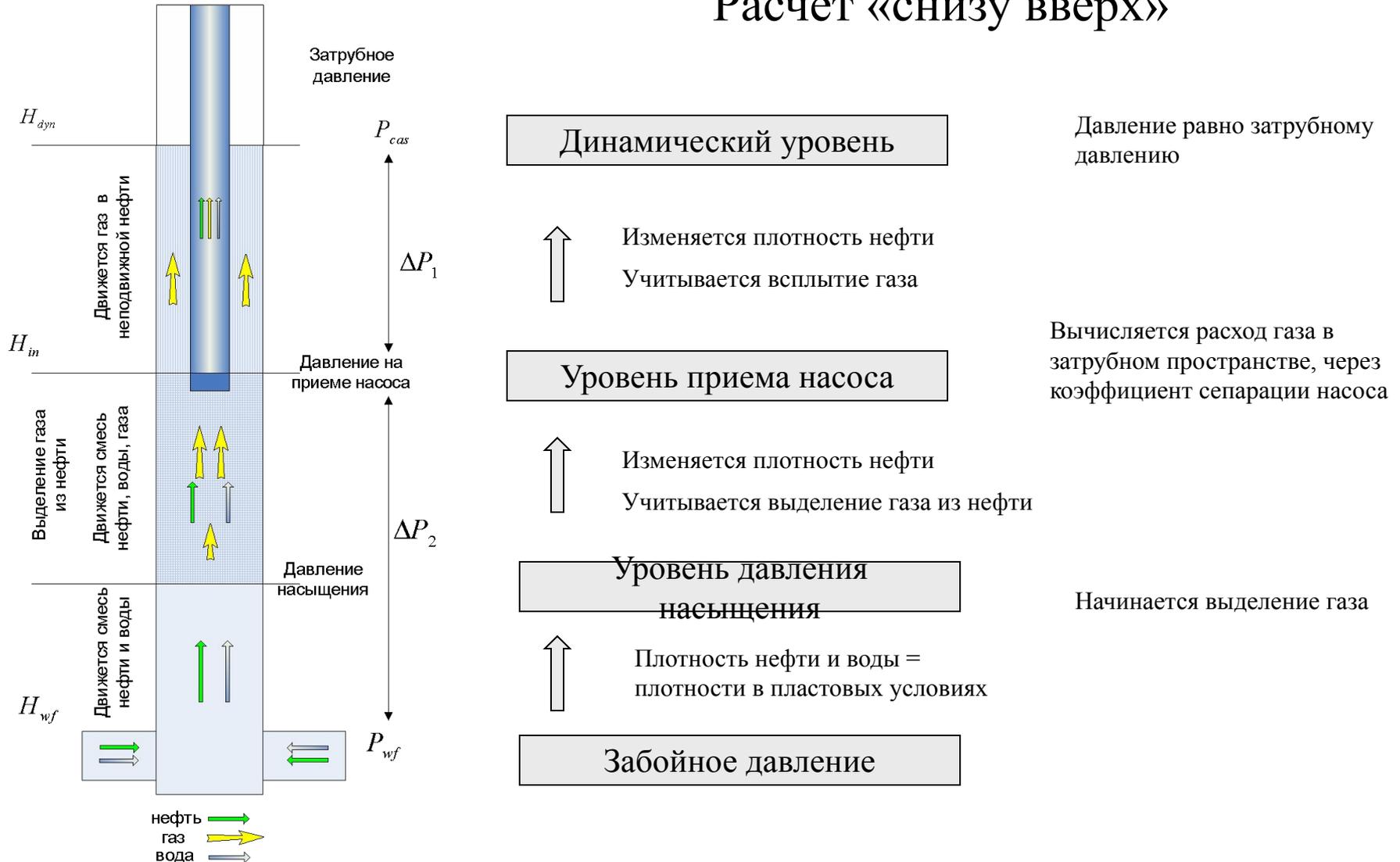
$\rho_{жс}$ - плотность газо-водо-нефтяной смеси

ρ_n - плотность газо-нефтяной смеси

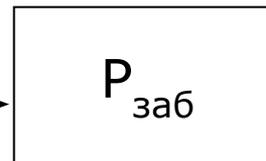
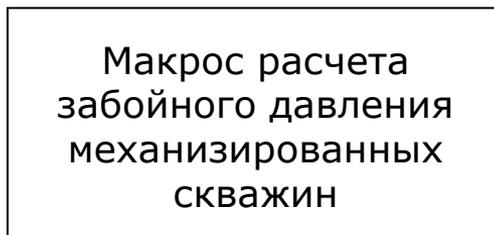
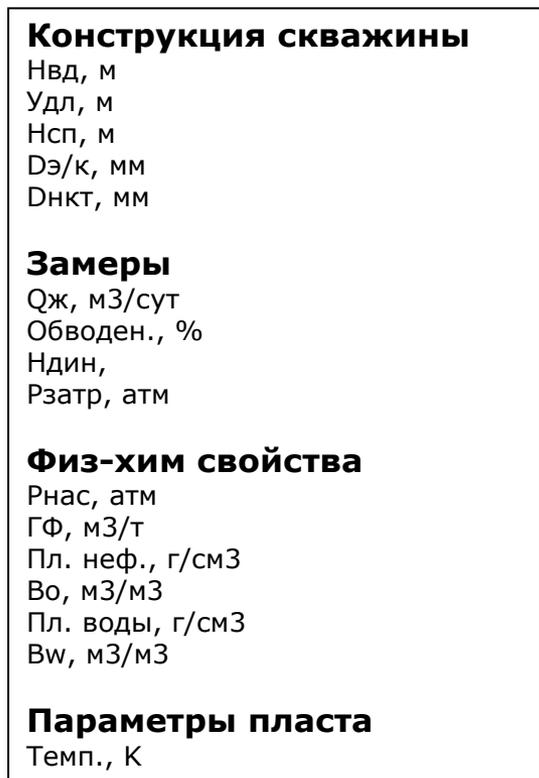


Расчет динамического уровня по забойному давлению

Расчет «снизу вверх»



Исходные данные для расчета забойного давления механизированных скважин с учетом газа



При расчете забойного давления учитывается:

- Наличие газа в стволе скважины
- Изменение плотности нефти при разгазировании

Параметры конструкции скважины

Нвд	- измеренная глубина верхних дыр перфорации, м.
Удл	- удлинение для глубины верхних дыр перфорации, м.
Нсп	- измеренная глубина спуска насоса, м.
D э/к	- внутренний диаметр эксплуатационной колонны, мм.
D нкт	- внешний диаметр эксплуатационной колонны, мм.

Замеры

Qж	- дебит жидкости, м ³ /сут.
Обводен.	- обводенность, %.
Ндин	- динамический уровня скважины, м.
Pзатр	- затрубное давление, атм.
Pпл	- пластовое давление, атм.

Физ-хим свойства

Pнас	- давление насыщения, атм.
ГФ	- газовый фактор, м ³ /т.
Пл. нефти	- плотность нефти в стандартных условиях, г/см ³ .
Во	- объемный коэффициент нефти, м ³ /м ³ .
Пл. воды	- плотность воды в стандартных условиях, г/см ³ .
Вw	- объемный коэффициент нефти, м ³ /м ³ .

Параметры пласта

Темп.	- температура пласта, К
-------	-------------------------

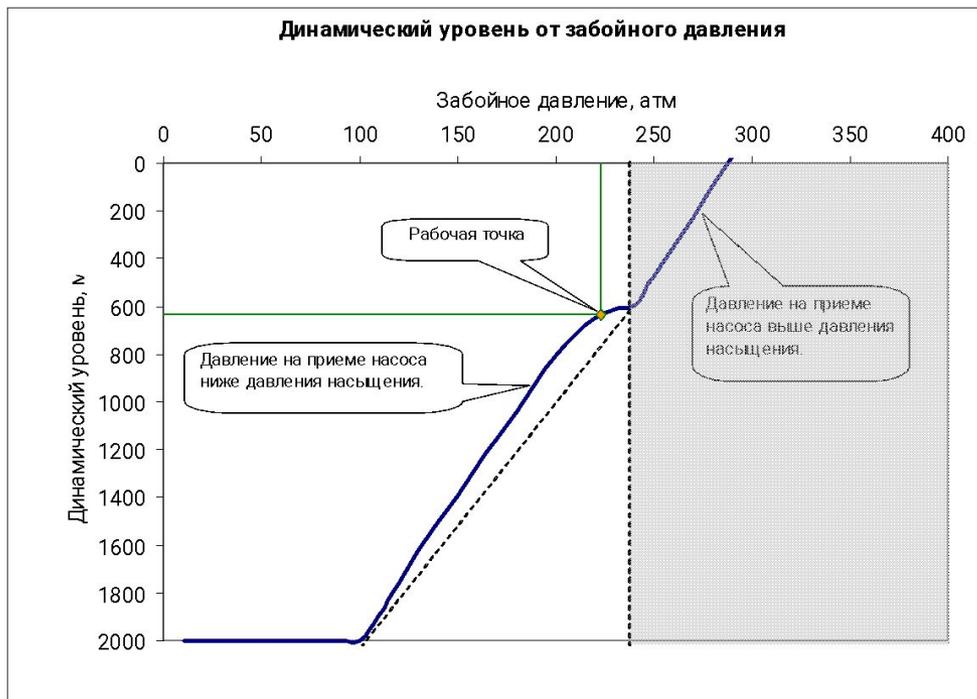
Пример расчета забойного давления

Скважина 603 Северно-Баганского месторождения

Конструкция		
Нверх. дыр	328	м
Удл	12	м
Н	200	м
коэф.	0,	
Д	142,	мм
Д НКТ	7	мм
Н	1	м
	0	

Замер		
Qж	15	м3/су
обводен	0	%
Q	0	т/сут
Qв	0,15	м3/су
Ндин	63	
Рзатр	24,	атм
Рп	23	атм
л	5	

Фи -хим		
Рна	13	атм
Г	13	м3/
пл	0,88	г/см
В	1,0	м3/м
пл. воды	1,0	г/см
В	1	м3/м
w		3



Учёт наличия газа дает поправку к расчетному забойному давлению 10 атм.

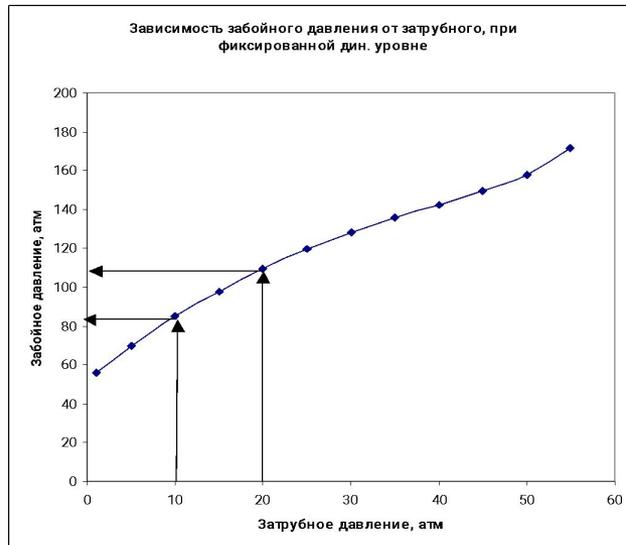
«Серая» зона на графике соответствует ситуации когда давление на приеме насоса выше давления насыщения. В этом случае газа в затрубном пространстве нет.

Анализ чувствительности к исходным данным при расчете забойного давления механизированных скважин

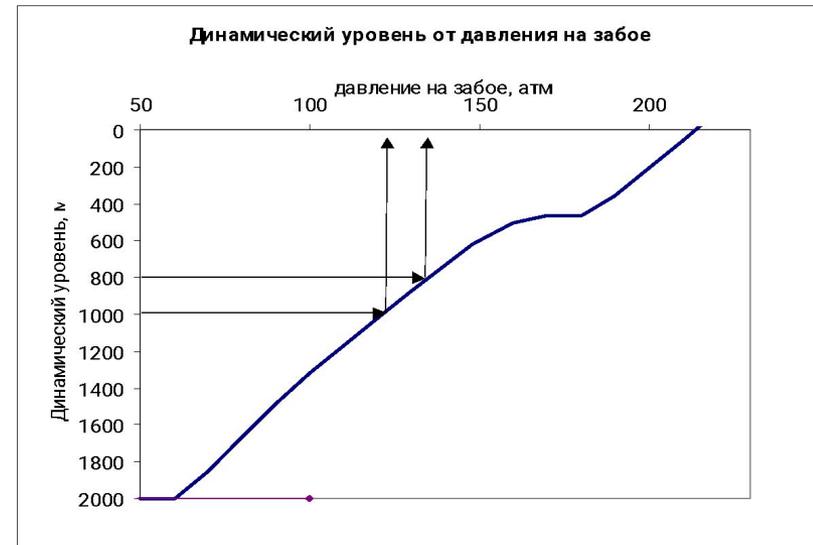
Параметры влияющие на расчет забойного давления:

- Динамический уровень;
- Затрубное давление;
- Дебит жидкости и обводненность;
- Физико-химические свойства флюидов:
 - Газовый фактор, давление насыщения;
 - Плотность нефти;
 - Объемный коэффициент нефти.

Для корректной оценки забойного давления замеры параметров должны быть проведены одновременно



Изменение затрубного давления на 10 атм. Может привести к изменению забойного давления на 30 атм.



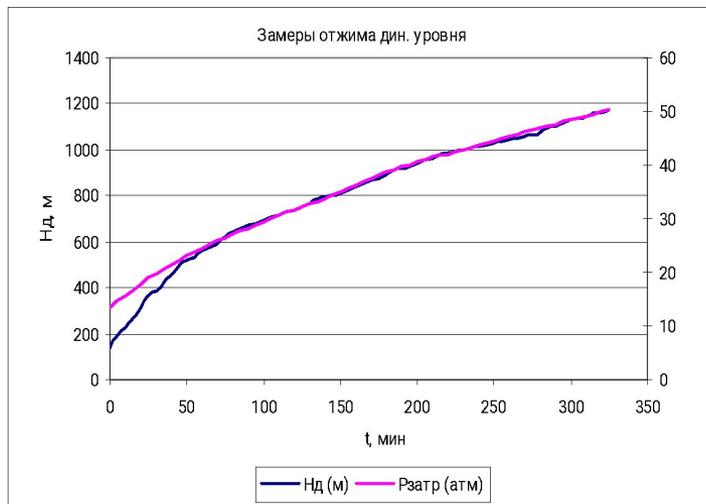
Изменение динамического уровня на 200 м. Может привести к изменению забойного давления на 15 атм.

В некоторых случаях неопределенность может достигать больших величин

Уточнение забойного давления

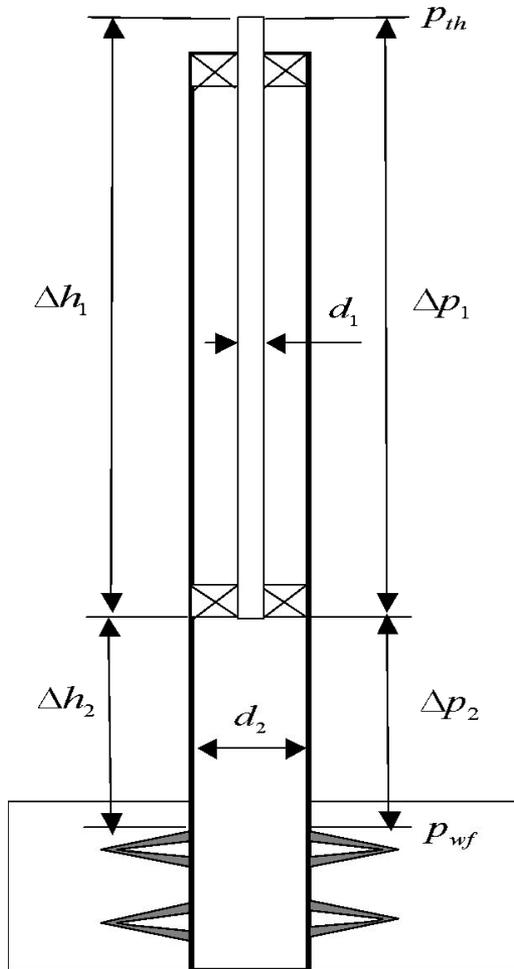
Более точно оценить значение забойного давления при высоком содержании газа можно при помощи отжима динамического уровня (серии замеров затрубного давления и динамического уровня при закрытой затрубном задвижке). Отжим уровня позволяет:

- рассчитать расход свободного газа в затрубном пространстве
- рассчитать забойное давление с учетом наличия в затрубном пространстве режимов течения газа с высоким газосодержанием «пены».



Расчет забойного давления фонтанирующих скважин

Расчет забойного давления

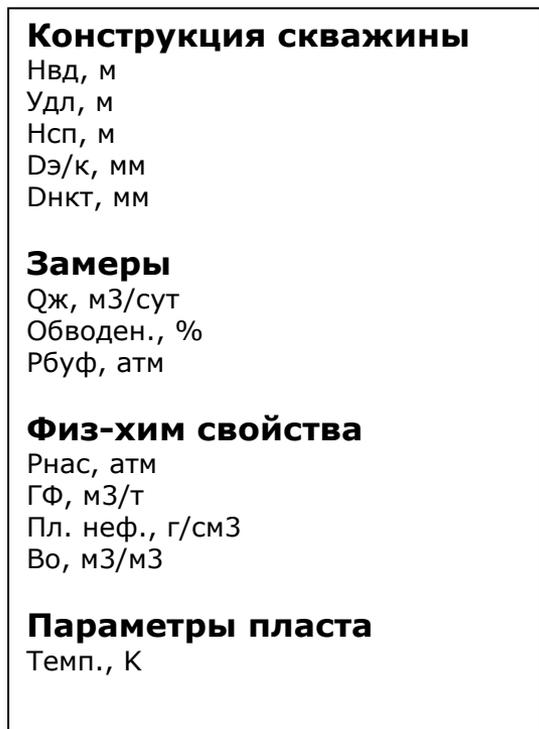


При заданном устьевом давлении P_{th} давление на забое P_{wf} вычисляется по следующей формуле:

$$P_{wf} = P_{th} + \Delta p_1 + \Delta p_2,$$

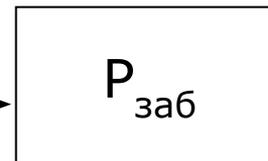
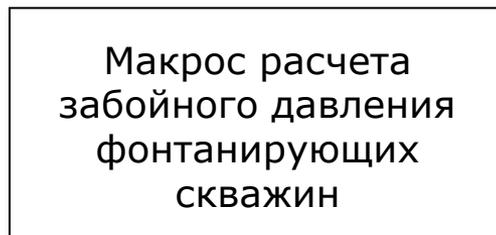
где Δp_1 - перепад давления при течении жидкости в НКТ, Δp_2 - перепад давления при течении жидкости в обсадной колонне. В сумме эти два перепада давления создают перепад давления между устьем и забоем скважины.

Исходные данные для расчета забойного давления фонтанирующих скважин с учетом газа



При расчете забойного давления учитываются:

- Наличие газа в стволе скважины
- Изменение плотности нефти при разгазировании
- Потери давления на трение в стволе скважины



Параметры конструкции скважины

- Нвд - измеренная глубина верхних дыр перфорации, м.
Удл - удлинение для глубины верхних дыр перфорации, м.
Нсп - измеренная глубина спуска насоса, м.
D э/к - внутренний диаметр эксплуатационной колонны, мм.
D нкт - внешний диаметр эксплуатационной колонны, мм.

Замеры

- Qж - дебит жидкости, м³/сут.
Обводен. - обводенность, %.
Ндин - динамический уровень скважины, м.
Рбуф - буферное давление, атм.
Рпл - пластовое давление, атм.

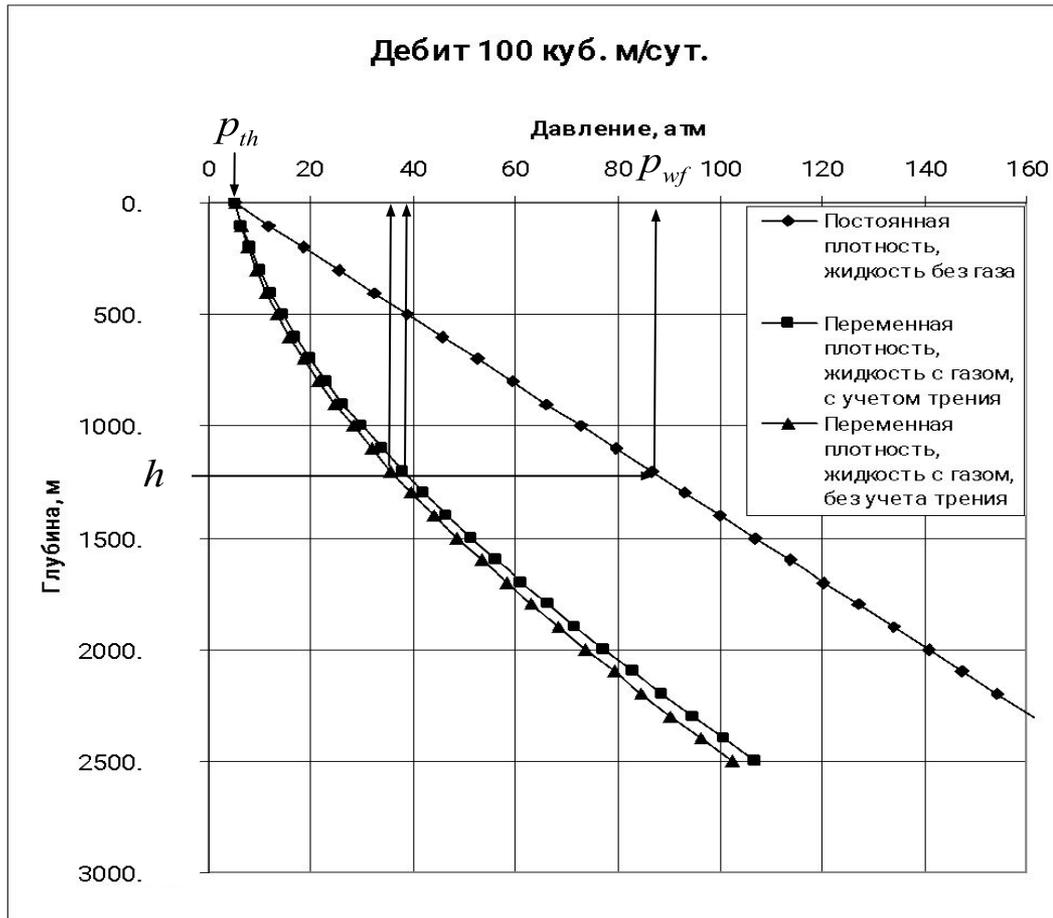
Физ-хим свойства

- Рнас - давление насыщения, атм.
ГФ - газовый фактор, м³/т.
Пл. нефти - плотность нефти в стандартных условиях, г/см³.
Во - объемный коэффициент нефти, м³/м³.

Параметры пласта

- Темп. - температура пласта, К

Распределение давления в стволе скважины



Плотность жидкости в НКТ изменяется по мере ее подъема за счет:

- уменьшения средней плотности смеси за счет появления свободного газа, выделяющегося из нефти по мере уменьшения давления;
- изменение плотности нефти и воды с изменением давления и температуры.

Для расчета параметров многофазного потока используется метод Beggs&Brill. Для расчета коэффициента трения используется метод, предложенный Moody

Кривая эффективности лифта

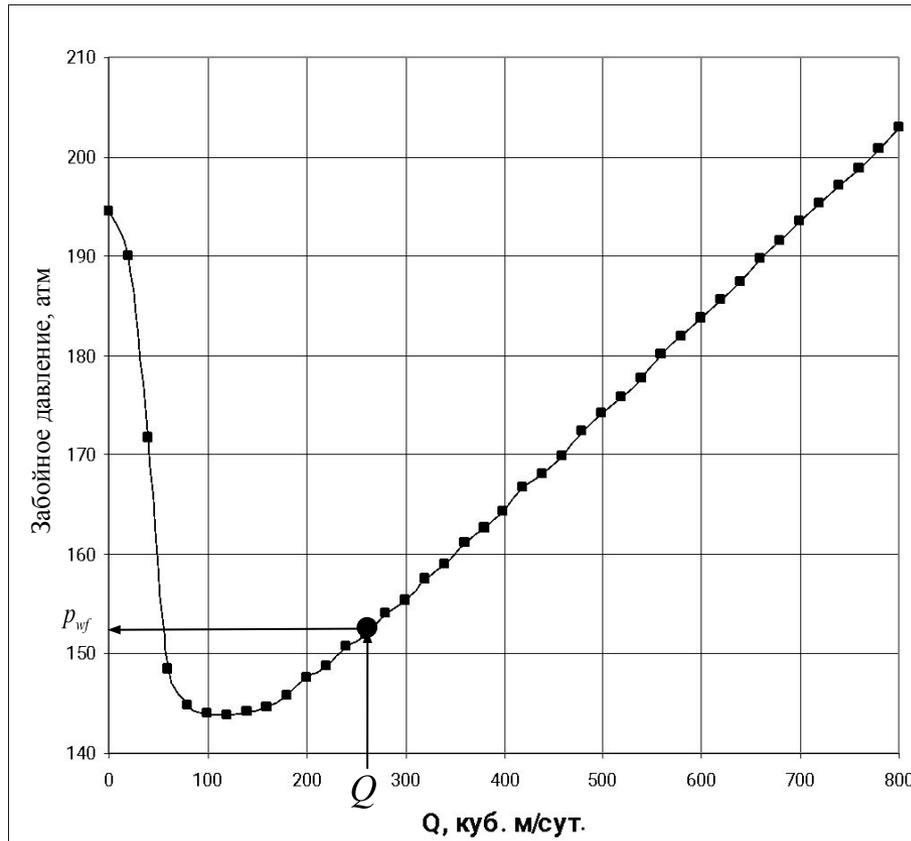


График зависимости забойного давления от дебита – кривая эффективности лифта

Расчет потенциала скважин при оптимизации режима работы

Расчет потенциала скважины после оптимизации

Определение текущего
коэффициента продуктивности

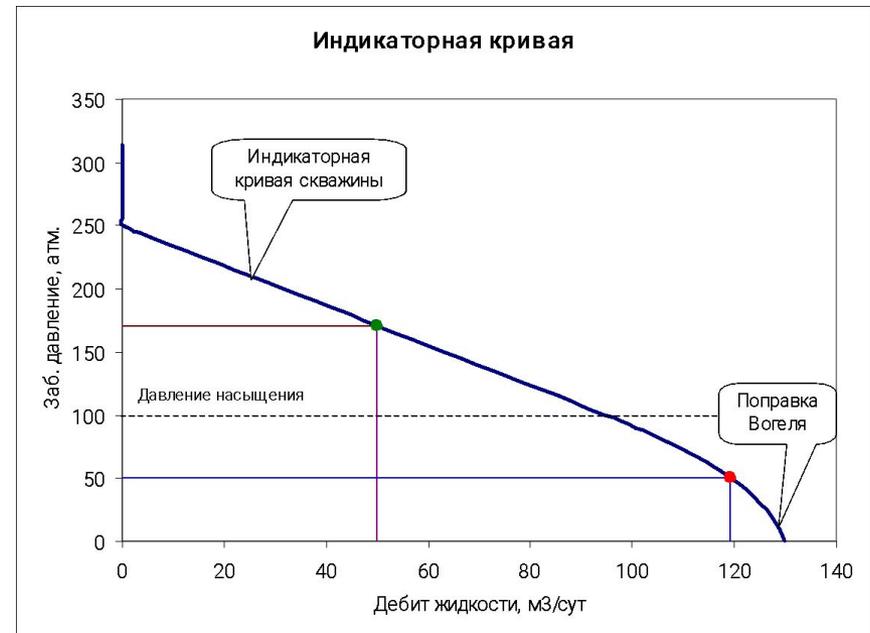
$$K_{np} = \begin{cases} \frac{Q_{жс}}{P_{пл} - P_{заб}}, & P_{заб} \geq P_{нас} \\ \frac{Q_{жс}}{P_{пл} - P_{нас} + \frac{P_{нас}}{1.8} \cdot \left(1 - 0.2 \cdot \left(\frac{P_{заб}}{P_{нас}}\right) - 0.8 \cdot \left(\frac{P_{заб}}{P_{нас}}\right)^2\right)}, & P_{заб} < P_{нас} \end{cases}$$

Определение потенциального дебита
при целевом забойном давлении

$$Q_{жс}^{opt} = \begin{cases} K_{np} \cdot (P_{пл} - P'_{заб}), & P'_{заб} \geq P_{нас} \\ K_{np} \cdot \left(P_{пл} - P_{нас} + \frac{P_{нас}}{1.8} \cdot \left(1 - 0.2 \cdot \frac{P'_{заб}}{P_{нас}} - 0.8 \cdot \left(\frac{P'_{заб}}{P_{нас}}\right)^2\right) \right), & P'_{заб} < P_{нас} \end{cases}$$

Необходимые данные для расчета
потенциала:

- Пластовое давление
- Забойное давление
- Дебит жидкости
- Целевое забойное давление
- Давление насыщения



Расчет потенциала скважины после оптимизации режима работы основан на построении индикаторной кривой скважины по данным фактической эксплуатации

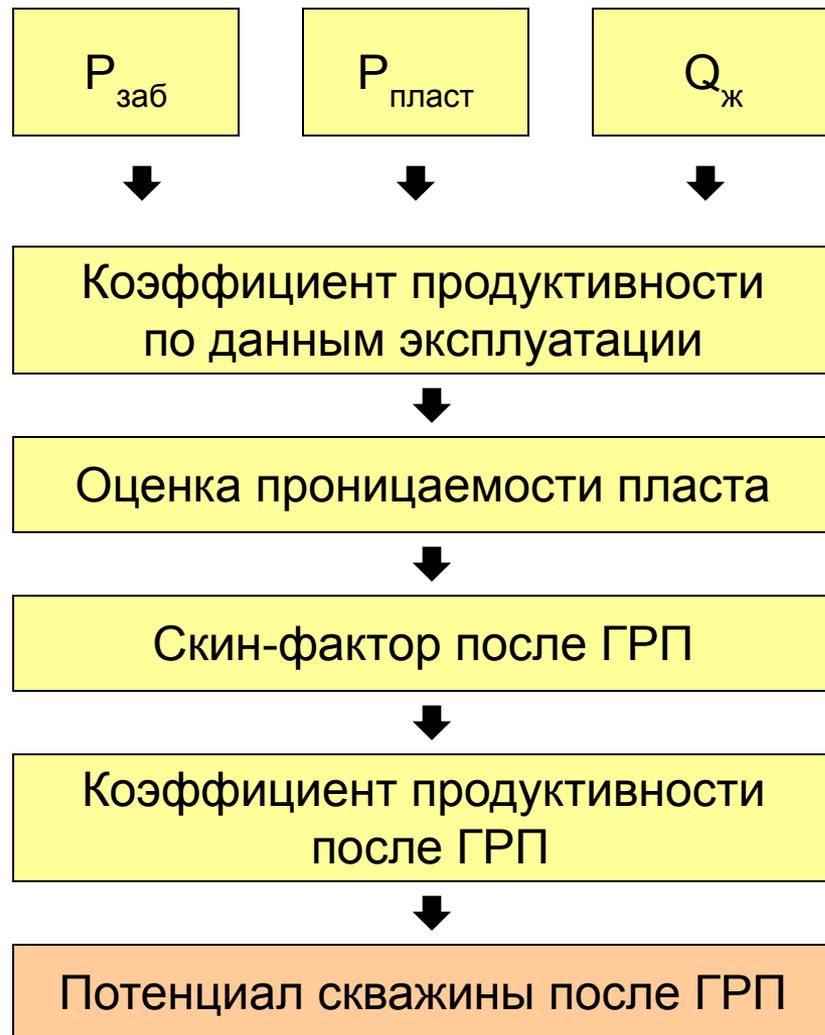
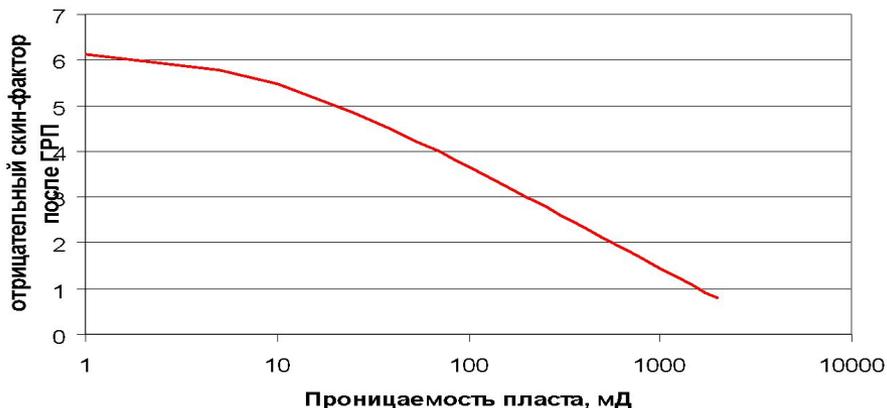
Расчет потенциала скважин после проведении ГРП

Расчет продуктивности скважины после ГРП

Расчет производительности скважины после ГРП основан на коэффициенте продуктивности скважины полученном данных эксплуатации (дебита жидкости, пластового давления и рассчитанного забойного давлений)

Производительность скважины после ГРП существенно зависит от проницаемости пласта

Зависимость скин-фактора после ГРП



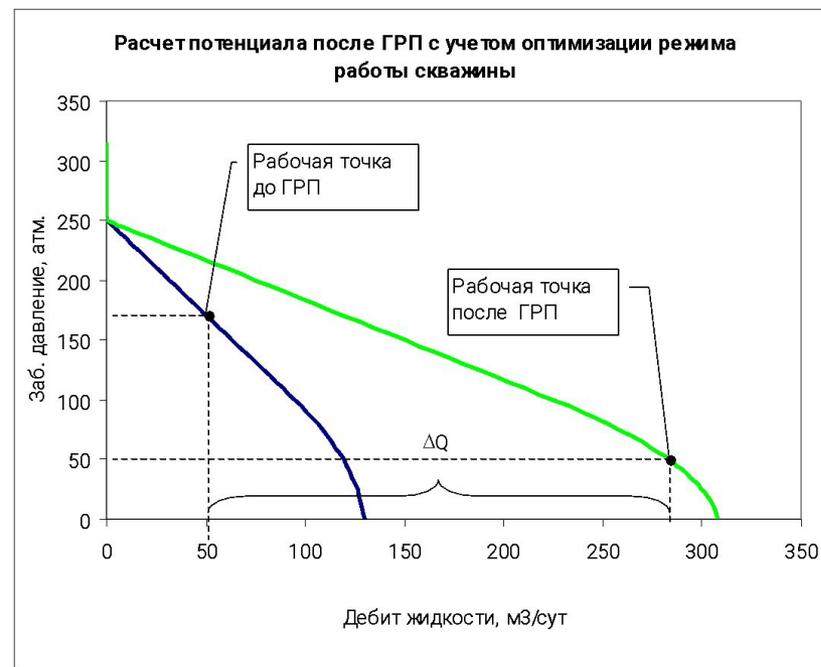
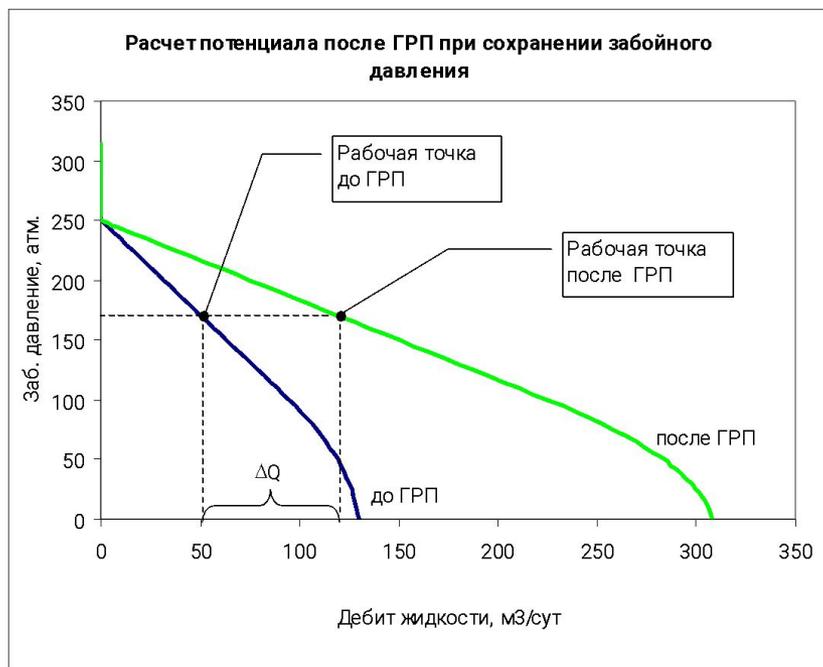
Расчет потенциала скважины после ГРП

Определение коэффициента продуктивности после проведения ГРП

$$K_{np}^{ГРП} = \frac{KH}{18.4 \cdot B_n \cdot \mu \cdot \left(\ln \left(\frac{r_e}{r_w} \right) - \frac{3}{4} + S' \right)}$$

Определение потенциального дебита после ГРП при целевом забойном давлении

$$Q_{ж}^{общ} = \begin{cases} K_{np}^{ГРП} \cdot (P_{пл} - P'_{заб}), & P'_{заб} \geq P_{нас} \\ K_{np}^{ГРП} \cdot \left(P_{пл} - P_{нас} + \frac{P_{нас}}{1.8} \cdot \left(1 - 0.2 \cdot \frac{P'_{заб}}{P_{нас}} - 0.8 \cdot \left(\frac{P'_{заб}}{P_{нас}} \right)^2 \right) \right), & P'_{заб} < P_{нас} \end{cases}$$



Использование формы
технологических режимов
добывающих скважин

Встроенная автоматическая проверка данных

Программа обладает возможностью проверки данных технологических режимов скважин более чем по 30 критериям.

Проверяется:

- Наличие данных (замеры, конструкция, PVT...);
- Попадание в диапазон ($0 \leq \text{Обводненность} \leq 100$);
- Соответствие данных ($H_D < H_{сп}$, $P_{пл} > P_{лин}$).

Результаты:

- Сводная таблица ошибок;
- Индикация ошибок цветом;
- Текстовые комментарии к каждой ошибке.

Microsoft Excel - Шаблон ТР Пур_ (v2.1.1).xls

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

194 ШГН

Проверить режим из файла

Отчет: Технологический режим работы нефтяных скважин
На: апрель 2005
Дата выдачи: 25.03.05

кнопка вызова процедуры проверки

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	К	Л	М	Н	О	Р	Q	
8		нгду	мест-е	Код мест-ия	№ скв	Тип скважины	куст	пласт	№ ячейки	Дв/к	Днкт	Нвд	удл	СЭ	тип насоса	Номинальная мощность	напор
187		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	479p	стакань	0	2БП7	126	60,00	2865	75,9	ФОН				
188		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	501п	стакань	0	2БП6	126	60,00	0	0	ФОН				
189		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	502п	стакань	0	ПК14	126	60,00	0	0	ФОН				
190		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	504п	стакань	0	стакань	126	60,00	0	0	ФОН				
191		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	505p	стакань	0	стакань	126	60,00	0	0	ФОН				
192		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	899	стакань	2	стакань	0,00	0,00	0,00	1189	165	ШП	НСВ2-32		
193		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	900	стакань	2	стакань	0,00	0,00	0,00	1163	139,4	ФОН			
194		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	901	стакань	2	стакань	0,00	0,00	0,00	1178	61,3	ШП			
195		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	936	стакань	2	стакань	0,00	0,00	0,00	1163	136,9	ШП			
196		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	937	стакань	2	ПК1	129	60,00	0	119,1	ФОН				
197		нгду"вн"	С-Канс	MSO482	939	стакань	2	ПК1	132	60,00	0	95	ШП				
198		нгду"вн"	Барсуковское	MSO496	1624	БЕРТ	55	ПК19-20	130	60,00	1741	133,2	ЭЦН	ЭЦНМ5-80-650			
199		нгду"вн"	Барсуковское	MSO496	1865	БЕРТ	55	ПК19-20	130	60,00	1764,5	157,2	ЭЦН				
200		нгду"вн"	Канс	MSO479	12337	БЕРТ	16	1-3БП6	146	60,00	2538	280,6	ЭЦН	ЭЦНМ5-90-2000			
201		нгду"вн"	Канс	MSO479	141	БЕРТ	9	2-2БП0	168	60,00	2159	44	ШП	НВ25-44			
202		нгду"вн"	Канс	MSO479	141	БЕРТ	9	2-2БП0	168	60,00	2169	44,4	ШП	НВ25-44			
203		нгду"вн"	Канс	MSO479	6110	БЕРТ	24	1-2БП0	146	60,00	2240	142,8	ЭЦН	ЭЦНА-30-1700			
204		нгду"вн"	Канс	MSO479	614	БЕРТ	7	1-1БП8	146	60,00	2472,5	83,4	ЭЦН	ЭЦНМ5-90-1550			
205		нгду"вн"	Канс	MSO479	6155	БЕРТ	14А	2БП5	146	60,00	2410	95,6	ЭЦН	ЭЦНМ5-30-1650			
206		нгду"вн"	Канс	MSO479	7106	БЕРТ	13А	2-1БП0	146	60,00	2231	101,5	ЭЦН	Н60 ТДЖ-140			
207		Тарасовнефть	Тарас	ТН	1389	БЕРТ	52	БП9	146	60,00	2493,5	62,5	ШП	НСВ-44			
208		Тарасовнефть	Тарас	ТН	1042	БЕРТ	14	БП10-11	146	60,00	2929	316,3	ФОН				

Было найдено 5730 ошибок

OK

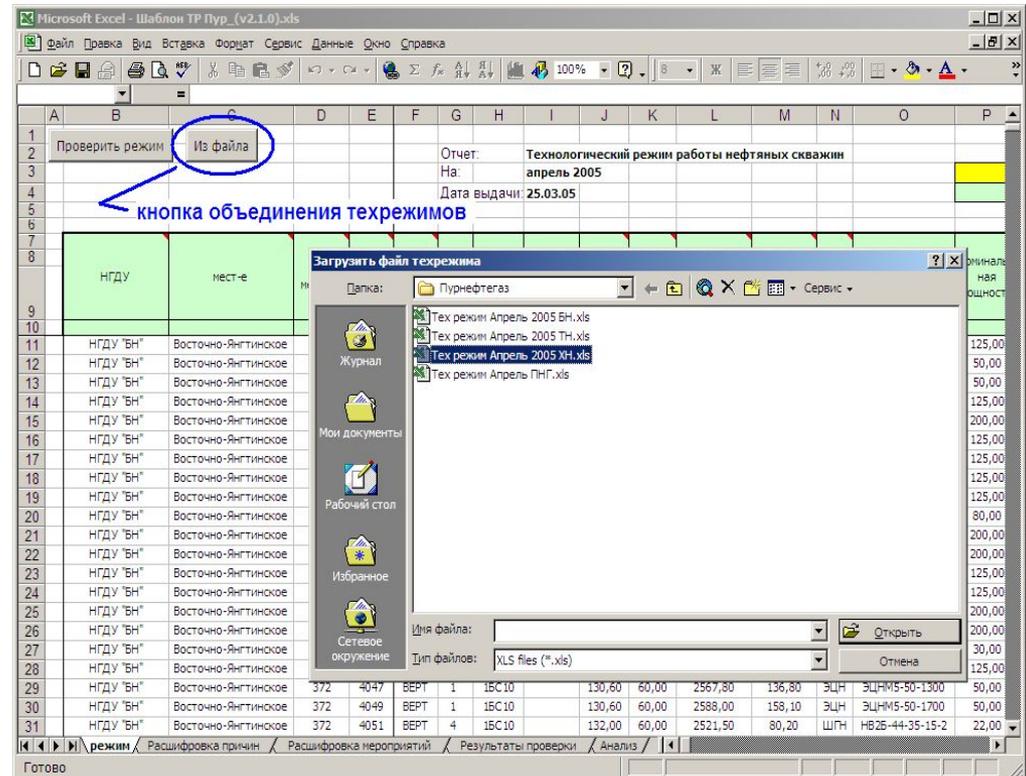
режим Расшифровка причин Расшифровка неопределений Результаты проверки Анализ

Готово

Слияние файлов технологических режимов

Программа обладает возможностью объединения данных нескольких технологических режимов.

- Позволяет выбирать файл для объединения
- Добавление данных в конец списка
- Применение расчетных формул для вставленного диапазона записей



Детальный анализ скважины

Программа обладает возможностью более детального анализа режима работы механизированных и фонтанирующих скважин

- Визуализируется конструкция скважины и оборудования
- Отображается индикаторная кривая и рабочие точки
- Отображается график зависимости забойного давления от динамического уровня

