

7. Проектирование и оптимизация качества буровых растворов

7.1. Методика получения технических характеристик буровых растворов

Буровой раствор представляет собой сложную физико-химическую систему, обладающую целым рядом свойств, каждое из которых характеризуется одним или несколькими показателями.

Для эффективного выполнения своих функций в конкретных геолого-технических условиях бурения скважин буровой раствор должен иметь строго определенные значения показателей свойств или, иными словами, удовлетворять соответствующему данным условиям регламенту на показатели свойств.



Область возможных значений показателей свойств бурового раствора (при прочих равных условиях) определяется его компонентным и долевым составом, т.е. как качественными признаками, которые внешне выражаются через наименования, марки и сорта компонентов, так и количественными - концентрацией этих компонентов.

Общее число компонентов, используемых для приготовления буровых растворов, чрезвычайно велико, что обуславливает множество возможных вариантов их компонентных и долевого составов.



Например, всего лишь из пяти компонентов можно получить пять четырехкомпонентных и девять трехкомпонентных составов, отличающихся хотя бы одним компонентом. Число долевых составов в этом случае может достигать десятков и сотен тысяч, поскольку практически единственным ограничением их множества является реально достижимая точность дозировки компонентов в процессе приготовления бурового раствора.

При этом только один из этого множества составов в наибольшей степени соответствует конкретному регламенту на значения показателей свойств, а также эколого-экономическим и другим требованиям общества.



Для обоснованного выбора рецептуры бурового раствора, максимально соответствующей тому или иному регламенту на значения показателей свойств, на каждый из возможных компонентных составов должен быть получен набор экспериментальных данных, характеризующих связь показателей свойств бурового раствора данного компонентного состава с концентрацией составляющих его компонентов

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 X_{11}' & X_{12}' & X_{13}' & \dots & X_{1k}' & Y_{11}' & Y_{12}' & Y_{13}' & \dots & Y_{1m}' \\
 X_{21}' & X_{22}' & X_{23}' & \dots & X_{2k}' & Y_{21}' & Y_{22}' & Y_{23}' & \dots & Y_{2m}' \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 X_{i1}' & X_{i2}' & X_{i3}' & \dots & X_{ik}' & Y_{i1}' & Y_{i2}' & Y_{i3}' & \dots & Y_{im}' \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 X_{n1}' & X_{n2}' & X_{n3}' & \dots & X_{nk}' & Y_{n1}' & Y_{n2}' & Y_{n3}' & \dots & Y_{nm}'
 \end{array}$$

где X_{ik} - значение концентрации k - го компонента бурового раствора в i - ом опыте; Y_{im} - значение m - го показателя свойств бурового раствора (ρ , УВ, Φ , pH и т.д.) в i - ом опыте; n - число опытов.



Набор экспериментальных данных о долевых составах и соответствующих им значениях показателей свойств является своеобразной технической характеристикой бурового раствора определенного компонентного состава, справедливой для исследованной области факторного пространства.

Учитывая многовариантность компонентных составов буровых растворов чрезвычайно важно, чтобы объем экспериментального материала, необходимый для составления технической характеристики бурового раствора определенного компонентного состава, был минимальным и в то же время вполне достаточным для решения задачи, связанной с выбором оптимального состава.



Для минимизации числа опытов П.С. Чубик разработал **насыщенные матрицы планирования эксперимента.**

Ядром таких матриц являются строки, к которых все факторы, за исключением одного, изменяются на разных уровнях, число которых на единицу меньше числа варьируемых факторов, при этом уровень одного из факторов в ядре матрицы остается постоянным и наибольшим. Кроме ядра, формирующегося по приведенной выше схеме и являющегося особым для каждого числа факторов, во все матрицы входят еще две строки. В одной из этих строк все факторы находятся на наименьшем (первом) уровне, а в другой - все, за исключением одного фактора, - на наибольшем уровне. При этом в последней строке тот фактор, уровень которого в ядре матрицы является постоянным, находится на первом уровне.



Лекция № 15

Для получения технической характеристики бурового раствора определенного компонентного состава с помощью насыщенных матриц планирования эксперимента достаточно провести $(k + 1)$ -опыт, где k - число варьируемых в опытах факторов.

Насыщенная матрица планирования опытов для 6 факторов

Номер опыта	Уровни факторов					
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	5	3	5	4	2
3	2	5	4	1	5	3
4	3	5	5	2	1	4
5	4	5	1	3	2	5
6	5	5	2	4	3	1
7	5	1	5	5	5	5

Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик



Насыщенная матрица планирования и результаты опытов

Номера опытов	Уровни факторов						Значения факторов, кг/м ³						Значения показателей свойств					
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	ρ, кг/м ³	η, мПа·с	Ф, см ³ /30 мин	рН	УЭС, Ом·м	Кс, мин
1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	2	0	0	1095	5,1	12	7,15	2,55	9,5
2	5	5	3	1	4	2	5	6	2	2	3	25	1100	11,5	6	7,22	1,28	40
3	1	5	4	2	5	3	1	6	3	3	4	50	1120	18,5	7,5	11,85	0,98	39,5
4	2	5	5	3	1	4	2	6	4	4	0	75	1125	22,1	8,5	6,32	1,48	19
5	3	5	1	4	2	5	3	6	0	5	1	100	1150	15,8	6,2	6,35	1,44	34
6	4	5	2	5	3	1	4	6	1	6	2	0	1090	9,6	6,8	7,08	1,12	23,5
7	5	1	5	5	5	5	5	2	4	6	4	100	1150	10,7	8,8	7,85	1,16	23



Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик

7.2. Методика обобщенной оценки качества буровых растворов

В настоящее время под качеством принято понимать совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности.

Это определение в полной мере относится и к буровым растворам. Характеристиками при этом являются показатели их свойств, значения которых определяют способность и эффективность выполнения буровыми растворами своих функций.



Совокупность показателей, с которыми приходится иметь дело при оценке качества буровых растворов, слишком многочисленна и плохо обозрима для того, чтобы по ней можно было сравнивать различные буровые растворы между собой и, тем самым, выбирать из них наиболее предпочтительные.

В связи с этим возникает необходимость агрегирования показателей свойств буровых растворов в один **обобщенный показатель**.



В качестве такого обобщенного показателя наиболее удобно использовать обобщенную функцию качества, формируемую как среднее геометрическое частных функций желательности значений показателей свойств (единичных оценок качества)

$$D = (d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_j \cdot \dots \cdot d_k)^{1/k}, \quad (15.1)$$

где D - **обобщенная функция (критерий оптимизации) качества буровых растворов**; $d_1, d_2, \dots, d_j, \dots, d_k$ - частные функции желательности показателей $y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_k$ свойств бурового раствора.

Из числа сравниваемых компонентных и долевых составов буровых растворов наиболее предпочтительным будет тот состав, которому соответствует наибольшее значение обобщенной функции качества ($D = \max$).



Суть алгоритма расчета частных функций желательности заключается в следующем.

Для каждого из регламентируемых показателей свойств бурового раствора (y_j) необходимо задать наиболее предпочтительное значение (лучшее) - $y_{j(луч)}$ и предельно допустимое значение (худшее) - $y_{j(худ)}$.

При этом лучшее $y_{j(луч)}$ и худшее $y_{j(худ)}$ значения регламентируемого показателя не должны выходить за пределы его минимального $y_{j(min)}$ и максимального $y_{j(max)}$ значений, приведенных в анализируемых технических характеристиках буровых растворов.

Данный алгоритм имеет два варианта, один из которых реализуется в случае, когда $y_{j(луч)} > y_{j(худ)}$, а второй - когда $y_{j(луч)} < y_{j(худ)}$.



При расчете по любому из этих вариантов вначале необходимо установить диапазон, в пределах которого значения j - го показателя будут считаться равнозначными лучшему значению - $Y_{j(\text{луч})}$.

Нижнюю (y_{j1}) и верхнюю (y_{j2}) границы этого диапазона рекомендуется находить по следующим формулам

$$y_{j1} = Y_{j(\text{луч})} - 0,01 \cdot \Delta y_{j1} | Y_{j(\text{луч})} - Y_{j(\text{худ})} |; \quad (15.2)$$

$$y_{j2} = Y_{j(\text{луч})} + 0,01 \cdot \Delta y_{j2} | Y_{j(\text{луч})} - Y_{j(\text{худ})} |, \quad (15.3)$$

где Δy_{j1} , Δy_{j2} - величина шагов соответственно в меньшую и большую стороны от $Y_{j(\text{луч})}$, определяющая диапазон, в пределах которого значения j - го показателя равнозначны $Y_{j(\text{луч})}$, %.

Желательно, чтобы шаги Δy_{j1} и Δy_{j2} были равными между собой, и вполне достаточно, чтобы их величина составляла 5 %.



Значения частных функций желательности для случая, **когда** $y_{j(\text{луч})} > y_{j(\text{худ})}$, рассчитываются по следующим формулам

$$d(y_{ji}) = 0,2 [y_{ji} - y_{j(\text{min})}] / [y_{j(\text{худ})} - y_{j(\text{min})}], \quad (15.4)$$
$$y_{j(\text{min})} \leq y_{ji} < y_{j(\text{худ})};$$

$$d(y_{ji}) = [0,8 y_{ji} + 0,2 y_{j1} - y_{j(\text{худ})}] / [y_{j1} - y_{j(\text{худ})}], \quad (15.5)$$
$$y_{j(\text{худ})} \leq y_{ji} \leq y_{j1};$$

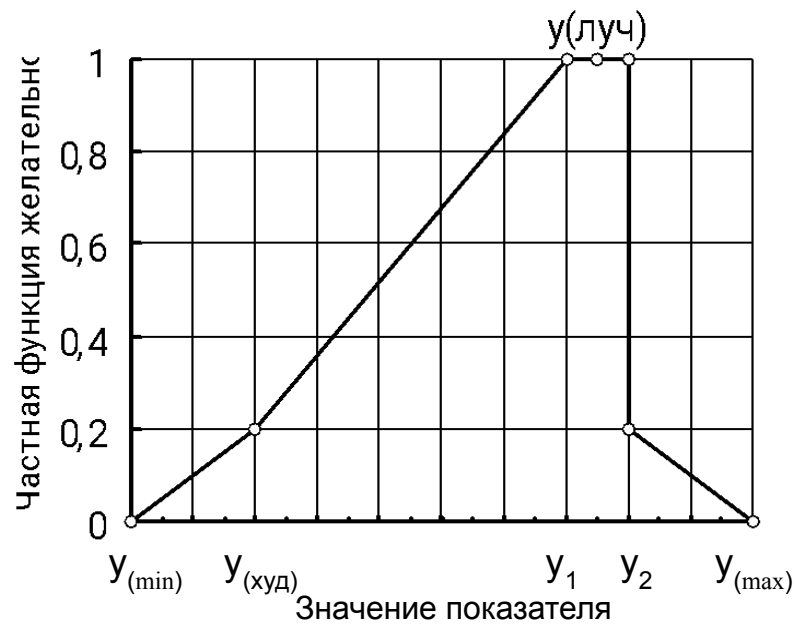
$$d(y_{ji}) = 1, \quad (15.6)$$
$$y_{j1} < y_{ji} \leq y_{j2};$$

$$d(y_{ji}) = 0,2 [(y_{ji} - y_{j(\text{max})})] / [y_{j2} - y_{j(\text{max})}], \quad (15.7)$$
$$y_{j2} < y_{ji} \leq y_{j(\text{max})};$$

где y_{ji} - значение j - го показателя в i - м опыте (на i - м шаге расчета).



Кривая желательности при $y_{j(\text{луч})} > y_{j(\text{худ})}$



Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик

В случае, когда $y_{j(\text{луч})} < y_{j(\text{ху}d)}$, значения частных функций желательности находят по формулам

$$d(y_{ji}) = 0,2 [y_{ji} - y_{j(\text{min})}] / [y_{j1} - y_{j(\text{min})}], \quad (15.8)$$
$$y_{j(\text{min})} \leq y_{ji} < y_{j1};$$

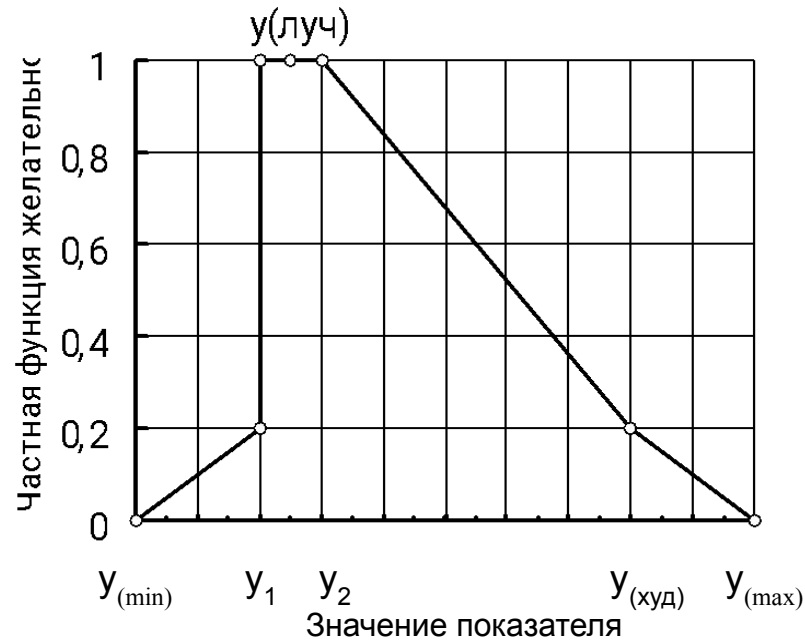
$$d(y_{ji}) = 1, \quad (15.9)$$
$$y_{j1} \leq y_{ji} < y_{j2};$$

$$d(y_{ji}) = [0,8 y_{ji} + 0,2 y_{j2} - y_{j(\text{ху}d)}] / [y_{j2} - y_{j(\text{ху}d)}], \quad (15.10)$$
$$y_{j2} \leq y_{ji} \leq y_{j(\text{ху}d)};$$

$$d(y_{ji}) = 0,2[y_{ji} - y_{j(\text{max})}] / [y_{j(\text{ху}d)} - y_{j(\text{max})}], \quad (15.11)$$
$$y_{j(\text{ху}d)} < y_{ji} \leq y_{j(\text{max})}.$$



Кривая желательности при $u_{j(\text{луч})} < u_{j(\text{худ})}$



Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик

Методику расчета единичных оценок и обобщенной функции качества рассмотрим на конкретном примере.

Допустим, что инженеру-технологу необходимо из технической характеристики, приведенной в табл. А, выбрать долевой состав бурового раствора, который бы в наибольшей степени соответствовал регламенту на значения отдельных показателей свойств этого раствора, указанному в табл. Б.



Техническая характеристика бурового раствора

Номер опыта	Состав, кг/м ³						Значения показателей свойств						
	ПБН (X ₁)	КМЦ (X ₂)	АКК (X ₃)	НТФ (X ₄)	NaOH (X ₅)	спринт (X ₆)	ρ, кг/м ³	η, мПа·с	τ ₀ , дПа	Φ, см ³ /30мин	δ, мм	рН	Кс, мин
1	150	3	3	3	3	4	1100	6,2	13,0	10	2,1	8,75	12,5
2	175	3	4	4	4	0	1090	5,2	14,2	9,5	1,9	9,35	19,2
3	175	2	3	2	1	1	1110	4,9	13,3	8,5	1,8	8,95	17,0
4	150	4	4	5	1	3	1090	8,9	18,0	10	2,0	6,42	15,0
5	150	6	6	4	2	1	1090	9,6	17,4	6,8	1,7	7,08	23,5
6	150	5	5	2	4	2	1090	11,2	11,5	7,5	1,5	10,15	29,5
7	250	5	4	1	3	1	1150	19,6	33,6	6	2,8	9,15	47,5

Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик



Регламент на значения показателей свойств бурового раствора

Наименование показателей	Желательные значения показателей	
	лучшее - $y_{j(луч)}$	худшее - $y_{j(худ)}$
пластическая вязкость (η , мПа·с)	6	10
динамическое напряжение сдвига (τ_0 , дПа)	12	20
показатель фильтрации (Φ , см ³ /30 мин)	6	10
консолидирующая способность (K_c , мин)	47,5	15



Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик

Например, в опыте № 2 (табл. А) фактические значения пластической вязкости (η), динамического напряжения сдвига (τ_0), показателя фильтрации (Φ) и консолидирующей способности (K_c) бурового раствора соответственно равны 5,2 мПа·с; 14,2 дПа; 9,5 см³/30 мин и 19,2 мин.

Отсюда при $\Delta y_{j1} = \Delta y_{j2} = 5$ по приведенным выше формулам

$$d(\eta) = 0,2 (5,2 - 4,9) / (5,8 - 4,9) = 0,067;$$

$$d(\tau_0) = (0,8 \cdot 14,2 + 0,2 \cdot 12,4 - 20) / (12,4 - 20) = 0,811;$$

$$d(\Phi) = (0,8 \cdot 9,5 + 0,2 \cdot 6,2 - 10) / (6,2 - 10) = 0,305;$$

$$d(K_c) = (0,8 \cdot 19,2 + 0,2 \cdot 45,875 - 15) / (45,875 - 15) = 0,309.$$

По формуле (15.1) обобщенная функция качества будет равна

$$D = (0,067 \cdot 0,811 \cdot 0,305 \cdot 0,309)^{1/4} = 0,268.$$



Результаты оценки качества различных рецептов бурового раствора

Номера рецептов (опытов)	Значения частных функций желательности $d(y_{ji})$				Значения обобщенной функции качества D
	$d(\eta)$	$d(\tau_0)$	$d(\Phi)$	$d(Kc)$	
1	1	0,937	0,200	0	0
2	0,067	0,811	0,305	0,309	0,268
3	0	0,905	0,516	0,252	0
4	0,432	0,411	0,200	0,200	0,290
5	0,284	0,474	0,874	0,420	0,471
6	0,175	0	0,726	0,576	0
7	0	0	1	1	0



Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик

Из табл. В следует, что для заданного регламента на значения показателей свойств бурового раствора наиболее предпочтительным является долевой состав, содержащий (в расчете на 1 м³) 150 кг глинопорошка марки ПБН, 6 кг КМЦ-600, 6 кг алюмокалиевых квасцов (АКК), 4 кг НТФ, 2 кг NaOH и 1 кг спринта (опыт № 5 в табл. А), которому соответствует наибольшее значение обобщенной функции качества $D_{\max} = 0,471$.

При решении такого рода оптимизационных задач нередки случаи, **когда наибольшие значения обобщенной функции качества для нескольких составов получаются практически одинаковыми**. В такой ситуации при выборе оптимального состава **следует руководствоваться экономическими соображениями, т.е. наименьшей стоимостью 1 м³ бурового раствора (C_{\min})**.



При выборе оптимальных составов по строкам технической характеристики бурового раствора число принципиально возможных оптимальных решений равно числу опытов.

В то же время **в исследованной при проектировании бурового раствора области факторного пространства число возможных решений** или долевых составов **практически неограниченно** и только один из этих составов как с технологических (качественных), так и с экономических позиций является наиболее предпочтительным по отношению ко всем другим.

В ТПУ разработан оригинальный алгоритм поиска оптимальных составов во всем факторном пространстве, исследованном путем минимального числа опытов (по техническим характеристикам буровых растворов, полученных с помощью насыщенных матриц планирования эксперимента).



Разработанный алгоритм предусматривает следующую последовательность решения оптимизационной задачи:

- ✓ **определяется комплекс регламентируемых показателей;**
- ✓ **устанавливается регламент на значения выбранных показателей (лучшее, худшее);**
- ✓ **формируется исходный k -мерный симплекс, для чего по строкам технической характеристики анализируемого бурового раствора в соответствии с установленным регламентом на значения показателей его свойств рассчитываются значения обобщенной функции качества и по наибольшим из них выбирается $(k + 1)$ -опыт, где k - число компонентов бурового раствора (в частном случае, когда число опытов в технической характеристике бурового раствора лишь на единицу превышает число его компонентов, вершинами исходного симплекса становятся все опыты без исключения);**



- ✓ внутри сформированного k -мерного симплекса с использованием метода Нелдера-Мида осуществляется поиск точки с максимальным значением обобщенной функции качества (D_{\max}), при этом на каждом шаге поиска рассчитываются концентрации компонентов бурового раствора, значения показателей его свойств, частных функций желательности регламентируемых показателей и обобщенной функции качества;
- ✓ при поиске состава бурового раствора, оптимального не только по качеству, но и по стоимости, на каждом из шагов поиска, осуществляемого в околооптимальной области значений обобщенной функции качества, ограниченной пределами от D_{\max} до $(D_{\max} - 0,05)$, определяется стоимость 1 м^3 бурового раствора и находится точка с минимальной стоимостью (C_{\min}), т.е. **выбирается самый дешевый состав из всех лучших с позиций качества.**



На основе данного алгоритма в ТПУ создано автоматизированное рабочее место (**АРМ «Раствор»**), которое предназначено **для формирования и постоянного пополнения компьютерного банка технических характеристик буровых растворов различного компонентного состава и оперативного выбора из него оптимальных составов по задаваемым пользователями технологически необходимым значениям показателей свойств.**



Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик

Функции АРМ «Раствор»:

1. Ввод, хранение и редактирование:

- ✓ названий буровых растворов различных компонентных составов;
- ✓ номеров, названий (марок), стоимости и текстовой характеристики компонентов буровых растворов;
- ✓ номеров, условных обозначений и полных названий показателей свойств буровых растворов;
- ✓ технических характеристик, представляющих собой получаемую опытным путем информацию о различных рецептурах бурового раствора определенного компонентного состава и соответствующих им значениях показателей свойств.



2. Установка необходимого режима работы оптимизационной программы:

- ✓ выбор оптимального компонентного и долевого состава из двух или большего числа буровых растворов или выбор оптимального долевого состава бурового раствора имеющегося компонентного состава;
- ✓ выбор числа и перечня показателей свойств бурового раствора, подлежащих регламентированию, и ввод желательных (лучших и худших) пределов изменения их значений.

3. Привязка решений к объекту работ, вся вводимая информация о котором затем отображается в выходном документе (отчете).

4. Просмотр и при необходимости вывод на печать результатов решения оптимизационной задачи.



Окно ввода технических характеристик буровых растворов

Помощь		Раствор :	Раствор Б	Номер опыта :
Опыты		N компонента	Концентрация	N КОМПОНЕНТЫ
1		28	250	1 ПБГ
2		27	3	2 КМЦ
3	▶	3	2	3 АКК
4		4	2	4 НТФ
5		5	2	5 NaOH
6		24	3	6 НР- 5
7				7 ГПАА
				8 Петросил - 2М
				9 хлористый калий
				10 гипан
Выбранный опыт :				
				6
ПОСМОТРЕТЬ		N свойства	Его значение	№ Свойство
РЕДАКТИРОВАТЬ		1	1150	▶ 1 Р, кг/м3
ДОБАВИТЬ		2	35.9	2 УВ, с
УДАЛИТЬ		3	18.05	3 ПВ, мПа*с
РАСТВОРЫ		4	34.01	4 ДНС, дПа
		16	188.4	5 Ф, см3
		17	0.7	6 К, мм
		18	162.89	7 СНС1, дПа
		19	40.91	8 СНС10, дПа
				9 рН
ЗАКОНЧИТЬ ВВОД ОПЫТОВ				
				14

Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик



Окно выбора показателей свойств бурового раствора, подлежащих регламентированию, и ввода их желательных значений

РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ ? Помощь

ПОКАЗАТЕЛИ:		ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕНЕНИЯ:		ЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ:	
№ Свойства	от	до	лучшее	худшее	
1	1090.000000	1150.000000	1110	1130	
2	21.100000	39.500000	28	31	
3	9.370000	24.520000	14	16	
4	14.600000	43.000000	20	40	
16	82.570000	217.700000	200	150	
17	0.640000	0.860000	0.65	0.8	
18	51.510000	270.410000	250	120	
19	19.000000	51.240000	30	15	
20	6.000000	18.860000	6	10	

№	Свойство	Показатель
1	Р, кг/м ³	плс
2	УВ, с	усл
3	ПВ, мПа*с	пла
4	ДНС, дПа	дин
5	Ф, см ³	пок
6	К, мм	тол
7	СНС1, дПа	ста
8	СНС10, дПа	ста



Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик

Фрагмент выходного документа (отчета) о результатах решения оптимизационной задачи

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

(195.357)	[800]	- ПБН
(1.544)	[8000]	- гипан
(0.223)	[5000]	- НТФ
(3.588)	[5500]	- ГЮЖ-11
(1.806)	[3000]	- спринт
Стоимость 1 м.куб раствора, руб :		194.905

Значения показателей свойств - (...)		
Регламентируемые показатели - [лучшее/худшее]		
(1113.269)	[1110 / 1130]	- Р, кг/м3
(28.008)	[28 / 31]	- УВ, с
(14.687)	[14 / 16]	- ПВ, мПа*с
(23.731)	[20 / 40]	- ДНС, дПа
(160.647)	[200 / 150]	- КП, 1/с
(0.743)	[0.65 / 0.8]	- ПНП
(120.341)	[250 / 120]	- ПК, мПа*с
(30.707)	[30 / 15]	- ЭВ100
(9.069)	[6 / 10]	- ЭВ 10000
(8.835)	[6 / 9]	- Ф, см3
(2.404)	[1.5 / 2.5]	- К, мм



АРМ «Раствор» обеспечивает оперативный поиск оптимальных решений при любых изменениях перечня и числа анализируемых буровых растворов, стоимости компонентов, перечня и числа регламентируемых показателей, а также желательных пределов их варьирования.

В процессе бурения пользователь может осуществлять выбор оптимальных составов буровых растворов с учетом наличия химических реагентов и добавок, а также оперативно пересматривать ранее принятые решения, меняя регламент на значения показателей свойств буровых растворов в соответствии с изменениями геолого-технических условий бурения.



В свою очередь, **возможность оперативного выбора оптимальных составов** из множества альтернатив при различных регламентах на значения показателей свойств **позволяет объективно оценивать достигнутый технический уровень разработки буровых растворов, определять направления совершенствования их качества и сокращать номенклатуру компонентов до некоторого рационального минимума**, создавая предпосылки для концентрации и специализации их производства.

Особенно важным является то, что АРМ позволяет находить оптимальные составы буровых растворов на стадии проектирования, обеспечивая тем самым уверенность в предупреждении возможных проблем.



Структура АРМ «Раствор» делает его пригодным для оптимизации составов не только буровых растворов, но и любых других многокомпонентных систем (тампонажных растворов, жидкостей глушения для капитального ремонта скважин, составов для повышения нефтеотдачи пластов и т.п.).



Курс лекций по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы».

Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик