

УДК 622 (575.2) (04)

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ  
ДЛЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОГО БУРЕНИЯ

*К.Т. Тажобаев* – докт. техн. наук,

*А.Ж. Ысаков* – научн. сотр.

---

Geological survey drilling conditions are considered. Computer technology application for selection the drilling parameters is shown. It permits to monitor drilling works efficiently.

В последнее время наблюдается широкое внедрение компьютерных технологий в практику геологоразведочных и горных работ. Однако в нашей республике компьютерные программные разработки при решении технологических задач в практике бурения почти не применяются. Это можно объяснить следующими причинами: применение жестких формальных критериев при решении технологических задач бурения; отсутствие компьютерных программ для разработки технологии бурения скважин и составления геолого-технического наряда, отсутствие специалистов – горных инженеров программистов, владеющих спецификой бурения.

**Описание алгоритма. Порядок расчета и расчетные формулы. Общая характеристика.** На основании данных по глубинам залегания и характеристик буримости слагающих месторождение горных пород осуществляется выбор конструкции скважины, породоразрушающего инструмента и параметров режима бурения, вида промывочной жидкости, а также типа бурового станка и диаметра буровой колонны. Предусматривается бурение как колонковым способом, так и при необходимости сплошным забоем.

**Минимальный диаметр скважины.** Если породы последнего горизонта относятся к

группе К (крепкий) или ОК (очень крепкий), то конечный диаметр скважины  $D = 59$  мм, в других случаях – 76 мм. Диаметр буровой колонны (трубы) выбирается исходя из конечного диаметра скважины (табл. 2). *Обсадная колонна* спускается с поверхности до кровли ближайшего горизонта устойчивых пород, желательного скальных, с углубкой в них на 1 м. Конструкция скважины – одна из трех существующих в настоящее время. Тип коронки зависит от группы твердости, к которой принадлежит порода (М – мягкий, С – средний, Т – твердый, К – крепкий, ОК – очень крепкий (табл. 3)) и от ее абразивности (табл. 8). Тип буровой установки выбирается из ряда УКБ (табл. 1), так как в настоящее время эти установки являются наиболее распространенными и современными. Частота вращения коронки рассчитывается по формуле:

$$n = 60 \cdot v_0 / \pi \cdot D \cdot T, \quad (1)$$

где  $v_0$  – рекомендуемая для пород данной категории и коронок данного типа (твердосплавные, алмазные), а также долот (табл. 4),  $D$  – диаметр скважины,  $T$  – показатель устойчивости пород (табл. 9). *Осевая нагрузка* для твердосплавного бурения рассчитывается по формуле:

$$P = C_0 \cdot D / T, \quad (2)$$

где  $C_0$  – удельная нагрузка;  $D$  – диаметр бурения;  $T$  – показатель устойчивости. Удельная нагрузка выбирается с учетом категории буримости (табл. 6). Осевая нагрузка для алмазных коронок ( $C$ ) определяется по формуле (3):

$$C = 0,8 \cdot C_0 \cdot \pi \cdot (D^2 - D_B^2) / 4 \cdot T, \quad (3)$$

где  $C_0$  – также берется из табл. 4,  $D_B$  – внутренний диаметр алмазной коронки (табл. 7). Если показатель устойчивости скважины  $T$  не превышает единицы, то промывка осуществляется технической водой. В других случаях используется глинистый раствор. При этом, если породы принадлежат к группе (М), то применяются обладающие низкой водоотдачей и малой вязкостью стабилизированные растворы. Если же категория буримости пород превышает IV, то используют высоковязкие структурированные растворы. Для колонкового бурения расход жидкости рассчитывают по формуле:

$$Q = \pi / 4 \cdot T \cdot (D_{\max}^2 - d^2) \cdot v_B \cdot K \cdot (1 + 0,0003 \cdot h), \quad (4)$$

где  $D_{\max}$  – максимальный диаметр скважины при бурении в данном горизонте,  $d$  – диаметр бурильных труб,  $v_B$  – скорость восходящего потока. Последняя выбирается по табл. 5 в соответствии с категорией породы. Формула включает показатель устойчивости  $T$ , что позволяет снижать расход жидкости в сыпучих породах и зонах дробления и, таким образом, уменьшать размывание стенок скважины и керна, а также число случаев самозаклинки керна. Коэффициент  $K$  учитывает способность жидкости очищать забой от шлама,  $h$  – текущая глубина скважины.

Программа написана на компьютерном языке Borland C++ dutider 5<sup>1</sup>.

Описание переменных в исходном модуле начинается с описания следующих данных:

1. Константа  $\pi=3,14$ . 2. Фамилия. 3. Число горизонтов. 4. Константы для определения типовых породоразрушающих инструментов: алмазная, твердосплавная коронка и долото.

5. Описывается массив записей, которые содержат следующие данные: категория буримости, показатель абразивности, показатель устойчивости, глубина подошвы, породоразрушающий инструмент, диаметр скважины, диаметр обсадной колонны, частота вращения породоразрушающего инструмента, осевая нагрузка, тип промывочной жидкости, расход промывочной жидкости. 6. Описание справочных данных: Параметрический ряд применяемых в настоящее время буровых установок (табл. 1). Диаметр скважины; наружный диаметр обсадных труб; внутренний диаметр обсадных труб; диаметр бурильных труб (см. табл. 2), где каждому диаметру скважины соответствует меньший ближайший диаметр обсадки и максимальный (если этот диаметр скважины является конечным) диаметр бурильных труб.

Категория и группы твердости пород определяются по табл. 3.

После запуска программы на экране монитора появляется окно-заставка, в котором выводится название программы, данные о создателях, а также поля для ввода данных. После нажатия клавиши “ОК” программа переходит к открытию главной формы для ввода данных для расчета. Ввод данных начинается с ввода числа горизонтов. Сразу после этого открывается соответствующее число панелей, в которых содержатся поля для ввода данных для каждого горизонта (категория буримости, абразивность, устойчивость, глубина залегания подошвы). В табл. 10 приведены данные о свойствах горных пород и показатели бурения.

При использовании компьютерной технологии значительно сокращается время составления геолого-технического наряда, появляется возможность выбора из нескольких вариантов технологии бурения и оперативного управления буровыми работами в различных условиях.

<sup>1</sup> Кент Рейсдорф, Кен Хендерсон. BORLAND C++ BULDER. – М.: Недра, 1991.

Таблица 1

Параметрический ряд буровых установок

Номинальная глубина бурения, м	25	100	300	500	800	1200	3000
Тип установки	УКБ1	УКБ2	УКБ3	УКБ4	УКБ5	УКБ7	УКБ8

Таблица 2

Диаметры скважины, обсадных и бурильных труб, мм

№ размера	1	2	3	4	5	6	7	8
Скважина	46	59	76	93	112	132	151	190
Обсадные трубы:								
наружный	44	57	73	89	108	127	146	168
внутренний	37	48	63	79	98	117	136	154
Бурильные трубы	42	50	50	50	63,5	63,5	63,5	63,5

Таблица 3

Категория буримости и группы твердости пород

Категория по буримости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Группа пород	М	М	М	М	С	С	Т	Т	К	К	ОК	ОК

Таблица 4

Окружная скорость вращения породоразрушающего инструмент, м/с

Породоразрушающие инструменты	Категория горных пород по буримости											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Твердосплавные коронки	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	0,7	–	–	–	–
Алмазные коронки	–	–	–	–	–	–	3,6	3,5	3,4	2,5	1,5	1,0
Долота	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,8	0,5	0,3

Таблица 5

Скорость восходящего потока, м/с

Категория по буримости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Скорость	0,5	0,4	0,35	0,32	0,3	0,3	0,28	0,26	0,25	0,12	0,18	0,15

Таблица 6

Удельная осевая нагрузка, кН/м

Породоразрушающие инструмент	Категория горных пород по буримости											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Твердосплавные коронки	100	115	120	125	130	140	150	160	–	–	–	–
Алмазные коронки	–	–	–	–	–	–	30	40	50	70	90	110
Долота	20	30	100	120	130	150	170	220	270	330	450	600

Таблица 7

Диаметры алмазных коронок, мм

Наружный	46	59	76	93	112
Внутренний	31	42	58	73	92

Таблица 8

## Типы буровых коронок

Группа пород	М		С		Т		К		ОК	
Показатель абразивности	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Тип коронки	М1	М5	СМ5	СМ6	04А3	А4ДП	01А3	01А4	02И3	02И4
	СМ5	СМ6			СА1	СА5				

Таблица 9

## Тип промывочной жидкости

Группа пород	М			Прочие группы		
Показатель устойчивости	1	2		0,7	1	2
Тип жидкости	Вода	Раствор стабилизированный		Вода	Вода	Раствор структурированный

Таблица 10

## Геолого-технический наряд

Число горизонтов=9

Глубина забурки – 4 м

Конечный диаметр скважины – 0,076 м Глубина спуска обсадной колонны – 100 м

Диаметр бурильных труб – 0,05 м Глубина бурения без отбора керна – 155 м

Буровая установка УКБ5, глубина бурения до 800 м

Глубина	Категор. бурим.	Абразивность	Устойчивость	ПРИ	Диаметр		Частота вращения, об/мин.	Осевая нагрузка, КН	Колич. жидк., л/мин	Вид жидк.
					скваж., м	обсадки, м				
100	5	2	2	В	0,132	0,127	86	2,4	76,0	СТРК
150	7	2	0,7	04А3	0,076	-	129	0,06	64,4	СТАБ
250	10	1	2	01А3	-	-	314	2,05	9,12	СТРК
300	8	2	0,7	04ДП	-	-	800	1,08	62,46	СТАБ
310	7	2	2	04ДП	-	-	452	3,02	11,8	СТРК
350	8	1	1	04А3	-	-	800	4,06	44,3	СТАБ
600	9	2	0,7	02И4	-	-	500	6,19	46,8	СТАБ
630	8	2	2	04ДП	-	-	439	5,3	11,9	СТРК
650	8	1	0,7	04А3	-	-	500	5,6	73,7	СТАБ

Примечание: СТРК – раствор структурированный: плотность 1300 кг/м, вязкость 60 с, СНС-3 Па, водоотдача 28 см. СТАБ – раствор стабилизированный: плотность 1100 кг/м, вязкость 25 с, СНС-3 Па, водоотдача 8 см.