

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела геологии и геотехнологий
Кафедра: ТиТР

Исследование параметров режима бурения скважин
однослойной и импрегнированной коронкой

Преподаватель:
В.В. Нескоромных
Студент:
А.Е. Головченко

Алгоритм поиска оптимальных параметров бурения

- Построение математических моделей, отражающих влияние параметров на «отклики бурения» по методу полного факторного эксперимента;
- Выражение из полученных моделей уравнений, для расчёта значений параметров бурения;
- Построение графических интерпретаций по откликам;
- Анализ математических моделей и графических интерпретаций, выбор оптимальных параметров бурения в заданном интервале данных, согласно критериям оптимизации процесса бурения.

Полный факторный эксперимент

Факторный эксперимент считается полным, если в нем учтены все возможные комбинации на двух или трех уровнях. *Уровнями* называются некоторые количественные или качественные соотношения фактора. Общее число опытов при реализации всех комбинаций факторов выражаются следующей зависимостью:

$$N=2^k,$$

где k - число рассматриваемых факторов.

В качестве факторов принимаются:

- осевая нагрузка – P_{oc} ;
- частота вращения – ω .

Для проведения работы необходимо выбрать уровни факторов – минимальное (-1), среднее (0) и максимальное (+1) значения.

Таблица 1: Границы эксперимента

P_{oc} , даН			ω , мин ⁻¹		
+1	0	-1	+1	0	-1
1200	800	400	725	398	71

Линейная модель для эксперимента $N=2^2$ имеет следующий вид:

$$X=A+B*P_{oc}+C*\omega+D*P_{oc}\omega,$$

где X - исследуемый параметр,

A, B, C, D - коэффициенты уравнения,

характеризующие степень влияния факторов P_{oc} , ω

и их сочетания на величину отклика,

ω - частота вращения,

P_{oc} – осевая нагрузка.

Расчет коэффициентов

$$A = \frac{z_1 + z_2 + z_3 + z_4}{4}$$

$$B = \frac{-z_1 + z_2 - z_3 + z_4}{4}$$

$$C = \frac{-z_1 - z_2 + z_3 + z_4}{4}$$

$$D = \frac{z_1 - z_2 - z_3 + z_4}{4}$$

где z_1, z_2, z_3, z_4 –
усредненные значения
откликов, полученные
экспериментально при
проведении опытов

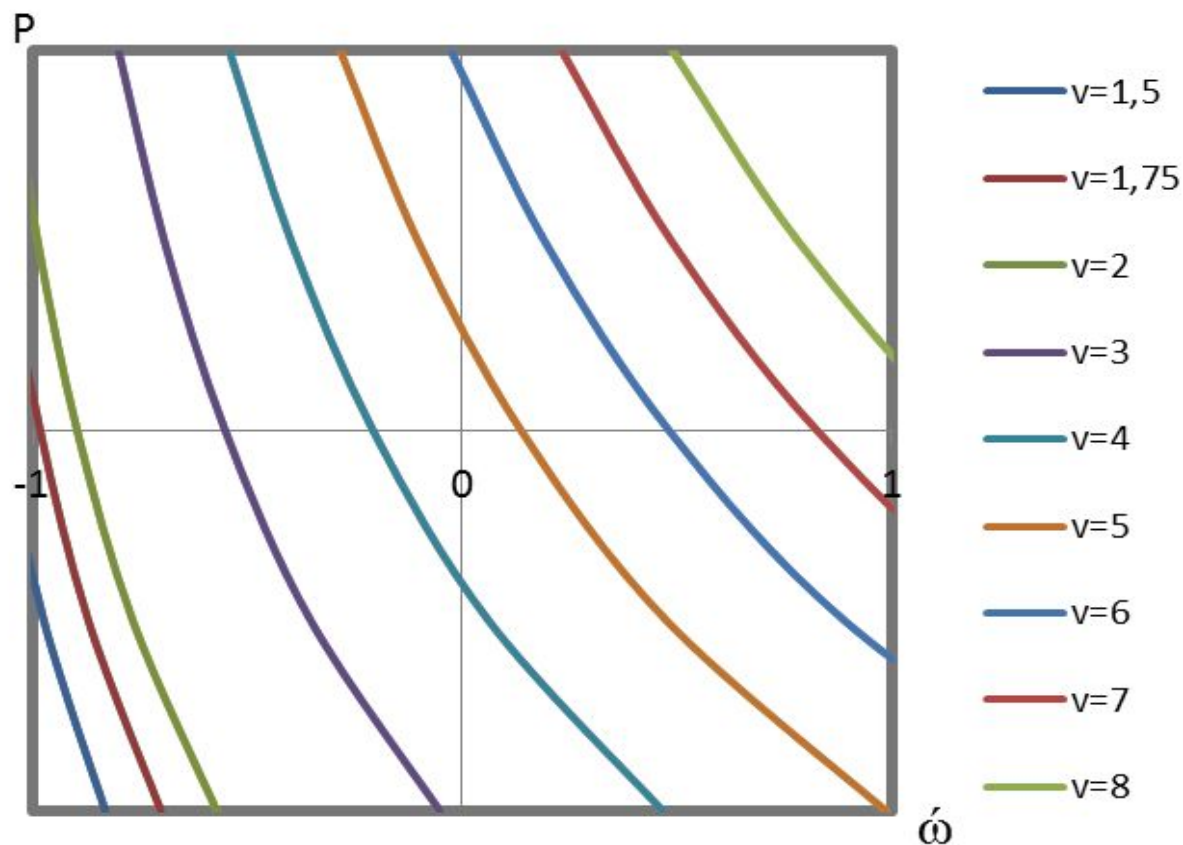
Таблица 2: План эксперимента

N	Факторы				Отклик системы (однослойная коронка)				Отклик системы (импрегнированная коронка)			
	B_o	P_{oc}	ω	$P_{oc} * \omega$	U_M см/мин	N кВт	h см	N/u кВт* мин/с м	U_M см/ мин	N кВт	h см	N/u кВт*м ин/см
1	+	-	-	+	1,2	0,5	0,017	0,25	1,4	0,17	0,02	0,12
2	+	-	+	-	5	3	0,009	0,62	5,7	1,5	0,08	0,26
3	+	+	-	-	2,2	1	0,031	0,45	2,3	0,67	0,03 2	0,29
4	+	+	+	+	9,8	8	0,014	0,82	11,5	5,5	0,01 6	0,47

Уравнение и модель определения механической скорости бурения однослойной коронкой:

$$v_m = 4,5 + 1,5 * P_{ос} + 2,9 * \omega + 0,9 P_{ос} \omega$$

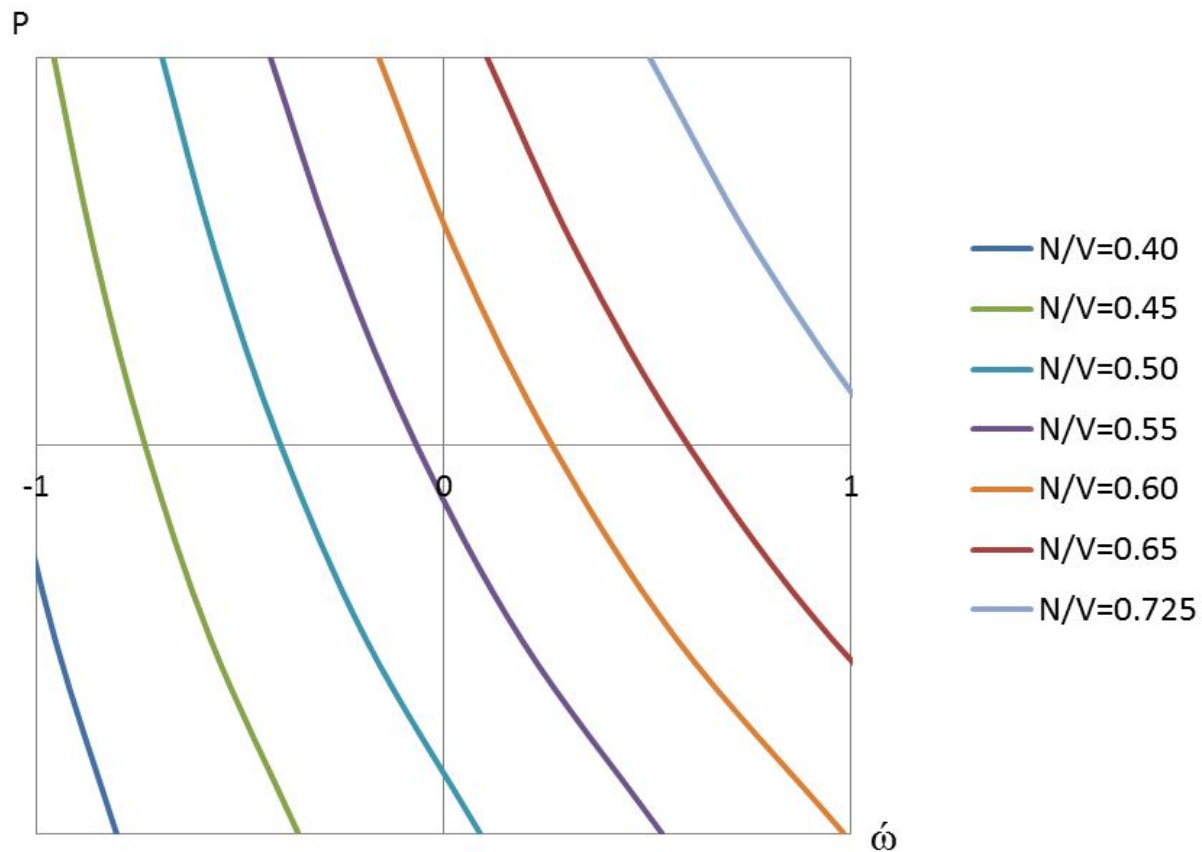
Анализируя модель можно сделать вывод, что максимальная скорость бурения однослойной коронкой достигается при максимальных значениях частоты вращения и осевого усилия.



Уравнение и модель определения энергоёмкости бурения однослойной коронкой:

$$N/v_m = 0,56 + 0,07 * P + 0,15 * \omega + 0,04 * P * \omega$$

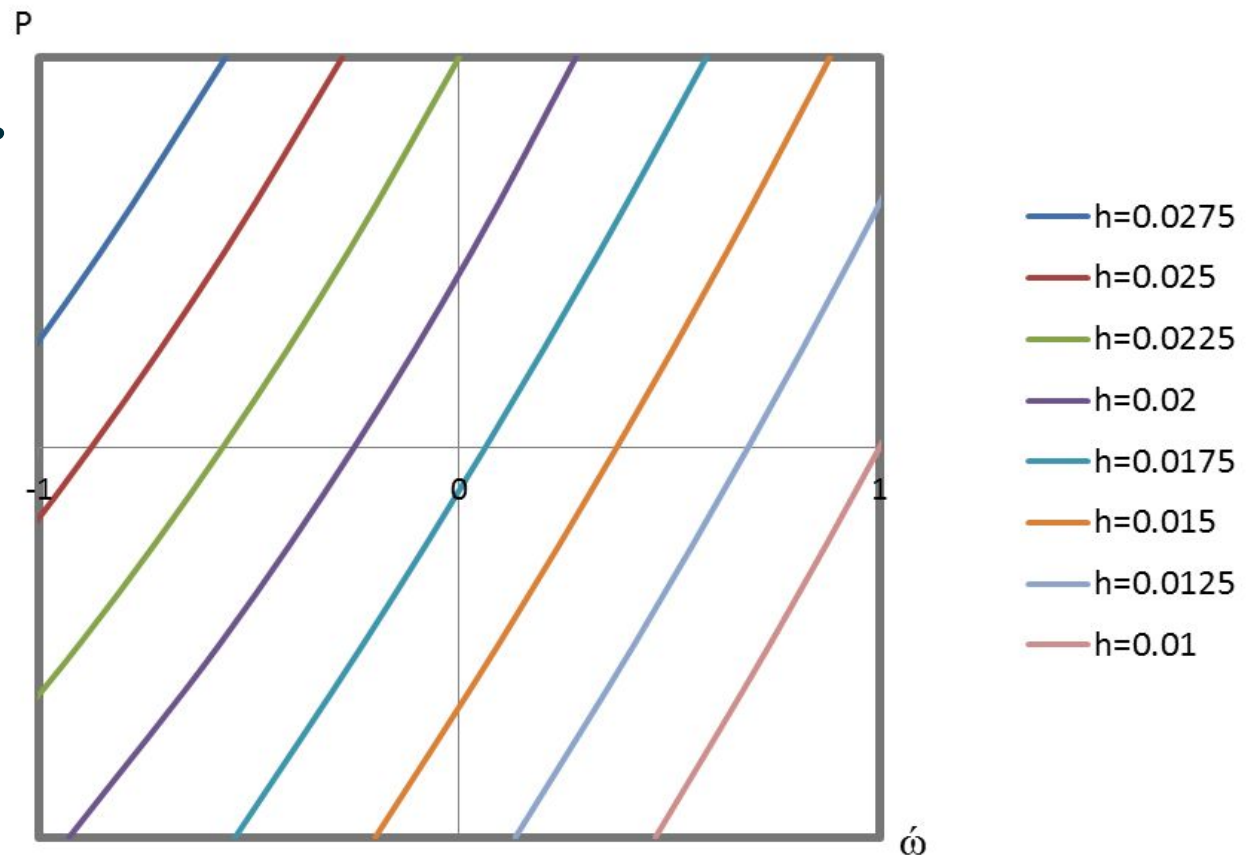
Исходя из данных графика можно сделать вывод, что максимальные значения энергоёмкости достигаются при максимальных значениях осевой нагрузки и частоты вращения.



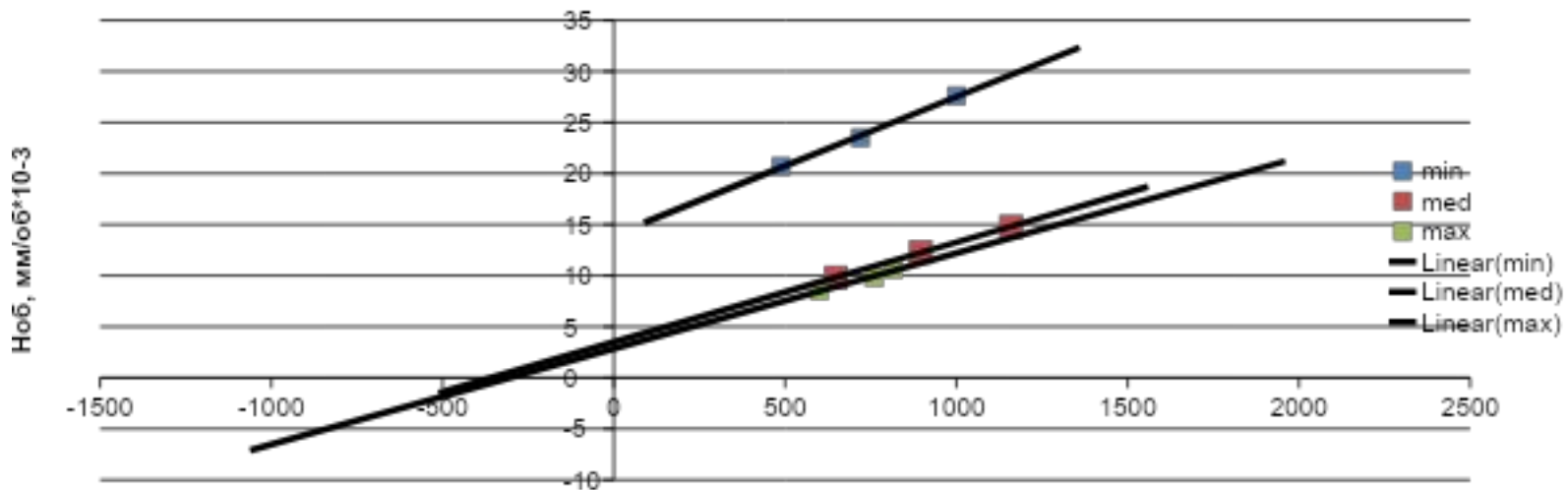
Уравнение и модель определения углубки за один оборот при бурении однослойной коронкой:

$$h_{об} = 0,018 + 0,0045P - 0,008\omega - 0,001P\omega$$


Исходя из данных графика можно сделать вывод, что максимальные значения углубки за один оборот достигаются при максимальных значениях осевой нагрузки и минимальных значениях частоты вращения.



Зависимость углубки за один оборот от осевой нагрузки и частоты вращения бурового инструмента:



Исходя из данного графика можно сделать вывод, что процесс разрушения горной породы на забое проходит в зоне объёмного разрушения.



Вывод: анализируя модели влияния параметров режима бурения для однослойной коронки можно сделать вывод, что в данных границах эксперимента оптимальными значениями параметров будут являться:

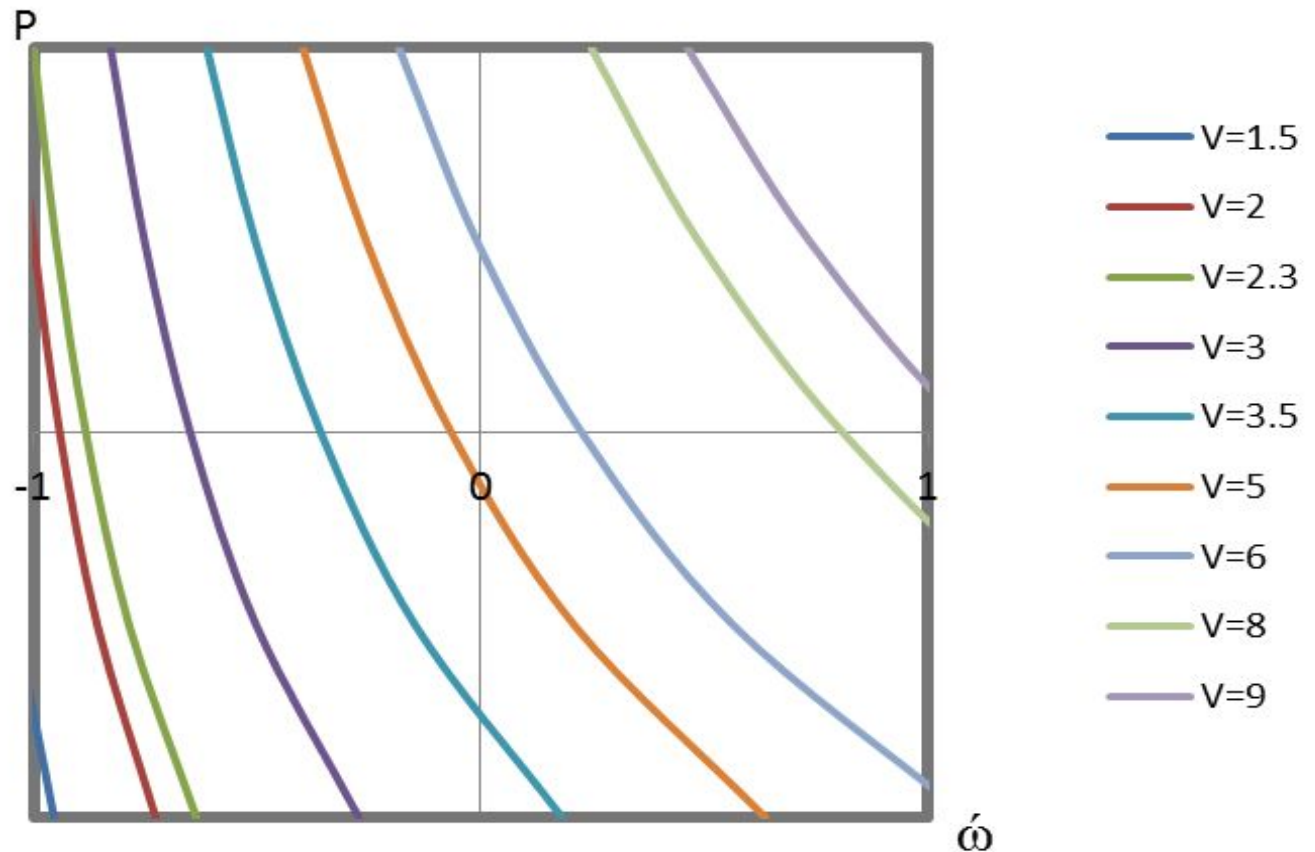
- Осевая нагрузка: 1200 даН
- Частота вращения: 725 мин⁻¹

Данные параметры соответствуют механической скорости бурения равной 10 см/мин.

Уравнение и модель механической скорости бурения импрегнированной коронкой:

$$v_M = 5,25 + 1,4 * P + 3,4 * \omega + 1,25 * P * \omega$$

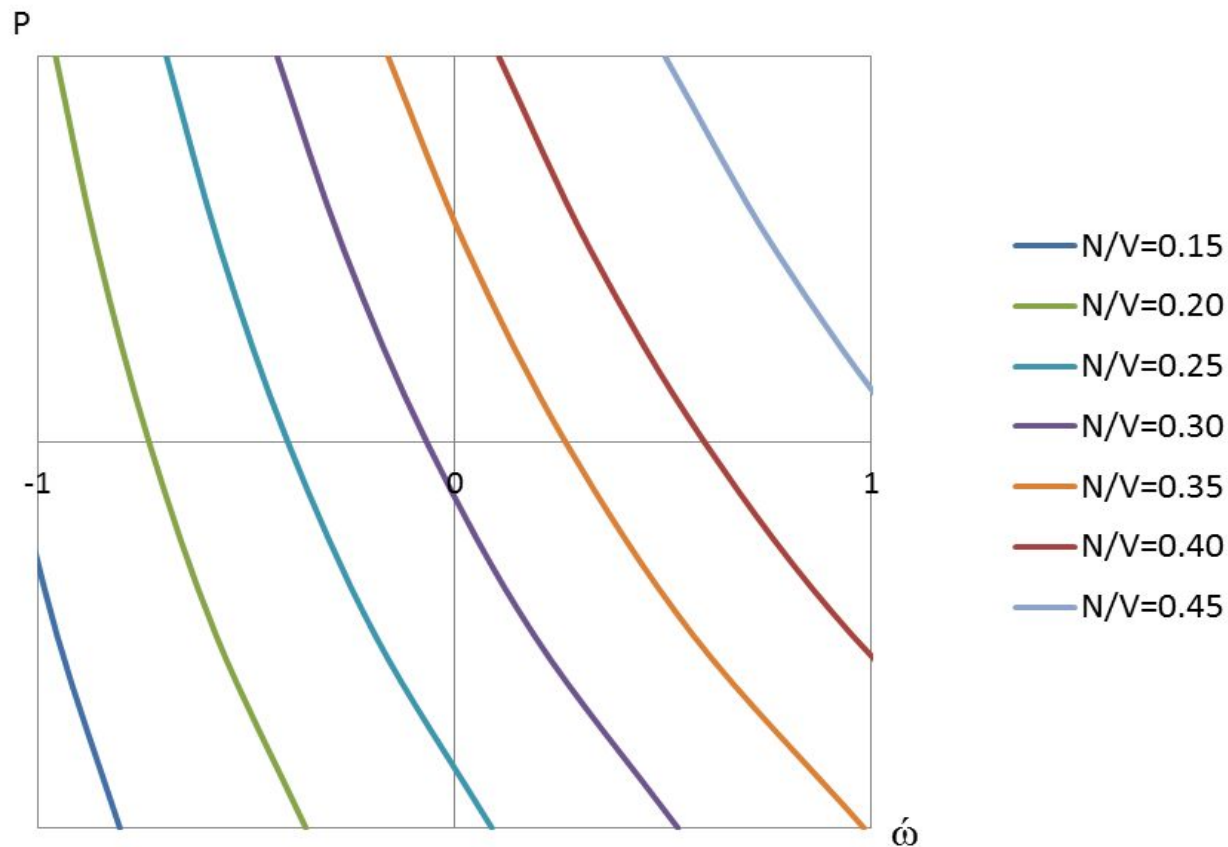
Анализируя модель можно сделать вывод, что максимальная скорость бурения импрегнированной коронкой достигается при максимальных значениях частоты вращения и осевого усилия.



Уравнение и модель определения энергоемкости при бурении импрегнированной коронкой:

$$N/v_m = 0,285 + 0,095 * P + 0,08 * \omega + 0,01 * P * \omega$$

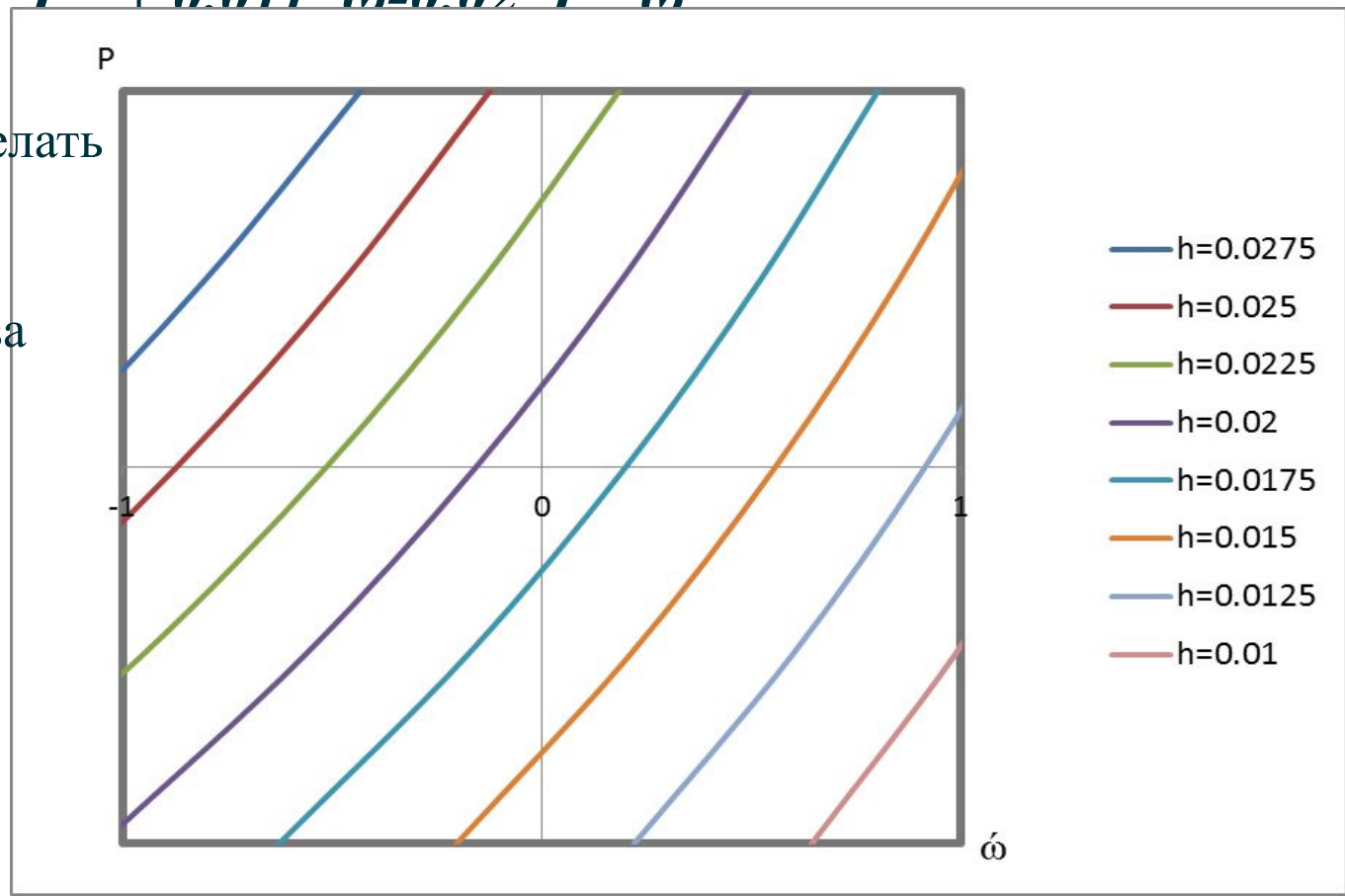
Исходя из данных графика можно сделать вывод, что максимальные значения энергоемкости достигаются при максимальных значениях осевой нагрузки и частоты вращения.



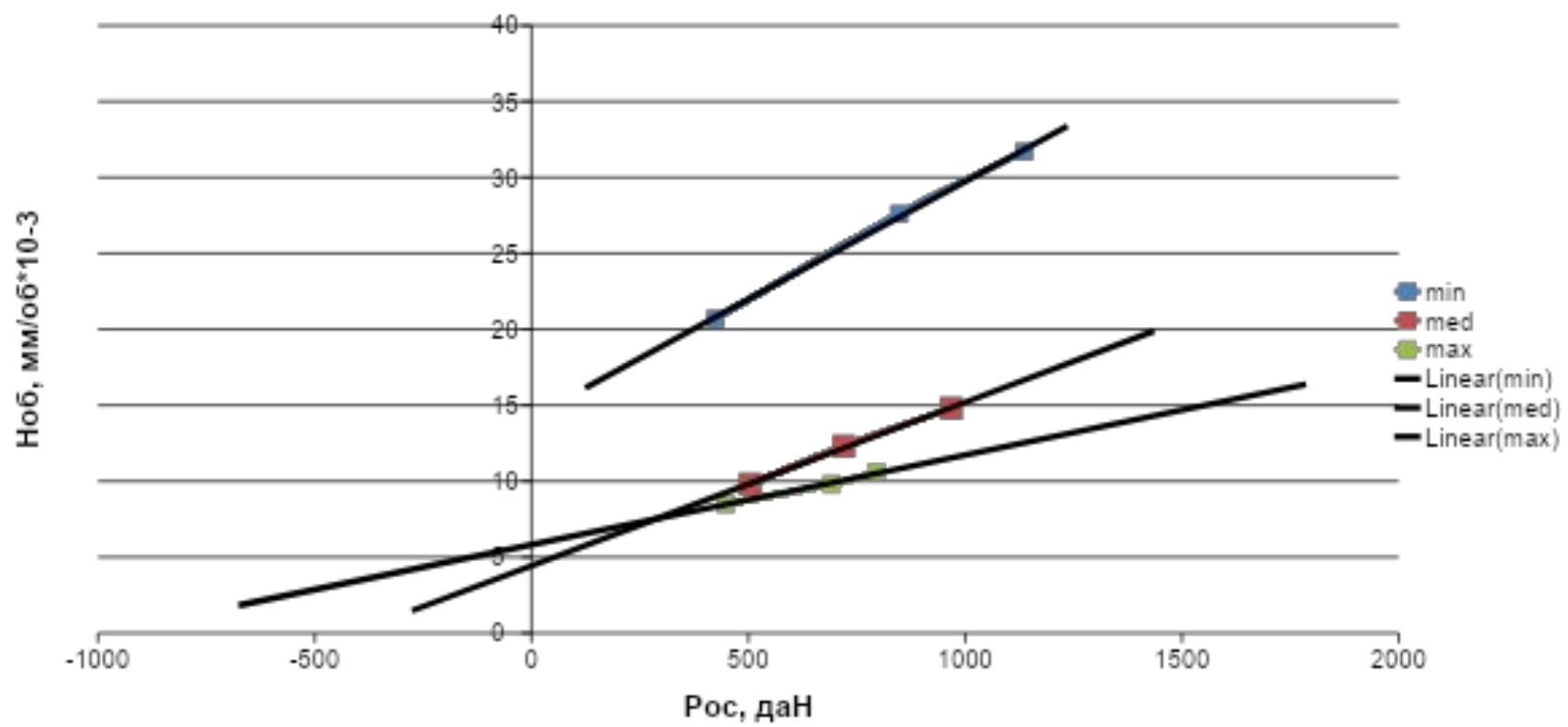
Уравнение и модель определения углубки за один оборот при бурении импрегнированной коронкой:


$$h_{об} = 0,037 + 0,027 * P + 0,011 * \omega - 0,02 * P * \omega$$

Исходя из данных графика можно сделать вывод, что максимальные значения углубки за один оборот достигаются при максимальных значениях осевой нагрузки и минимальных значениях частоты вращения.



Зависимость углубки за один оборот от осевой нагрузки и частоты вращения бурового инструмента:





Анализируя модели влияния параметров режима бурения для импрегнированной коронки можно сделать вывод, что в данных границах эксперимента оптимальными значениями параметров, принимая во внимание параметр RPI, будут являться:

- Осевая нагрузка: 700 даН
- Частота вращения: 725 мин^{-1}
- Механическая скорость бурения: 8 см/мин

Также допустимы значения:

- Осевая нагрузка: 1200 даН
- Частота вращения: 725 мин^{-1}
- Механическая скорость бурения: 11 см/мин

При этом режиме будет достигнута максимальная механическая скорость бурения в данных границах эксперимента, но будет снижен ресурс инструмента.