
Въпрос 6

Характеристики на центробежна помпа

1) Характеристики на центробежна помпа

- Центробежна помпа:

➤ $n = const$ $\left\{ \begin{array}{l} c_2 - \text{при даден дебит } Q \\ c_{2,x} - \text{при някакъв (произволен) друг дебит } - Q_x \end{array} \right.$

1) От формулата за теоретичен дебит:

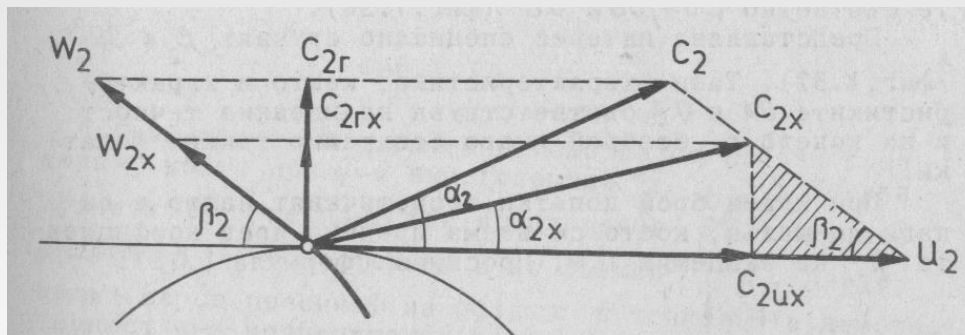
$$Q_x = 2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot b_2 \cdot \varphi_2 \cdot c_{2r,x}$$

Оттук:

$$c_{2r,x} = \frac{Q_x}{2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot b_2 \cdot \varphi_2}$$

2) От фигурата:

$$c_{2u,x} = u_2 - c_{2r,x} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 = u_2 - \frac{Q_x \cdot \operatorname{ctg} \beta_2}{2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot b_2 \cdot \varphi_2}$$



1) Характеристики на центробежна помпа

- Центробежна помпа:

➤ $n = const$ $\left\{ \begin{array}{l} c_2 - \text{при даден дебит } Q \\ c_{2,x} - \text{при някакъв (произволен) друг дебит } - Q_x \end{array} \right.$

1) От формулата за теоретичен напор:

$$H_{T,x} = \frac{u_2 \cdot c_{2u,x}}{g} = \frac{u_2}{g} \cdot \left(u_2 - \frac{Q_x \cdot \text{ctg } \beta_2}{2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot b_2 \cdot \varphi_2} \right)$$

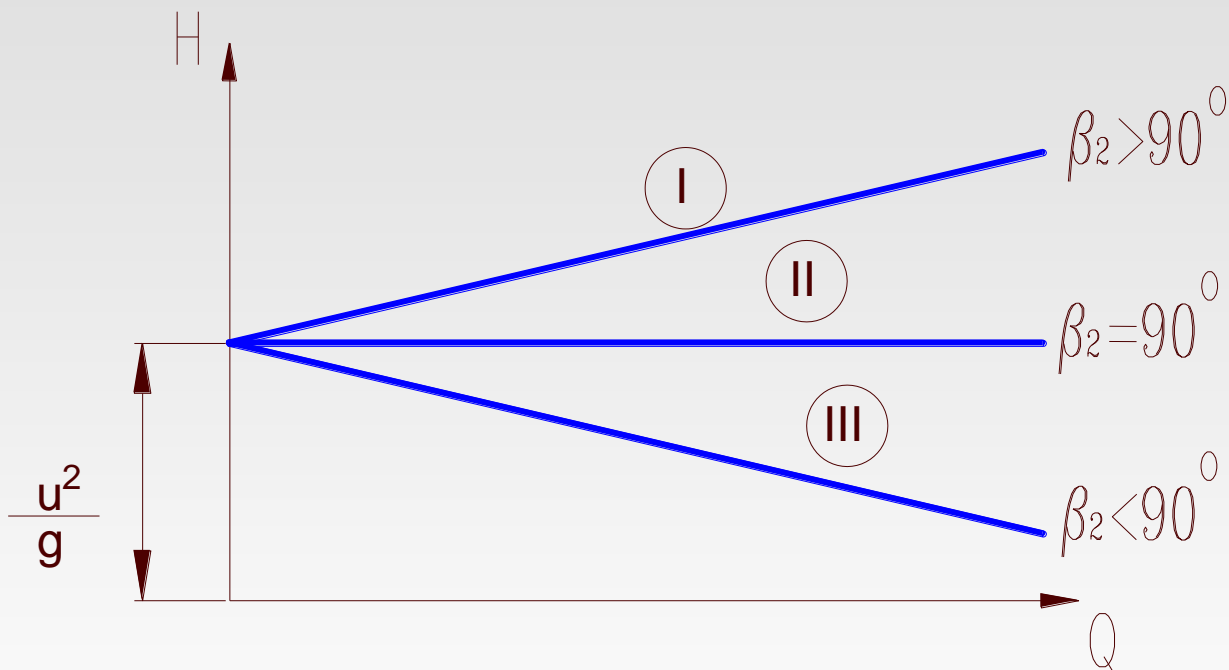
Или:

$$H_{T,x} = \frac{u_2^2}{g} - \frac{u_2 \cdot \text{ctg } \beta_2}{2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot b_2 \cdot \varphi_2} \cdot Q_x - \text{уравнение на права линия}$$



1) Характеристики на центробежна помпа

- Теоретични характеристики:



➡ Съгласно разсъжденията от Лекция 4, вземаме за основа права 3

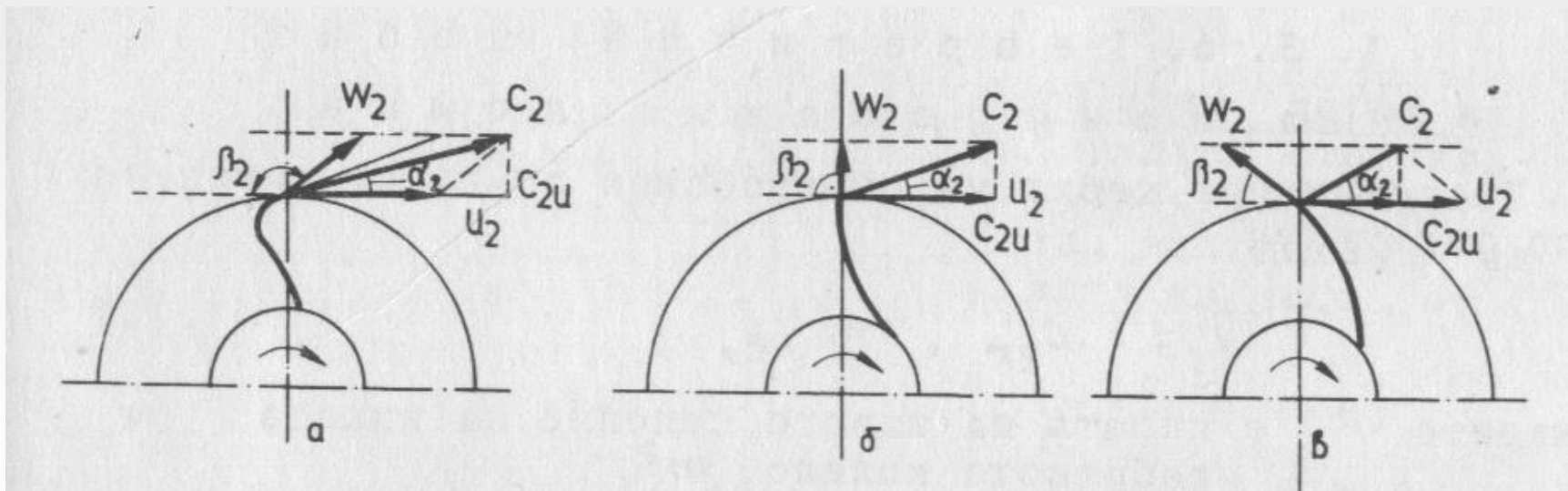
3) Видове лопатки на работното колело

- Същественият елемент, по който се отличават лопатките на центробежните помпи, е ъгълът β .
- Ъгълът β при първия елемент на лопатката (при r_1), т.е. β_1 се избира, така че да осигури безударно влизане. Това е възможно при $\alpha_1=90^\circ$. Поради това винаги $\beta_1 < 90^\circ$
- При това положение основното уравнение на центробежна помпа е:

$$H_T = \frac{u_2 \cdot c_{2u}}{g} - \text{основно уравнение при безударно влизане: } c_{1u} = 0, \alpha_1 = 90^\circ$$

3) Видове лопатки на работното колело

- При изхода лопатките могат да бъдат извити различно:
- 1) напред $\beta_2 > 90^\circ$
- 2) радиално (меридиално) $\beta_2 = 90^\circ$
- 3) назад $\beta_2 < 90^\circ$



3) Видове лопатки на работното колело

- Изменението на β_2 води до изменение на c_{2u} :
- При лопатки, извити напред $\beta_2 > 90^\circ$, $c_{2u} > u_2$ и:

$$H_T > \frac{u_2^2}{g}$$

- При лопатки, насочени радиално $\beta_2 = 90^\circ$ и:

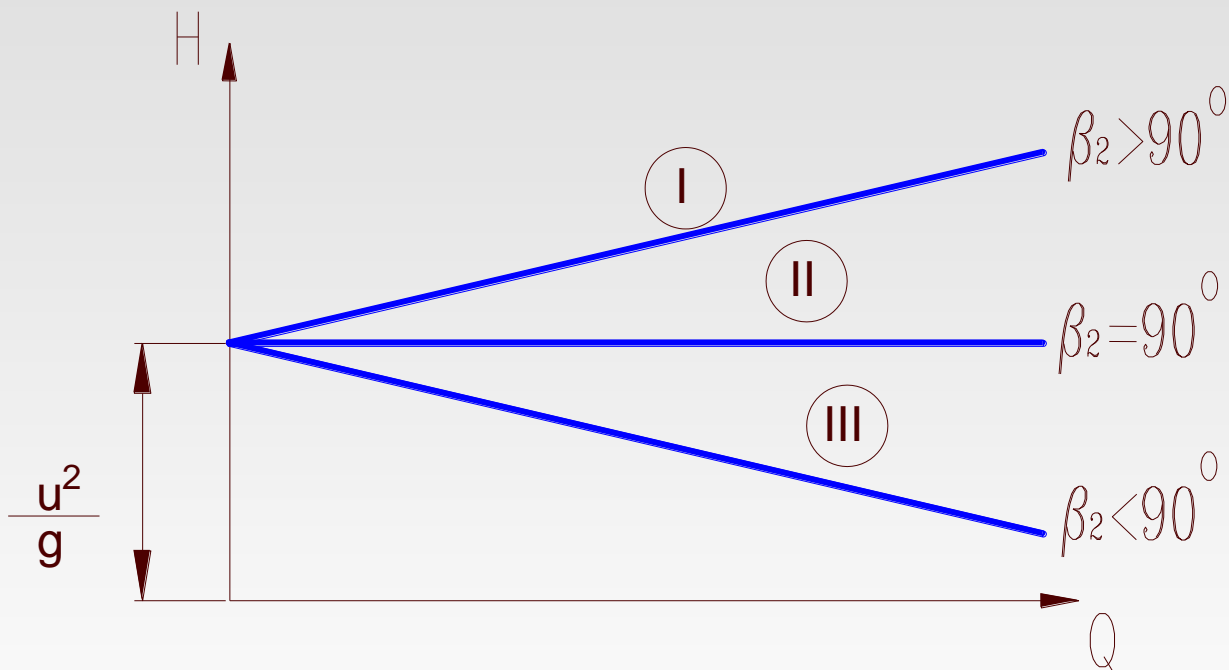
$$H_T = \frac{u_2^2}{g}$$

- При лопатки, извити назад $\beta_2 < 90^\circ$, $c_{2u} < u_2$ и:

$$H_T < \frac{u_2^2}{g}$$

1) Характеристики на центробежна помпа

- Теоретични характеристики:



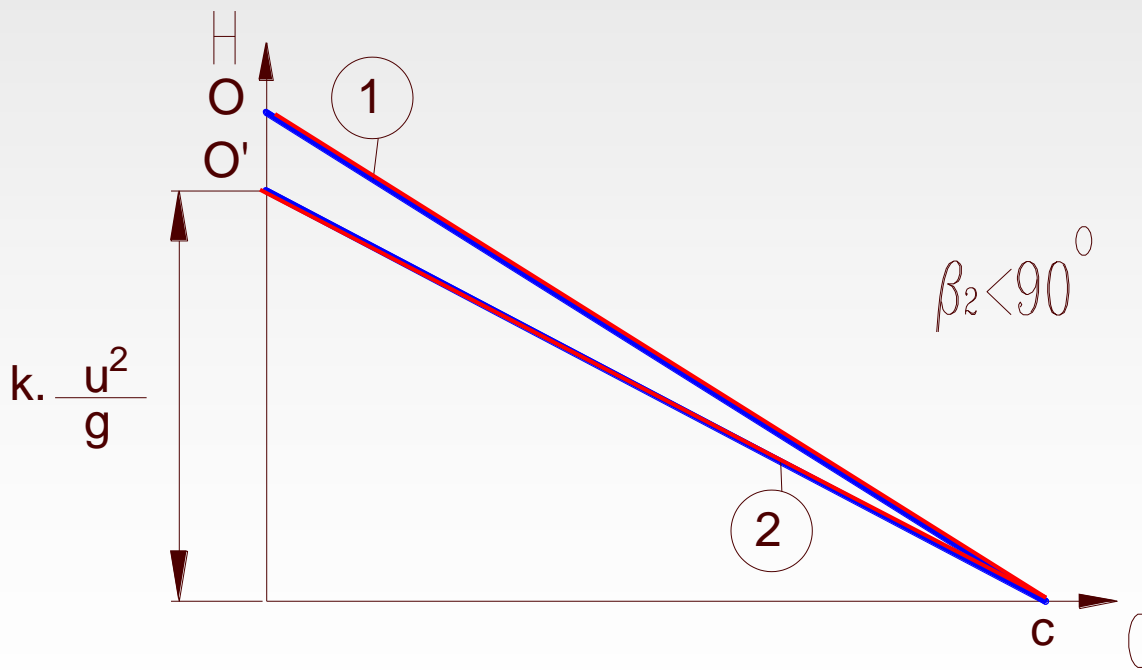
➡ Съгласно разсъжденията от Лекция 4, вземаме за основа права 3

1) Характеристики на центробежна помпа

■ А) Но: $H = k_z \cdot \eta_x \cdot H_T = \eta_x \cdot H_T'$

или $H_T' = k_z \cdot H_T = k_z \cdot \frac{u_2 \cdot c_{2u}}{g}$

Тогава правата 1 се трансформира в правата 2



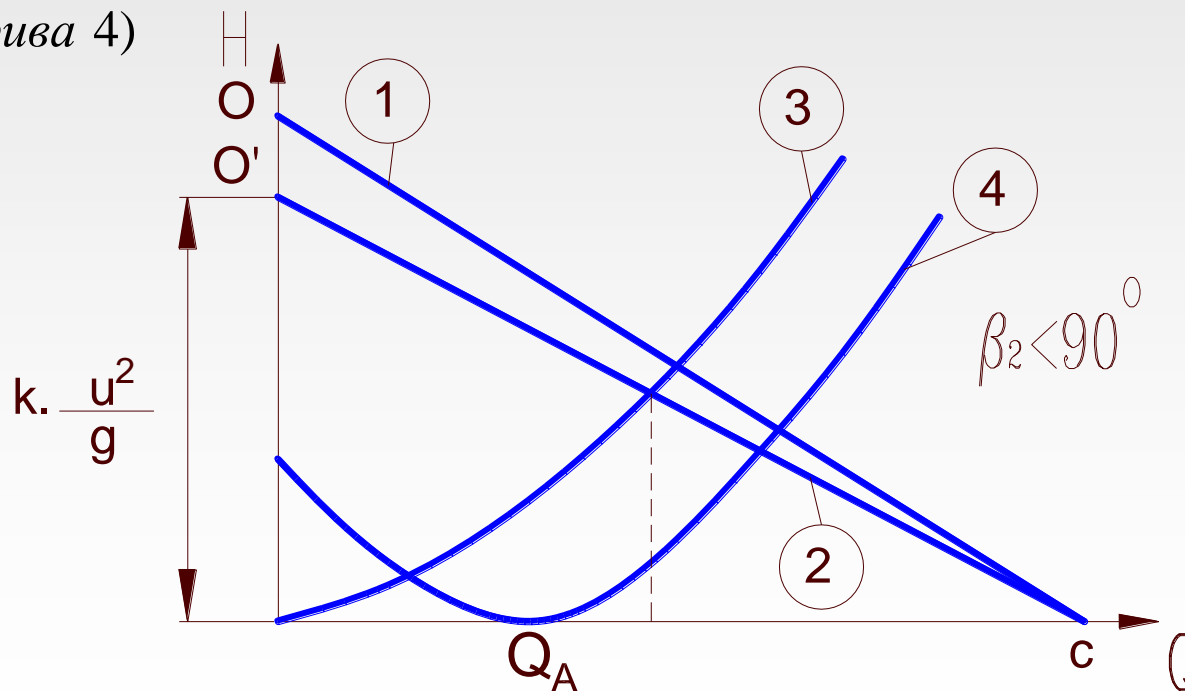
1) Характеристики на центробежна помпа

- Б) Но: $h_{заг.1} = s_1 \cdot Q^2$ – загуби при преминаване през работното колело
 \Rightarrow крива 3)

$$h_{заг.2} = s_2 \cdot (Q - Q_A)^2 - \text{загуби от удар в лопатките}$$

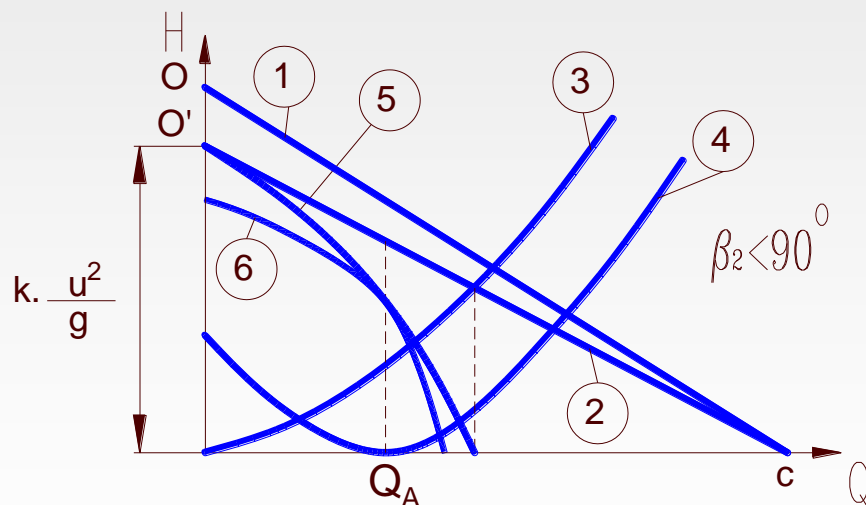
Q_A – дебит, съответстващ на безударно влизане

\Rightarrow крива 4)



1) Характеристики на центробежна помпа

- В) крива 5) = крива 2) – крива 3)
- крива 6) = крива 5 – крива 4) – работна характеристика Q-H на помпата
 - Не се отчитат загуби на вода



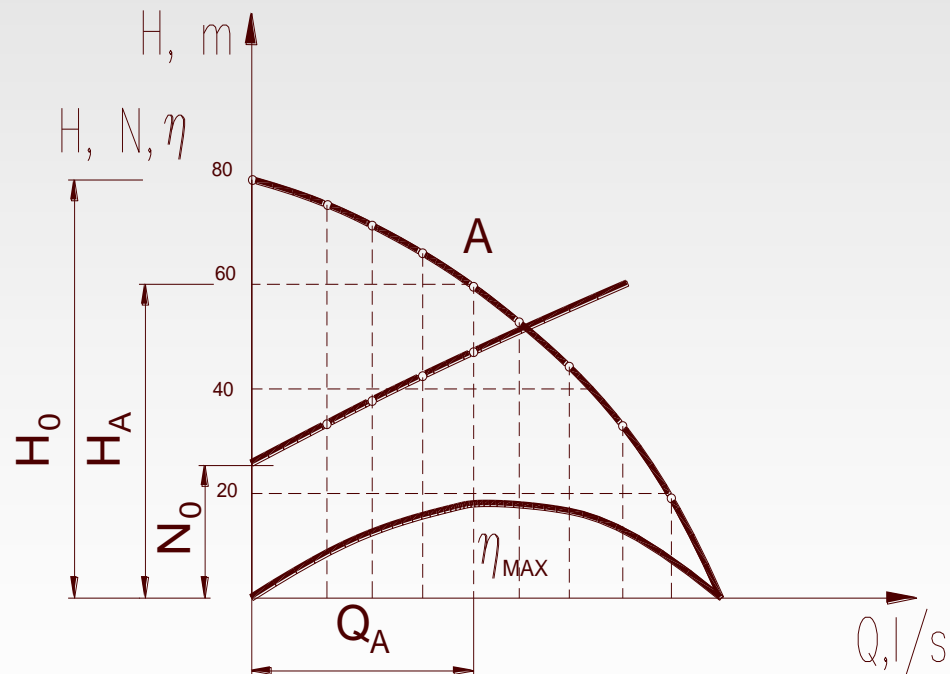
1) Характеристики на центробежна помпа

Получава се експериментално

- Чрез дроселиране на спирателен кран на напорния тръбопровод се получават точки Q-H
- Измерва се и N_v , съответстваща на всяка двойка Q, H
- Определя се:

$$\eta = \frac{N_n}{N_e} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot N_e} \text{ за всяка двойка } Q, H$$

- По този начин се получава работните характеристики Q-H, Q-N и Q- η
- A-оптимална точка на работната характеристика Q-H



1) Характеристики на центробежна помпа

- Особености на характеристиката Q-H
- 1 – с максимум
- 2 – полегата
- 3 - стръмна



1) Характеристики на центробежна помпа

- Стръмнина на характеристиката се определя по формулата

$$k_p = \frac{(H_0 - H_A)}{H_A}, \%$$

,където :

H_0 – напор на центробежна помпа при

при работа със затворен кран ($Q = 0$)

H_A – напорът при максимална стойност
на КПД

- Полегатите характеристики имат стръмнина 8-12 %, а стръмните – 25-30%

1) Характеристики на центробежна помпа

- Аналитичен вид на характеристиките на центробежните помпи:
- Уравнение на пълна квадратна парабола:

$$H = H_0 + a_1 \cdot Q + a_2 \cdot Q^2$$

,където :

H_0 – напор на центробежна помпа при
при работа със затворен кран ($Q = 0$)

a_1, a_2 – константи с положителна или отрицателна
стойност, които зависят от формата на $Q - H$ на
помпата

- Обикновено характеристиката $Q - H$ се ограничава в определен интервал, който съответства на най-голямата стойност и близките до нея стойности на КПД на помпата
- В този интервал с достатъчна точност може да се приеме непълна квадратна парабола:

$$H = H_0 - a \cdot Q^2$$

- За повечето канализационни помпи: уравнение на права

$$H = H_0 - a \cdot Q$$

1) Характеристики на центробежна помпа

- Отчитат се три стойности на водното количество: Q_1 , Q_2 , Q_3 , съответстващи на три стойности на напора: H_1 , H_2 , H_3
- Съставят се три уравнения:
- Уравнение на пълна квадратна парабола:

$$H_1 = H_0 + a_1 \cdot Q_1 + a_2 \cdot Q_1^2$$

$$H_2 = H_0 + a_1 \cdot Q_2 + a_2 \cdot Q_2^2$$

$$H_3 = H_0 + a_1 \cdot Q_3 + a_2 \cdot Q_3^2$$

- След съвместното решаване на тези уравнения се определят стойностите на: H_0 , a_1 , a_2
- Характеристиката Q - N може да се изрази аналитично с аналогични уравнения:

$$N_e = N_0 + b_1 \cdot Q + b_2 \cdot Q^2$$

$$N_e = N_0 + b \cdot Q$$