Если $\beta > 1$, то радиальная скорость свободного расширения ротора в положении $x_k = \beta$ отлична от нуля:

$$\dot{x}\left(x_k\right) = \left(\frac{q}{\beta}\right)^{1/2}\left(\beta - 1\right) = \frac{x_k - 1}{\left(x_k\right)^{1/2}}\frac{V_1}{R}.$$

Размерная величина радиальной скорости имеет вид:

$$V_{\text{рад}} = \dot{x}\left(x_k\right)R = \frac{x_k - 1}{\left(x_k\right)^{1/2}}V_1. \tag{1.29}$$

Эту скорость и соответствующую ей кинетическую энергию ротора в радиальном движении $\Delta K = MV^2_{\text{рад}}/2$ необходимо погасить для придания движению неколебательного характера. Используя выражения (1.28) и (1.29), найдем КПД системы на этапе вывода ротора на орбиту:

$$K_2 = \frac{K_0 - \Delta K}{K_0} = 1 - \left(\frac{V_{\text{рад}}}{V_0}\right)^2 = \frac{2x_k - 1}{x_k^2}.$$

Для рассмотренного случая $x_k = 1{,}5$ получим в условиях Земли: $V_{\text{рад}} = 0{,}408V_1 = 3{,}23$ км/с, $K_2 = 0{,}889$.

Итак, при свободном расширении ротор проходит положение постоянной орбиты $x_k = \beta > 1$ с отличной от нуля радиальной скоростью. Характер движения зависит от соотношения величины β к значению $\beta_{\text{кр}} = 2$, называемому в дальнейшем критическим параметром β.

Если $1 < \beta < \beta_{\text{кр}}$, то радиальная скорость равна нулю в положении x_{2k}, определяемом обращением в нуль второго множителя подкоренного выражения (1.22):

$$x_{2k} = \frac{\beta}{2 - \beta} = \frac{x_k}{2 - x_k}. \tag{1.30}$$

В точке x_{2k} ротор имеет нулевую радиальную скорость и отрицательное радиальное ускорение и в дальнейшем движется в обратном направлении, проходя положение x_k с отличной от нуля радиальной скоростью. Затем знак радиального ускорения изменится, движение станет замедленным, и ротор остановится в положении x_0 (диссипация энергии отсутствует), после чего повторится движение в прямом направлении и т. д. Таким образом, радиальное движение ротора при его свободном расширении является колебательным в интервале $[x_0, x_{2k}]$ относительно положения $x = x_k$.

Относительная орбита x_{2k} отстоит от x_k на величину $\Delta = x_{2k} - x_k = \dfrac{\beta - 1}{2 - \beta}x_k$. Если $x_k = \beta = 1{,}5$, то $x_{2k} = 3$, $\Delta = 1{,}5$ или в размерных величинах: высота орбиты над экватором $H_k = (x_k - 1)R = 0{,}5R$; высота верхнего положения, где ротор остановится, $H_{2к} = 2R$. Таким образом, размахи колебаний составляют: вниз от положения орбиты на $0{,}5R$, вверх от этого положения на $1{,}5R$, т. е. в три раза больше.

Время движения в зависимости от положения ротора определяется формулой (1.24). Полупериод колебаний, т. е. время движения до орбиты $x = x_{2k}$:

$$\frac{\tau}{2} = \frac{\pi}{\left[q\left(2 - \beta\right)^3\right]^{1/2}}.$$

В случае $x_k = \beta = 1{,}5$ период составляет приблизительно 239 мин.

Если $\beta = \beta_{\text{кр}}$, то согласно (1.22) не существует конечного значения $x > 1$, где радиальная скорость обращается в нуль. Следовательно, ротор в этом случае удаляется на бесконечно большое расстояние, если не касаться технических вопросов реализуемости такого движения. Этот результат следует также из формулы (1.30). Время движения в зависимости от положения x определяется формулой (1.26).

Стартовая скорость, необходимая для этого варианта движения и имеющая смысл второй космической скорости для ротора, определяется согласно (1.28) для орбиты $x_k = \beta = 2$:

$$V_0 = \left(2gR\right)^{1/2} = \sqrt{2}V_1 = V_2.$$

Для Земли V_2, что совпадает с известным значением второй космической скорости, при которой любой дискретный объект удаляется от Земли на бесконечность.

Таким образом, при свободном расширении в случае $\beta = \beta_{\text{кр}}$ ротор, пройдя положение $x_k = \beta_{\text{кр}}$ (где $\ddot{x} = 0$, после чего ускорение меняет знак), нигде более не останавливается и удаляется на бесконечность. При этом скорость радиального движения согласно (1.22) уменьшается, принимая в пределе нулевое значение.

Полученные результаты имеют принципиальное значение, так как накладывают существенные ограничения на выбор орбит роторов ОТС.

Если $\beta > \beta_{\text{кр}}$, то $V_0 > V_2$; здесь также, как и при $\beta = \beta_{\text{кр}}$, ротор при свободном расширении удаляется на бесконечность, но в этом случае радиальная скорость на бесконечности имеет значение, отличное от нуля: $\dot{x}_\infty = \left[q\left(\beta - 2\right)\right]^{1/2}$. Зависимость времени движения от положения определяется формулой (1.25).