

**7. НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА
ЭЛЕМЕНТЫ НАЗЕМНОЙ
КОСМИЧЕСКОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ.**

◎ **Общая характеристика действующих нагрузок.**

Нагрузки по характеру и времени действия могут быть статическими и динамическими.

В инженерных расчетах объектов НКИ вводится более детальная классификация статических и динамических нагрузок. Так, статические нагрузки подразделяют на постоянные и временные.

К постоянным относятся нагрузки от собственного веса металлоконструкций и элементов, постоянно связанных с ними, нагрузки от давления горных пород.

Временные нагрузки возникают эпизодически и могут быть приложены в различных местах конструкции.

Динамические нагрузки могут быть инерционными, ветровыми, сейсмическими и рабочими нагрузками от действия газовых струй, истекающих из камер сгорания ракетного двигателя.

Расчет агрегатов и сооружений НКИ на статическую нагрузку не отличается от расчета, принятого в общем машиностроении. Расчет же на динамические нагрузки требует особого подхода и теоретического обоснования.

Основная задача расчета НКИ на динамическую нагрузку состоит либо в определении максимальных деформаций и напряжений, вызываемых в различных конструктивных элементах данной динамической нагрузкой, либо в подборе таких размеров конструкций, которые обеспечили бы допустимые значения деформации и напряжений.

Учитывая особенность назначения объектов НКИ, а также специфические условия их эксплуатации, представляется целесообразным все перечисленные категории нагрузок, действующие на НКИ, в зависимости от степени их влияния на конструктивные элементы подразделить на основные, дополнительные и особые.

Ветровые нагрузки

Расчетная ветровая нагрузка на агрегат НОР, работающий на открытом воздухе, определяется из выражении:

$$P_B = \sum q_{pi} F_i$$

Расчетный ветровой напор принимается действующим нормально к расчетной ветровой площади и определяется по формуле:

$$q_{pi} = q \cdot C_x \cdot k_H \cdot \beta$$

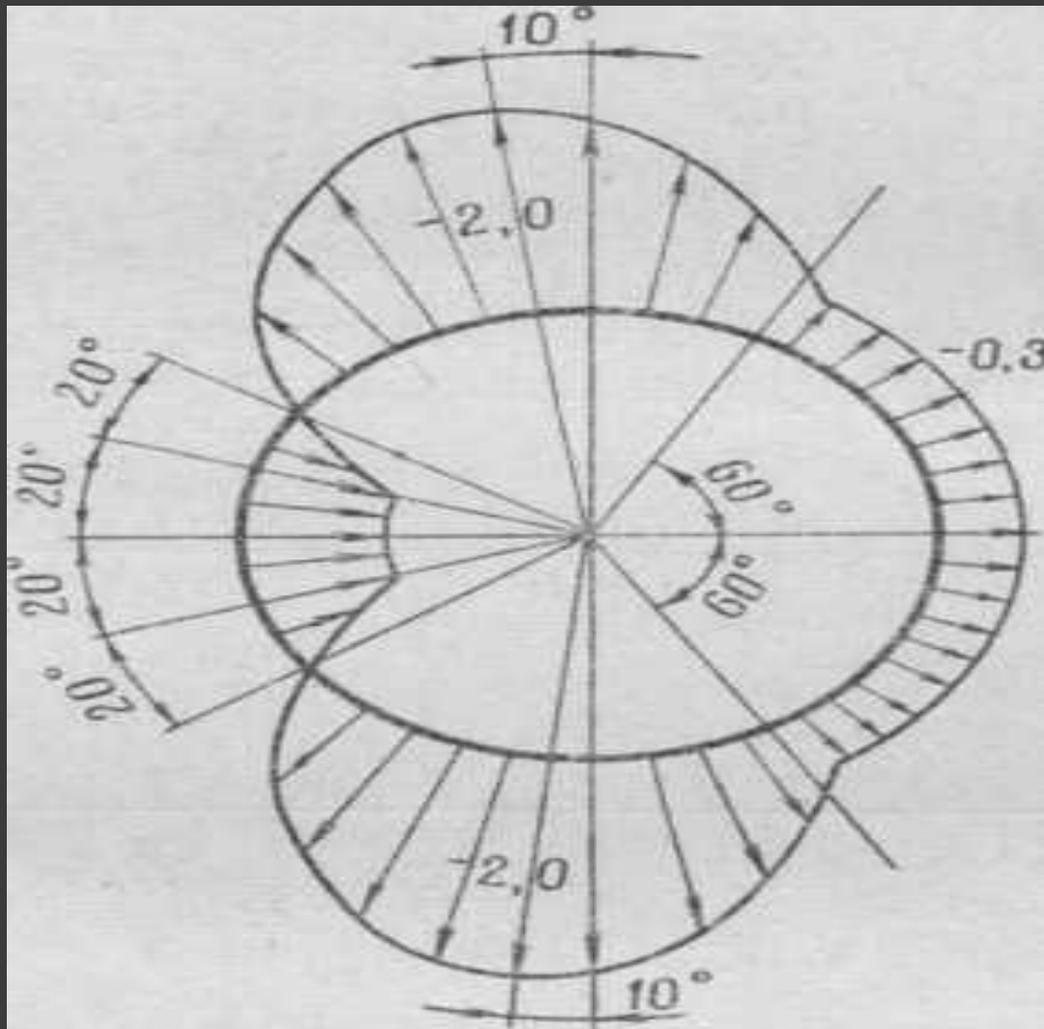
Номинальный ветровой напор q определяется по формулам:

- для ветра рабочего состояния:

$$q_p = \frac{\rho V_p^2}{2}$$

- для ветра нерабочего состояния:

$$q_H = \frac{\rho V_H^2}{\gamma}$$



Распределение давления при обтекании корпуса ракеты.

Нагрузки аварийных ситуаций

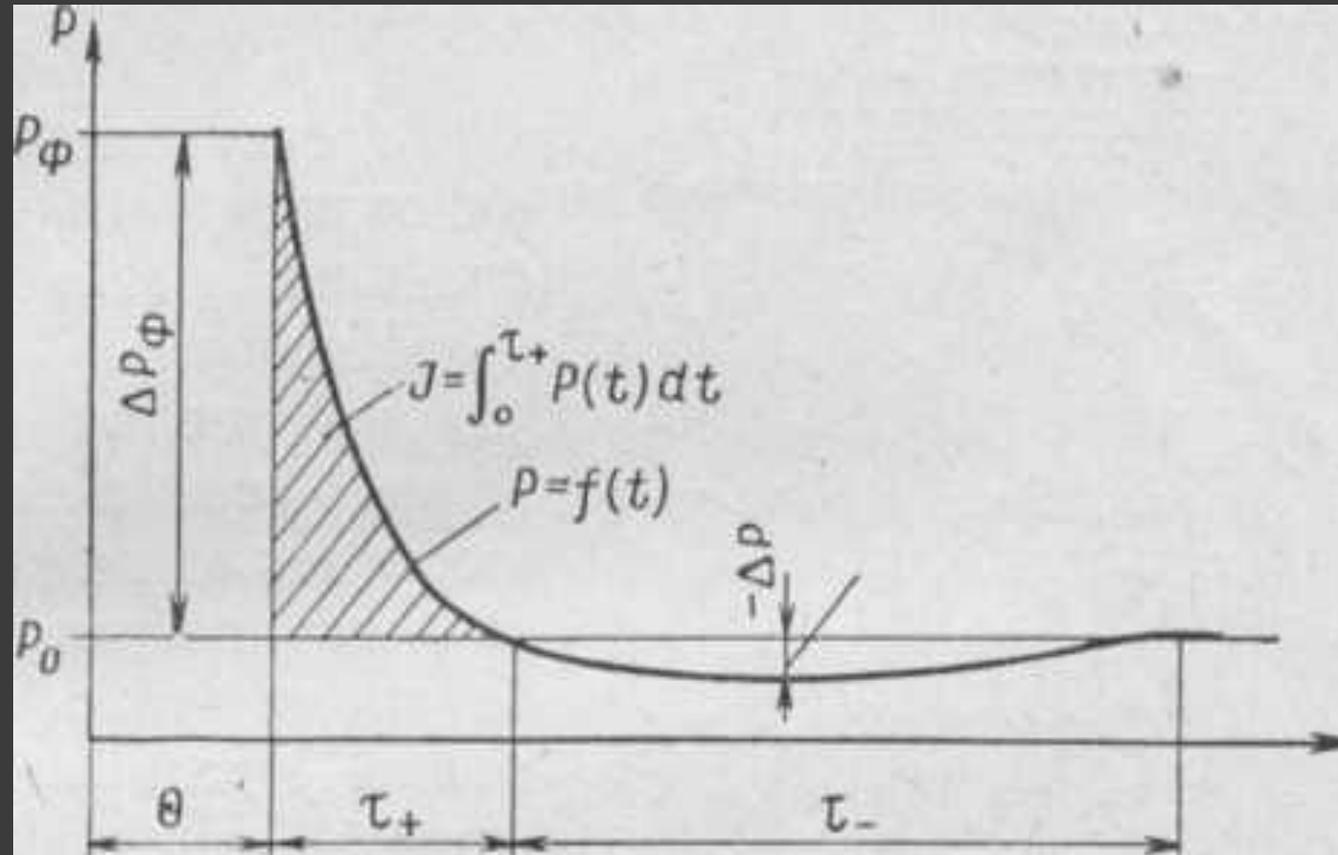


График изменения давления воздуха во времени.

Избыточное давление во фронте воздушной ударной волны на любом расстоянии от центра воздушного взрыва определяется по формуле:

$$\Delta p_{\phi} = 0,84 \frac{\sqrt[3]{q_{yB}}}{R} + 2,7 \frac{\sqrt[3]{q_{yB}^2}}{R^2} + 7,0 \frac{q_{yB}}{R^3}$$

Скорость распространения фронта воздушной ударной волны равна:

$$D_{\phi} = 340 \sqrt{1 + 0,83 \Delta p_{\phi}}$$

Давление отражения определяется по формуле:

$$\Delta p_1 = 2\Delta p_\phi + \frac{6\Delta p_\phi^2}{\Delta p_\phi + 7}$$

Давление, действующее на тыльную поверхность объекта, составляет:

$$p_T = \frac{2}{3}\Delta p_\phi$$

Давлением скоростного напора $p_{ск}$ определяется по формуле:

$$p_{ск} = \frac{2,5\Delta p_\phi^2}{\Delta p_\phi + 7}$$

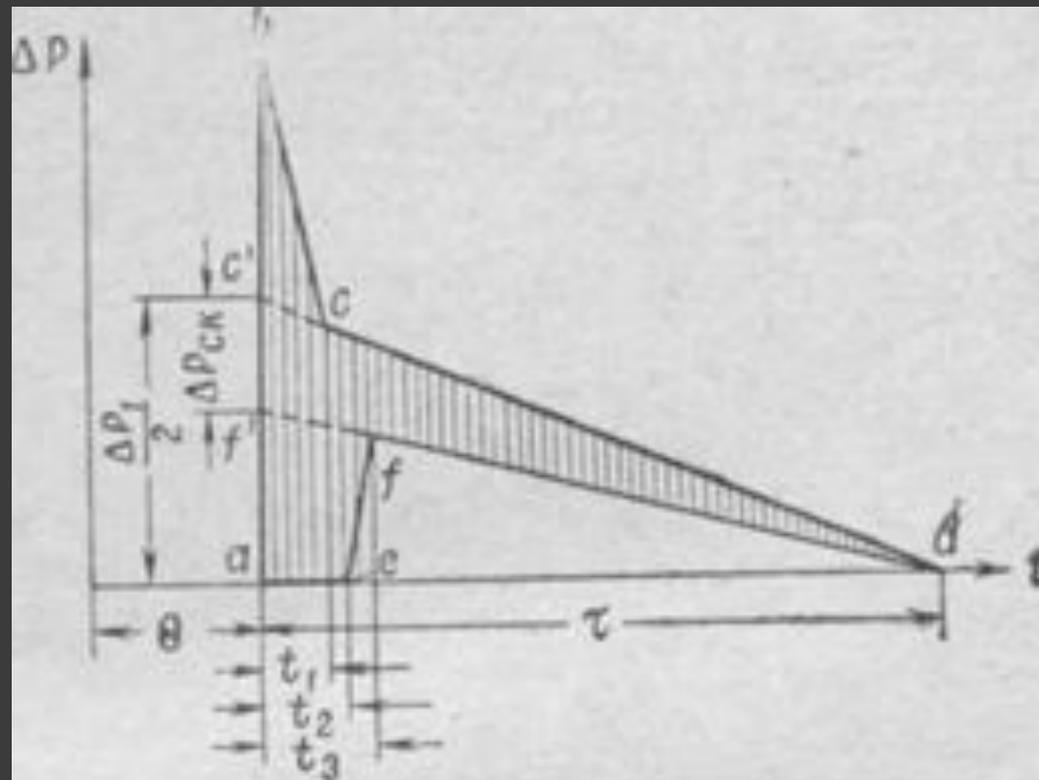


График изменения давлений на фронтальную и тыльную поверхности агрегата при обтекании ее ударной волной взрыва.

Условие устойчивости агрегата по сдвигу определяется из выражения:

$$P - (T_1 + T_2) = 0$$

$$p_m F_p = f(Q + G)$$

где, $p_m = C_x p_{ск}$ - максимальное значение результирующего давления.

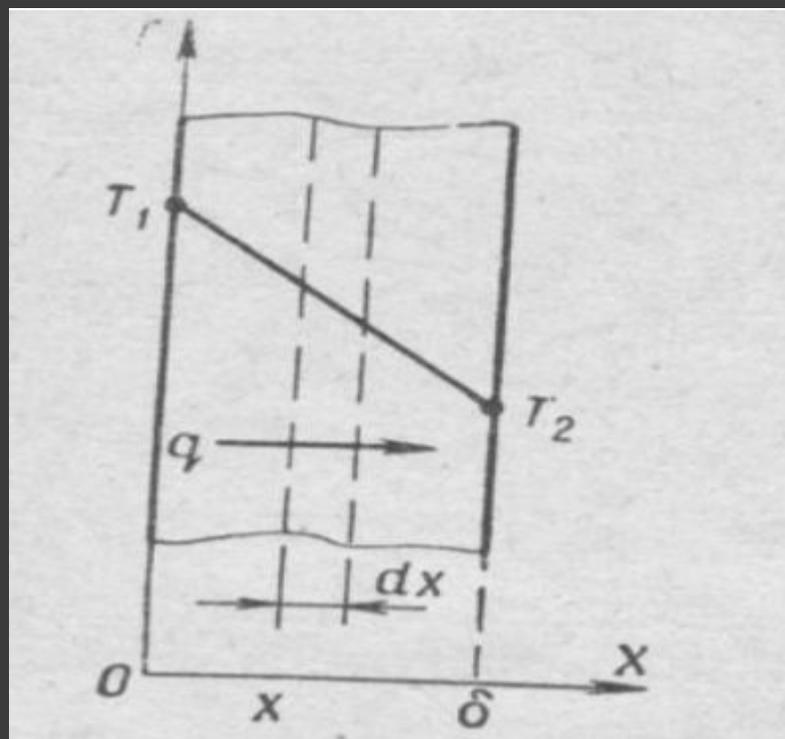
Условие устойчивости агрегата по опрокидыванию определяется из уравнения:

$$ph_{\text{д}} - (Q - G) \frac{B+b}{2} = 0;$$

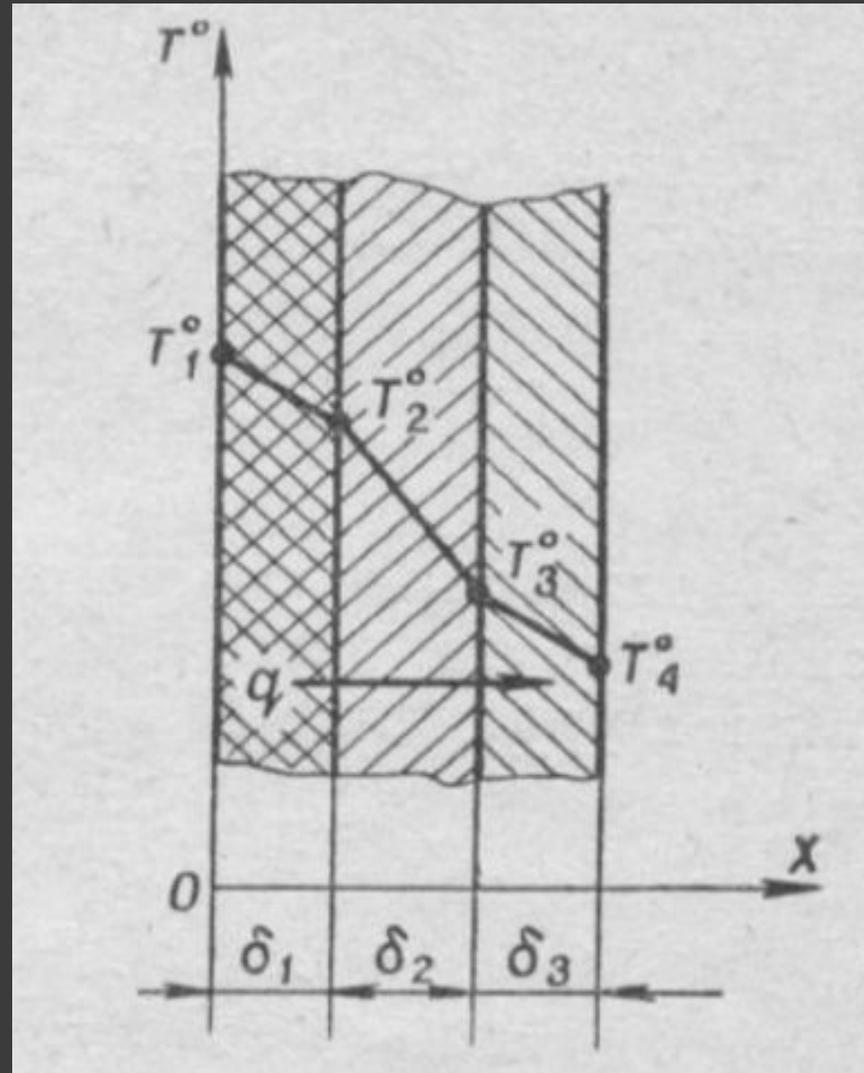
$$C_x \frac{5\Delta p_{\text{ф}}^2}{\Delta p_{\text{ф}} + 7} \cdot \frac{F_p h_{\text{д}}}{B + b} - \Delta p_{\text{ф}} F_{\text{ог}} - G = 0$$

Уравнение дает возможность определить предельное значение по опрокидыванию или подобрать характеристики агрегата на расчетное избыточное давление во фронте воздушной ударной волны.

Действие на элементы НКИ газовой струи, истекающей из двигателя ракеты



Распределение температуры по толщине однослойной плоской стенки.



Распределение температуры по толщине трехслойной плоской стенки.

При стационарном режиме тепловой поток постоянен и для всех слоев одинаков. Поэтому на основании формулы (7.24) для каждого слоя можно записать:

$$q = \frac{\lambda_1}{\delta_1} (T_1 - T_2);$$

$$q = \frac{\lambda_2}{\delta_2} (T_2 - T_3);$$

$$q = \frac{\lambda_3}{\delta_3} (T_3 - T_4).$$