

## К ТЕОРИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БАРОВОЙ МАШИНЫ С ГРУНТОМ

И. Г. БАСОВ

(Представлена кафедрой горных машин, рудничного транспорта и горной механики)

При работе баровой землерезной машины движитель ее перемещается по поверхности почвы, а рабочий орган — в щели-траншее, прорезаемой в мерзлом слое грунта. Поэтому нагрузки на рабочем органе будут определяться не только сопротивлением грунта разрушению, а и характером перемещения землерезной машины, зависящим от микро-рельефа поверхности почвы, взаиморасположения рабочего органа и движителя, управления машиной.

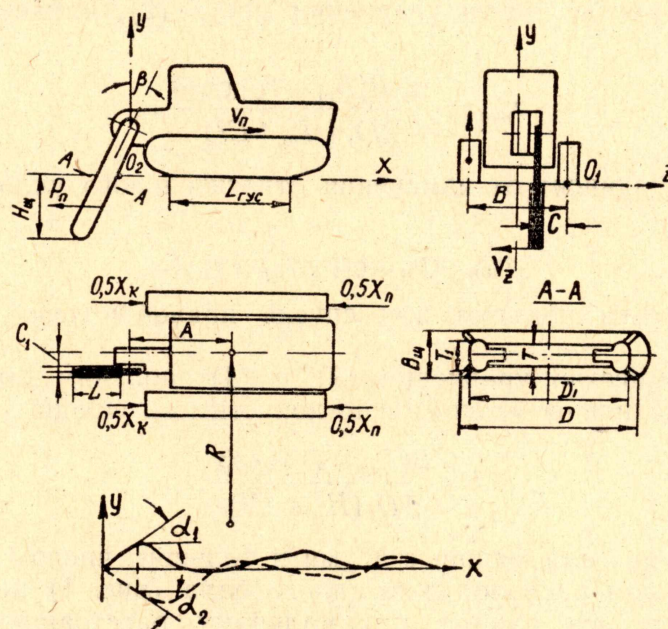


Рис. 1

1. В общем случае при движении машины по намеченной трассе под ее правой и левой гусеницами (колесами) могут быть различные профили поверхности почвы. Вследствие этого корпус машины, а вместе с ним и баровый исполнительный орган, находящийся в щели, будут совершать сложное движение в пространстве. Быстрое изменение координат перемещения в продольном, и особенно в поперечном направлениях (рис. 1), может привести к значительным перегрузкам рамы бара и других узлов ее подвески.



Нагрузка на раму бара будет зависеть от соотношения скорости  $v_n$  прорезания щели (подачи машины) и скорости  $v_{пов}$  изменения текущих координат точек жесткого крепления левой ( $y_l$ ) и правой ( $y_n$ ) гусениц (колес) к корпусу машины.

Для того, чтобы не возникали чрезмерные боковые нагрузки на рабочий орган, необходимо, чтобы в контакте с грунтом находились только зубки режущей цепи. Иначе говоря, должно соблюдаться условие (рис. 1).

$$v_z = v_n \frac{(B_{щ} - T_1) \cos \beta}{2D_1}, \quad (1)$$

где  $v_z$  — линейная скорость поворота конца бара в плоскости  $yz$ ;

$B_{щ}$  — ширина щели;

$T_1$  — толщина бара по кулакам;

$D_1$  — ширина бара по кулакам;

$\beta$  — угол наклона бара к вертикали.

С другой стороны, из рис. 1 следует, что

$$v_z = \frac{v_{пов} (H_{щ}^2 + C^2)}{B}, \quad (2)$$

где  $v_{пов}$  — линейная скорость поворота одной гусеницы относительно другой в плоскости  $yz$ ;

$C$  — расстояние от точки поворота до бара;

$B$  — колея машины.

Приравнявая правые части уравнений (1) и (2), найдем допустимую скорость

$$v_{пов} = \frac{v_n B (B_{щ} - T_1) \cos \beta}{2D_1 (H_{щ}^2 + C^2)}. \quad (3)$$

Скорость  $v_{пов}$  зависит от изменения относительного уклона  $i$  по пути машины.

$$v_{пов} = v_n \operatorname{tg}(\alpha_1 = \alpha_2) = v_n \cdot i, \quad (4)$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — углы подъема или спуска правой и левой гусениц (колес).

Решая совместно уравнения (3) и (4), получим выражение для определения величины максимально допустимого уклона

$$i = \frac{B (B_{щ} - T_1) \cos \beta}{2D_1 (H_{щ}^2 + C^2)}. \quad (5)$$

При вычислении  $i$  для машин с двумя и большим числом баров, а также при несоосном расположении одного бара (рис. 1) необходимо величину  $C$  принимать равной минимальному расстоянию от барового исполнительного органа до гусеницы (или колеса).

Таким образом, из выражения (5) следует, что машины с более широкой базой, большим вылетом резцов и с меньшей шириной бара, а также глубиной резания будут меньше реагировать на изменения микрорельефа трассы.

Необходимо также отметить, что влияние микрорельефа трассы на возникновение боковой нагрузки на баровый исполнительный орган в значительной степени зависит от типа подвески машины. При жесткой подвеске [1] вероятность возникновения боковой нагрузки на бар будет значительно больше, нежели при полужесткой или балансирной.



2. Взаиморасположение барового исполнительного органа с гусеницами (или ведущими колесами) машины определяет устойчивость ее движения в заданном направлении.

Асимметричное расположение барового органа относительно продольной оси машины приводит к развороту ее в процессе резания щели. Величину момента  $M_p$  разворота можно найти из уравнения моментов относительно точки  $O_2$  (рис. 1).

$$\begin{aligned} \Sigma M_{O_2} = M_p = & 0,5 X_k \left( \frac{B}{2} + C_1 \right) + 0,5 X_n \left( \frac{B}{2} - C_1 \right) - \\ & - 0,5 X_n \left( \frac{B}{2} + C_1 \right) - 0,5 X_k \left( \frac{B}{2} - C_1 \right). \end{aligned}$$

После преобразований уравнение примет вид

$$M_p = C_1 (X_k - X_n). \quad (6)$$

Можно принять, что толкающее усилие

$$X_k = P_n + X_n, \quad (7)$$

где  $P_n$  — усилие подачи исполнительного органа;

$X_n$  — сила сопротивления перекачиванию гусениц (колес).

Подставляя значение  $X_k$  из (7) в (6), получим

$$M_p = C_1 P_n.$$

Таким образом, величина момента, вызывающая разворот машины при несоосном расположении исполнительного органа, прямо пропорциональна величине смещения бара относительно продольной оси машины и усилию подачи.

3. Баровый исполнительный орган должен допускать некоторое отклонение от прямолинейного движения машины при резании щели, и при этом не должны возникать дополнительные нагрузки. В таком случае минимально допустимый радиус разворота заглубленного бара (рис. 1) должен быть равен радиусу вписанной окружности [2] в трапецию с высотой

$$h = \frac{B_{\text{ш}} - T}{2}$$

и основанием, равным горизонтальной проекции заглубленной части бара

$$L = D + H_{\text{ш}} \operatorname{tg} \beta, \quad (8)$$

где  $T$  — толщина рамы бара;

$D$  — ширина бара по зубкам.

Величина радиуса поворота бара в таком случае может быть найдена по формуле

$$r = \frac{L^2 + (B_{\text{ш}} - T)^2}{4(B_{\text{ш}} - T)}. \quad (9)$$

Минимально допустимый поворот землерезной машины с заглубленным баром может быть вычислен из выражения

$$R = \frac{2(L_0 \sin \beta + A)r}{L}, \quad (10)$$



где  $L_6$  — длина бара;

$A$  — расстояние от оси поворота бара до линии, соединяющей середины гусениц (при гусеничном движителе) или до оси задних колес (при колесном движителе).

Подставляя значения  $L$  и  $r$  из (8) и (9) в (10), получим

$$R = \frac{(L_6 \sin \beta + A)[(D + H_{\text{ш}} \operatorname{tg} \beta)^2 + (B_{\text{ш}} - T)^2]}{2(D + H_{\text{ш}} \operatorname{tg} \beta)(B_{\text{ш}} - T)}.$$

Из последней формулы следует, что минимально допустимый радиус поворота машины будет тем меньше, чем меньше будут значения величин  $D$ ,  $H_{\text{ш}}$ ,  $\beta$  и  $A$ . Минимально допустимый радиус поворота колесных машин будет всегда меньше, чем гусеничных, потому что у них меньше величина  $A$  при прочих равных условиях.

Таким образом, при конструировании землерезных машин баровый исполнительный орган желательно приближать к центру, а при эксплуатации заглублять до вертикального положения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. П. Лызо, А. П. Лызо, В. А. Ломовский. Тракторы, автомобили, двигатели. «Высшая школа», М., 1962.
  2. И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. Гостеортехиздат, М., 1953.
-