

### К РАСЧЕТУ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА БАРА ЗЕМЛЕРЕЗНОЙ МАШИНЫ

И. Г. БАСОВ

Механизм поворота бара землерезной машины предназначен для создания необходимого усилия при заглублении бара или удержания его под нужным углом наклона к почве во время прорезания щели в мерзлом грунте и в транспортном положении.

У землерезных машин, нарезающих щели в мерзлом грунте при совмещенных движениях режущей цепи и всей установки, наибольшее

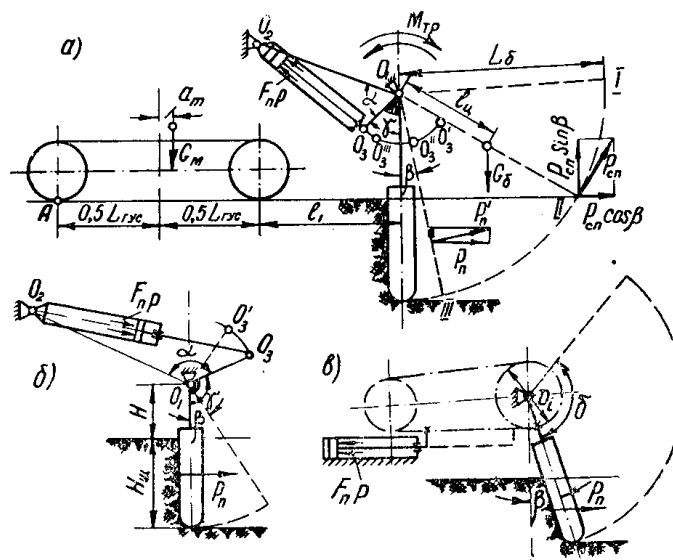


Рис. 1. Схемы для расчета механизма поворота бара

распространение получили механизмы поворота бара, принципиальные схемы которых изображены на рис. 1, а, б, в.

Прежде чем перейти к рассмотрению работы механизмов, представленных на рис. 1, примем следующие условные обозначения:

$O_1O_2 = a$  — расстояние от центра вращения бара до точки подвески гидродомкрата;  
 $O_2O_3 = b$  — гидродомкрат;  
 $O_2O_3 = c$  — коромысло, жестко связанное с баром и шарнирно с гидродомкратом;  
 $L_6$  — длина бара;  
 $H$  — расстояние от почвы до центра вращения бара;  
 $H_{\text{ш}}$  — глубина врубовой щели;  
 $l_{\text{п}}$  — расстояние от центра поворота до центра тяжести бара;  
 $G_6$  — вес бара;  
 $F_{\text{п}}$  — активная площадь поршня;  
 $p$  — давление масла;  
 $P_{\text{п}}$  — усилие подачи;  
 $\gamma$  — постоянный для каждой конструкции угол между осями бара и коромысла;  
 $\alpha$  — угол между осью коромысла и линией, соединяющей точки подвески домкрата и бара. Этот угол постоянен для данной конструкции механизма поворота бара, если последний находится в вертикальном заглубленном положении и при наиболее полном сокращении гидродомкрата. Изменяется  $\alpha$  с изменением угла наклона бара;  
 $\beta$  — угол наклона бара к вертикали;  
 $h$  — плечо действия усилия гидродомкрата;  
 $L_{\text{гус}}$  — длина гусеницы;  
 $a_{\text{т}}$  — продольная координата центра тяжести землерезной машины относительно середины гусеницы;  
 $G_{\text{м}}$  — вес землерезной машины.

Рассмотрим три наиболее характерных случая в работе поворотного механизма бара (рис. 1, а): I — подъем бара в транспортное положение; II — начало заглубления бара; III — работа бара, установленного под углом  $\beta$ .

**Положение I.** Гидродомкрат должен развивать усилие на штоке

$$P_{\text{шт}} = F_{\text{п}} \cdot p = \frac{G_6 l_{\text{п}} \sin \beta + M_{\text{тр}}}{h}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{тр}}$  — момент трения в поворотных цапфах подвески барового исполнительного органа.

Момент сопротивления от трения в поворотных цапфах может быть найден из выражения

$$M_{\text{тр}} = (\bar{P}_{\text{шт}} + \bar{G}_6) \cdot f \cdot r_{\text{п}},$$

где  $f$  — коэффициент трения в поворотных цапфах;

$r_{\text{п}}$  — радиус сопротивления трущихся поверхностей,

$\bar{P}_{\text{шт}}$ ,  $\bar{G}_6$  — составляющие сил, представляющие касательное окружное усилие в сфере трущихся поверхностей.

Выразим  $h$  через постоянные  $a$ ,  $b$ ,  $c$ .

$$h = \frac{c \cdot a}{b} \sin (a \pm \beta).$$

По теореме косинусов

$$b = \sqrt{a^2 + c^2 - 2a \cdot c \cdot \cos (a \pm \beta)},$$

тогда

$$h = \frac{c \cdot a \sin (\alpha \pm \beta)}{\sqrt{a^2 + c^2 - 2ac \cos (\alpha \pm \beta)}} \quad (2)$$

Знаки  $+$  и  $-$  в выражении (2) ставятся в случаях расчетов схем механизмов поворота бара, изображенных соответственно на рис. 1, а и рис. 1, б.

Подставив (2) в уравнение (1), получим

$$P_{шт} = \frac{(G_6 l_{II} \sin \beta + M_{тр}) \sqrt{a^2 + c^2 - 2a \cdot c \cdot \cos (\alpha \pm \beta)}}{c \cdot a \cdot \sin (\alpha \pm \beta)} \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что усилие на штоке гидродомкрата при подъеме бара из щели зависит от веса и длины бара и конструктивных параметров механизма поворота. Расчет необходимо вести на случай, когда момент сопротивления повороту бара будет максимальным, т. е. при  $\beta = 90^\circ$ .

**Положение II** соответствует началу разрушения мерзлого грунта режущей цепью (рис. 1, а), когда землерезная машина не движется. На конце бара возникает сила сопротивления его повороту

$$P_{сн} = \frac{P_{шт} \cdot h + G_6 l_{II} \sin \beta - M_{тр}}{L_6} \quad (4)$$

Превышение скорости поворота бара над возможной скоростью внедрения его в грунт может привести к тому, что составляющая  $P_{сн} \sin \beta$  будет стремиться опрокинуть машину вокруг точки А (рис. 1, а). Для предотвращения такого случая необходимо соблюдать условие

$$P_{сн} \sin \beta (L_6 \sin \beta \pm l_1 + L_{гус}) \ll G_m (0,5L_{гус} \pm a_m) \dots \dots \quad (5)$$

Решая совместно (4) и (5), найдем, что для предотвращения случая опрокидывания землерезной машины при заглублении бара усилие на штоке гидродомкрата не должно превышать величины, которая может быть найдена из выражения

$$P_{шт} \leq \frac{L_6 G_m (0,5L_{гус} \pm a_m)}{\sin \beta (L_6 \sin \beta \pm b + L_{гус})} + M_{тр} - G_6 l_{II} \sin \beta \quad (6)$$

При известных размерах гидроцилиндра для данной конструкции механизма поворота бара можно из (6) найти максимально допустимое давление масла  $p$  при заглублении.

**Положение IIIа** соответствует случаю, когда бар заглубляется. Землерезная машина неподвижна. Величина заглубления близка к максимальной. Сопротивление повороту бара в данном случае будет складываться из сопротивления от трений в поворотной цапфе и сопротивления внедрения режущих зубков в мерзлый грунт. Если допустить, что равнодействующая от сил сопротивления внедрению режущих зубков  $P_{II}$  проходит посередине заглубленной части бара, то из уравнения суммы моментов относительно точки  $O_1$  можно найти усилие на штоке гидродомкрата

$$P_{шт} = \frac{P_{II} (L_6 \cos \beta + H) + 2M_{тр} + 2G_6 l_6 \sin \beta}{2h} \quad (7)$$

необходимое для преодоления сил сопротивления повороту бара.

**Положение IIIб** соответствует случаю, когда бар установлен под углом  $\beta$  и прорезает щель в мерзлом грунте глубиной  $H_{щ}$  при непрерывном перемещении землерезной машины.

В этом случае усилие на штоке гидродомкрата, необходимое для удержания бара в нужном положении,

$$P_{шт} = \frac{P_n (L_n \cos \beta + H) - 2M_{тр} \cos \beta - 2G_n l_n \sin \beta \cos \beta}{2h \cos \beta}. \quad (8)$$

Из уравнения (8) может быть найдено максимальное  $p$ , по которому должен настраиваться предохранительный клапан гидросистемы. Но при этом все узлы механизма поворота бара и их крепления необходимо проверить из условия прочности с учетом действия сил, методика расчета которых приведена выше.

Расчет усилий, возникающих при работе в поворотном механизме бара, схема которого представлена на рис. 1, в, ведется аналогично, за исключением лишь того, что в этом случае  $h = \frac{D_i}{2} = \text{const}$ . Максимальный ход поршня гидродомкрата определяется величиной принятого угла  $\delta$  между крайними возможными положениями бара (рабочим и транспортным) может быть найден из уравнения

$$l_n = \frac{\pi D_i \delta}{360} \simeq 0,00872 D_i \delta.$$

Достоинством данной схемы по сравнению с вышерассмотренными является то, что при сравнительно небольших размерах механизма поворота бара можно получить угол  $\delta$  равным даже  $180^\circ$ . Последнее желательно иметь для уменьшения продольных габаритов машины и снижения динамических нагрузок на детали крепления редуктора исполнительного органа при холостых перегонах землерезной машины.