

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЗЕМЛЕРЕЗНОЙ МАШИНЫ

И. Г. БАСОВ, Н. А. ДУБРОВСКИЙ

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

Производительность баровой землерезной машины целесообразно исчислять либо в m^2 прорезанных щелей, либо в m^3 подготовленного к выемке мерзлого слоя грунта в единицу времени. Причем, если первый показатель зависит только от технических возможностей машины и физико-механических свойств мерзлого грунта, то величина объема подготавливаемого к выемке мерзлого слоя в единицу времени будет определяться, кроме того, и технологией нарезания сетки щелей.

Очевидно, что чем меньше будут размеры ячеек в сетке щелей, тем больше потребуется нарезать щелей для подготовки $1 m^3$ мерзлого грунта к выемке, и тем больше будет непроизводительных затрат времени, связанных с маневровыми операциями машины. Следовательно, с целью увеличения производительности баровой машины необходимо размеры ячеек в сетке нарезаемых щелей увеличивать до максимально возможных значений, исходя из грузоподъемных возможностей выемочной машины.

Величина площади щелей, которые необходимо нарезать для подготовки одного m^3 мерзлого грунта к выемке, может быть найдена из выражения

$$s = \frac{(L_{\text{пр}} n_1 + L_{\text{поп}} n_2) H_{\text{щ}}}{V}, \quad m^2/m^3 \quad (1)$$

где

$L_{\text{пр}}$ и $L_{\text{поп}}$ — длины щелей соответственно продольных и поперечных, m ;

n_1 и n_2 — число щелей соответственно продольных и поперечных;

$H_{\text{щ}}$ — глубина щелей, m ;

$V = L_{\text{пр}} \cdot L_{\text{поп}} \cdot H_{\text{щ}}$ — объем подготавливаемого к выемке мерзлого грунта, m^3 .

Заменив в выражении (1) n_1 и n_2 через $L_{\text{пр}}$ и $L_{\text{поп}}$ и расстояния между продольными l_1 и поперечными l_2 щелями и выполнив ряд преобразований, получим

$$s = \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} + \frac{1}{L_{\text{пр}}} + \frac{1}{L_{\text{поп}}}, \quad m^2/m^3. \quad (2)$$

Тогда зависимость технической производительности землерезной машины от технологической схемы подготовки мерзлого грунта к выемке может быть определена по формуле

$$Q_T = \frac{v_n H_{ш} \cdot \kappa_T}{s}, \quad (3)$$

где

v_n — скорость перемещения машины при резании щели, м/час;
 κ_T — коэффициент технически возможной производительности.

Коэффициент κ_T можно выразить как отношение чистого времени T работы машины по нарезанию щелей к общему времени, учитывающему и продолжительность вспомогательных операций $T_{во}$, т. е.

$$\kappa_T = \frac{T}{T + T_{во}}. \quad (4)$$

Чистое время работы машины по нарезанию щелей можно определить из выражения

$$T = \frac{\Sigma L_{пр} + \Sigma L_{поп}}{v_n}.$$

Продолжительность вспомогательных операций при подготовке данной площади к выемке

$$T_{во} = T_з + T_{п} + T_{и} + T_{м}, \quad (5)$$

где

$T_{п}$ и $T_{и}$ — время, расходуемое соответственно на операции заглубления и подъема бара при подготовке данной площади к выемке;

$T_{и}$ — продолжительность замены инструмента;

$T_{м}$ — время, расходуемое на выполнение маневровых операций, связанных с переходом от одной щели к другой.

Суммарное время, расходуемое на операции по заглублению бара при подготовке данной площади к выемке

$$T_з = (n_1 + n_2) t_з,$$

где $t_з$ — продолжительность одного заглубления бара. Продолжительность единичного заглубления бара, исходя из схемы работы механизма поворота исполнительного органа (рис. 1), может быть найдена по формуле

$$t_з = \frac{\beta_0 - \beta}{\omega} = \frac{\left[\arccos \frac{H_n}{L_б} - \arccos \frac{H_{ш} + H_n}{L_б} \right] L_б}{v_{пб}},$$

где

ω — средняя угловая скорость поворота бара, рад/мин;

$L_б$ — длина бара;

H_n — высота размещения оси поворота бара над уровнем почвы;

$v_{пб}$ — средняя линейная скорость поворота конца бара.

Тогда

$$T_з = (n_1 + n_2) \frac{\left(\arccos \frac{H_n}{L_б} - \arccos \frac{H_{ш} + H_n}{L_б} \right) L_б}{v_{пб}}. \quad (6)$$

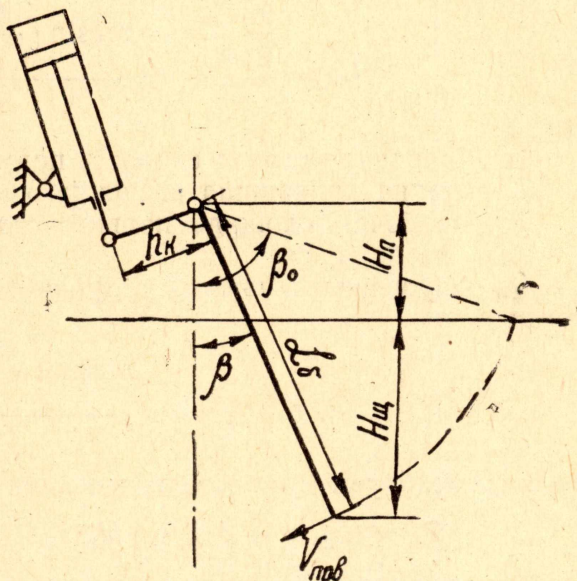


Рис. 1. Схема механизма заглубления бара.

Время, расходуемое на операции подъема бара при подготовке площади к выемке

$$T_{\Pi} = (n_1 + n_2)t_{\Pi}$$

где t_{Π} — продолжительность одного подъема бара.

Продолжительность одного подъема бара в соответствии с рис. 1 может быть найдена из выражения

$$t_{\Pi} = \frac{\frac{\pi}{2} - \beta}{\omega'} = \frac{\arcsin\left(\frac{H_{\Pi} + H_{\text{ш}}}{L_{\delta}}\right) l_{\text{к}} F_{\text{д}}}{Q_{\text{н}} \cos \beta},$$

где

ω' — средняя угловая скорость подъема бара;

$l_{\text{к}}$ — длина кривошипа рычажного механизма поворота бара;

$F_{\text{д}}$ — рабочая площадь поршня гидродомкрата механизма поворота бара, см^2 ;

$Q_{\text{н}}$ — производительность гидронасоса, $\text{см}^3/\text{мин}$.

Тогда

$$T_{\Pi} = (n_1 + n_2) \frac{\arcsin\left(\frac{H_{\Pi} + H_{\text{ш}}}{L_{\delta}}\right) l_{\text{к}} F_{\text{д}}}{Q_{\text{н}} \cos \beta}. \quad (7)$$

Время, расходуемое на замену изношенного инструмента

$$T_{\text{и}} = (L_{\text{пр}} n_1 + L_{\text{поп}} n_2) H_{\text{ш}} z_{\text{и}} t_{\text{и}} = L_{\text{пр}} L_{\text{поп}} H_{\text{ш}} z_{\text{и}} t_{\text{и}}, \quad (8)$$

где $z_{\text{и}}$ — количество резцов, расходуемых на 1 м^2 прорезанной щели;

$t_{\text{и}}$ — средняя продолжительность замены одного зубка.

Время, расходуемое на маневровые операции

$$T_{\text{м}} = (n_1 + n_2 - 2) t_{\text{м}} = \left(\frac{L_{\text{поп}}}{l_1} + \frac{L_{\text{пр}}}{l_2}\right) t_{\text{м}}, \quad (9)$$

где $t_{\text{м}}$ — время перехода баровой машины с одной щели на другую.

Подставив в выражение (5) значения $T_{\text{з}}$, T_{Π} , $T_{\text{и}}$, $T_{\text{м}}$ из формул (6), (7), (8), (9) и проведя соответствующие преобразования и упрощения на основе использования данных эксплуатации реальных машин, получим упрощенную формулу для определения времени, расходуемого на вспомогательные операции

$$T_{\text{во}} = (1,7 + 3,2H_{\text{ш}}) (n_1 + n_2 - 2). \quad (10)$$

Расчеты показывают, что в зависимости от технической схемы подготовки мерзлого грунта к выемке коэффициент технической возможной производительности машины может изменяться в широких пределах $0,3 \leq \kappa_{\text{т}} \leq 0,98$. Причем $\kappa_{\text{т}}$ тем меньше, чем меньше размеры ячеек в сетке щелей и объем подготавливаемого к выемке мерзлого грунта.

Влияние глубины промерзания грунта на производительность баровой машины можно учесть коэффициентом $\kappa_{\text{п}}$. Зависимость $\kappa_{\text{п}}$ от глубины промерзания грунта, построенная в соответствии с дискретным рядом значений $\kappa_{\text{п}}$, рекомендуемых ЕНИР [1], хорошо аппроксимируется уравнением

$$\kappa_{\text{п}} = \frac{0,83}{H_{\text{пр}}} - 0,1,$$

где

$H_{\text{пр}}$ — глубина промерзания грунта, м.

Влияние свойств грунта на производительность баровой машины можно учесть коэффициентом $\kappa_{\text{г}}$. В зависимости от группы грунта ве-

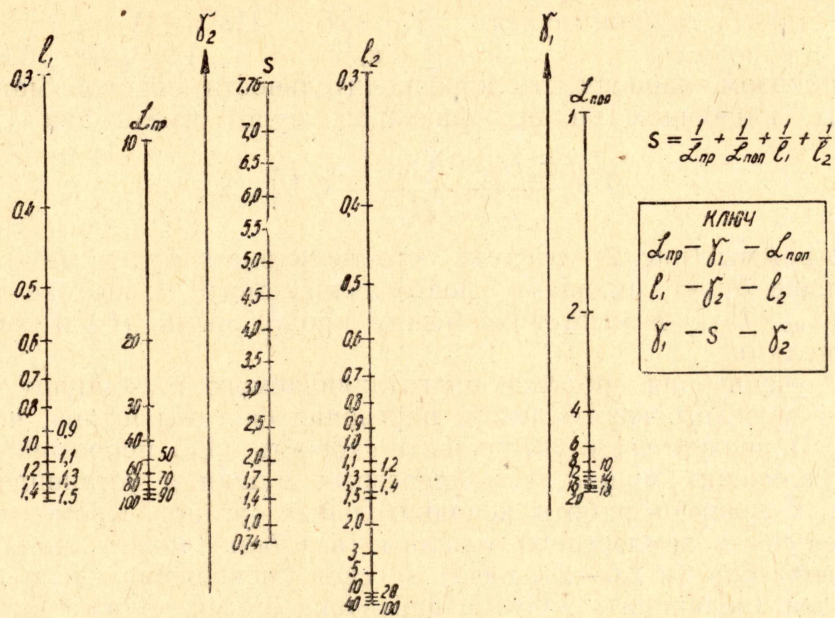


Рис. 2. Номограмма для определения величины

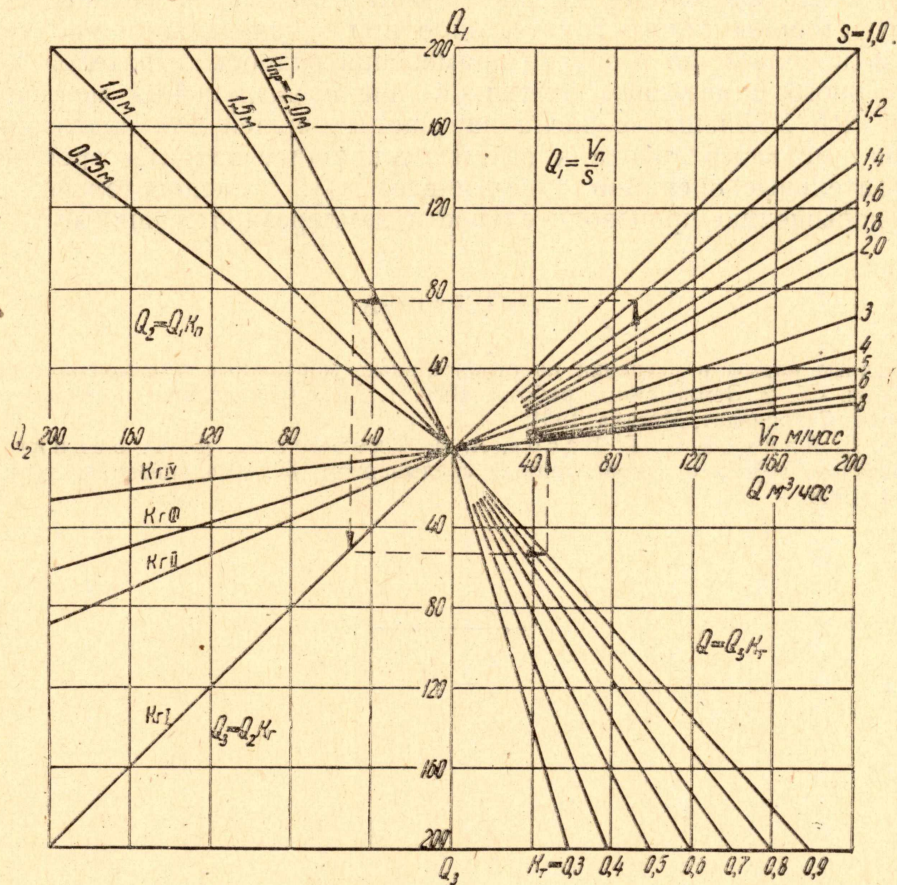


Рис. 3. Номограмма для определения производительности баровой машины

личина κ_r , в соответствии с рекомендациями ЕНиР [1], имеет следующие значения:

| | | | | | | | |
|---------------|---|------------|-----|----|------|------|------|
| группа грунта | I | II | III | IV | | | |
| | | κ_r | | I | 0,44 | 0,31 | 0,13 |

Таким образом, зависимость производительности баровой машины от основных, влияющих на нее факторов, будет иметь вид

$$Q = \frac{v_{\text{п}} H_{\text{ш}}}{s} \left(\frac{0,83}{H_{\text{п}}} - 0,1 \right) \kappa_r \kappa_{\text{т}}. \quad (11)$$

Из номограммы (рис. 2) следует, что величина s будет тем меньше, чем больше будет площадь подготавливаемого к выемке мерзлого грунта ($L_{\text{пр}} \cdot L_{\text{поп}}$) и расстояния между продольными (l_1) и поперечными (l_2) щелями.

Для увеличения объема, подготавливаемого в единицу времени к выемке мерзлого грунта путем нарезания системы щелей, необходимо (рис. 3) прежде всего увеличивать скорость ($V_{\text{п}}$) прорезания щелей путем увеличения мощности землерезных машин и установления оптимальных режимов работы исполнительных органов. Кроме того, производительность землерезной машины (в $\text{м}^3/\text{час}$) может быть существенно увеличена (в 2,0—2,5 раза) за счет уменьшения числа нарезаемых щелей (величина s). Схема нарезания щелей должна выбираться из условия получения минимально возможной величины s . Это может быть достигнуто в случае нарезания только продольных щелей. Последнее возможно либо при незначительном промерзании (до 1 м) грунта, когда выемочная машина может взламывать межщелевые целики со стороны талого грунта, либо при значительном промерзании (до 2 м и более), но в случае применения гидроскальвателей для одновременного с резанием очередной щели разрушения межщелевого целика [2]. Уменьшение числа нарезаемых щелей для подготовки кубометра мерзлого грунта к выемке сокращает затраты времени на вспомогательные операции (увеличивает $\kappa_{\text{т}}$), а следовательно, приводит к повышению производительности землерезной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. 2. Землеройные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы. Стройиздат, Москва, 1964.
2. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, А. А. Сдобников, Ф. Ф. Зелингер. Резание мерзлого грунта с одновременным скальванием. Ж. «Механизация строительства», № 1, 1966.