

О ПРЕДЕЛЬНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ БАРОВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ПРИ РЕЗАНИИ МЕРЗЛОГО ГРУНТА

И. Г. БАСОВ

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

Резание мерзлого грунта баровым исполнительным органом характерно тем, что режущая цепь одновременно с отделением грунта от массива производит транспортирование (подъем) разрыхленного грунта из щели на поверхность. Режущие цепи, применяемые на землерезных машинах, конструктивно выполнены так, что транспортирующая поверхность отдельного кулака с зубком далеко не полностью перекрывает сечение врубовой щели, через которое поднимается разрыхленный мерзлый грунт. Поэтому активное транспортирование грунта из щели наступает только тогда, когда пространство перед рабочей ветвью цепи заполняется разрушенным грунтом. Кулаки с режущими зубками в таком случае перемещаются полностью погруженные в разрыхленный грунт и сообщают его частицам скорость, равную скорости движения цепи. Но в результате действия сил сопротивления (сопротивления стенок щели; сопротивления отдельных частиц, потерявших скорость движения; силы тяжести) средняя скорость потока разрыхленного материала всегда меньше скорости движения режущей цепи.

Следовательно, режим работы цепного режущего органа должен быть таким, чтобы производительность режущей цепи по рыхлению мерзлого грунта была меньше или равна ее производительности по удалению (подъему) продуктов рыхления из врубовой щели. Если такое соотношение не соблюдается, то чрезмерное количество разрушенного грунта скапливается в свободном сечении щели перед баром, уплотняется, затрудняет процесс отделения мерзлого грунта от массива. При этом увеличиваются усилия подачи и протягивания режущей цепи и в конечном счете резко повышается расход мощности двигателя.

Таким образом, соотношение скоростей движения режущей цепи (резания) v_p и перемещения землерезной машины v_n должно выбираться из условия своевременного удаления продуктов разрушения грунта из врубовой щели.

Для определения условий нормальной работы барового органа рассмотрим схему образования и удаления разрыхленного грунта из врубовой щели. В общем случае баровая землерезная машина (рис. 1) прорезает врубовую щель глубиной $H_{щ}$ и шириной B при угле установки бара к вертикали β .

При установившемся режиме работы барового органа (постоянные v_p и v_n) его производительности по рыхлению и транспортированию грунта должны быть равны, т. е.

$$Q_{гр} + q_{ц} = Q_{под} + q_n, \quad (1)$$

где $Q_{гр}$ — производительность барового исполнительного органа по отделению грунта от массива (с учетом коэффициента разрыхления), $м^3/мин$,

$q_{ц}$ — объем разрушенного грунта, затачиваемый холостой ветвью цепи на рабочую ветвь в единицу времени, $м^3/мин$;

$Q_{под}$ — производительность режущей цепи по подъему разрушенного грунта из врубовой щели, $м^3/мин$;

q_n — количество разрыхленного грунта, проходящего из забойного пространства врубовой щели в зазоры между ее стенками и плитами бара, $м^3/мин$.

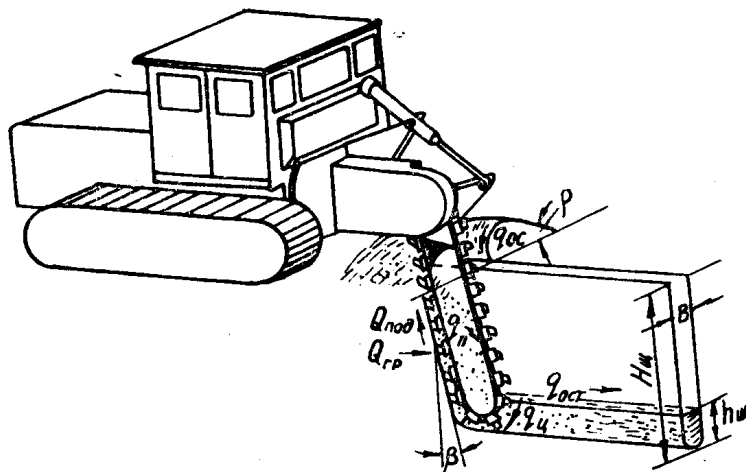


Рис. 1. Схема циркуляции штыба во врубовой щели при резании мерзлого грунта баровой машиной

Производительность режущей цепи по образованию рыхлой массы мерзлого грунта может быть найдена из выражения

$$Q_{гр} = H_{щ} \cdot B \cdot v_n \cdot \kappa_p, \quad м^3/мин, \quad (2)$$

где κ_p — коэффициент разрыхления грунта. Количество разрыхленного грунта, проходящего из забойного пространства врубовой щели в зазоры между ее стенками и плитами бара, может быть найдено из выражения

$$q_n = H_{щ} (B - T) v_n, \quad м^3/мин, \quad (3)$$

где T — толщина направляющей рамы бара, $м$.

Объем грунта, затачиваемый холостой ветвью цепи на рабочую в единицу времени

$$q_{ц} = \kappa_1 \cdot q_n, \quad м^3/мин, \quad (4)$$

где κ_1 — коэффициент пропорциональности.

Объем грунта, подлежащего выносу из врубовой щели в единицу времени на основании (1) и (4) будет равен

$$Q_{под} = Q_{гр} + q_n (\kappa_1 - 1), \quad м^3/мин.$$

Заменяя в последнем уравнении $Q_{гр}$ и q_n их значениями, из (2) и (3) найдем, что

$$Q_{под} = H_{щ} v_n [B (\kappa_p - \kappa_1 + 1) + T (\kappa_1 + 1)], \quad м^3/мин. \quad (5)$$

Таким образом, для нормальной работы режущей цепи необходимо, чтобы транспортирующая способность ее обеспечивала своевременное удаление разрушенного грунта, т. е. должно соблюдаться условие

$$Q_{\text{под}} \geq Q_{\text{гр}} + q_{\text{п}} (\kappa_1 - 1). \quad (6)$$

Как уже выше было отмечено, режущая цепь, снимая стружку мерзлого грунта толщиной h , образует в единицу времени объем рыхлой массы $Q_{\text{гр}}$, из которой часть удаляется на поверхность $Q_{\text{под}}$, а другая часть $q_{\text{ост}}$ ссыпается в щели (рис. 1).

Поскольку мы выше условились рассматривать режущую цепь в вертикальном врубе как транспортное средство непрерывного действия, то его производительность будет равна

$$Q_{\text{под}} = 60 \cdot S \cdot v_{\text{шт}} \cdot \kappa_{\text{п}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (8)$$

где S — площадь поперечного сечения потока рыхлого грунта, равная средней площади поперечного сечения свободного пространства перед режущей цепью, м^2 ;

$v_{\text{шт}}$ — скорость потока грунта, м/сек ;

$\kappa_{\text{п}}$ — коэффициент плотности потока грунта в сечении S .

Средняя площадь поперечного сечения забойного пространства врубовой щели перед рабочей ветвью режущей цепи, которое заполняется разрушенным мерзлым грунтом, можно принять равным

$$S = m \cdot B \cdot a, \text{ м}^2, \quad (9)$$

где m — коэффициент увеличения сечения S за счет пространства между кулаками цепи;

a — вылет режущих зубков, м .

Предельную производительность режущей цепи по подъему разрушенного грунта из врубовой щели, соответствующую максимально возможной скорости подачи машины, можно найти из выражения

$$Q_{\text{под.мах}} = 60 \frac{S \cdot v_{\text{р}} \cdot \kappa_{\text{п}}}{\kappa}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (10)$$

где $\kappa = \frac{v_{\text{р}}}{v_{\text{шт}}}$ — коэффициент, указывающий, во сколько раз скорость движения режущей цепи больше скорости потока штыба.

В период, близко предшествующий состоянию, когда будет нарушено условие (6), плотность потока грунта можно считать максимальной, т. е. $\kappa_{\text{п}} = 1$. Тогда, подставив в уравнение (10) значение S , из (9) получим

$$Q_{\text{под.мах}} = 60 \frac{B \cdot v_{\text{р}} \cdot a \cdot m}{\kappa}, \text{ м}^3/\text{мин}. \quad (11)$$

Приравнивая правые части уравнений (5) и (11), найдем при соблюдении условия (6) значение коэффициента, характеризующего скорость потока разрыхленного грунта,

$$\kappa = \frac{60 B v_{\text{р}} a m}{H_{\text{шт}} v_{\text{п}} [B (\kappa_{\text{р}} - \kappa_1 + 1) + T (\kappa_1 + 1)]} \quad (12)$$

или максимально возможную скорость подачи при данной скорости резанию

$$v_{\text{п.мах}} = \frac{60 \cdot B \cdot v_{\text{р}} \cdot a \cdot m}{H_{\text{шт}} \cdot \kappa [B (\kappa_{\text{р}} - \kappa_1 + 1) + T (\kappa_1 + 1)]}, \text{ м/мин}, \quad (13)$$

или минимально возможную скорость движения режущей цепи при данной скорости подачи

$$v_{\text{pmin}} = \frac{H_{\text{ш}} \cdot \kappa \cdot v_{\text{п}} [B(\kappa_{\text{р}} - \kappa_1 + 1) + T(\kappa_1 + 1)]}{60 \cdot B \cdot a \cdot m}, \text{ м/сек.} \quad (14)$$

На рис. 2 представлены графики зависимостей (13) и (15), построенные в виде номограммы для барового исполнительного органа типа

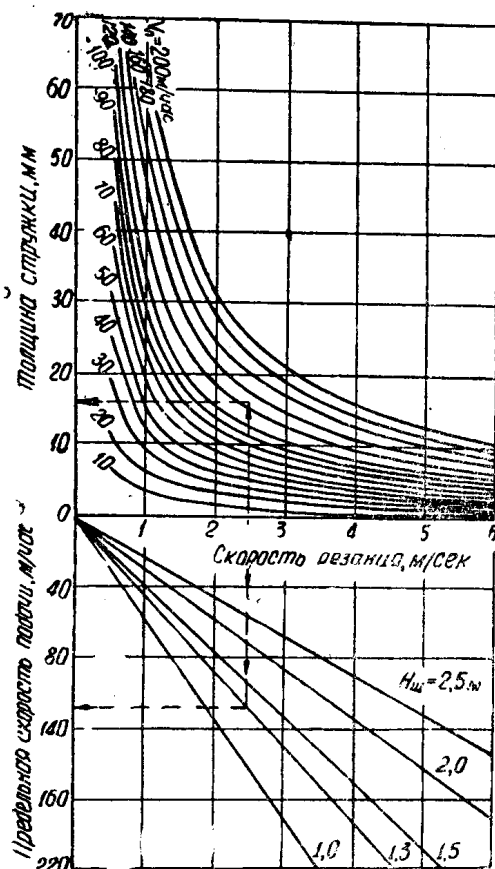


Рис. 2. Номограмма для определения предельных режимов работы барового исполнительного органа типа КМП

КМП при $\kappa = 1,5$; $\kappa_{\text{р}} = 2$; $\kappa_1 = 0,5$, $\beta = 0$; $m = 1,25$ [1]. По номограмме, зная глубину щели для данной скорости резания, можно найти предельно возможную скорость подачи машины по транспортирующей способности режущей цепи. Для той же скорости резания в верхнем квадранте номограммы может быть найдена предельная толщина стружки для данных $v_{\text{р}}$ и $v_{\text{п}}$. Так, например, при $v_{\text{р}} = 2,5$ м/сек и $H_{\text{ш}} = 1,3$ м предельная скорость подачи $v_{\text{п, max}} = 128$ м/час и $h_{\text{ср}} = 16$ мм. С повышением скорости резания для данной глубины щели предельная толщина стружки уменьшается. С увеличением $H_{\text{ш}}$ максимально возможная толщина стружки также должна уменьшаться.

Из уравнения (15) видно, что при нарезании щелей в мерзлом грунте одинаковой глубины вертикально поставленным или наклонным баром, в последнем случае, при прочих равных условиях, предельная толщина стружки всегда будет меньше. Следовательно, и энергетические показатели этих двух случаев резания грунта будут неодинаковыми.

Таким образом, параметры, характеризующие режим работы цепного исполнительного органа при резании мерзлого грунта, выбранные по оптимальным энергетическим показателям, должны проверяться из условия транспортирующей способности режущей цепи по предлагаемой методике.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Фомичев. Расчет нагрузок на врубные машины. М., Госгортехиздат, 1961.
2. А. И. Барон, А. С. Казанский, Б. М. Лейбов, Е. З. Позин. Резание угля. М., Госгортехиздат, 1962.