

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РАЗРАБОТКИ МЕРЗЛОГО ГРУНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ БАРОВЫХ ЗЕМЛЕРЕЗНЫХ МАШИН

И. Г. БАСОВ

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

Под технологией работ обычно понимают определенный объем и последовательность различного рода операций, выполняемых по заданному циклу и дающих в итоге готовую продукцию. Это понятие можно использовать и для характеристики технологии ведения земляных работ в зимнее время.

Технология разработки мерзлого грунта включает в себя объем и последовательность операций по предварительному рыхлению мерзлого слоя грунта, а также объем и последовательность операций по его выемке. Мерой готовой продукции в данном случае будет количество кубометров вынутого мерзлого грунта в единицу времени.

Технология зимних земляных работ обычно разрабатывается для известного комплекта машин, который используется при данном виде работ. Если она будет обеспечивать максимально возможную производительность комплекта землеройных машин, ее можно назвать рациональной технологией разработки мерзлого грунта данного комплекта машин, занятого при выполнении определенного вида работ (проходка траншей, выемка котлованов и т. д.). Однако для выполнения одного и того же вида работ может быть использован ряд комплектов машин, для каждого из которых будет своя рациональная технологическая схема. Лучшую из этих схем можно назвать рациональной технологической схемой для данного вида зимних земляных работ, выполняемых в известных условиях.

Таким образом, для выявления наиболее рациональной технологии отдельного вида работ (например, разработки котлована) необходимо прежде выявить рациональные технологические схемы разработки мерзлого грунта для каждого комплекта машин, которые могут быть целесообразно применены в этом случае.

Оценка рациональности технологических схем разработки грунта в зимнее время должна вестись из условия обеспечения:

- 1) максимальной производительности машин, предназначенных для рыхления и выемки мерзлого грунта;
- 2) минимально возможной энергоемкости рыхления и выемки мерзлого грунта;
- 3) минимально возможного расхода инструмента для рыхления мерзлого грунта;

4) минимальной стоимости рыхления и выемки мерзлого грунта.

Следует отметить, что выявление рациональной технологии определенного вида работ необходимо осуществлять для случая эксплуатации различных комплектов машин в равных условиях при одинаковых категории, влажности и глубине прорезания грунта и т. д.

Методы исследования рациональных технологических схем разработки мерзлого грунта следует принять экспериментально-теоретическими. Так, экспериментально необходимо выявить рациональные технологические схемы для отдельных комплектов машин. В частности, необходимо найти рациональные схемы нарезания щелей в мерзлом грунте при выполнении различных видов земляных работ (проходка траншей, выемка котлованов и т. п.) в различных условиях (категория, влажность и глубина промерзания грунта).

Продолжительность подготовки определенного объема мерзлого грунта к выемке зависит как от технических параметров баровой землерезной машины, так и от схемы нарезания щелей. Чем мельче будут приняты ячейки в сетке нарезаемых щелей, тем больше необходимо нарезать щелей для подготовки 1 м³ мерзлого грунта к выемке и тем больше будет непроизводительных затрат времени, связанных с маневровыми операциями баровой машины. Увеличивать размеры ячеек необходимо в разумных пределах и так, чтобы выемочная машина не испытывала значительных перегрузок. Отсюда следует, что выбор параметров технологической схемы должен вестись с учетом обеспечения наилучших показателей баровой машины и технических возможностей выемочной машины.

Продолжительность нарезания щелей можно разбить на две части

$$T = T_1 + T_2, \quad (1)$$

где T_1 — продолжительность нарезания продольных и поперечных щелей, включающая и время на техническое обслуживание машины (замена режущего инструмента, подтягивание цепи и т. п.);

T_2 — время, расходуемое на маневровые операции.

Последняя величина, как уже было отмечено выше, зависит от принятой схемы нарезания щелей и ее влияние на производительность землерезной машины можно учесть коэффициентом

$$\kappa_m = 1 - \frac{T_2}{T}. \quad (2)$$

Таким образом, производительность баровой землерезной машины по подготовке мерзлого грунта к выемке зависит от принятой схемы нарезания щелей и может быть найдена по формуле

$$Q = \frac{v_n T H_{щ} \kappa_m}{s}, \quad (3)$$

где v_n — скорость прорезания щели, м/час;

$H_{щ}$ — глубина щели, м;

s — площадь щели, которую необходимо прорезать для подготовки 1 м³ мерзлого грунта к выемке, м²/м³.

Величину s можно найти из выражения

$$s = \frac{(L_{\text{прод}} \cdot n_1 + L_{\text{поп}} \cdot n_2) H_{щ}}{V}, \quad (4)$$

где $L_{\text{прод}}$, $L_{\text{поп}}$ — длины щелей соответственно продольной и поперечной;

n_1, n_2 — число параллельно нарезаемых на площади щелей соответственно продольных и поперечных;

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

Заменим в выражении (4) n_1 и n_2 через $L_{\text{прод}}$ и $L_{\text{поп}}$ и расстояния между продольными l_1 и поперечными — l_2 щелями. Тогда

$$s = \frac{L_{\text{прод}} \left(\frac{L_{\text{поп}}}{l_1} + 1 \right) + L_{\text{поп}} \left(\frac{L_{\text{прод}}}{l_2} + 1 \right)}{L_{\text{прод}} L_{\text{поп}}}.$$

После соответствующих преобразований последнее выражение примет вид

$$s = \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} + \frac{1}{L_{\text{прод}}} + \frac{1}{L_{\text{поп}}}. \quad (5)$$

Производительность выемочной машины (экскаватора, бульдозера) также зависит от величины s , поскольку последняя определяет кусковатость подготовленного к выемке мерзлого грунта, а следовательно, нагрузку узлов выемочной машины и коэффициент заполнения ковша экскаватора или отвала бульдозера. В связи с этим для наиболее распространенных выемочных машин при разработке грунтов различной категории и глубины промерзания необходимо выявить оптимальные значения величины s путем экспериментального определения усилий, возникающих в рабочих узлах выемочной машины, а также непроизводительных затрат времени на выемку мерзлого грунта.

Энергоемкость рыхления мерзлого грунта баровой машиной зависит как от ее технических показателей, так и параметров сетки нарезаемых щелей

$$q_p = \frac{0,736 \cdot N_{\text{дв}} \cdot s}{H_{\text{щ}} \cdot v_{\text{п}}}, \text{ квт. ч/м}^3 \quad (6)$$

Энергоемкость разработки мерзлого грунта выемочной машиной

$$q_v = \frac{0,736 \cdot N_{\text{дв}} \cdot T_{\text{см}}}{V}, \text{ квт. ч/м}^3, \quad (7)$$

где $N_{\text{дв}}$ — мощность двигателя, л. с.;

$T_{\text{см}}$ — продолжительность работы машины в течение смены, час;

V — объем грунта, вынутый машиной за смену.

Оценку технологических схем подготовки мерзлого грунта с помощью баровых машин необходимо вести также по удельному расходу режущего инструмента (зубков, цепей, направляющих рам баров), т. е. расходу инструмента, приходящемуся на 1 м^3 подготовленного к выемке мерзлого грунта

$$\omega = \omega' \cdot s, \text{ 1/м}^3, \quad (8)$$

где ω' — количество зубков (или цепей, или направляющих рам баров), расходуемое на прорезание 1 м^2 щели в мерзлом грунте.

Таким образом, величина s является общим показателем, характеризующим параметры принятой схемы нарезания щелей, от которого зависят производительности землерезной и выемочной машин, энергоемкости рыхления и выемки мерзлого грунта, расход режущего инструмента.

Кроме того, от параметров принятой схемы нарезания щелей в мерзлом грунте будет зависеть и экономическая эффективность применения землерезной машины, при определении которой учитываются эксплуатационные расходы (себестоимости работ, накладные расходы, зависящие от величины затрат на основную заработную плату рабочих, и накладные расходы, величина которых определяется трудоемкостью работ) и капитальные затраты на строительные машины и механизмы, участвующие в производстве земляных работ в зимнее время.

В связи с тем, что по каждой технологической схеме приходится сравнивать показатели нескольких машин, определение эффективности целесообразно осуществлять по приведенным затратам. Приведение капитальных затрат к уровню эксплуатационных расходов осуществляется путем использования нормативного коэффициента эффективности, величина которого для строительства установлена в размере 0,17.

Сумма приведенных затрат по каждой технологической схеме, реализуемой определенным комплектом машин, может быть найдена по формуле

$$Z_{\text{п}} = A [(C_{\text{пр}} + 0,15 Z_{\text{ор}} + 0,4 T_{\text{р}} + K_{\text{удр}} \cdot E_{\text{н}}) + (C_{\text{пв}} + 0,15 Z_{\text{ов}} + 0,4 T_{\text{в}} + K_{\text{удв}} E_{\text{н}})],$$

где A — соизмеримый объем работ;

$C_{\text{пр}}$ и $C_{\text{пв}}$ — прямая себестоимость (с учетом косвенных расходов, но без накладных расходов) единицы работы, руб.;

$Z_{\text{ор}}$ и $Z_{\text{ов}}$ — основная заработная плата рабочих, приходящаяся на единицу работ, соответственно по рыхлению и выемке грунта, руб.;

$T_{\text{р}}$ и $T_{\text{в}}$ — трудоемкость единицы работ соответственно по рыхлению и выемке грунта, чел.-дней;

$K_{\text{удр}}$ и $K_{\text{удв}}$ — удельные капитальные вложения на единицу работ соответственно по рыхлению и выемке грунта, руб.;

$E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Наиболее эффективные способы комплексно-механизированной разработки мерзлого грунта и комплект машин необходимо выбирать в зависимости от конкретных условий и видов работ, геологических данных.

Выбор комплекта машин производится в такой последовательности:

а) отбираются возможные к применению ведущие (выемочные) машины;

б) производится расчет их максимальной нагрузки, исходя из объемов работ, технических параметров возводимых зданий и сооружений, геологических условий строительной площадки, выполнения работ в заданный срок при минимальной стоимости;

в) устанавливается номенклатура и количество комплектуемых машин, обеспечивающих максимальную производительность ведущей машины, и комплексную механизацию всего цикла работ, предусмотренных технологической картой.

Для достижения наибольшей производительности ведущей машины, производительность комплектуемых машин должна быть на 5—10% больше.

В технологической карте должны быть даны наиболее рациональная схема подготовки и выемки мерзлого грунта; календарные графики производства и совмещения технологических процессов, указания по производству работ и основные технико-экономические показатели при-

меняемых механизмов; трудозатраты на единицу объема и на весь объем работ.

Выбор и применение технологических карт разработки грунта в зимних условиях для конкретно заданного объекта строительства должен осуществляться в два этапа:

1. Из ряда имеющихся технологических карт на производство аналогичных видов работ по наилучшим технико-экономическим показателям выбираются наиболее эффективные.

2. Производится окончательный выбор технологической карты из ряда ранее отобранных, причем предпочтение отдается той, которая наилучшим образом отвечает заданным срокам выполнения работ. Если несколько карт отвечает заданным срокам возможности производства работ, наличие механизмов, то критерием окончательного выбора технологической карты являются наименьшие затраты на ее осуществление.

После выбора осуществляется привязка карты к строительной площадке.
