

## ПРЕДОХРАНЕНИЕ ГРУНТА ОТ СЕЗОННОГО ПРОМЕРЗАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТУГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ю. А. РЫЖКОВ, Б. А. СУРНАЧЕВ

(Представлено научно-технической конференцией по использованию минеральных ресурсов Томского экономического района)

### Введение

Разработка месторождений в зимний период в районах с сезонным промерзанием грунтов может быть обеспечена: во-первых, за счет применения землеройных машин с большими усилиями резания, позволяющих разрабатывать мерзлый грунт без предварительной подготовки, и, во-вторых, за счет применения мероприятий, обеспечивающих разработку грунта после предварительной подготовки.

Подготовка грунтов к разработке в зимнее время может быть произведена одним из следующих трех способов: предохранением грунтов от промерзания, рыхлением мерзлых грунтов и искусственным оттаиванием грунта. Из названных способов наиболее эффективным и экономичным мероприятием является предохранение грунта от промерзания.

Предохранительные мероприятия могут быть сведены к следующим группам: предварительная механическая обработка поверхности грунта, укрытие поверхности грунта теплоизолирующими материалами, разработка под тепляками с искусственным отоплением и без него и специальные предохранительные мероприятия. В свою очередь, каждая из этих групп может быть разделена на большее число отдельных способов.

В целом соответствующие способы подготовки грунтов к разработке в зимнее время могут быть классифицированы так.

### Предохранение грунтов от промерзания

I. Механической обработкой грунта: 1) вспашкой и боронованием; 2) глубоким рыхлением экскаваторами.

II. Покрытием теплоизолирующими материалами: 1) снегом; 2) сухими утеплителями.

III. Тепляками с искусственным отоплением.

IV. Специальными способами: 1) ледяными тепляками; 2) искусственным снегом; 3) затоплением водой; 4) химической обработкой грунта.

### Рыхление мерзлых грунтов

I. Взрывным способом. II. Специальными механизмами и приспособлениями.

## Искусственное оттаивание грунтов

I. С помощью электричества. II. С помощью воды. III. С помощью пара.

Выбор способа предохранения грунта от промерзания зависит от назначения применяемого мероприятия, длительности пользования теплозащитой, характера рельефа утепляемой поверхности, вида грунта, характера и количества имеющихся в районе местных утеплителей, предельно допускаемой глубины промерзания утепляемого грунта и метеорологических условий.

Назначение предохраняющих мероприятий — утепление значительной по площади поверхности и откосов уступов. Длительность пользования теплозащитой соответствует длительности морозного периода и для условий Туганского месторождения составляет 5—6 месяцев (с октября по март).

В районе месторождения покрывающие породы представлены перемежающимися породами: глинами, суглинками, разнородными песками; продуктивные отложения представлены в основном мелкозернистыми песками с примесью каолина (15—20 %).

Влажность рыхлых покровных и подстилающих пласт отложений песков и сугликов колеблется в пределах от 7,72 до 23 % и достигает максимальной у глин — 27,4—37,3 %. Влажность продуктивных песков изменяется в пределах от 1,4 до 16,8 %.

### Способы предохранения грунта от промерзания

Вспашка и боронование уменьшает теплопроводность поверхностного слоя грунта. Вспашка должна производиться на глубину не менее 35—50 см с последующим боронованием на глубину 10—15 см. Работы эти должны быть проведены до наступления заморозков. Применение этого способа целесообразно при разработке грунтов в течение первой трети зимы. Чаще этот способ применяется в комбинации со снегозадержанием.

Из других способов механической обработки поверхности грунта необходимо отметить глубокое рыхление, производимое экскаваторами. Этот способ нашел применение на крупных песчаных карьерах мощностью от 150 тыс. м<sup>3</sup> до 1 млн. м<sup>3</sup>. Для избежания длительного воздействия осенних осадков на разрыхленную часть песка рекомендуется рыхление производить поздней осенью и быстрыми темпами.

Утепление снегом. Снегозадержание может быть осуществлено путем устройства снежных валов, установкой снегозадерживающих щитов и плетней и использованием имеющихся на предохраняемом от промерзания участке кустарников и деревьев, удаление которых должно производиться перед началом земляных работ. Способ утепления снегом рекомендуется при значительных площадях разрабатываемого грунта. Возможно его применение и для закрытия откосов уступов с небольшой высотой. Снегозадерживающие щиты, плетни, валы располагаются перпендикулярно направлению господствующих ветров, при взаимных расстояниях порядка 10—15-кратной высоты щита, плетня или снежного вала. Снегозадерживающие щиты делаются обычно размером 1,5 × 2 м с площадью просветов в 30—50 %.

Экспериментальными работами, проведенными базовой лабораторией Томского СНХ, установлена высокая эффективность снегозадержания как средства борьбы с промерзанием грунта.

Утепление карьера теплоизоляционными материалами применяется в основном при разработке небольших площадей

грунта или для укрытия откосов уступов. Наиболее пригодными материалами для утепления откосов уступов являются соломит (солома), снег, а также рогожные кули или войлочные маты. Опилки, торф, листья не могут быть применены потому, что они слеживаются и теряют свои теплоизоляционные свойства, а для их удаления необходимо затрачивать много ручного труда.

Толщина слоя утепляющих материалов зависит от числа дней с отрицательной температурой и температуры в эти дни. От этих же факторов зависит и глубина промерзания грунта. Поэтому при определении необходимой толщины слоя утепляющих материалов за исходную величину принимается глубина промерзания грунта в данном географическом пункте, определяемая по справочникам, таблицам или формулам. Потребная толщина утепляющего слоя и глубина промерзания неутепленного грунта за расчетное время могут быть определены по формулам (1) и (2).

Толщина утепляющего слоя

$$H_y = \frac{H_{\Gamma} \cdot \lambda_y}{\lambda_{\Gamma}} \cdot K, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $H_{\Gamma}$  — глубина промерзания грунта за расчетное время, м;  
 $\lambda_y$  — коэффициент теплопроводности утеплителя, ккал/м час град.;  
 $\lambda_{\Gamma}$  — коэффициент теплопроводности грунта, ккал/м час град.;  
 $K$  — поправочный коэффициент.

Глубина промерзания неутепленного грунта

$$H_{\Gamma} = H_M \sqrt{\frac{T_P}{T_M}}, \text{ м}, \quad (2)$$

где  $H_M$  — глубина промерзания за время всего зимнего периода, м;  
 $T_P$  — сумма градусо-дней за расчетное время;  
 $T_M$  — и за время всего зимнего периода.

Расчетная величина утепляющего слоя в зависимости от утеплителя и глубины промерзания приведена в табл. 1. Толщина утепляющего слоя подсчитывалась для песчаного грунта с коэффициентом теплопроводности 1,8 и влажностью 20%. Поправочный коэффициент  $K$  принимался равным 1,2 на неравномерность распределения утеплителя по площади и на случай увеличения влажности.

Таблица 1

Вид утеплителя	Глубина промерзания, м				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Солома, камышит	25	50	75	100	125
Опилки, мох, торф	27	54	81	108	133
Снег рыхлый	17	35	52	70	87
Снег слежавшийся	24	48	72	96	120
Всляшка и боронование	43	86	—	—	—

Данные, полученные расчетным путем, подтверждаются наблюдениями, проведенными непосредственно на месторождении при снеговой съемке. Там, где высота снежного покрова превышала 1 м, грунт был талым.

Утепление поверхности грунта различными тепляками без искусственного отопления и с искусственным отоплением применяется на небольших участках, чаще всего при разработке гли-

няных карьеров с малой производительностью. Для утепления больших площадей этот способ не применим.

Из специальных способов заслуживают внимания способы утепления с помощью искусственного снега, затопление участка и разработка его землесосными снарядами, а также химическая обработка грунта. Эти способы недостаточно опробированы в производственных условиях, поэтому рекомендовать их для применения в условиях Туганского месторождения пока не представляется возможным.

Способы рыхления и искусственного оттаивания широко применяются при разработке мерзлого грунта как в районах с сезонной мерзлотой, так и вечной мерзлотой. В настоящей работе они не рассматриваются.

#### Способы, рекомендуемые для предохранения грунта от промерзания на Туганском месторождении

Из теплоизолирующих материалов в Тугане и непосредственно на месторождении имеются снег, торф, а также солома (в районе развито сельское хозяйство), листья, хвойные ветки, опилки, стружка и др. материалы.

С целью установления распределения толщины снежного покрова в районе месторождения в зависимости от рельефа местности и растительности была произведена снегомерная съемка на наиболее характерных естественных участках месторождения, охватывающих все встречаемые в районе элементы рельефа. Площадь участка составляла от 5 до 8 га. Измерения производились в период максимального снежного покрова — 10 марта 1959 г. — рейкой с делением через 1 см. По каждому участку было сделано от 150 до 300 замеров, и по ним выводилась средняя величина снежного покрова. В среднем одно измерение приходилось на площадь 250 м<sup>2</sup>. Данные по пяти характерным участкам приведены в табл. 2.

Таблица 2

Высота снежного покрова в районе Туганского месторождения (на 10 марта 1959 г.)

№ участков	Характеристика участков	Высота снежного покрова в см		
		минимальная	максимальная	средняя
1	Участок открытый на возвышенности	18	130	50
2	Участок открытый, равнинный, с редким кустарником	43	120	85
3	Участок, равномерно заросший молодым густым лесом	85	105	95
4	Участок с лиственным редким лесом и молодым подлеском	80	120	100
5	Участок в логу. Склоны лога покрыты редким лесом	70	130	102

По результатам снегомерной съемки можно сделать следующие выводы.

1. На открытых участках, подверженных постоянному действию ветров, снежный покров распределяется крайне неравномерно при колебаниях от 18 до 130 см и в среднем составляет 50—85 см.

2. На участках с редким лесом, кустарником и молодым густым лесом снежный покров распределяется более равномерно, составляя в среднем 95—100 см.

3. На участках с глубокими выемками (долины рек, лога и др.) снег накапливается значительной высоты, достигающей 130 см.

Из других утеплителей предпочтение необходимо отдать соломе и соломенным матам. Торф, листва, хвойные ветки, опилки, стружки — не пригодны, так как обладают более высокой теплопроводностью, чем снег, и тем самым требуют для покрытий 1 м<sup>2</sup> поверхности грунта большего объема материалов и не экономичны.

Предельно допускаемая глубина промерзания грунтов при разработке механизмами, не приспособленными к выемке мерзлого грунта, не должна превышать 20—30 см [1].

### Экономическая часть

Стоимость песка добываемого зимой открытым способом из утепленного карьера, зависит главным образом от длины фронта работ, мощности пласта (высоты уступа), стоимости утепляющих материалов.

Общая стоимость утепления откосов и кровли уступа при зимней добыче песка в зависимости от длины фронта работ может быть подсчитана по формуле

$$S = q_1 \cdot \frac{L \cdot h}{\sin \alpha} + Q_{\text{зим}} \left( \frac{q_2}{b \cdot \sin \alpha} + \frac{q_3}{h} \right), \text{ руб.}, \quad (3)$$

где  $L$  — длина фронта работ, м;

$h$  — высота уступа, м;

$\alpha$  — угол откоса уступа, град.;

$b$  — ширина заходки, м;

$Q_{\text{зим}}$  — количество песка, добываемого за зимний период, м<sup>3</sup>;

$q_1$  — стоимость первоначального утепления 1 м<sup>2</sup> откоса уступа, руб.;

$q_2$  — стоимость раскрытия перед выемкой и последующего укрытия 1 м<sup>2</sup> откоса уступа, руб.;

$q_3$  — стоимость утепления 1 м<sup>2</sup> кровли уступа, руб.;

Из формулы (3) следует:

1) расходы на утепление кровли уступа и эксплуатационные расходы на утепление откоса уступа не зависят от длины фронта работ;

2) первоначальные затраты по утеплению откоса уступа прямо пропорциональны длине фронта работ;

3) с увеличением высоты уступа (мощности пласта) уменьшаются расходы на подготовку и утепление 1 м<sup>3</sup> грунта.

Стоимость утепления откоса и поверхности уступа для условий карьера № 2 Туганского месторождения, рассчитанная по формуле (3), составляет: а) при расположении забоя по откосу уступа 14—15% от общей стоимости 1 м<sup>3</sup> добычи песка; б) при торцевом расположении забоя уступа 8—10%.

Способ утепления для откосов — покрытие соломитом; для поверхности уступов — снегозадержание с помощью щитов.

### Выводы

Для условий Туганского месторождения, находящегося в районе сезонной мерзлоты, наиболее эффективным способом, предохраняю-

щим грунт от промерзания, является покрытие его теплоизолирующими материалами. Целесообразно утепление откосов уступов производить соломитом, войлочными матами, снегом (при небольшой высоте уступа), а поверхность уступов предохранять от промерзания снегозадержанием с помощью щитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Черкашин В. А., Разработка песчаных и глиняных карьеров в зимнее время, Москва, 1956.