

И. Г. БАСОВ, Б. Л. СТЕПАНОВ

РАЗРАБОТКА МЕРЗЛОГО ГРУНТА КЛИН-БАБАМИ И УДАРНЫМИ МЕРЗЛОТОРЫХЛИТЕЛЯМИ

(Представлено кафедрой горных машин и рудничного транспорта)

Рыхление мерзлого грунта с помощью клин- и шар-бабы является одним из наиболее простых и широко распространенных способов. В этом случае с экскаватора, оборудованного стрелой драглайна, снимается ковш и на подъемном канате подвешивается ударный рабочий орган в виде клин- или шар-бабы. При работе машинист экскаватора поднимает бабу на определенную высоту, а затем, заставляя ее свободно падать, производит скалывание мерзлого грунта. После разрушения грунта по всей ширине с одной стоянки экскаватор передвигается на 0,5—1,5 м, и цикл повторяется (рис. 1).

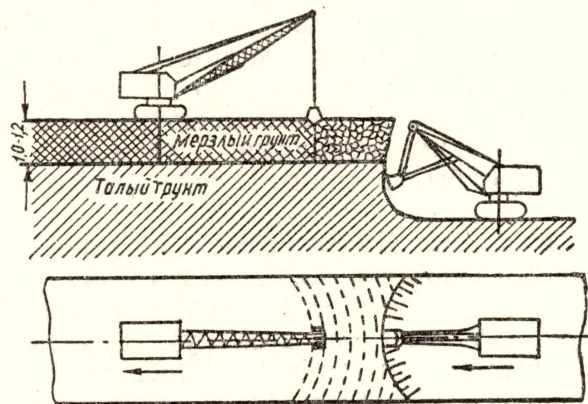


Рис. 1.

Строительными организациями страны применяются самые различные конструкции клин- и шар-баб (табл. 1), а также способы разработки грунта с их помощью.

Существующие клин-бабы различаются:

1. По форме тела снаряда на:

- а) пирамидные (3, 8, 10, 13, 14, 16, табл. 1);
- б) в виде прямоугольного параллелепипеда (2, 5, 7, 15, табл. 1);
- в) в виде усеченного конуса (6, табл. 1);
- г) цилиндрические (4, табл. 1);
- д) цилиндро-конические (17, 18, табл. 1)

- е) призматические (9, табл. 1).
- 2. С зубьями снаряда в виде:
 - а) клина (2, 3, 7, 8, 10, табл. 1);
 - б) конуса (4, 12, 17, 18, табл. 1) или усеченного конуса (9).
- 3. По числу зубьев:
 - а) однозубые или одноклинные;
 - б) двухзубые (13, 14, табл. 1);
 - в) однозубые двухклинные (с крестообразным клином 16, табл. 1).
- 4. По технологии изготовления:
 - а) литые,
 - б) сварные, заполненные чугуном или бетоном.

У большинства клин-баб тело и рабочий зуб представляют единое целое, но некоторые изготавливаются со встраиваемым зубом (12, табл. 1). Угол заострения рабочих зубьев у клин-баб составляет 20—65°.

Конструкции клин-баб, как правило, являются плодами самодеятельности механизаторов строительных организаций, которые интуитивно выбирают вес, геометрические параметры снарядов и изготавливают их из подручного материала.

При небольшой глубине промерзания грунта (0,25—0,35 м) для его рыхления применяют [16] клин-бабы весом 0,4 т (1, табл. 1), причем указывается, что для разработки 1 м² необходимо 2—3 удара. С увеличением глубины промерзания увеличивается вес клин-баб и необходимое число ударов. Для рыхления 1 м² грунта при промерзании на 35—45 см клин-бабой весом 0,9, изготовленной из стальной болванки квадратного сечения и швеллера № 30, охватывающего ее с двух сторон (2, табл. 1), необходимо произвести 4—5 ударов и при промерзании на 45—70 см — 8—10 ударов [16].

Как показала практика [7], применение литых снарядов грушевидной формы (6, табл. 1) менее целесообразно, чем сварных заполненных бетоном и имеющих выступающие ребра (7, табл. 1).

Для разработки грунта, промерзшего на глубину 0,5—0,7 м, трест Союзэкскавация также применял клин-бабу сварной конструкции (8, табл. 1) [20]. Такие клин-бабы обычно свариваются из стального листа толщиной 15 мм, внутри промазываются огнеупорной глиной и заливаются чугуном, мелкими порциями. В этом же тресте эффективно использовались клин-бабы восьмигранной формы весом 2 т (9, табл. 1) [4].

Примененная в тресте Дальстроймеханизация Главвладивостокстроя клин-баба обелисковой формы весом 2,6 т (10, табл. 1) обеспечивала низкую производительность особенно на глинистых грунтах (20 м³ разрыхленного грунта IV категории в смену). В связи с этим там было разработано три новых типа клин-бабы: трехгранная со срезанными ребрами без сердечника весом 2,8 т (11, табл. 1), трехгранная с двумя коническими переходами с сердечником весом 3,2 т (12, табл. 1), круглая с двумя коническими переходами и сердечником весом 2,8 т. Наибольшая производительность (88 м³ разрыхленного грунта IV категории в смену) была достигнута при работе трехгранной клин-бабой с круглым сердечником, на котором были наварены дополнительные ребра из листовой стали толщиной до 30 мм [22].

Одним из недостатков клин-баб является их опрокидывание при ударе о грунт. Чтобы избежать его, на острие клина приваривают зубья, рабочие поверхности которых направляют твердым сплавом (13, 14, табл. 1).

В Управлении Мосэнергостроймеханизации рыхление мерзлого грунта производилось клин-бабами весом 3 и 4 т с двумя зубьями (14.

Таблица №1

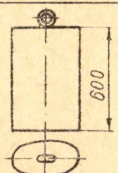
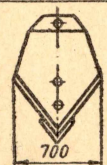
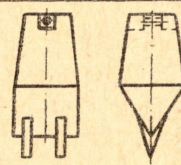
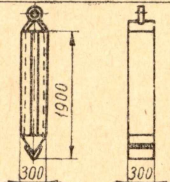
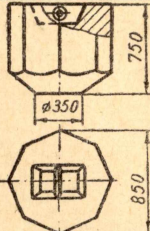
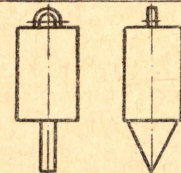
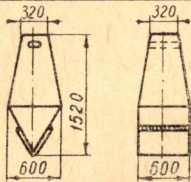
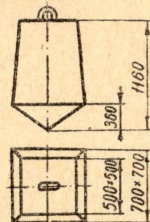
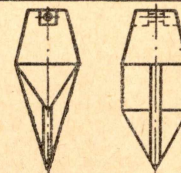
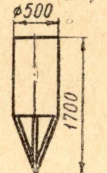
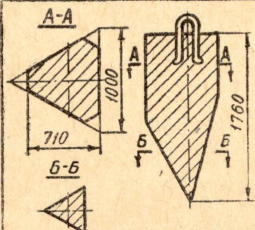
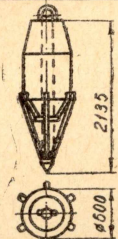
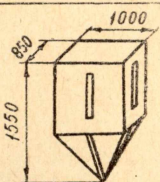
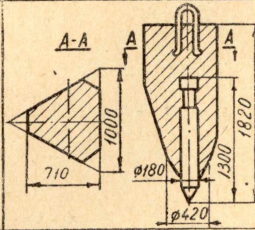
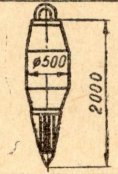
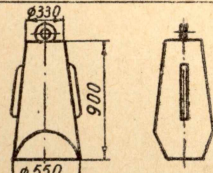
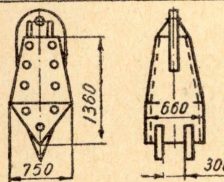
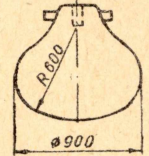
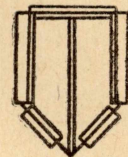
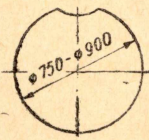
№	Форма снаряда	Вес снаряда, т	Средняя производительность рыкания грунта, м ³ /смену	Литературный источник	№	Форма снаряда	Вес снаряда, т	Средняя производительность рыкания грунта, м ³ /смену	Литературный источник	№	Форма снаряда	Вес снаряда, т	Средняя производительность рыкания грунта, м ³ /смену	Литературный источник
1		0,4		[16]	8				[20, 23]	14		3-4		[18, 27]
2		0,9		[16]	9		2,0		[4]	15				[14]
3		2,3		[16]	10		2,6	20	[22]	16		3	60	
4		3,3	40	[7]	11		2,8	68,6	[22]	17			90-100	[8]
5		3,2	45	[7]	12		3,2	88	[22]	18		1,7-24		[14, 15]
6		0,8	15	[7]	13				[26]	19		2-3		[23]
7				[7]						20		1,6-3,2	5-35	[7]

табл. 1). В случае промерзания грунта менее 1,5 м применялись трехтонные клин-бабы. При трехкратном ударе по одному месту клин-бабой, падающей с высоты 10 м, мерзлый глинистый грунт разрушался по поверхности в радиусе 0,8—1,0 м и в глубину на 0,6—0,8 м. При промерзании на большую глубину применялись четырехтонные клин-бабы, которые при сбрасывании с высоты 10,8—12,8 м и том же количестве ударов разрушали грунт на глубину 1,4 м и по поверхности в радиусе 1,2—1,4 м [18, 27].

В строительных организациях Томска рыхление мерзлого грунта успешно производилось клин-бабами, рабочий зуб которых имеет удлиненную крестовидную форму (16, табл. 1).

В тресте Трансводстрой [8] для разработки мерзлого грунта применялись цилиндрические клин-бабы (17, табл. 1). Корпус изготовлялся из листовой стали толщиной не менее 5 мм, в средней части из стальной трубы диаметром 600 мм. Затем заполнялся металлическим ломом и заливался чугуном или, в крайнем случае, цементным раствором.

В табл. 1 представлена конструкция и другой цилиндрической клин-бабы [14, 15]. Она изготовлена из отрезка трубы диаметром 500 мм. По оси трубы проходит стальной стержень диаметром 100 мм, нижний конец которого заостряется, а к верхнему, выступающему над корпусом клин-бабы, приваривается ее ушко. Клин-баба заливается чугуном. При работе на экскаваторе ОМ-202 такой клин-бабой весом 1,7 т средняя производительность составляла 100—120 м³/смену, что почти вдвое больше, чем трехтонной клин-бабой с двумя зубьями [14]. Установлено, что наибольшая эффективность достигается при работе с клин-бабой такой конструкции весом 2,4 т [15]. Недостатком же клин-баб данного типа, как указывает автор [15], является их застревание в верхнем слое подтаявшего грунта.

Разрушение мерзлого грунта клин-бабами происходит со значительными потерями энергии удара на упругие деформации. Поэтому для эффективного ведения разработки мерзлого грунта таким способом необходимо увеличивать энергию единичного удара путем увеличения веса снаряда и высоты его сбрасывания, подбирая параметры так, чтобы потери на упругие деформации были минимальными.

Как указывают авторы [1, 7], вес клин-баб не должен быть меньше 3,0 т, а высота сбрасывания 5—6 м.

Значительное влияние на работу клин-бабы оказывает соотношение между ее длиной и поперечным сечением. В литературе [5] упоминается, что Ленинградским трестом Союзэкскавация были проведены исследования по выявлению оптимальных соотношений между поперечным сечением и длиной клин-бабы, но результаты этой работы не известны.

Рыхление и выемка грунта может производиться одним или разными экскаваторами. Как показала практика, при глубине промерзания до 0,8 м рыхление грунта и его разработку целесообразно производить одним экскаватором. Для обеспечения двухсменной работы экскаватора с ковшом емкостью 0,5 м³ на рыхление мерзлого грунта достаточно 2,5—3 часов. При промерзании грунта до 1,5 м работы рекомендует-ся [18] вести сразу тремя экскаваторами: один используется для разрушения мерзлого грунта, два — на экскавации.

Разработка грунта клин-бабами производится несколькими способами.

Наиболее простой способ — это вертикальное сбрасывание клин-бабы (рис. 2а). Он доступен экскаваторщикам любой квалификации, но в этом случае глубина рыхления не превышает 0,6—0,8 м, а производительность 50—70 м³/смену. По второму способу клин-баба сбрасывается наклонно (рис. 2, б), при этом она не только откалывает

грунт, но и рыхлит его. Производительность повышается до $110 \text{ м}^3/\text{смену}$. Такую работу могут производить только экскаваторщики высокой квалификации, так как трудно наклонно сбрасывать клин-бабу, управляя только одним, а в некоторых случаях двумя канатами [15]. Недостатком этого способа является то, что в этом случае куски мерзлого грунта разлетаются в разные стороны. Во избежание несчастных случаев перед лобовым стеклом экскаватора ставят защитную сетку и не допускают к забою людей в радиусе 25—30 м.

В случае применения двух канатов (подъемного и тягового) управление клин-бабой осуществляется в следующем порядке. Вначале производится свободный удар по грунту (рис. 2, в), а затем подтягиванием

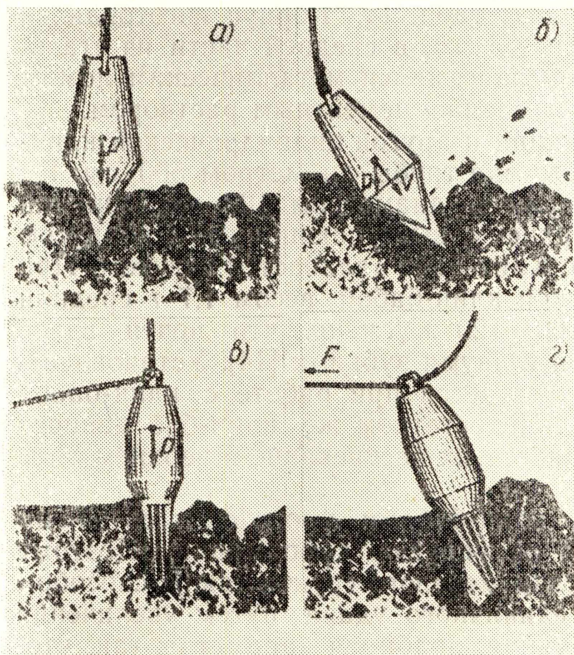


Рис. 2.

тягового каната клин-баба опрокидывается и производится откол грунта (рис. 2, г). Глубина рыхления 1—1,8 м в зависимости от шага ударов. Способ простой и доступен для экскаваторщиков средней квалификации [15]. Применение подтягивающего каната позволяет откалывать мерзлый грунт по линии забоя, вести разработку послойно (толщиной до 0,8 м) и резко снизить износ каната. Комья земли при этом способе не разлетаются в разные стороны [8].

Большим недостатком клин-баб является их свойство опрокидываться и падать под различными углами, что вызывает резкое повышение энергоемкости разработки. Одним из способов устранения этого недостатка является применение шар-баб. Благодаря шаро-

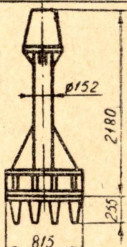
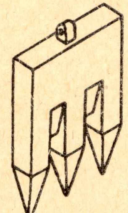
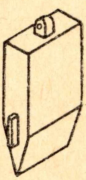
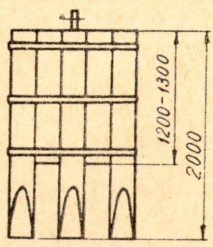
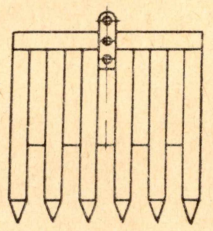
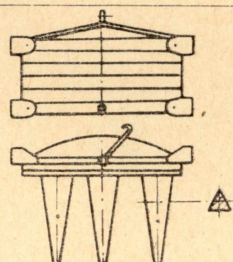
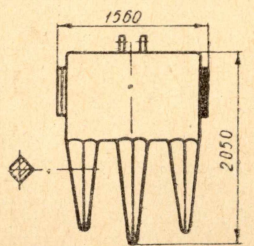
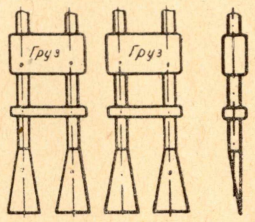
видной форме изменение положения снаряда при падении не оказывает влияния на эффективность удара. Но эффект удара шар-бабы значительно меньше, чем клин-бабы того же веса и падающей с той же высоты ввиду значительно большей площади соприкосновения ее с грунтом.

Шар-бабы изготавливаются из стального или чугунного литья и бывают шаровой или грушевидной формы (19, 20, табл. 1). По мнению ряда авторов [4, 19, 26], шар-бабу целесообразно применять при разработке супесей и песчаных грунтов, а клин-бабу — при разработке глинистых и суглинистых грунтов. В. Н. Сизов [24] указывает, что шар-бабу целесообразно применять при глубине промерзания до 0,5 м, а С. Ф. Гусаков и А. С. Вайогант [8] — даже при глубине промерзания до 0,9 м. По данным С. С. Челнокова [28], в случае не слишком глубокого промерзания грунта его дробление с помощью шар-бабы при разработке котлованов обеспечивает одновременную работу даже двух экскаваторов.

Основные недостатки способа разработки мерзлого грунта с помощью клин- и шар-баб заключается в следующем.

Вследствие больших динамических нагрузок происходит повышенный износ экскаваторов. Интенсивно изнашивается подшипник верти-

Таблица №2

№	Наименование рыхлителя	Форма ударного рабочего органа	Вес ударного рабочего органа, т	Средняя производи- тельность рыхления грунта, м ³ /смену	Глубина промер- зания грунта, м	№	Наименование рыхлителя	Форма ударного рабочего органа	Вес ударного рабочего органа, т	Средняя производи- тельность рыхления грунта, м ³ /смену	Глубина промер- зания грунта, м
1	Самоходный копер треста Ленэлектрострой [25]		2,0	10-13		6	Треклинный мерзлоторыхлитель конструкции Управления механизации Томского СНХ		2,5-3,0		до 1,0
2	Клин на тракторе С-80 конструкции Стадника [12, 27]		1,0	130-200 [12] 50 [23]	до 1,0	7	Треклинный мерзлоторыхлитель Т-2750 конструкции Кузнецовского на тракторе С-80 [2, 11] б) прицепной вариант [2, 24]		2,7-3,0 2,75-3,0	175-193 175-220	0,7
3	Клин на бульдозере Д-147 конструкции Дубровской ГРЭО [10, 17]		1,2	90-100	0,5	8	Прицепной рыхлитель конструкции Дубровской ГРЭО [9]		2,6	220-260	0,7
4	Треклинный мерзлоторыхлитель на тракторе С-80 конструкции НИИОМТП [опытный образец] [29, 30]		0,5-3,0 / Вес падающего груза /	100		9	Прицепной рыхлитель конструкции Управления механизации Ульяновского СНХ [21]			4,0	0,8-1,0
5	Треклинный мерзлоторыхлитель на тракторе С-80 конструкции НИИОМТП [второй вариант] [24, 31]		3,6	200-220		10	Машина непрерывного скота мерзлого грунта конструкции ВНИИстроидормаш [опытный образец] [3]		2,0 / Вес одного ударного груза /	280-350	до 1,0

кального вала ходового механизма, преждевременно выходят из строя зубчатые передачи, образуются трещины в ходовой раме экскаватора, изнашиваются зубчатые колеса и фрикционный механизм тяговых лебедок и т. д.

При свободном падении клин-бабы подъемный канат скручивается, а при подъеме раскручивается. Канат сильно деформируется, нарушается правильность свивки, и он быстро выходит из строя. Расход его увеличивается в 5 раз по сравнению с летними работами экскаватора и достигает 60 кг на каждые 1000 м³ разработанного мерзлого грунта [4, 6].

В качестве мер, предпринимаемых для уменьшения расхода каната, рекомендуется: а) соединять клин-бабы с канатом при помощи шарнирно-вертлюжного устройства [24]; б) удерживать от вращения ударный снаряд тяговым канатом экскаватора [18]; г) применять канаты специальной свивки [13, 16]. В американской практике для уменьшения износа каната и снижения динамических нагрузок на стрелу и другие узлы экскаватора по длине каната, удерживающего ударный снаряд, встраиваются амортизаторы в виде использованных автомобильных покрышек, а также применяется запасовка каната, предупреждающая его раскручивание [13].

К числу недостатков разрушения мерзлого грунта клин-бабами можно отнести также большой расход металла на изготовление ударных снарядов и значительное сотрясение грунта, вредно влияющие на близко расположенные сооружения.

Но основным недостатком применения клин- и шар-баб для рыхления мерзлого грунта является низкая производительность и высокая энергоемкость работ, поскольку для достижения нужного эффекта осуществляется множество «лишних» ударов и грунт разрушается всегда по площади больше необходимой вследствие отсутствия направленности движения ударного снаряда при его падении.

В последние годы начали получать распространение ударные мерзлоторыхлители, создаваемые на базе тракторов. Такие мерзлоторыхлители являются более совершенными машинами в сравнении с клин-бабами на экскаваторах, так как ударный снаряд у них имеет направленное перемещение при свободном падении.

Ударные мерзлоторыхлители в большинстве случаев создаются самими строительными организациями и различаются:

1. По размещению ударного оборудования:
 - а) непосредственно на тракторе-бульдозере;
 - б) на прицепной тележке.
2. По форме ударного органа:
 - а) с одноклиновым снарядом (2, 3, табл. 2),
 - б) с гребенчатым рабочим органом (1, 4, 5—10, табл. 2).
3. По принципу работы ударного оборудования, когда:
 - а) клиновой рабочий орган сбрасывается с необходимой высоты с одновременным разматыванием каната лебедки,
 - б) клиновой рабочий орган сбрасывается с заданной высоты с отцепкой подъемного каната,
 - в) по клиновому рабочему органу наносятся удары падающего груза при неподвижной или непрерывно движущейся установке.

К наиболее ранним конструкциям ударных мерзлоторыхлителей можно отнести копер треста Ленэлектросетьстрой (рис. 3), рабочим органом которого являлся зубчатый рыхлитель (1, табл. 2) весом около 2,0 т, прикрепленный болтами к ударной бабе копра. После 3—4 ударов рабочего органа по одному месту грунт откалывался на глубину

0,5 м и копер передвигался дальше на 20—40 см. Разработка велась послойно. Перед рыхлением нижнего слоя верхний убирался. Производительность — 10—13 м³ мерзлого грунта за 7 часов работы [25].

Одной из наиболее простых установок, но с более высокой выработкой, является установка, впервые изготовленная в 1953 году по проекту И. К. Стадника трестом Укрстроймеханизация [12], которая представляет собой навесное оборудование, смонтированное на тракторе С-80.

Навесное оборудование состоит из стального клина весом около 1,0 т (2, табл. 2), ползунов и направляющей рамы, выполненной из швеллеров длиной 4,2 м. Направляющая рама крепится к корпусу заднего моста трактора. Подъем ползуна с клином осуществляется канатом лебедки бульдозера. Клин свободно подвешивается на пальце, соединенном жестко с ползунами.

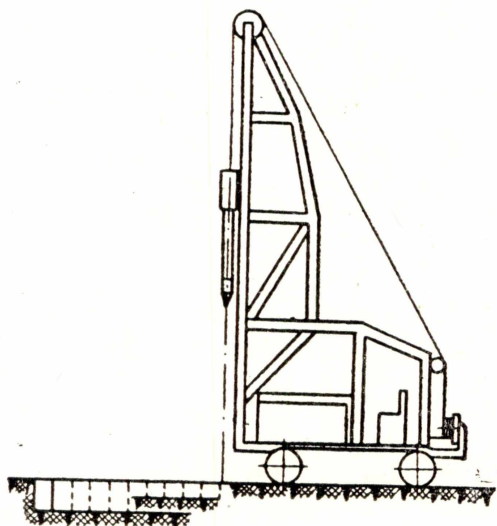


Рис. 3.

В нижней части клина сделаны приливы для его направления и устранения качания при подъеме и опускании. Длина ползуна 1,6 м. Это позволяет производить работы в траншеях и котлованах на глубину до 1,5 м от низа гусеницы трактора, не теряя при этом направления падения, так как ползун не выходит из направляющих.

По данным И. Л. Кулина [12], при промерзании грунта до 1,0 м производительность установки за

семи часовую смену составляла 130—200 м³ разрыхленного грунта, а по данным Л. В. Роговского и др. [23] — всего 50 м³/смену.

На Дубровской ГРЭС тт. К. Гайдо, И. Шокотько, В. Артамоновым была разработана и создана мерзлоторыхлительная установка, подобная выше рассмотренной [10, 17]. Навесное приспособление смонтировано на бульдозере Д-147 и представляет собой раму, выполненную из двух обращенных друг к другу полками швеллеров № 10, и клина весом 1,2 т, перемещающегося с помощью механической лебедки по направляющим рамы на ползунах (3, табл. 2).

Производительность установки при рыхлении мерзлого грунта IV категории при глубине промерзания 0,5 м составляет 90—100 м³/в смену.

Основными недостатками этих установок, по мнению ряда авторов [1, 21, 29], является то, что они имеют небольшой вес клина (1,0—1,2 т) и высоту подъема до 4 м, а в результате незначительную энергию единичного удара. Это позволяет разрушать песчаные грунты, промерзшие на глубину до 0,8 м, а глинистые всего лишь до 0,6 м. Число подъемов в минуту при помощи лебедки может быть не более десяти. Часто портится трос вследствие его быстрого разматывания, быстро выходят из строя тракторные лебедки. Часто у установок разрушается направляющая рама.

Лаборатория земляных работ НИИ организации, механизации и техпомощи Академии строительства и архитектуры СССР (НИИОМТП) на основе предложения канд. техн. наук В. А. Черкашина разработала навесное оборудование к трактору С-80. Схема установки представлена на рис. 4 [29, 30].

Навесное оборудование состоит из подвешенной к кронштейну на шарнирах направляющей рамы сдвигающимся по нему рабочим органом.

Рама выполнена в виде двух пятиметровых стоек из швеллеров № 30, связанных между собой тремя приваренными отрезками угловой стали № 10. Нижняя половина каждой стойки для большей жесткости имеет коробчатое сечение.

Кронштейн установлен на задней части трактора. Он состоит из двух вертикальных стоек (из угловой стали № 15), двух горизонтальных ригелей из швеллера № 30, двух растяжек и поперечной связи из угловой стали № 9.

Рабочий орган установки (4, табл. 2) состоит из трех клиньев, имеющих форму трехгранных пирамид с острыми вершинами, наковальни клиньев; свободно падающего груза в виде отдельных, стянутых серьгой, стальных или чугунных пластин. Серьга, проходящая через просверленное в пластинах отверстие, служит также для захвата груза автоматическим замком и подъема его.

Замок действует как пружинная защелка и имеет хвостовик для сбрасывания груза. При подъеме груза до нужной высоты хвостовик замка задевает за ограничитель подъема и сбрасывает груз на наковальню клиньев.

Вес груза может меняться в пределах от 0,5 до 3,0 т, в зависимости от числа ударных пластин. Изменяя вес груза и высоту его подъема можно подобрать оптимальную величину работы для скола глыбы мерзлого грунта одним ударом применительно к данным условиям.

В транспортном положении рабочий орган приподнят и закреплен на раме при помощи двух опорных стержней, а сама рама закрепляется в вертикальном положении также стержнем. Перед началом работы установки лебедкой приподнимают ударный рабочий орган, вынимают опорные стержни, опускают клинья на поверхность грунта и освобождают от стопора направляющую раму. После этого последовательным подъемом и сбрасыванием груза забивают клинья в грунт. Отрыв скалываемой глыбы мерзлого грунта от массива и сбрасывание ее в выработанное пространство происходит благодаря шарнирной подвеске направляющей рамы и вследствие односкосности клиньев, которые при забивке вместе с рамой отклоняются вперед до плоскости скола. Одновременная забивка в грунт трех клиньев образует в грунте трещину, проходящую через все три клина. Ширина откалываемой глыбы составляет около 1,6 м. Благодаря трехгранной форме поперечного сечения клиньев при отколе глыба распадается на отдельные части.

Установку обслуживают два человека.

Опытный образец установки обеспечивал производительность 100 м³ в смену, при стоимости рыхления 1 м³ мерзлого грунта 19 коп.

В дальнейшем конструкция рыхлителя была существенно видоизменена. В навесном оборудовании был исключен ударный груз. Разрушение мерзлого грунта осуществляется трехклинной ударной гребенкой

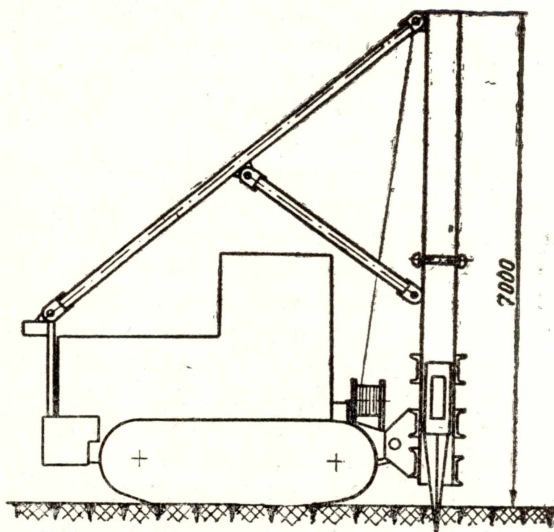


Рис. 4.

(5, табл. 2), весом 3,6 т, падающей по направляющим с высоты 2,8 м [24]. Клинья гребенки имеют форму четырехгранных пирамид длиной 1,15—1,3 м (средний клин длиннее) с острыми вершинами. Производительность рыхлителя составляла 200—220 м³/смену, при стоимости рыхления 1 м³ мерзлого грунта 9,2—10 коп. [31].

В Управлении механизации строительно-монтажных работ Томского СНХ для рыхления мерзлого грунта на глиняных карьерах и при рытье котлованов под фундаменты созданы подобные трехклинные мерзлоторыхлители. Навесное оборудование, состоящее из вертикальной направляющей рамы, по которой перемещается ударный рабочий орган, (6, табл. 2), смонтировано жестко на корпусе заднего моста бульдозера.

В организации Куйбышевгидростроя были разработаны две конструкции мерзлоторыхлителя: на тракторе С-80 типа Т-2750 и прицепной рыхлитель.

В мерзлоторыхлителе Т-2750 [2, 11] направляющая рама, выполненная из швеллеров, монтируется на шарнирной оси между двумя кронштейнами, которые крепятся к корпусу заднего моста трактора. В верхней части рама двумя жесткими растяжками крепится к П-образной стойке, расположенной в передней части трактора. Ударная гребенка состоит из пяти расположенных в ряд и связанных между собой брусков стали (7, табл. 2). Два бруска длиной 1200—1300 мм, три—2000 мм. Последние заострены с двух сторон. Вес гребенки 2,7—3,0 т, высота падения 2,5—3 м. Поднимается гребенка с помощью тракторной лебедки через четырехкратный полиспаст.

Устройство для зацепки и отцепки ударной гребенки состоит из ролика, укрепленного в нижней части блочной траверсы и крюка, шарнирно укрепленного в верхней части ударной гребенки. При опускании блочной траверсы вниз под действием ее веса (170 кг) ролик отжимает крюк и входит в положение зацепления, осуществляя соединение ударной гребенки с траверсой. При достижении верхнего крайнего положения крюк гребенки с помощью рычажной системы автоматически снимается с ролика блочной траверсы. Благодаря этому ударный рабочий орган падает свободно без разматывания каната лебедки, в результате чего увеличивается энергия удара.

Ударная гребенка, благодаря кулисному устройству, всегда занимает вертикальное положение при работе, что дает возможность вести разработку грунта при любом наклоне трактора.

Для сохранения продольной устойчивости трактора в передней его части устанавливается контргруз (в виде ящика с балластом) весом 1,2 т. С целью снижения нагрузки на корпус заднего моста при транспортировке под ударную гребенку подводят короткие металлические санки.

Во время работы рыхлитель пробивает параллельные борозды длиной 0,5 м. Производительность при глубине промерзания 0,7 м составляла 175—193 м³/смену. Обслуживает установку один тракторист.

В прицепном варианте [2, 24] мерзлоторыхлитель монтируется на полозьях и прицепляется сзади трактора. Рыхлитель состоит из ударной гребенки весом 2,75—3,0 т, автоматического устройства для ее зацепки, направляющей рамы и контргруза весом 1,2 т. Рама высотой 5 м и шириной 1,33 м изготовлена из двух швеллеров № 30. Высота свободного падения гребенки—2,5—3 м. В минуту производится 5—10 сбрасываний.

При передвижении на большое расстояние для уменьшения высоты машины направляющая рама приводится в наклонное положение. Машина управляется одним трактористом. Сменная производительность рыхления составляет 175—220 м³ мерзлого грунта, стоимость рыхления 1 м³—9÷11 коп., трудоемкость—0,004—0,005 чел. дня/м³ [24].

В стройуправлении Дубровской ГРЭС И. И. Шокотько и В. Н. Харьков разработали и создали прицепной тракторный рыхлитель, несколько отличный от рыхлителя Куйбышевгидростроя [9]. Он представляет собой копер, установленный на сани, которые перемещаются с помощью бульдозеров со снятым отвалом. Бульдозер во время работы движется задним ходом. Сани изготовлены из тавровых балок. Направляющие копра, длиной 6 м, имеют вид буквы «П» и выполнены из швеллеров № 30. На направляющих приварены уголки, которые входят в соответствующие углубления (пазы) на боковых гранях гребенки. Нижняя часть рамы копра закреплена на санях подвижно. Это позволяет на время транспортировки переводить ее в горизонтальное положение с помощью лебедки бульдозера. При этом верхняя часть направляющих опирается на поддерживающую стойку, сделанную на средних полозьях саней.

Ударная гребенка изготовлена из старых вагонных осей, зубья гребенки заострены. Рабочие зубья гребенки длиннее вкладышей на 70 см и расположены друг от друга на расстоянии, равном одному или двум диаметрам осей. Вес гребенки 2,5 т (8, табл. 2).

Для захвата ударной гребенки при подъеме и отцеплении при сбросе имеется зацепное устройство, управляемое из кабины тракториста. Освобожденная от каната гребенка падает вниз и рыхлит мерзлый грунт. Следом за гребенкой, благодаря обратному ходу лебедки под собственным весом, опускается крюк и, дойдя до валика гребенки, соединяется с ним.

В установке не изменена конструкция лебедки бульдозера, что позволяет использовать его как по прямому назначению, так и для рыхления грунта. На подключение рыхлителя к бульдозеру затрачивается 15—20 мин. Рыхлитель может работать при наклоне направляющих до 30°. Вертикальное положение направляющих фиксируется специальным устройством.

Производительность рыхлителя 220—260 м³ мерзлого грунта в смену при глубине промерзания 0,7 м. Стоимость рыхления 1 м³ мерзлого грунта — 7 коп.

В 1959 г. в Управлении механизации бывшего Ульяновского СНХ был изготовлен трехклиновой мерзлоторыхлитель конструкции НИИОМТП. Но при работе на этой установке во время падения груза рыхлителя происходило сильное сотрясение всей машины, которое быстро выводило из строя отдельные узлы трактора и делало невозможной нормальную работу тракториста. В связи с этим в управлении была разработана конструкция рыхлителя, смонтированного на прицепных металлических полозьях [21].

Направляющие стойки состоят из двух половин и шарнирно складываются, что уменьшает высоту рыхлителя в транспортном положении до 3 м. Подъем и опускание верхней половины стоек производится трактористом с помощью второго барабана скреперной лебедки.

Для фиксации гребенки в поднятом положении и ее сбрасывании установка имеет автоматический двухсторонний захват рычажно-пружинного типа с плавающим замком-гибком.

Производительность прицепного рыхлителя с учетом всех вспомогательных операций в условиях жилищного строительства в среднем составляла 40 м³ в смену мерзлого грунта разной категории при глубине промерзания до 0,8—1,0 м. Обслуживает установку один тракторист.

В зимний сезон 1960—1961 гг. на стройках Совнархоза работало 5 таких установок, а в 1961—1962 гг. — 9. С каждой установкой работал один экскаватор с ковшом емкостью 0,25—0,35 м³, оборудованный обратной лопатой.

ВНИИСтройдормаш создал машину непрерывного скола мерзлого грунта [3].

Навесное оборудование смонтировано на тракторе С-100. Рабочий орган представляет собой четыре односкосных клина, жестко связанных с направляющими штангами, которые соединены попарно (10, табл. 2). Клинья забиваются в грунт двумя передвигающимися по направляющим грузами, по 2,0 т каждый. Высота подъема груза — 2,0—3,1 м. Направляющие — четыре телескопические штанги, шарнирно установленные на тракторе. Подъем ударных частей установки осуществляется двухбарабанной лебедкой с многодисковыми фрикционными муфтами. Для сцепки груза с рабочим органом и подъема его в верхнее положение имеется специальный механизм захвата.

Перед началом работы рабочие органы устанавливаются на поверхности мерзлого грунта. Затем производится последовательное сбрасывание на них груза (14—17 уд/мин). Заглубление клиньев и разрушение грунта на глубину до 1,3 м за один проход при ширине разрушаемой полосы 1,5—3 м происходит при непрерывном движении трактора со скоростью 30 м/час. Для уменьшения скорости движения при работе на тракторе установлен ходоуменьшитель.

При падении и подъеме грузов происходит замыкание конечных выключателей, установленных на рабочих органах и задней подвеске направляющих, включающих или разъединяющих соответственно диски постоянно замкнутых фрикционных муфт с электрогидравлическим управлением.

После разрушения грунта рабочие органы специальными захватами сцепляются с грузами, поднимаются (независимо один от другого) и устанавливаются на другую позицию. Обслуживание установки осуществляется одним человеком из кабины трактора или с выносного пульта. Производительность установки 280—350 м³/смену.

Как показала практика, разработка мерзлого грунта способом крупного скола с помощью клиновых мерзлоторыхлителей является одним из прогрессивных высокопроизводительных способов. Но конструкции существующих машин еще весьма несовершенны, в большинстве случаев они изготовлены кустарным способом. Из-за частого подъема груза быстро выходят из строя тракторные лебедки, изнашиваются шестерни и фрикционные передачи и т. д. [1].

На основании обзора работ, освещающих конструкции клин-баб, ударных мерзлоторыхлителей на базе тракторов, а также результатов их эксплуатации можно сделать следующие выводы.

1. Применение клин-баб на экскаваторах в качестве ударных машин для разрушения мерзлого грунта является малопродуктивным и должно быть ограничено ввиду быстрого вывода из строя экскаваторов.

2. Более широкое применение должны найти ударные мерзлоторыхлители на базе тракторов. Но для разработки рекомендаций по выбору целесообразной конструкции такой машины должны быть проведены исследования по разработке:

- а) способа наиболее полного использования кинетической энергии падающего груза для разрушения мерзлого грунта.

- б) оптимальных параметров ударного оборудования (вес, геометрическая форма и размеры, высота сбрасывания и др.),

- в) способа изоляции вредного влияния динамических усилий от падающего груза на конструкцию навесного оборудования и трактора,

- г) способа осуществления операций подъема ударного груза.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Д. Абезгауз, М. И. Гальперин. Разработка мерзлых грунтов при механическом рытье траншей. Гостоптехиздат, М., 1962.
2. И. Д. Алешин. Механический рыхлитель Т-2750 для рыхления мерзлого грунта. Монтажные и специализированные работы в строительстве, № 5, 1960.
3. В. П. Баландин. Новая машина для разработки мерзлых грунтов сколом. Строительные и дорожные машины, № 12, 1963.
4. Г. В. Вердников. Основные требования, предъявляемые к разработке мерзлых грунтов. Разработка мерзлых грунтов резанием и ударом (материалы совещания), М., 1955.
5. М. И. Гальперин. Анализ существующих механизмов для разработки мерзлых грунтов резанием и ударом. Разработка мерзлых грунтов резанием и ударом (материалы совещания), М., 1955.
6. М. И. Гальперин, В. Д. Абезгауз. Рыхление мерзлого и тяжелого грунта ударными нагрузками. АН СССР ИТЭИ, М., 1956.
7. М. И. Гальперин, Б. А. Николаев. Механизмы для разрушения мерзлого грунта. Новая техника и передовой опыт в строительстве, № 9, 1958.
8. С. Ф. Гусаков, А. С. Вайогант. Производство земляных работ в зимнее время. Строительная промышленность, № 9, 1956.
9. П. К. Доильницын. Прицепной тракторный рыхлитель мерзлого грунта. Главенстройматериалы, Л., 1960.
10. Клины для рыхления мерзлого грунта. Строитель, № 2, 1957.
11. Н. С. Комаровский. Механический рыхлитель мерзлого грунта. Механизация строительства, № 4, 1959.
12. Н. Л. Кулин. Механизация разработки мерзлых грунтов в зимнее время. Механизация строительства, № 4, 1954.
13. В. Н. Лофицкий. Зимние земляные работы в гидроэнергетическом строительстве. М.—Л., Госэнергоиздат, 1961.
14. В. К. Ляхов. Из опыта разработки мерзлого грунта клин-бабой. Механизация строительства, № 2, 1955.
15. В. К. Ляхов. Разработка мерзлого грунта клин-бабами. Механизация строительства, № 10, 1955.
16. Ф. Н. Малина. Опыт экскавации мерзлых грунтов малокубажными экскаваторами. Механизация строительства, № 3, 1952.
17. Т. В. Миклашевская. Основные направления в технике разработки мерзлых грунтов. АН СССР, ВНИИТИ, М., 1960.
18. А. И. Милославский, М. М. Трахтенберг. Из опыта зимней разработки грунта. Механизация строительства, № 11, 1955.
19. Б. А. Николаев, М. И. Гальперин. Механизация разработки мерзлых грунтов. Строительство предприятий нефтяной промышленности, № 11, 1957.
20. М. В. Павлов. Указания по подготовке грунта к разработке в зимних условиях. Бюро техн. помощи НИИГорсельстроя, М., 1956.
21. В. В. Прокофьев. Из опыта работы Управления механизации Ульяновского СНХ. Механизация строительства, № 3, 1962.
22. А. Г. Разгильдеев. О форме клин-баб для рыхления мерзлых грунтов. Механизация строительства, № 9, 1962.
23. Л. В. Роговский, Н. К. Миропольская, Н. М. Вестерский, В. Н. Ли. Справочник по земляным работам. Госстройиздат, 1960.
24. В. Н. Сизов. Строительные работы в зимних условиях. Госстройиздат, М., 1961.
25. В. В. Скворцов. Применение самоходного копра для разработки мерзлого грунта. Электрические станции, № 1, 1952.
26. И. Ф. Слинько, Л. Ф. Зорин. Машины и приспособления для разработки мерзлых грунтов в зимний период. Механизация и автоматизация производства, № 2, 1959.
27. Б. П. Тяжелов, Е. В. Шнипко. Земляные работы в зимних условиях. Госстройиздат, М., 1958.
28. С. С. Челноков. Разработка мерзлых грунтов на строительстве в Москве. Разработка мерзлых грунтов резанием и ударом (материалы совещания), М., 1955.
29. В. А. Черкашин. Трехклинный рыхлитель мерзлого грунта. Новая техника и передовой опыт в строительстве, № 10, 1958.
30. В. А. Черкашин. Навесное приспособление к трактору С-80 для рыхления мерзлых и уплотнения насыпных грунтов. Госстройиздат, М., 1959.
31. В. А. Черкашин, В. П. Горбачев. Производство земляных работ в зимних условиях (справочное пособие). Госстройиздат, М., 1961.