

## МАШИНЫ ДЛЯ РЕЗАНИЯ МЕРЗЛОГО ГРУНТА С ЦЕПНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

О. Д. АЛИМОВ, И. Г. БАСОВ, Б. Л. СТЕПАНОВ

С каждым годом увеличивается объем строительства в нашей стране. В связи с этим растет объем зимних строительных работ, из которых одной из самых трудоемких операций является разработка мерзлых грунтов. Для обеспечения этой операции изыскиваются различные способы. Одним из наиболее перспективных способов механизации выемки мерзлого грунта является его предварительное разделение на блоки специальными землерезными машинами с дальнейшей экскавацией обычными землеройными машинами. В качестве землерезных машин находят все большее применение различные самоходные установки с исполнительными органами от врубовых машин, так называемые баровые установки. С помощью таких машин мерзлый грунт нарезается на ряд продольных и поперечных щелей, а иногда только продольных. Дальнейшая разработка ведется обычными строительными экскаваторами. Иногда блоки мерзлого грунта с помощью экскаваторов или автокранов грузятся на автосамосвалы.

В настоящей работе сделан краткий обзор отечественных машин для разработки мерзлых грунтов с цепным-баровым исполнительным органом. Такие установки применяются в практике с переменным успехом с 1940—1941 гг. Естественно, вначале строители пытались использовать для резания мерзлого грунта врубовые машины в том виде, в каком они применяются в горном деле.

В 1941 г. доцент П. Н. Демидов провел испытания угольной врубовой машины ГТК-3 при резании мерзлого грунта. Установленная вертикально на специальных салазках машина прорезала в грунте врубовую щель, перемещаясь со скоростью 0,56 м/мин. Этот эксперимент позволил доценту П. Н. Демидову сделать вывод о возможности применения врубовой машины для резания мерзлого грунта [18]. В процессе испытаний было установлено, что машина более спокойно работает при наклонном расположении бара, причем работа машины при резании мерзлого грунта протекает менее напряженно, чем на угле.

Опыты по применению врубовой машины для резания мерзлых грунтов, проведенные конторой строительных механизмов Управления московского жилищного строительства зимой 1940—1941 гг., были не вполне удачны, и результаты их не удовлетворяли требований строителей. В 1951 г. НИИ-200 изготовил машину по тому же принципу, испытал ее на строительстве железобетонного завода в Люберцах. Испытания не дали положительных результатов [14, 16].

В 1953 г. в комбинате Интауголь по предложению механика Сеникова для разработки мерзлого грунта была применена врубовая машина ГТК-3. Видимо, из-за малой мощности машины (17 кВт) существенного эффекта добиться не удалось. Наибольшего успеха в применении врубовых машин в строительной практике добились на стройках комбината Интауголь в 1959—60 гг., когда была применена врубовая машина КМП-2 с мощностью двигателя 47 кВт [17]. Машина устанавливалась на салазках и перемещалась при работе канатом с помощью своей тяговой лебедки (рис. 1). Скорость наматывания каната на барабан врубовой машины при резании мерзлых суглинистых грунтов в среднем составляла 30 м/час.

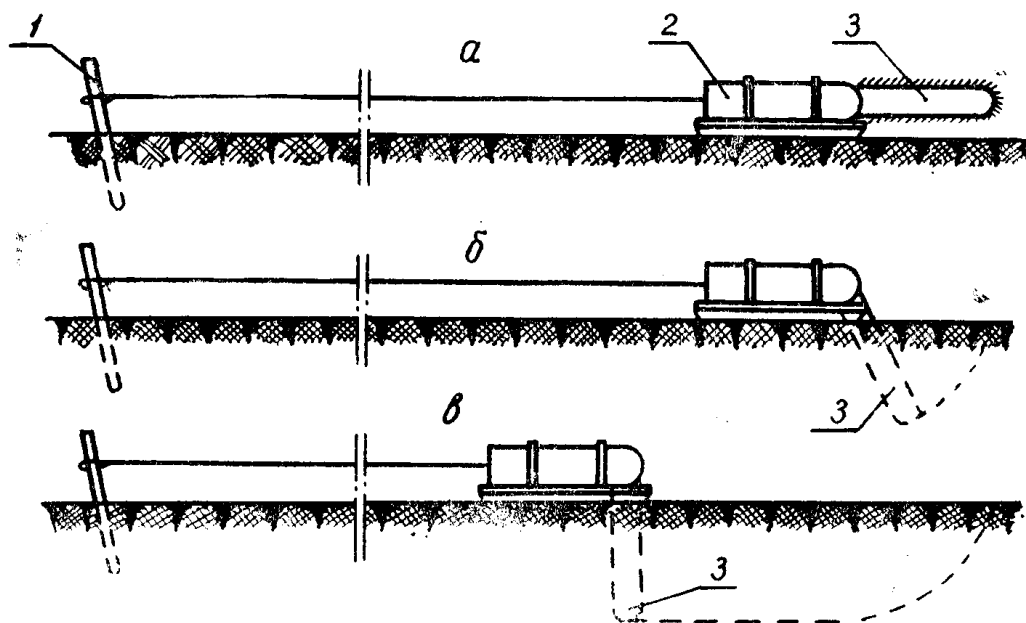


Рис. 1. Схема работы врубовой машины КМП-2 при резании мерзлого грунта: 1—анкер; 2—корпус машины; 3—бар; а—перед началом резания; б—врезание бара; в—резание грунта при подаче машины тяговой лебедкой.

При работе машина устанавливалась в направлении, необходимом для резания щелей. С барабана разматывался тяговый трос и прикреплялся к анкерному столбу, установленному на расстоянии 25 м в том же направлении. Затем приводится в действие режущая цепь.

При работающей режущей цепи бар под действием собственного веса поворачивается в вертикальной плоскости, стараясь занять вертикальное положение (рис. 1, б). Если глубина промерзания соответствовала длине бара, то последний устанавливался в вертикальное положение. При меньшей же глубине промерзания бар закреплялся под определенным углом, обеспечивающим прорезание всего слоя мерзлого грунта. После этого включали тяговую лебедку и машина подтягивалась по направлению к анкерному столбу (рис. 1, в), прорезая в мерзлом грунте щель шириной 140 мм. Затем цикл повторялся.

Грунт нарезался продольными и поперечными щелями. Затем бульдозер зубьями, укрепленными на ноже, отрывал блоки мерзлого грунта, а кран с самозахватывающими клещами вынимал их и складывал на бровке траншеи или котлована или грузил на автосамосвалы.

Для резания поперечных щелей при рытье траншей врубовая машина была установлена на автомобильном погрузчике. Размеры блоков мерзлого грунта определялись грузоподъемностью работающих с

машиной крана и самосвала. Причем, чем более мощные транспортные средства использовались при разработке мерзлых грунтов, тем выше были экономические показатели (табл. 1).

Таблица 1

Наименование показателей	Котлован				Траншея
	1	2	2	2	
Глубина промерзания грунта, м	1	2	2	2	1,8
Расстояние между щелями, м	—	—	—	—	1,0
Грузоподъемность, т:					
	автосамосвала	3,5	3,5	5	10
автокрана	—	—	—	—	3
Производительность, м <sup>3</sup> /см	14,0	18	26	34	9,8
Себестоимость выемки мерзлого грунта, руб./м <sup>3</sup>	0,97	0,78	0,69	0,34	0,85

Для режущих цепей врубовой машины применялись зубки «Уралец» с наплавкой кромки твердым сплавом. Срок службы их зависел от физико-механических характеристик разрабатываемого грунта. Менялись они после проходки 600—700 пог.м врубовой щели.

Применение врубовых машин оказалось более выгодным при разработке котлованов и менее выгодным при разработке траншей [17].

Одним из недостатков применения врубовых машин с канатной подачей являются большие затраты времени и труда рабочих на маневровые операции. Поэтому более целесообразно применять врубовые машины на гусеничном ходу или специальные самоходные баровые установки.

Трест Укрстроймеханизация для резания щелей в мерзлом грунте применил универсальную врубовую машину на гусеничном ходу типа ВТУ-1 [15]. За смену она прорезала в мерзлом грунте две щели глубиной 1,2 м и длиной 40 м. Машины ВТУ-1 были выпущены для угольной промышленности опытной партией и практического применения в строительной промышленности не получили.

Современные врубовые машины выпускаются, как правило, с электрическим приводом. Это существенно ограничивает их применение в строительной практике.

Более прогрессивным направлением оказалось размещение баровых исполнительных органов на различных самоходных установках с приводом от двигателей внутреннего сгорания. Зимой 1953—1954 гг. в тресте Магнитострой было изготовлено сменное оборудование к траншейному экскаватору ЭТ-352 [6, 9, 10, 16, 19, 20]. Оно представляло собой стрелу, состоящую из опорной части, закрепленной на турасном валу экскаватора так же, как и стрела ковшового оборудования и одного, а позднее двух баров с ковшовыми цепями экскаватора, оснащенного резами (рис. 2). Режущий бар имел 60 резовых головок, в том числе 40 двухрезцовых и 20 трехрезцовых. Резцы были изготовлены из круглой стали диаметром 20 мм с наплавкой твердосплавными электродами.

На машине была установлена предохранительная фрикционная муфта, необходимая на случай встречи резов с твердыми включениями в мерзлом грунте [9].

В начале работы приводилась в движение режущая цепь, и бар постепенно под действием собственного веса погружался в мерзлый грунт на глубину до 2 м. После этого экскаватор начинал двигаться, прорезая щель шириной 0,13 м.

Первые производственные испытания машина, оборудованная одним баром, прошла зимой 1953—1954 гг., за 337 часов работы было про-

резано 2167 м щелей, со средней скоростью резания 6,4 м/час. В отдельные дни скорость резания доходила до 37 м/час на легких супесчаных грунтах и 20—27 м/час — на суглинках [9, 10].

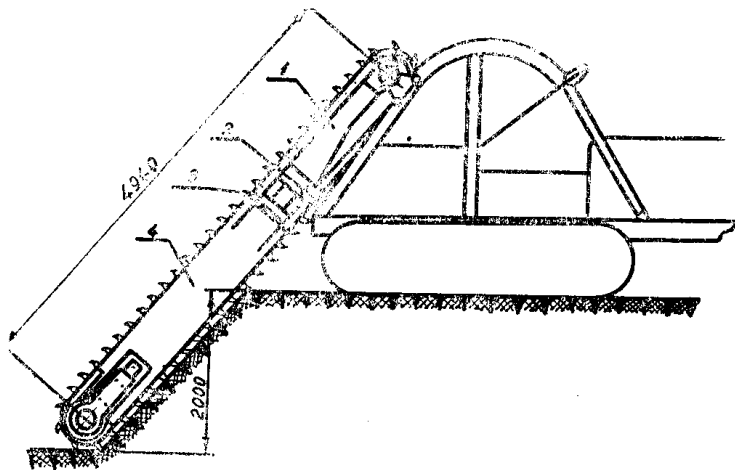


Рис. 2. Схема машины Магнитострой для резания мерзлого грунта:  
1—опорная секция стрелы экскаватора; 2—опора двух баров;  
3—режущая цепь; 4—бар.

Ориентировочный срок службы комплекта резцов составил до реставрации на плотных, сильно влажных и промерзлых глинах — 800 м прорези, на суглинках — 900 м, на супеси с включением гальки — 1000 м прорези. В трехрезцовой головке крайние резцы при затуплении менялись местами, после чего они еще прорезали до 200 м щели. Случайная потеря до 10% резцов не оказывала заметного влияния на скорость прорезания. Эти и последующие испытания показали, что поломка резцов крайне редка, так как они выступают из резцовой головки всего на 30 мм. Благоприятствует этому круглое сечение резца.

Испытания показали также, что при работе с одной режущей цепью мощность двигателя экскаватора используется неполностью, и в дальнейшем экскаватор был оборудован двумя цепями. Зимой 1954—1955 гг. были проведены производственные испытания экскаватора с двумя цепями. Экскаватор прорезал 12,5 м/час парных прорезей на глубину до 1,5 м в грунтах II и III категорий. Рабочая скорость переднего хода экскаватора была в пределах от 0,03 до 0,4 м/сек. Наибольшая производительность достигалась при замене резцов через 400—500 м прорези, не доводя их до полного затупления [10].

Трест Трансводстрой в 1955—1956 гг. применял установку для резания мерзлого грунта с двумя барами, которая прорезала две щели со скоростью 8—10 м/час [6]. Зимой 1956—1957 гг. на стройках Юго-Западного района г. Москвы работало 5 таких установок. Наибольшая часовая производительность одной установки в процессе резания двойной щели составляла 20,2 м, а наименьшая — 6,4 м. Глубина резания доходила до 2 м [19].

Как показала практика, после прорезания в мерзлом грунте только продольных щелей, отстоящих друг от друга на расстоянии 0,7—0,8 м, экскаватор ОМ-202 с ковшем емкостью 0,5 м<sup>3</sup> свободно разрабатывает мерзлый грунт в котловане [9].

Работа машин на базе траншейного экскаватора в производственных условиях выявила необходимость ряда усовершенствований. Из-за

недостаточного веса баров резцы плохо внедрялись в тяжелые грунты. Для устранения этого недостатка предлагалось навесить на бары дополнительные грузы.

В связи с тем, что вес баров не обеспечивал быстрого заглубления баров и удержания их на необходимой глубине щели, движение установки при работе было периодическим. Продолжительные остановки для заглубления бара снижали производительность установки, а периодичность движения усложняла управление машиной. Для устранения этих недостатков авторы считали необходимым установить в кабине специальное приспособление, фиксирующее степень отставания режущих цепей от хода экскаватора. Высказывались пожелания [10], чтобы конструкция машины позволяла осуществлять перестановку режущих цепей на требуемую ширину.

Несмотря на отмеченные недостатки, землерезные установки на базе ЭТ-352 применяются на стройках. Их техническая характеристика представлена в табл. 2. Трудоемкость разработки мерзлых грунтов с применением землерезных установок на базе ЭТ-352 составляет 0,029—0,033 чел.-дней/м<sup>3</sup>, а себестоимость 0,765—0,886 руб/м<sup>3</sup> [20]. Установку обслуживает один человек.

Большое применение в практике строительства получили однобаровые установки, разработанные на основе тракторов С-80 и С-100 [3, 4, 12, 14]. Они создаются различными строительными организациями. В 1958 г. трест Центроспецстрой Министерства строительства РСФСР создал такую установку на базе трактора С-80 (рис. 3, табл. 2). Зимой 1958—1959 гг. на стройках этого треста работало 6, а зимой 1959—60 гг. — 20 таких установок [12].

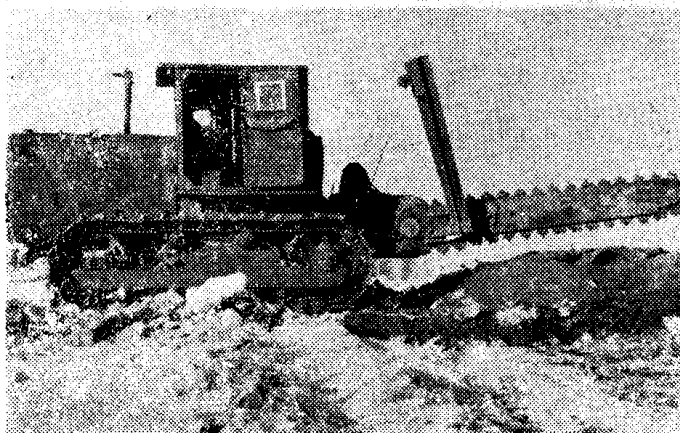


Рис. 3. Общий вид однобаровой установки для резания мерзлого грунта треста Центроспецстрой.

Режущая часть врубовой машины КМП-2 навешивается на заднюю стенку трактора С-80 и приводится в действие от вала отбора мощности трактора. Опускание бара на грунт в начале резания и подъем его из щели производится с помощью ручной рычажной лебедки с тяговым усилием 1,5 т. Включение режущей части в работу осуществляется муфтой переключения скоростей ее редуктора.

При работе трактор устанавливается по направлению прорезаемой щели, ослабляется трос подъема бара, включается редуктор режущей части, и бар под действием собственного веса врезается в мерзлый грунт. Максимальному заглублению бара соответствует угол наклона к вертикали 30°—45°. Резание щели может производиться только во время стоянки трактора. Когда бар углубится до необходимой глубины, трактор передвигается вперед. При перемещении трактора бар немного поднимается, а после остановки снова врезается на нужную глубину. Полученная щель имеет ступенчатую форму с выступами высотой до 0,5 м. Это, конечно, осложняет в дальнейшем разработку грунта экскаватором. По окончании прорезания щели на необходимую длину,

тракторист с помощью лебедки поднимает бар над почвой в транспортное положение, разворачивает трактор на  $180^\circ$  и начинает резать вторую щель на расстоянии 60—70 см от первой и т. д.

Мерзлый грунт, разрезанный таким образом, в большинстве случаев разрабатывается полукубовым экскаватором типа обратной лопаты без дальнейшего рыхления.

Однobarовые установки подобного типа применяются различными строительными организациями Советского Союза. Зимой 1958 г. на стройках г. Перми такой установкой было прорезано 9300 м щели при глубине промерзания до 1 м. Скорость резания без учета времени на развороты, перегоны и т. д. составляла около 1 м/мин [3].

В декабре 1960 г. трест Востокнефтепроводстрой (г. Уфа) применил установку для разработки грунта под траншею теплофикации. На расстоянии 1,5 м друг от друга были прорезаны две параллельные щели на глубину 1,5 м, после чего экскаватор с обратной лопатой совершенно свободно рыл траншею. Установка применялась и на других работах. Себестоимость разработки мерзлого грунта с применением установки составила 0,60 руб/м<sup>3</sup> [4].

Строительные организации, называя на тракторы режущие части врубных машин, вносили свои изменения по сравнению с конструкцией установки, разработанной трестом Центроспецстрой. Все эти изменения в основном касались механизма подъема и опускания бара. Для подъема и опускания бара применяли ручные лебедки и тягалки, лебедки с приводом от редуктора режущей части врубной машины с управлением этими лебедками на месте их установки и из кабины тракториста.

Конструкции и технология работ описанных выше однobarовых землерезных установок, созданных на базе тракторов С-80 и С-100, не позволяли полностью использовать мощность их двигателей. Без существенного изменения конструкций таких машин их производительность можно было повысить путем установки на одну машину нескольких баров. Появились двух-, трех- и даже четырехбаровые землерезные установки.

Двухбаровая установка ВУ-2 создана на базе трактора С-100 и с 1959 г. выпускается Кизеловским рудоремонтным заводом (рис. 4, табл. 2) [8]. Она состоит из редуктора 1 врубной машины КМП-3 с двумя режущими органами—барами 2, предохранительной фрикционной муфты 3, механизма подъема баров 4, стрелы с грузом 5 и рычагов управления 6.

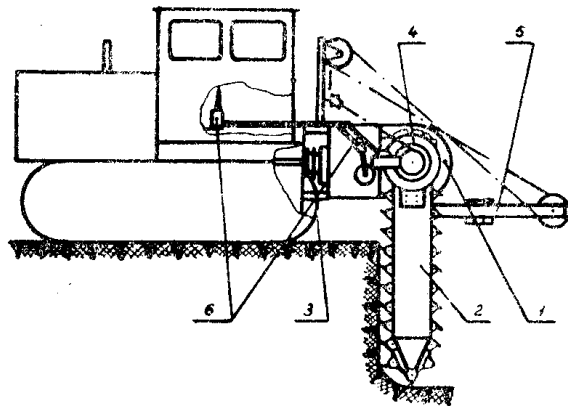


Рис. 4. Схема двухбаровой установки ВУ-2.

Наличие двух режущих органов повлекло за собой ряд изменений в механизме режущей части. В корпусе редуктора поставлен второй унифицированный узел привода звездочки режущей цепи. Оба узла соединены зубчатой муфтой. Передача вращения от вала отбора мощности трактора к звездочкам режущих цепей осуществляется через редуктор врубной машины КМП-3.

Работа двухбаровой установки аналогична работе рассмотренной выше однobarовой установки. Резание мерзлого грунта производится

Таблица 2

Наименование показателей	Трест Магнитострой [20]	Трест Центроспецстрой [3, 12]	Пермь-гирогормаш ВУ-2 [8]	Трест Центроспецстрой РМЦ-2 [14]	УРМГ-60 [2]	САИ Искендерова [1]	БМРМГ-1 [7]	Стройуправление № 12 (Москва) [11, 13]
Тип базовой машины	ЭТ-352	С-80	С-100	С-100	ТДТ-60	С-100	С-100	ЭТУ-353 ЭТУ-354
Мощность двигателя, л.с.	54	80	100	100	60	100	100	54 62
Количество баров	2	1	2	2	1	2	2	2 3
Длина бара, м	—	2,8	2; 2,4; 2,8	2,8	1,9	2,8	2,8	2,8
Глубина щели максимальная, м	2,5	до 1,7	1,3; 1,7; 2,1	1,7	1,3	2,5	2,0	1,5
Ширина прорезаемой щели, мм	130	140	140	140	140	140	140	140
Расстояние между барами, мм	1000	—	700	700	—	—	560	900 370
Скорость движения режущей цепи, м/сек	0,6	0,72; 1,44	0,72; 1,44	1,3	0,79; 1,55; 3,06	0,76; 1,52; 1,18; 2,17	1,3	1,1 1,1
Скорости перемещения установки: рабочие, м/час маневровые, км/час	10—11 1,8—5,2	—	—	62	0,292—8,2 1,04—7,45	7,78; 12,0; 18,1; 24,0; 25	45	21; 26,5; 39; 50; 60; 110; 150; 205
Тип холодуменьшителя	—	—	2,36—10,15	2,36—10,15 от ЭР-4	храповой	зуб. цилиндр.	зуб. планет.	1,8—5,2
Привод заглублиения баров	собственным весом	гидравлический	гидравлический	гидравлический	гидравлический	гидравлический	гидравлический	собственным весом
Рабочее давление гидронасоса, кг.с.м <sup>2</sup>	—	—	—	100	75	100	100	—
Число гидродомкратов	—	—	—	2	1	—	2	—
Габаритные размеры, м: длина × ширина × высота	6,9 × 2,46 × 2,79	7,2 × 2,46 × 3,06	7,2 × 2,46 × 3,06	8,3 × 2,37 × 2,7	7,2 × 2,46 × 3,06	7,2 × 2,46 × 3,06	7,2 × 2,46 × 3,06	8,8 × 2,6 × 2,8
Вес, т	8,81	13,72	14,68	14,9	11,0	15,0	14,9	11,4 12,1
Производительность, пог. м. час	7—10	10—15	до 38	до 65	48—78	20,5	80—00	—
Количество обслуживающих рабочих	1	2	1	1	1	2	1	1

также только во время стоянки трактора. Врезание баров в грунт производится под действием их собственного веса и веса стрелы с установленными на ней сменными грузами.

Прорезав щели на глубину промерзания грунта, трактор перемещается в заданном направлении на 0,8—1,5 м; при этом режущие органы несколько приподнимаются при помощи фрикционной лебедки, и после остановки трактора снова бары врезаются на нужную глубину. Так одновременно прорезаются две параллельные щели.

Скорость прорезания щелей опытным образом в период его освоения достигала 38 м/час при глубине промерзания грунта 1,1 м, что соответствует производительности 187 м<sup>3</sup>/час мерзлого грунта (при коэффициенте использования установки 0,8).

Аналогичная двухбаровая установка на базе трактора С-80 была разработана в тресте Центроспецстрой Министерства строительства РСФСР, которая выпускалась Михневским реммехзаводом (рис. 5)

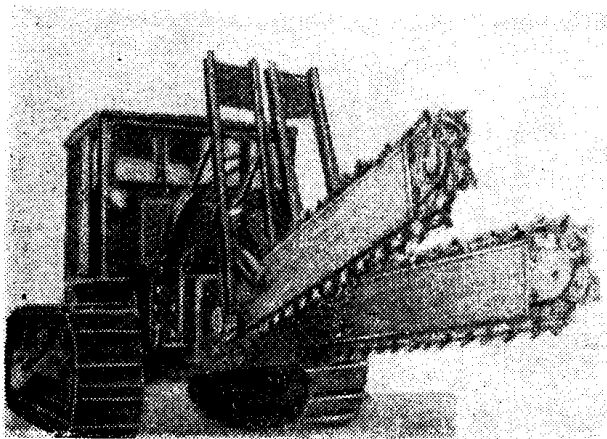


Рис. 5. Двухбаровая машина для резания мерзлого грунта с ручными рычажными лебедками для подъема баров.

[12, 14]. Скорость движения режущих цепей составляла 0,7 и 1,4 м/сек; максимальная глубина резания 1,7 м. Опускание и подъем баров осуществляется с помощью ручных рычажных лебедок. Принцип действия ее такой же как и установки ВУ-2.

В результате эксплуатации одно- и двухбаровых установок, смонтированных на тракторах С-80 и С-100, была выявлена необходимость дальнейшего их совершенствования. Для наиболее полного использования мощности тракторов и дости-

жения высокой производительности в конструкции установок должны быть устройства для механизации заводки и подъема баров и для совмещения резания грунта и подачи машины.

Если учесть опыт работы врубовых машин, то для совмещения резания мерзлого грунта с движением машины, рабочие скорости передвижения землерезных машин должны быть порядка 0,2—1,5 м/мин (12—90 м/час). Современные тракторы имеют минимальные скорости движения порядка 1—2 км/час, то есть в 20—80 раз больше. Поэтому задачу совмещения резания грунта и подачи землерезных установок, созданных на базе тракторов, можно решить или заменой коробок скоростей тракторов или путем установки дополнительных ходоуменьшителей.

Совершенствуя двухбаровые установки, трест Центроспецстрой Министерства строительства РСФСР разработал двухбаровую установку с одним гидроподъемником для подъема и опускания баров, которая в 1960 г. экспонировалась на ВДНХ, а затем в том же году создал установку РМЦ-2 на базе трактора С-100, у которой было установлено два гидроподъемника и коробка скоростей от экскаватора ЭР-4, что позволило совмещать резание грунта с перемещением трактора. Установки изготавливаются на Михневском ремонтно-механическом заводе (табл. 2, рис. 6) [14].

Двухбаровый навесной механизм состоит из редуктора режущей



части врубной машины КМП-3 с двумя барами и гидравлической системы для подъема баров. Бары расположены по обе стороны редуктора параллельно друг от друга.

Редуктор режущей части установки закреплен сзади трактора. Первичный вал редуктора соединен с валом отбора мощности трактора. Включение режущих цепей и выключение их осуществляется кулачковой муфтой редуктора режущей части КМП-3.

Гидравлическая система для подъема баров состоит из шестеренчатого насоса НШ-60В, двух гидроцилиндров, распределительного устройства, масляного бака и системы трубопроводов. Насос приводится в действие от двигателя трактора. Подъем, опускание и прижим к грунту каждого из баров может выполняться независимо. Благодаря этому можно прорезать сразу две щели или только одну любым из баров. Совмещение резания и подачи машины достигается путем установки на тракторе коробки перемены передач от роторного экскаватора ЭР-4, вместо коробки передач трактора. Полученная при этом скорость  $62 \text{ м/час}$  является рабочей скоростью движения установки. Транспортные скорости трактора при этом сохранились прежние.

При работе трактор устанавливают на линию резания, включают привод режущих цепей и гидроподъемником опускают концы баров вниз. Под действием собственного веса и силы давления гидравлического подъемника бары врезаются в мерзлый грунт, прорезая в нем щель. После того, как бары углубятся до талого грунта или при большой глубине промерзания — до крайнего нижнего положения, включается рабочий ход трактора. Установка, двигаясь, прорезает в грунте две щели. При этом бары удерживаются в заданном положении гидравлическим подъемником.

Прорезав щели до конца намеченного участка, трактор останавливают, поднимают бары из щели, отключают режущую часть, разворачивают установку на  $180^\circ$  и прорезают щели в обратном направлении параллельно первым на расстоянии  $40\text{--}60 \text{ см}$ . При коротких участках резания целесообразно перегонять установку к месту начала резания задним ходом.

В конструкции установки имеется оригинальное устройство для фиксации баров в транспортном положении. Перед перегонкой бары поднимают до положения несколько выше горизонтального, пока не сработают автоматические захваты, расположенные по обеим сторонам редуктора режущей части. Разъем захватов перед опусканием баров производится также автоматически. Для этого бары поднимаются несколько выше транспортного положения.

По данным треста Центроспецстроя стоимость машиномены работы установки составляет  $38 \text{ руб. } 34 \text{ коп.}$  Практически за зимний период

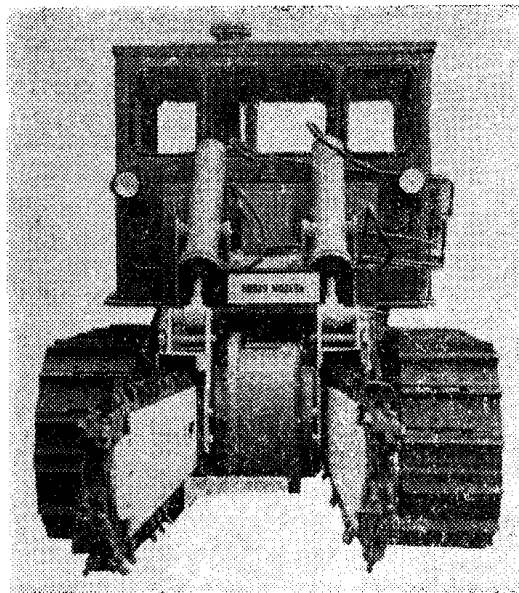


Рис. 6. Двухбаровая машина для резания мерзлого грунта РМЦ-2.

1960—1961 гг. стоимость подготовки к экскавации 1 м<sup>3</sup> мерзлого грунта установкой составила 17—33 коп.

При исчислении технической производительности установки трестом Центроспецстрой принят коэффициент сменного использования ее, равный 0,5. При этом установка должна пройти 217 пог. м и нарезать 434 пог. м щелей.

В Рязанском специализированном управлении с 8 февраля по 16 марта 1961 г. установкой было прорезано 6975 м двойных щелей при глубине промерзания грунта 1,2 м. Установка проходила в среднем в смену 225 м и нарезала 450 м щели.

В Вологодском специализированном управлении в плотных грунтах при глубине промерзания 0,6 м была достигнута максимальная производительность за смену 350 пог. м двойных щелей. При правильной эксплуатации в течение рабочей смены заменяется в среднем 7—10 резцов из общего количества 108 шт. По образцу установки треста Центроспецстрой были созданы машины и другими организациями. Эксплуатация этих машин в различных условиях позволила выявить недостатки этих конструкций. Оказалось, что такие установки не могут одновременно прорезать две щели в плотных грунтах [21]. Причиной этого является слишком большая рабочая скорость подачи трактора (62 м/час), при которой мощность двигателя 100 л. с. оказалась недостаточной для привода режущих цепей двух баров.

Таким образом, выявлено, что только установкой коробки скоростей от ЭР-4 на тракторах С-100 нельзя осуществить синхронизацию работы механизмов резания и подачи. Необходимо изыскивать другие варианты конструкций ходоуменьшителей и землерезных установок в целом.

В связи с этим представляет интерес конструкция самоходной установки УРМГ-60 (рис. 7, табл. 2) [2].

Зимой 1961—1962 гг. коллектив кафедры горных машин и рудничного транспорта Томского политехнического института разработал и создал самоходную установку УРМГ-60 (установка для резания мерзлого грунта, 60 — мощность двигателя в л. с.). При изготовлении установки в ее конструкции максимально использованы узлы машин, производство которых уже освоено промышленностью, с тем, чтобы облегчить изготовление как опытного образца, так и последующее производство таких машин. В качестве базы установки УРМГ-60 был выбран трелевочный трактор ТДТ-60 из соображений, что его конструкция позволяет без существенных изменений установить между двигателем и главной передачей шасси дополнительную коробку уменьшения скоростей — демультипликатор.

Для размещения на тракторе ТДТ-60 режущей части от врубовой машины типа КМП, устройства для совмещения резания грунта и перемещения установки и других узлов с него были сняты погрузочный щит и лебедка. Режущая часть врубовой машины 1 (рис. 7) с помощью плиты 2 крепится к дополнительной раме 3, закрепленной на лонжеронах 4 трактора. Гидравлический подъемник 5, предназначенный для подъема и опускания бара, серьгой цилиндра шарнирно закреплен на А-образной раме 6, а серьгой штока — к нижней седловине бара 7.

Привод режущей части и ходового механизма установки осуществляется от двигателя трактора. Для распределения мощности двигателя использована раздаточная коробка от автомобиля ЗИЛ-157. Режущая часть приводится в действие от двигателя через раздаточную коробку 8 и карданы 9, 10; гусеничный ход — через раздаточную коробку 8, кардан 11, демультипликатор 12 и коробку скоростей трактора 13.

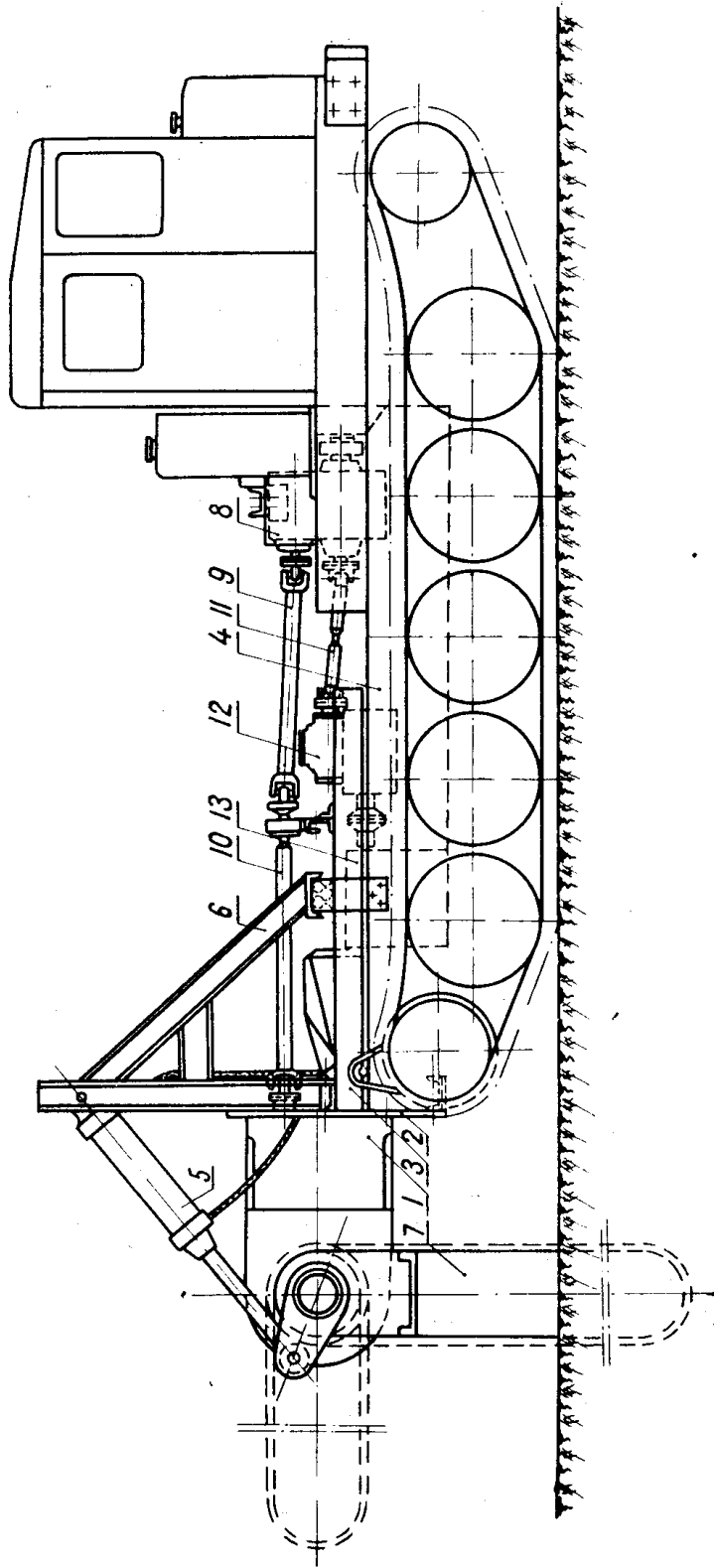


Рис. 7. Принципиальная схема установки для резания мерзлого грунта типа УРМГ-60.

В качестве демультипликатора использован храповой механизм от подающей части врубовой машины ГТК-35м с некоторыми изменениями (к крышке демультипликатора приварен корпус для приводного вала с дополнительным прямозубым колесом; на конце вала храпового колеса вместо конической шестерни нарезаны шлицы для соединения его муфтой с валом коробки скоростей трактора ТДТ-60 и др.). С помощью этого демультипликатора можно в широком диапазоне изменять рабочие скорости перемещения установки. Для получения высоких маневровых скоростей перемещения храповой механизм демультипликатора отключается.

Гидравлический подъемник представляет собой гидродомкрат трехлопастного трактора ТДТ-60. Цилиндр его шарнирно закреплен на А-образной раме, а шток так же шарнирно соединен с кронштейном нижней седловины бара. Полости цилиндра с помощью высоконапорных шлангов соединены с гидрораспределителем шестеренчатого насоса НШ-60/75.

Благодаря сочетанию двухскоростной раздаточной коробки, четырехскоростного храпового демультипликатора, пятискоростной коробки трактора и двухскоростного редуктора режущей части машина имеет 40 рабочих, 12 маневровых скоростей перемещения и три скорости движения режущей цепи (табл. 2). Это позволяет машинисту установки в зависимости от разрабатываемого грунта подбирать режимы, обеспечивающие максимальное использование мощности привода.

Для резания мерзлого грунта установка располагается в направлении трассы будущей траншеи или котлована. Затем с помощью гидроподъемника бар несколько приподнимается и после того, как поворачивается стопорный валик, опускается из транспортного положения вниз до соприкосновения с грунтом. Одновременно с этим включается режущая цепь бара и за счет усилия гидроподъемника производится заглубление бара в грунт на глубину его промерзания. После этого с помощью демультипликатора включается рабочий ход и устанавливается наиболее рациональная скорость подачи, в зависимости от глубины промерзания грунта, его физико-механических характеристик и степени износа режущего инструмента.

В результате того, что режущий орган расположен по оси машины, установка УРМГ-60 хорошо выдерживает заданное направление движения при резании грунта без постоянного вмешательства тракториста. Это позволяет иметь только одного человека для обслуживания установки.

Установка УРМГ-60 использовалась для предварительного разрушения мерзлого грунта при выемке котлованов под фундаменты домов, при проходке траншей для кабеля, канализации, водопровода, для рыхления поверхностного слоя грунта на карьере строительного материала и для пересадки деревьев.

Из хронометража наблюдений за работой машины УРМГ-60 установлено, что средняя техническая скорость резания щели глубиной 0,9—1,2 м составляла 48—78 м/час. Большой диапазон колебаний технической производительности объясняется различной крепостью грунта, степенью износа режущих зубков и, главное, резко отличными объемами маневровых операций при работе ее на строительных объектах. За весь период промышленных испытаний средняя техническая производительность составила 50 м/час, что в 4—7 раз выше производительности однобаровых установок, созданных на базе трактора С-80, работающих одновременно с УРМГ-60 на стройках г. Томска и не имеющих принудительной заводки бара и устройства для совмещения резания грунта и перемещения установки. Удельный расход зубков,

то есть количество изношенных зубков, отнесенное к прорезанной при этом площади щели, при работе установкой УРМГ-60 в 4 раза меньше по сравнению с установками, созданными на базе трактора С-80. Это объясняется значительным повышением удельной подачи и снижением динамических нагрузок.

Опыт эксплуатации установки УРМГ-60 подтверждает возможность применения храповых механизмов в качестве ходоуменьшителей транспортных установок при создании на них землерезных машин. При дальнейшем совершенствовании храповых ходоуменьшителей следует обратить внимание на повышение сроков службы пружин храповых собачек.

На основании накопленного опыта эксплуатации УРМГ-60, кафедрой горных машин и рудничного транспорта ТПИ разработан ряд вариантов землерезных установок на базе тракторов ТДТ-60, ТДТ-40 с одним и двумя барами.

Осенью 1962 г. в павильоне «Строительство» ВДНХ СССР была организована тематическая выставка машин для разработки мерзлых грунтов. Кроме машин, описание которых приведено ранее, на выставке демонстрировалось несколько новых вариантов баровых землерезных машин.

В управлении механизации строительных работ № 1 треста Промстроймеханизация Азербайджана на базе С-100 создана землерезная установка САИ — самоходный агрегат инженера И. М. Искендерова (табл. 2) [1]. Этот агрегат является двухбаровой землерезной установкой. В отличие от установок Центроспецстроя он имеет больший диапазон скоростей подач и резания. Интересным является опыт применения установок САИ для резания скальных пород.

Процесс разработки скального грунта агрегатом заключается в следующем. Бульдозерным отвалом скалорез удаляет поверхностный слой земли, после чего в скале прорезаются две щели глубиной 2,5 м. Не останавливая агрегат, подсобный рабочий гидродомкратом, подключенным к гидросистеме трактора, откалывает кусок скалы между щелями. Вслед за этим автокран специальным захватом каменную панель выносит на бровку траншеи.

Скалорез САИ применялся на строительстве Новобакинского нефтеперерабатывающего завода на выемке котлованов, работая в паре с экскаватором. Используя один из баров, САИ нарезал щели по 140 мм шириной для мелких трубопроводов, под кабели в скальных породах с коэффициентом крепости по Протодьяконову до  $f = 2$  и испытывается на породах с  $f = 4$ . При разработке каждого кубометра скалы машина сберегает до семи рублей [1]. В управлении создан четырехбаровый скалорезный агрегат САИ на базе 140-сильного трактора, который за один проход прорезает 4 щели для траншей шириной 1,6 м.

Московским РМЗ треста Трансводстрой Минтрансстроя изготовлена и демонстрировалась на выставке двухбаровая машина БМРМГ-1. По конструкции навесного оборудования и базовой машины (С-100) эта установка аналогична двухбаровым машинам Центроспецстроя (табл. 2). Она снабжена специальным планетарным демультипликатором. Вследствие этого ее технические характеристики несколько иные, чем у машины Центроспецстроя. В частности, рабочая скорость перемещения понижена с 62 до 45 м/час, но и при этой скорости машину рекомендуют применять лишь при глубине щелей 1,2 м [7]. Указывается, что при применении машины БМРМГ-1 стоимость рыхления мерзлого грунта по сравнению с рыхлением клин-бабой снижается в 4,2 раза.

Значительный интерес посетители выставки проявляли к баровым установкам, созданным на базе траншейных экскаваторов. Это и по-

йятно, так как, во-первых, большинство траншейных экскаваторов зимой простаивает, а использование их в это время с баровым оборудованием повысит эффективность этих машин в народном хозяйстве; во-вторых, переоборудование траншейных экскаваторов в баровые установки не требует значительных затрат, а наличие большого диапазона малых скоростей подачи траншейных экскаваторов позволит баровым установкам наиболее эффективно работать в грунтах различной крепости.

По своим техническим характеристикам наиболее подходящими в качестве базы баровых установок являются траншейные экскаваторы типа ЭТУ-353. Рабочие скорости подачи этих экскаваторов могут изменяться в пределах от 21 до 205 м/час.

На ВДНХ СССР были представлены баровые установки, созданные на базе экскаваторов ЭТУ-353 с двумя и тремя барами (рис. 8). Во

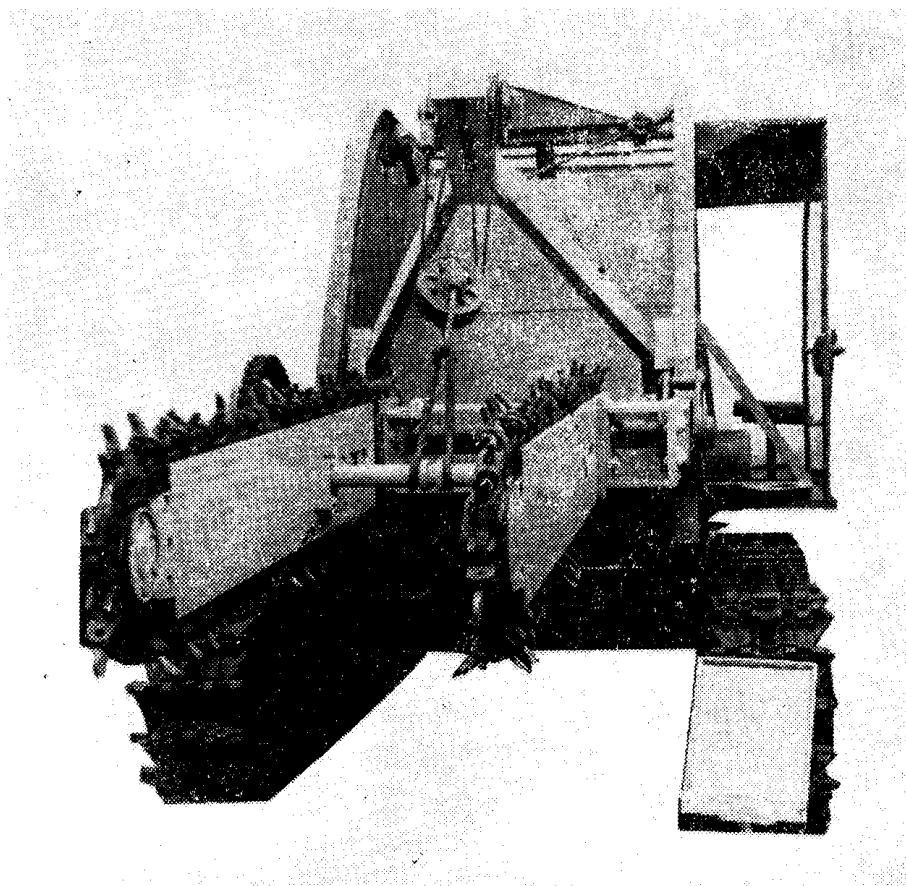


Рис. 8. Траншейный экскаватор ЭТУ-353, оборудованный барами врубной машины.

всех этих вариантах бараы подвешиваются к верхней раме экскаватора. Звездочки привода режущих цепей установлены на турасном вале, который приводится от коробок скоростей цепной передачей. Подъем бараов производится канатом с помощью подъемной лебедки экскаватора. Внедряются бараы в грунт только под действием собственного веса. Последнее является значительным недостатком указанных установок, так как наиболее полно использовать мощность двигателя нельзя. Видимо, для большего использования мощности двигателя, при отсутствии принудительной заводки бара, конструкторы демонстрируемых на выставке машин и вынуждены были навешивать на экскаватор 2 и 3 бара.

В связи с этим значительный интерес представляет предложение кафедры горных машин и рудничного транспорта Томского политехнического института по переоборудованию экскаваторов ЭТУ-353, где предусмотрена установка гидравлического устройства для заводки и подъема баров.

Интересным вариантом землерезной установки является однобаровая машина, созданная на базе экскаватора ЭТН-124 (рис. 9).

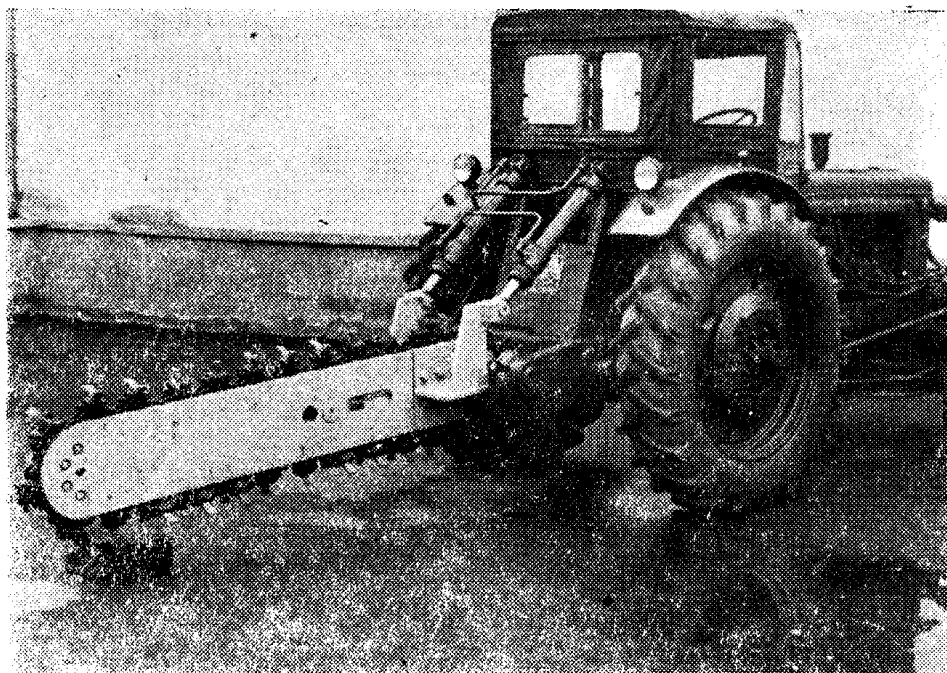


Рис. 9. Экскаватор ЭТН-124 с навесным баровым оборудованием.

Колесный ход удобен для использования установки в городском строительстве, а гидравлический ходоуменьшитель, установленный на экскаваторе, позволяет бесступенчато изменять скорости подачи при резании грунтов различной крепости. Подробных сведений о результатах работы баровых установок на базе ЭТН-124 не приводится. Известно, что максимальная глубина резания грунта составляла 1200 мм, рабочая скорость перемещения от 6 до 30 м/час, скорость режущей цепи 0,16 и 1,1 м/сек подъем и опускание бара при помощи двух гидроцилиндров.

Ранее приводились некоторые данные [11] об испытании экскаваторов типа ЭТН-124 при работе на прочных и мерзлых грунтах. В этих случаях для создания траншей под кабель на бары крепятся уширители, представляющие собой скобы шириной 265—275 мм, к которым крепятся ножи, непосредственно врезающиеся в грунт при рытье траншей. Опыт эксплуатации баровых землерезных машин показал целесообразность применения их на мерзлых грунтах, не имеющих включений скальных пород, при глубине промерзания до 1,7 м. Стоимость подготовки 1 м<sup>3</sup> мерзлого грунта к экскавации составляет 20—35 коп. [13].

На основании обзора конструкций баровых землерезных машин можно сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Баровые землерезные установки являются эффективными машинами для предварительного рыхления мерзлого грунта.
2. Многими организациями страны созданы различные по конст-

рукции баровые установки. Показатели работы этих машин, производимые в различных литературных источниках, различны и в большинстве случаев несопоставимы.

3. Прогрессивным направлением является создание самоходных баровых машин на базе серийных тракторов, траншейных экскаваторов с режущими частями горных машин. Наиболее целесообразные параметры установок (мощность двигателя, усилия и скорости подачи, скорость резания, количество одновременно работающих баров) должны быть выявлены на основании специальных исследований.

4. Для обеспечения высоких показателей работы установки должны иметь устройства для принудительной заводки бара и необходимого сочетания скоростей подачи и резания.

5. Одной из актуальных проблем является создание ходоуменьшителей.

Для решения этой проблемы необходимо провести исследовательские и поисковые конструкторские работы. Перспективными вариантами ходоуменьшителей могут быть храповые и гидромеханические.

6. Для определения лучших вариантов использования землерезных машин в комплексе с экскаваторами необходимо провести производственные испытания этих машин в различных условиях и определить экономическую эффективность их применения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов К., Скалорез требует признания. «Экономическая газета», № 48/69, 24 ноября 1962.
2. Алимов О. Д., Басов И. Г., Пратусевич З. М., Резанье мерзлых грунтов установкой УРАГ-60. Томск, 1963.
3. Аноллонов С. П., Опыт применения навесного оборудования для разработки мерзлого грунта. «Новая техника монтажных и специализированных работ в строительстве», № 5, 1959.
4. Бердюк В. В., Разработка мерзлых грунтов врубовой машиной. «Строительство трубопроводов», № 3, 1961.
5. Гальперин М. И., Анализ существующих механизмов для разработки мерзлых грунтов резанием и ударом. «Разработка мерзлых грунтов резанием и ударом» (материалы совещания) М., 1955.
6. Гусаков С. Ф., Вайогант А. С., Производство земляных работ в зимнее время. «Строительная промышленность», № 9, 1956.
7. Двухбаровая машина БМРМГ-1. ВДНХ СССР, М. 1962.
8. Коздой И. Л., Двухбаровая установка ВУ-2 для разработки мерзлого грунта. «Бюллетень технико-экономической информации», № 11, 1960.
9. Кузнецов Ф. Ф., Применение траншейного экскаватора ЭТ-352 для резания мерзлого грунта. «Строительная промышленность», № 10, 1954.
10. Левитин Л. Э., Разработка мерзлого грунта резанием. «Механизация строительства», № 4, 1957.
11. Мазунов И. Ф., Бары на экскаваторах ЭТН-251 и ЭТН-123. «Механизация строительства», № 1, 1962.
12. Механизм для нарезки щелей в мерзлом грунте с двумя барами на тракторе С-80. ВДНХ СССР, М. 1960.
13. Производство земляных работ в зимнее время. ВДНХ СССР, Госстройиздат, М., 1962.
14. Рудаков В. И., Щербов А. И., Механизация разработки мерзлого грунта в тресте Центроспецстрой. Строительные и дорожные машины, № 10, 1961.
15. Стадник Н. К., Фельдшин З. Д., Указания по разработке мерзлого грунта. БТИ НИИСК АСИА УССР, Киев, 1959.
16. Тяжелов Б. П., Шнипко Е. В., Земляные работы в зимних условиях. Госстройиздат, М., 1958.
17. Федорин Л. А., Разработка мерзлых грунтов врубковыми машинами (опыт строителей комбината Интауголь Коми АССР), Госстройиздат, М., 1961.
18. Федулов А. И., К вопросу о выборе способа разработки мерзлых грунтов. Труды горно-геолог. института Зап. Сиб. филиала АН СССР, вып. 16, 1956.
19. Черкашин В. А., Способы и механизмы, применяемые для производства земляных работ в зимних условиях. БТИ НИИОМТГ АСИА СССР, М., 1959.



20. Черкашин В. А., Горбачев В. П., Производство земляных работ в зимних условиях (справочное пособие). Госстройиздат, М., 1961.

21. Штоббе В. А., Трояновский Ю. В., Применение двухбаровых машины РМЦ-2 для рыхления мерзлого грунта. Механизация строительства, № 9, 1962.

---