

**А. Т. КИРЧА́НОВ**  
**А. Г. СИМАНКИН**

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ  
И СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ КАНАВ**

А. Т. КИРЧАНОВ  
А. Г. СИМАНКИН

550.8

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ  
И СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ КАНАВ

2025



МОСКВА «НЕДРА» 1976



**Кирчанов А. Т., Симанкин А. Г.** Современные способы и средства проведения геологоразведочных канав. М., «Недра», 1976. 80 с.

В работе приведены сведения о проходке разведочных канав и траншей, изложены методы и средства их проведения, даны краткие характеристики разрабатываемых горных пород и рассмотрены факторы, влияющие на выбор и область применения современных способов проведения поверхностных геологоразведочных выработок.

Значительное место уделено описанию технологии и организации проходки разведочных канав с помощью экскаваторов, бульдозеров, скреперных установок и с использованием энергии взрывчатых веществ. Приведены основные технологические схемы механизированной проходки канав и даны указания по эксплуатации, техническому уходу и технике безопасности. Перечислены рекомендуемые взрывчатые материалы, рассмотрены вопросы взрываемости горных пород, расчета основных параметров, результатов и показателей буровзрывного комплекса, технологии и организации взрывных работ. Кроме того, даны краткие сведения по ручному и комбинированному способам проходки канав, по применению на канавных работах селевых потоков и канавокопателей. По каждому из рассмотренных способов проходки разведочных канав приводятся примеры из практики геологических организаций и определены основные направления дальнейшего развития.

Книга предназначена в качестве практического пособия для рабочих и инженерно-технических работников, ведущих и проектирующих канавные работы при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых. Она будет полезной и для студентов геологических специальностей горных вузов и геологоразведочных техникумов.

Табл. 16, ил. 11, список лит. — 11 назв.

**АНАТОЛИЙ ТРОФИМОВИЧ КИРЧАНОВ**  
**АНАТОЛИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ СИМАНКИН**

**Современные способы и средства проведения геологоразведочных канав**

Редактор издательства Л. Г. Китаенко  
Технический редактор О. Н. Ласточкина  
Корректор И. П. Крылова

Сдано в набор 21/X-1975 г. Подписано в печать 14/1-1976 г. Т-01612  
Формат 60×90<sup>1/16</sup> Бумага № 2 Печ. л. 5,0 Уч.-изд. л. 5,24 Тираж 2600 экз.  
Заказ 1149/5181—2 Цена 26 коп. Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12,  
Третьяковский проезд, 1/192. Московская типография № 6 Союзполиграф-  
прома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам  
издательства, полиграфии и книжной торговли. 109088, Москва, Ж-88, Южно-  
портовая ул., 24.

К 20804—097  
043(01)—76

© Издательство «Недра», 1976

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Одним из видов геологоразведочных выработок являются разведочные каналы, которые за последнее время получили широкое распространение в практике осуществления поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Кроме того, значительное количество каналов проходится в период инженерно-геологических изысканий при строительстве промышленных и жилых сооружений, а также при производстве мелиоративных, гидротехнических, трубокладочных и других работ.

Способы и технология проведения разведочных каналов весьма разнообразны и определяются многими факторами. Среди них в первую очередь следует выделить условия и качество транспортных коммуникаций, объемы и концентрацию канавных работ, экономико-географические, горнотехнические и технико-организационные условия, характеризующие возможность и потребности разведочных партий и экспедиций. Выполнение значительных объемов канавных работ требует относительно больших затрат средств, труда и времени. Вследствие сложных и разнообразных условий проходки для разведочных каналов характерно наличие сравнительно многообразных производственных операций, количество которых для того или иного объекта зависит от выбранного способа проходки.

За последнее десятилетие в связи со значительными объемами канавопроходческих работ многими производственными (Иркутское, Читинское, Северо-Западное, Северо-Восточное и другие геологические управления) и научными (МГРИ, ВИЭМС, ЦНИГРИ и т. д.) организациями проводились обширные исследования по разработке и совершенствованию способов и технологии проведения разведочных каналов. Достижения в области развития прогрессивных методов проходки открытых горно-разведочных выработок нашли отражение в трудах Н. В. Тихонова, А. О. Верчебы, М. В. Терметчикова, И. И. Пальмова, П. П. Назарова, А. А. Смоляницкого, И. Г. Плеханова, О. А. Собина, А. М. Стеценко, М. Н. Введенского и др. В настоящей работе сделана попытка обобщить накопленные практические данные,

передовой опыт и итоги выполненных научно-исследовательских работ.

Авторы не исключают наличия возможных недостатков в этой работе и просят все замечания направлять по адресу: Москва, 115430, Варшавское шоссе, 58. Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ЦНИГРИ).

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОХОДКЕ РАЗВЕДОЧНЫХ КАНАВ

### Объемы и особенности геологоразведочных канавных работ

Проходка разведочных канав осуществляется на всех стадиях разведочных работ — при геологической съемке, поисках, предварительной и детальной разведке месторождений твердых полезных ископаемых. В целом объемы канавных работ, выполняемых организациями Министерства геологии СССР, распределяются по стадиям разведки примерно следующим образом: регионально-съемочные работы — 10%, поисковые работы — 65%, предварительная разведка — 15% и детальная разведка — 10% от общего объема ежегодной проходки.

Разведочные канавы представляют собой открытые горные выработки глубиной до нескольких метров, проходимые с земной поверхности с целью изучения поверхностного слоя земной коры, а также отыскания, вскрытия и опробования месторождений твердых полезных ископаемых.

Представление об объемах работ по проходке разведочных канав, выполненных за последние годы организациями Министерства геологии СССР, можно получить по следующим данным: 1960 г. — 6,5 млн. м<sup>3</sup>, 1965 г. — 11,8 млн. м<sup>3</sup>, 1970 г. — 10,6 млн. м<sup>3</sup>, 1971 г. — 11,0 млн. м<sup>3</sup>, 1972 г. — 10,3 млн. м<sup>3</sup>, 1973 г. — 10,2 млн. м<sup>3</sup>, 1974 г. — 10,5 млн. м<sup>3</sup>, 1975 г. — 13,0 млн. м<sup>3</sup> (плановый показатель). Следовательно, начиная с 1965 г. объемы проходки разведочных канав по геологоразведочным организациям колеблются примерно на одном и том же уровне, составляя в среднем 10—11 млн. м<sup>3</sup>. Кроме того, следует учитывать, что около 5 млн. м<sup>3</sup> разведочных канав ежегодно проходится организациями в системе Министерства цветной металлургии. Таким образом, при геологических исследованиях, проводимых в Советском Союзе, за год проходится в среднем 15—16 млн. м<sup>3</sup> разведочных канав и траншей.

Характерной особенностью условий проведения разведочных канав является сравнительно невысокая концентрация объемов канавных работ на производственных участках (табл. 1).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в общем количестве производственных объектов, на которых ведутся канавные работы, преобладают участки с годовым объемом про-

ходки до 5 тыс. м<sup>3</sup> выработок в год (около 80%). Следует отметить, что удаленность производственных участков друг от друга и от баз партий или экспедиций изменяется в пределах от 10 до 60—100 км.

Таблица 1  
Распределение годового объема проходки канав по участкам

Годовой объем проходки канав, тыс. м <sup>3</sup>	Распреде- ление участков, %	Доля го- дового объема проходки, %
До 2,0	60,0	13,5
2,0—5,0	18,0	16,5
5,0—10,0	11,0	20,5
Свыше 10,0	11,0	49,5
Итого . . . . .	100,0	100,0

По степени труднодоступности колесному и гусеничному транспорту совокупность районов проведения канавных работ можно подразделить на следующие три зоны.

1. Безлесная зона, включающая равнинные, полупустынные, холмистые и среднегорные с пологими склонами районы, в которых возможно использование всех видов транспортных средств, а также пустынные и тундровые местности, в которых частично может применяться гусеничный транспорт. В территориальном отношении эта зона приурочена в основном к районам Казахстана, Северо-Востока и Заполярья. В этих районах выполняется около 15% ежегодного объема проходки разведочных канав.

2. Лесная зона, включающая залесенные равнинные районы, в большинстве которых возможно использование гусеничного транспорта и частично колесного, а также горно-таежные районы, в которых может применяться гусеничный транспорт. В территориальном отношении эта зона преимущественно охватывает области Средней и Восточной Сибири, Приморья, Приамурья и др. Для нее характерен наибольший объем проходки канав — примерно 65% от общего объема.

3. Горная зона, охватывающая безлесные горные районы с крутизной склонов более 20°, в которых только частично может использоваться гусеничный транспорт. Территориально эта зона охватывает главным образом районы Кавказа, республик Средней Азии, частично Северо-Востока и Восточной Сибири. Удельный вес проходки разведочных канав в этой зоне составляет около 20% от общего объема канавных работ.

Ниже приведено распределение производственных участков и

объемов проходки на этих участках в зависимости от условий транспортировки грузов. Как видно из этих данных, более 50% производственных участков, на которых выполняются канавные работы, расположены в районах, недоступных колесному и гусеничному транспорту (табл. 2).

Таблица 2  
Распределение участков по условиям транспортировки

Способы транспортировки грузов, транспорт	Распределение участков, %	Объем проходки на участках, %
Колесный . . . . .	19,0	31,0
Гусеничный . . . . .	28,0	26,0
Вьючный и переноска вручную	53,0	43,0
Итого . . . . .	100,0	100,0

При геологических изысканиях основными геометрическими параметрами разведочной канавы являются: глубина, длина (протяженность) и ширина по полотну (по низу), а также угол устойчивости откоса бортов (стенки).

Глубина разведочных канав в основном не превышает 2—3 м. Длина же канав может изменяться в значительных пределах (от 5 до 100 м и более) и определяется на каждом производственном участке согласно требованиям принятой методики геологоразведочных работ. По глубине и протяженности разведочные канавы распределяются следующим образом (табл. 3).

Таблица 3  
Распределение объемов проходки разведочных канав в процентах от годового объема канавных работ по глубине и протяженности

Глубина, м	Протяженность, м				Итого
	от 5	от 5 до 20	от 20 до 100	от 100 до 1000	
1,0	0,2	1,4	1,0	3,5	6,1
2,0	8,6	11,4	11,4	4,0	35,4
3,0	9,3	13,0	19,5	2,3	44,1
Свыше 3,0	0,3	5,4	6,7	2,0	14,4
Итого . .	18,4	31,2	38,6	11,8	100,0

Ширина разведочных канав по полотну (по низу) определяется исходя из условия обеспечения достаточной точности описания и опробования вскрываемых канавами горных пород.

В большинстве случаев ширина канав по низу составляет 0,5—0,6 м, иногда она может быть равной 0,8—1,0 м и более. Ширина канав по верху (на уровне земной поверхности) лимитируется глубиной выработки и углом откоса бортов. Величина угла откоса зависит от многих факторов

(физико-механических свойств разрабатываемых пород, принятых способов и технологии проходки, глубины выработки и др.) и практически может изменяться в очень широком диапазоне — от 30 до 90°.

В зависимости от значения угла откоса бортов разведочные канавы могут иметь различные формы поперечного сечения: прямоугольную с отвесными стенками (рис. 1, а), трапециевидную с наклонными стенками (рис. 1, б) и ступенчатую (рис. 1, в и 1, г). Последняя характеризуется использованием вертикальных подступов или наличием переменного угла откоса бортов (в нижней

Рис. 1. Формы поперечного сечения канав

части боковых поверхностей канавы соблюдается вертикальность, а в верхней — наклонность стенок выработки). Канавы характеризуются следующими параметрами: глубина —  $H$ , ширина по низу —  $b$ , по верху —  $B$ , угол откоса бортов —  $\alpha$ .

### Разрабатываемые горные породы и способы проходки разведочных канав

Проходка разведочных канав осуществляется в горных породах с различными физико-механическими свойствами. При производстве канавных работ разрабатываются в основном мягкие и сыпучие горные породы верхнего слоя земной поверхности, представленные, как правило, глинами, суглинками, супесями, песками, лёссами и т. д. В геологической практике их обычно объединяют в один комплекс, называемый рыхлыми отложениями. Эти отложения могут быть тальмыи, сезонномерзлыми и многолетнемерзлыми. Породы скальные и полускальные чаще всего являются тем объектом, для вскрытия и опробования которых выполняются горноразведочные работы. Ниже приведено распределение доли годовых объемов канавных работ (в %) по породам различных категорий классификации «Единых норм выработки (ЕНВ)» [4].

Породы I—IV категорий . . . . .	67,0
в том числе:	
а) немерзлые без каменистых включений . . . . .	27,0
б) немерзлые с содержанием каменистых включений более 10% . . . . .	40,0
Мерзлые и многолетнемерзлые породы V—VIII категорий . . . . .	22,0
Скальные породы VIII—XX категорий . . . . .	11,0

В соответствии с трудностью отбойки и дробления горные породы при проходке разведочных канав целесообразно разделить на три основные группы.

1. Пльвучие, рыхлые и мягкие породы, выемка которых не требует значительных затрат энергии и может быть осуществлена без их предварительного разрыхления. К таким породам относятся песок, гравий, растительная земля, торф, неплотные глины, лёсс, суглинки и пр. Коэффициент крепости этих пород составляет 0,3—1,0 (по общеизвестной шкале М. М. Протодяконова).

2. Средней прочности породы, требующие значительных затрат энергии при их выемке. В целях повышения эффективности их разработки может применяться предварительное рыхление этих пород. К ним относятся отвердевшая глина, цементированные глинистым раствором обломки скальных образований, сезонномерзлые рыхлые породы и частично многолетнемерзлые грунты. Коэффициент крепости этих пород изменяется от 1,0 до 2,0.

3. Многолетнемерзлые породы со значительным содержанием крупнообломочного материала (галки, щебня, камней, валунов) — полускальные и скальные породы, которые в процессе их выемки требуют проведения специальных работ (как правило, осуществляемых с помощью взрывчатых веществ) по предварительному их разрыхлению. Коэффициент крепости этих пород превышает 2.

Большое влияние на выбор способа и технологии проходки разведочных канав оказывает устойчивость пород при их обнажении пройденной выработкой. В настоящее время вопрос оценки устойчивости откосов разрыхленных пород (механическим способом, и, в особенности, с применением взрывных работ) не имеет исчерпывающего теоретического решения. Поэтому наиболее надежным является определение угла устойчивого откоса по данным непосредственных наблюдений в полевых условиях, тем более, что проведение соответствующих опытных работ не вызывает особых затруднений и значительных затрат времени. На основании анализа имеющихся практических и экспериментальных данных [2, 3, 7, 11 и др.] можно заключить, что ориентировочно значения углов устойчивого откоса бортов раз-

ведочных канав в зависимости от глубины выработки составляют: для  $H=1$  м — 60—80°,  $H=2$  м — 55—70° и  $H=3$  м — 45—60°.

Важное значение при проходке разведочных канав имеет правильное установление разрыхляемости горных пород, которая характеризуется относительным увеличением их объема при нарушении сплошности породного массива. Приведем величины коэффициента разрыхления горных пород, равного отношению объема породы в разрушенном состоянии к объему той же породы в целике:

Чистый песок и гравий . . . . .	1,05—1,20
Суглинистые и супесчаные породы . .	1,20—1,25
Глина и плотная глина с галькой] . .	1,30—1,40
Мерзлые и многолетнемерзлые рых- лые отложения . . . . .	1,30—1,50
Валуновые речные отложения . . . . .	1,40—1,60
Глинистые сланцы . . . . .	1,40—1,60
Скальные породы . . . . .	1,60—2,0

Помимо вышеперечисленных горнотехнологических свойств горных пород (крепости, устойчивости, разрыхляемости) известны и другие свойства, обуславливающие технологические особенности разработки пород при проходке канав тем или иным способом и оказывающие влияние в случае использования конкретного способа проходки. Они рассматриваются в соответствующих разделах данной работы.

В зависимости от природных, организационно-технических и горногеологических условий разведочные канавы проходят с помощью следующих способов, методов и механизмов (табл. 4).

Как видно из приведенных данных, значительный объем проходки разведочных канав выполняется вручную. Ручная проходка применяется в основном на участках, где по различным причинам не могут быть использованы другие, более прогрессивные методы проходки. Вполне очевидно, что по мере совершенствования существующих средств механизации канавных работ область применения ручной проходки, как наиболее трудоемкой и дорогостоящей, будет сведена к минимуму.

Наибольшее распространение в настоящее время получили способы проходки канав, основанные на использовании энергии взрывчатых веществ. Это объясняется тем, что освоение их возможно практически в любых горнотехнических условиях и не требует больших капитальных затрат, кроме того оно технически доступно каждой геологической организации. Проходка разведочных канав с применением взрывчатых веществ эффективнее в сравнении с ручной проходкой и может с успехом

Таблица 4

Распределение объемов разведочных канав по способам проходки и их технико-экономические показатели

Методы и средства проходки разведочных канав	Удельный вес проходки, %	Производительность труда, м <sup>3</sup> в смену	Стоимость 1 м <sup>3</sup> канавы, руб.
Вручную . . . . .	30	3—4	3,0—4,0
Взрывом на рыхление . . . . .	10	5—8	3,0—3,2
Взрывом на выброс . . . . .	35	10—18*	2,5—3,0
Бульдозерами . . . . .	16	50—70*	1,0—1,2
Экскаваторами . . . . .	6	100—200	0,3—0,7
Канавокопателями . . . . .	2	600—900	0,2—0,3
Скреперами . . . . .	1	25—30	1,2—1,6

\* Показатели приведены к стандартному (при ручной проходке) сечению канав.

использоваться на объектах, недоступных транспортно-механизированным средствам. Следует также отметить, что проведение канав взрывом на выброс оказывается экономически целесообразнее в сравнении с использованием землеройной техники на участках с годовыми объемами проходки, не превышающими 2—3 тыс. м<sup>3</sup>. Учитывая простоту и универсальность взрывных способов проходки разведочных канав, наибольшую их пригодность для специфических условий канавных работ и наличие значительных резервов дальнейшего совершенствования, можно полагать, что они (взрывание на рыхление и взрывание на выброс) еще длительное время (по крайней мере 10—15 лет) будут широко использоваться в практике горноразведочных работ.

Наилучшие технико-экономические показатели проходки разведочных канав достигаются при использовании бульдозеров, экскаваторов, канавокопателей и скреперов. При этом обеспечивается почти полная механизация канавных работ. Однако каждому из отмеченных видов землеройно-транспортных механизмов присущи свои недостатки. Для бульдозеров — это значительное увеличение проектной ширины, а следовательно, и объемов канав, для экскаваторов — неустойчивость при работе на подъемах более 10—15° и косогорах более 5°, для канавокопателей — малая глубина копания (до 1,2 м), для скреперных установок — повышенная энергоемкость при разработке горных пород, существенный износ канатов и пр. Поэтому, несмотря на явные преимущества по сравнению с ручной и взрывной проходкой механизированная проходка канав пока не получила должного распространения. В будущем по мере совершенствования существующих и разработки новых землеройно-транспортных механизмов область их применения при проходке разведочных канав, несомненно, будет все более расширяться.

Помимо перечисленных основных видов проходки разведочных канав, на практике иногда применяют и другие способы, основанные на использовании различных средств разрушения и транспортирования горных пород. Так, в конце 60-х годов в отдельных геологических организациях канавы проходили с помощью искусственно создаваемых селевых потоков. При этом были получены достаточно высокая производительность труда и сравнительно низкая стоимость работ. Однако применение селевых потоков возможно лишь при благоприятном рельефе местности и наличии достаточных запасов водных ресурсов, необходимых для размывания и удаления разрабатываемых горных пород. В последние годы все чаще стали использовать комплексное сочетание взрывчатых веществ для рыхления пород и землеройно-транспортных механизмов для уборки разрыхленной горной массы из проектного контура выработки (так называемый комбинированный способ проходки разведочных канав). Имеющийся опыт рационального комбинирования существующих средств разрушения и уборки горных пород свидетельствует о целесообразности его более широкого внедрения, поскольку при этом обеспечиваются возможности проходки канав глубиной свыше 3 м и повышается уровень механизации канавных работ.

В целом все способы, которые до настоящего времени нашли применение в практике горноразведочных работ, можно подразделить на 3 группы: 1) проходка с использованием землеройных машин (экскаваторов, бульдозеров и скреперных установок); 2) проходка с применением буровзрывных работ (взрывание зарядов) и 3) прочие способы проходки (канавокопателями, селевыми потоками, комбинированный, ручной и пр.), объединенные в одну группу либо по причине еще недостаточного распространения, либо из-за ограниченности области их применения.

## ПРОХОДКА РАЗВЕДОЧНЫХ КАНАВ ЗЕМЛЕРОЙНЫМИ МАШИНАМИ

Землеройные машины обеспечивают проходку разведочных канав в талых рыхлых породах без их предварительного рыхления, а также в многолетнемерзлых и скальных породах, предварительно разрыхленных с помощью взрывных работ. Как отмечалось выше, на канавных работах используются экскаваторы, бульдозеры и скреперные установки. Поскольку по своим конструктивным параметрам, технологии и организации работ отмеченные землеройно-транспортные машины резко отличаются друг от друга, в дальнейшем применение каждой из них рассматривается отдельно.

### Проходка канав экскаваторами

В настоящее время для проходки разведочных канав применяют серийно выпускаемые одноковшовые и траншейные экскаваторы, предназначенные для производства различных земляных и других видов работ в промышленном и гражданском строительстве [1, 5].

*Одноковшовые экскаваторы* представляют собой самоходные машины с пневмоколесной или гусеничной ходовой базой. Для выемки породы в процессе проходки канав используют рабочее оборудование типа обратной лопаты или драглайна и ковшами емкостью до 0,6 м<sup>3</sup>. В комплект рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов входят грейфер и крановая подвеска. При указанной емкости ковшей одноковшовые экскаваторы обеспечивают проходку разведочных канав проектного сечения с шириной по низу 0,8—1,1 м и глубиной от 2 до 5 м. Проходка разведочных канав осуществляется, как правило, в летне-осенний период, так как применяемые в настоящее время на канавных работах экскаваторы не приспособлены для работ в условиях низких температур. Технические и эксплуатационные качества одноковшовых экскаваторов позволяют использовать эти машины на равнинных участках и в гористой местности с продольными уклонами до 15°. По экономическим соображениям применение экскаваторов целесообразно при годовом объеме

работ на одну машину не менее 8—10 тыс. м<sup>3</sup>. Наиболее благоприятные условия для использования экскаваторов на канавных работах, в особенности пневмоколесных, создаются в районах и на участках с хорошо развитой дорожной сетью, а также при возможности выполнения ими других видов работ: строительных, проходки разведочных шурфов и т. п.

На проходке канав преимущественное распространение получили пневмоколесные экскаваторы типа Э-153, Э-302 и гусеничные Э-303, Э-652. Технические данные указанных машин приведены в табл. 5.

Экскаватор Э-153 с гидравлическим приводом относится к группе навесных неполповоротных одноковшовых экскаваторов. Конструктивно экскаватор выполнен в виде навесного оборудования на базе пневмоколесного трактора «Беларусь» марки МТЗ-5ЛС или МТЗ-5МС. Экскаватор оснащен обратной лопа-

той, бульдозерным отвалом и крановой подвеской. Экскаваторами типа Э-153 проходят канавы в породах I—III категорий глубиной до 2—2,5 м в условиях равнинной или холмистой местности при продольных уклонах до 10°. Имея достаточно высокую скорость передвижения и сравнительно хорошую маневренность, экскаватор Э-153 при благоприятных транспортных условиях может быть использован для выполнения рассредоточенных небольших объемов проходки канав. Наличие отвала позволяет производить засыпку канав.

Экскаваторы Э-302, Э-304 и Э-652 с механическим приводом являются универсальными полноповоротными машинами, работающими с различными видами рабочего оборудования: обратной лопатой, драглайном, грейфером и крановой подвеской. Экскаваторами типа Э-302 и Э-304 проходят канавы глубиной до 4 м в породах I—IV категорий и производят уборку предва-

Техническая характеристика

Показатели	Марка экскаваторов		
	Э-153А	Э-302Б	Э-304Б
Тип ходовой части . . . . .	Пневмоколесный	Пневмоколесный	Гусеничный
Двигатель:			
тип . . . . .	Дизель	Дизель	Дизель
марка . . . . .	Д-36	Д-48ЛС	Д-48ЛС
мощность, л. с. . . . .	37	48	48
частота вращения, об/мин . . . . .	1400	1600	1600
Суммарная производительность секций гидронасоса, л/мин . . . . .	97	—	—
Давление в гидросистеме, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	65—85	—	—
Частота вращения поворотной платформы, об/мин . . . . .	—	3—7,5	3,2—7,3
Скорость передвижения экскаватора, км/ч . . . . .	4,56—12,95	1,5—15,5	0,83—1,93
Удельное давление на грунт, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	—	—	0,2
Категория разрабатываемых пород по шкале ЕНВ 1969 г. . . . .	I—III	I—IV	I—IV
Наибольший преодолеваемый подъем при передвижении, градус . . . . .	16	22	22
Емкость ковша обратной лопаты, м <sup>3</sup> . . . . .	0,15	0,4	0,4
Ширина ковша, мм . . . . .	800	900	870
Наибольшая глубина копания, м . . . . .	2,2	4,0	4,2
Минимальная продолжительность цикла при работе в отвал, с . . . . .	13	15	15
Масса на 1 м <sup>3</sup> емкости ковша, т . . . . .	35,3	29,3	30,8
Масса экскаватора, т . . . . .	5,3	11,7	12,35
Мощность на 1 м <sup>3</sup> емкости ковша, л. с. . . . .	247	120	120
Производительность, м <sup>3</sup> /маш. смену . . . . .	—	—	150
Отпускная цена, руб. . . . .	5300	10 400	9350

Таблица 5

одноковшовых экскаваторов

	Марка экскаваторов					
	Э-652	Э-302БС	Э-652БС	Э0-3322	Э-5015	Э-2526
	Гусеничный	Пневмоколесный	Гусеничный	Пневмоколесный	Гусеничный	Гусеничный
	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель
	Д-108-1	Д-48ЛС	Д-108-1	СМД-14	СМД-14	Д-50Л
	84	48	82	75	75	55
	850	1600	850	1700	1700	1600
	—	—	—	300	285	—
	—	—	—	160	100 и 140	—
	2,78	7,48	2,85	11,8	9	—
	1,7—3,0	1,45—15,4	1,7—3,0	до 20	2	1,8
	0,72	—	0,67	—	0,34	0,41
	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV
	22	22	22	22	22	22
	0,65	0,4	0,65	0,4; 0,5; 0,65	0,5	0,25
	1160	900	1160	930	800	—
	5,56	4,0	5,5	5,0	4,5	3,0
	23	15	21	15,6	17,65	20
	32,6	31,8	31,3	25,4	22,5	38,4
	21,2	12,74	20,7	12,7	11,25	9,1
	126	120	116	150	150	220
	118	—	—	—	200—240	—
	12 000	15 000	14 000	16 000	18 000	20 000

рительно разрыхленных многолетнемерзлых и скальных пород с размером кусков до 250 мм. Экскаваторы типа Э-652 применяются для проходки канав глубиной до 5,5 м в породах I—IV категорий и уборки разрыхленных скальных и многолетнемерзлых пород с размером кусков до 400 мм.

В последние годы нашей промышленностью выпускаются новые модели одноковшовых экскаваторов с механическим и гидравлическим приводами, которые по своим техническим и эксплуатационным показателям превосходят экскаваторы, применяемые при проходке канав в настоящее время.

Из новых моделей универсальных полноповоротных экскаваторов с механическим приводом заслуживают внимания пневмоколесный экскаватор Э-302БС и гусеничный экскаватор Э-652БС. Оба экскаватора созданы на базе соответственно экскаваторов Э-302Б и Э-652Б и предназначены для разработки немерзлых пород I—IV категорий в северных районах страны при температуре воздуха до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Экскаваторы отличаются от своих прототипов тем, что имеют пусковые двигатели, оснащенные подогревателями, и утепленные кабины, оборудованные специальными средствами связи с сигнализацией. Ответственные узлы и детали этих экскаваторов изготовлены из низколегированных морозостойких сталей. Экскаватор Э-652БС отличается от экскаватора Э-652Б меньшим весом и уширенными гусеницами ходовой части, вследствие чего достигается меньшее удельное давление на грунт.

Одноковшовые экскаваторы с гидравлическим приводом отличаются от экскаваторов с механическим приводом тем, что при той же емкости ковша имеют меньший вес, большие усилия копания, более легкое и простое управление. Для условий проходки разведочных канав в первую очередь можно рекомендовать использование следующих гидрофицированных одноковшовых экскаваторов: ЭО-3322, Э-5015, Э-2516А.

Экскаватор ЭО-3322 предназначен для проходки различных выемок (траншей, котлованов и т. п.) глубиной до 5 м в породах I—IV категорий крепости. Рабочее оборудование этого экскаватора состоит из обратной лопаты с ковшами емкостью 0,4 и 0,5 м<sup>3</sup> и грейфера емкостью 0,35 м<sup>3</sup>. Его промышленные испытания проводились при разработке котлованов в породах III—IV категорий, представляемых тяжелыми суглинками и влажными глинами. Эксплуатационная производительность экскаватора при выгрузке породы в отвал с ковшом емкостью 0,4 м<sup>3</sup> составила 85,0 м<sup>3</sup>/ч, а при емкости ковша 0,5 м<sup>3</sup> — 92,0 м<sup>3</sup>/ч. Коэффициент наполнения ковша с обратной лопатой на различном уровне разработки котлованов составил 1,2. По данным испытаний, фактическое усилие копания грунта составило 9100 кгс. Максимальная скорость передвижения собственным ходом составила 20 км/ч, а при транспортировке на прицепе 30 км/ч.

Гидравлический одноковшовый экскаватор Э-5015 на гусеничном ходу предназначен для разработки пород I—IV категорий при проходке траншей, котлованов и других выемок глубиной до 4,5 м. Экскаватор обладает высокой проходимостью и позволяет производить работы при продольных уклонах до 20°. Рабочее оборудование этого экскаватора состоит из обратной лопаты и грейфера с ковшами емкостью 0,5 м<sup>3</sup>. Применение гидравлического привода в экскаваторе Э-5015 позволяет совмещать операции всех исполнительных элементов рабочего оборудования в процессе копания. Это обстоятельство выгодно отличает данный экскаватор, так же как и экскаватор ЭО-3322, от универсальных экскаваторов с механическим приводом. В период промышленных испытаний разрабатывались породы I—IV категорий. Средняя производительность при проходке канав на глубину 2,5 м в грунтах III—IV категорий с выгрузкой в отвал составила около 240 м<sup>3</sup> маш. смену.

Гидравлический неполноповоротный экскаватор Э-2516А имеет гусеничную ходовую базу и снабжен телескопической стрелой с ходом до 2,75 м. В комплект сменного рабочего оборудования экскаватора входят: ковш обратной лопаты емкостью 0,25 м<sup>3</sup>, планировочный и погрузочный ковша емкостью по 0,4 м<sup>3</sup> каждый, отвал шириной 1,8 м и удлинители стрелы длиной 1 и 2 м. Этот экскаватор обеспечивает проходку канав в стесненных условиях (узкие впадины, лесные просеки) в породах до IV категории крепости глубиной до 3,0 м.

*Траншейные экскаваторы* представляют собой самоходные землеройные машины непрерывного действия с цепным или роторным рабочим оборудованием на гусеничном или пневмокольном ходу. Траншейные экскаваторы не нашли широкого применения при проходке разведочных канав в связи с тем, что они предназначены в основном для разработки пород до III категории с каменистыми включениями до 10—15% по объему и размером не более 200 мм. Применение этих экскаваторов возможно в районах с продольными уклонами до 10°. В определенных горно-геологических и природных условиях, а также при наличии больших объемов канавных работ применение траншейных экскаваторов может оказаться технически и экономически оправданным.

В настоящее время при проходке разведочных канав находят применение следующие траншейные экскаваторы: цепные типа ЭТУ-354 и роторные типа ЭТР-161 (табл. 6).

Экскаватор ЭТУ-354 на гусеничном ходу предназначен для рытья траншей в немерзлых, средней влажности породах до III категории крепости, содержащих каменистые включения размером не более 200 мм. Он оборудован 14-ю ковшами емкостью каждый по 45 л, легкоъемным цепным откосообразователем, которые позволяют получать выработки с устойчивыми откосами бортов при минимальной площади их сечения. Экскаватор

ЭТУ-354 надежен в эксплуатации, прост в обслуживании и имеет высокую производительность.

Экскаватор ЭТР-161 представляет собой самоходную гусеничную машину непрерывного действия на базе трактора

Таблица 6

Техническая характеристика траншейных экскаваторов

Показатели	Марка экскаваторов		
	ЭТУ-354	ЭТР-161	ЭТЦ-205С
Размеры траншей, м:			
ширина . . . . .	0,8—1,1	0,8	0,65—0,9
глубина . . . . .	3,5	1,6	1,3—2,0
Теоретическая производительность, м <sup>3</sup> /ч	100	до 270	35
Рабочая скорость, м/ч . . . . .	14,2—132	54—226	50—100
Транспортная скорость, км/ч . . . . .	0,46—4,3	2,4—12	—
Скорость ленты транспортера, м/с . . . . .	4,1	4,0	1,49
Базовая машина . . . . .	—	Трактор Т-74-С9	Бульдозер Д-87С
Двигатель:			
тип . . . . .	Дизель	Дизель	Дизель
марка . . . . .	СМД-14Б	—	—
мощность, л. с. . . . .	62	75	108
Частота вращения, об/мин . . . . .	1500	—	—
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	0,8—1,0	0,6	—
Габариты, мм:			
длина . . . . .	9750	8300	8850
ширина . . . . .	2800	2100	3800
высота . . . . .	3460	3160	3100
Масса, т . . . . .	12,06	13,1	22,3
Отпускная цена, руб. . . . .	8600	—	19 000

Т-74-С9. Он оборудован 10-ю ковшами емкостью по 70 л каждый и предназначен для проходки канав прямоугольного профиля в породах до IV категории включительно, а также в сезонномерзлых породах при глубине промерзания до 0,7 м.

Из экскаваторов последних моделей несомненный интерес представляет траншейный экскаватор ЭТЦ-205С, который обеспечивает проходку канав глубиной до 3 м в однородных грунтах I—III категорий сезонного промерзания, а также может работать в многолетнемерзлых грунтах с галечно-гравийными включениями размером не более 40 мм в поперечнике, составляющими около 15% по объему. Этот экскаватор создан на базе бульдозера Д-687С. Рабочий орган машины — бесковшовый, цепной. Цепь рабочего органа состоит из гусеничной цепи трактора Т-100. На цепи в определенной последовательности расположены резцы и скалывающие клинья. Резцы оснащены съемными зубками с твердосплавными пластинками марки ВК-15. Для работы в мерзлых грунтах, содержащих крупные каменистые

включения, а также для разрушения твердых дорожных покрытий машина оснащается дополнительным оборудованием ударного действия (клин-молотом), которое при необходимости может быть заменено бульдозерным оборудованием. В однородных многолетнемерзлых грунтах один комплект зубков разрабатывает в среднем 1500—1800 м<sup>3</sup> грунта, в породах сезонного промерзания — 500 м<sup>3</sup>. Промышленные испытания экскаватора ЭТЦ-205С проводились при проходке траншей в многолетнемерзлых породах в условиях местности с продольными уклонами 15° и поперечными до 5°. При проходке траншей глубиной до 3 м производительность экскаватора составила 16,65 м<sup>3</sup>/ч. Испытания показали, что для разрушения встречающихся в процессе проходки крепких камней и валунов целесообразнее применять взрывные работы вместо клин-молота. Технические возможности экскаватора ЭТЦ-205С свидетельствуют о целесообразности его применения для проходки разведочных канав в мерзлых породах I—III категорий.

*Организация работ и технология проходки разведочных канав экскаваторами.* Правильная организация работ обеспечивает максимальную производительность экскаватора, поэтому каждый участок, на котором проходят разведочные канавы, должен иметь проект производства канавных работ, составленный на основании геологического задания.

Для обеспечения нормальных условий работы в проекте должно быть предусмотрено выполнение следующих мероприятий: 1) строительство временных подъездных путей к разведочным канавам и съездов к забою выработки; 2) подготовка трассы разведочной канавы (способ, средства и т. п.), 3) подвод силовой линии электропередач (при использовании экскаваторов с электроприводом); 4) транспортное и материально-техническое обеспечение работающих экскаваторов; 5) строительство помещений для укрытия рабочих от атмосферных осадков и для обогрева; 6) разработка технологической карты проведения каждой разведочной канавы; 7) устройство водоотлива или водопонижение при наличии грунтовых вод.

На основании проекта проведения работ составляется календарный план, в котором указываются сроки и последовательность выполнения вспомогательных работ и проходки разведочных канав.

Технологическая карта на проведение разведочной канавы экскаватором разрабатывается исходя из конкретных условий проведения канавных работ и содержит следующие данные: 1) тип забоя, угол крутизны склонов; 2) длину, глубину, проектное сечение канавы и категорию крепости разрабатываемых пород; 3) схему расположения экскаватора и отвала при проходке канавы; 4) паспорт буровзрывных работ, разработанный в соответствии с требованиями ЕПБ на взрывные работы (в случае предварительного рыхления породы взрывом); 5) последо-

вательность и способы выполнения отдельных операций; 6) численный и квалификационный состав рабочих, обслуживающих экскаватор; 7) норму выработки на одного рабочего и сменную производительность экскаватора; 8) общий объем канавных работ и объем работ по ручной зачистке канав; 9) потребность в основных эксплуатационных материалах, необходимых для непрерывной работы экскаваторов в конкретных условиях.

Технологическая карта выдается машинисту экскаватора или бригадиру комплексной бригады, в зависимости от принятой формы организации труда. Численный и квалификационный состав рабочих, занятых на проходке канав с использованием экскаваторов, определяется для каждого конкретного условия с учетом объемов и сроков выполнения работ.

Сменная производительность экскаваторов ( $\text{м}^3/\text{смену}$ ) может быть определена по формулам:  
для одноковшовых

$$P_{0.э} = \frac{3600 \cdot q_k \cdot K_n \cdot K_n \cdot T}{t \cdot K_p}, \quad (1)$$

для траншейных с ковшовыми рабочими органами

$$P_{т.э} = \frac{3,6q_k \cdot v \cdot K_T \cdot K_n \cdot K_n \cdot T}{l \cdot K_p}, \quad (2)$$

где  $q_k$  — емкость ковша,  $\text{м}^3$ ;  
 $K_n$  — коэффициент наполнения (для экскаваторов с механическим приводом — 0,8—0,9, гидравлическим — 1,0, для траншейных экскаваторов — 0,85);  
 $K_n$  — коэффициент использования экскаватора по времени (для экскаваторов с механическим приводом — 0,4—0,5, с гидравлическим приводом — 0,6—0,7, для траншейных экскаваторов — 0,7);  
 $t$  — продолжительность цикла, с;  
 $K_p$  — коэффициент разрыхления породы;  
 $T$  — продолжительность смены, ч;  
 $v$  — скорость движения ковшей, м/с;  
 $K_T$  — коэффициент трудности разработки грунта, обычно принимают равным 0,7;  
 $l$  — расстояние между ковшами (шаг ковшей), м.

Технология проходки разведочных канав экскаваторами включает три основных производственных процесса: подготовку трассы канавы, проходку канавы и ее засыпку.

Подготовка трассы канавы заключается в ее планировке на ширину, обеспечивающую свободный проход экскаватора и размещение породного отвала. При этом необходимо произвести следующие работы: 1) освободить трассу канавы от деревьев, кустарника, выкорчевать пни, удалить с поверхности крупные камни и валуны; 2) спланировать на отдельных участках трас-

сы канавы продольные уклоны в соответствии с техническими и эксплуатационными характеристиками применяемых экскаваторов; 3) отвести от забоя поверхностные воды; 4) установить вехи по продольной оси разведочной канавы и произвести разработку границ отвала для укладки грунта.

Проходка разведочных канав осуществляется двумя типами забоев: лобовым и боковым. Разрабатываемая экскаватором порода выдается в отвал. Основным является лобовой забой, при котором ось передвижения экскаватора находится в пределах контура выработки. Иногда при проходке канав в неустойчивых породах или с большим объемом буровзрывных работ применяют боковой забой, при котором ось передвижения экскаватора находится за пределами контуров канавы и, как правило, параллельна оси выработки.

Процесс проходки канавы экскаваторами с обратной лопатой состоит из последовательного выполнения рабочих циклов и периодического передвижения экскаватора по оси выработки. Рабочий цикл включает следующие операции: копанье грунта, поворот платформы для разгрузки ковша, разгрузку ковша, обратный поворот ковша в забой, опускание ковша в положение копания.

При необходимости углубления канавы в коренных породах дополнительно проводятся: бурение шпуров, зарядание, взрывание, проветривание и уборка взорванной породы.

Уборка разрыхленной взрывом породы при проходке канавы лобовым забоем производится вручную, так как наезд на канаву экскаватора после взрыва запрещается правилами техники безопасности.

При наличии водопритока канавы, расположенные вдоль склонов гор, рекомендуется проходить снизу вверх.

В отличие от одноковшовых экскаваторов траншейные экскаваторы после заглубления рабочего органа на проектную глубину производят непрерывную разработку и выдачу породы в отвал. Ось передвижения траншейных экскаваторов совпадает с осью канавы. Остановки траншейных экскаваторов в процессе проходки вызываются необходимостью удаления из забоя крупных камней, валунов и других включений. В водоносных породах траншейные экскаваторы могут применяться только после предварительного водопонижения уровня грунтовых вод до необходимой отметки.

Высокая эффективность проходки разведочных канав одноковшовыми и траншейными экскаваторами достигается при рациональных формах организации труда и соответствии условий производства канавных работ эксплуатационным и техническим возможностям этих машин. Примером эффективного использования экскаваторов на проходке разведочных канав является опыт их применения в ряде геологических организаций Министерства геологии СССР.

В Кавалеровской экспедиции Приморского геологического управления для проходки разведочных канав в породах I—IV категорий глубиной до 4 м использовался одноковшовый экскаватор Э-304Б. При проходке канав в залесенной, гористой местности с продольными уклонами до  $15^\circ$  производительность экскаватора составила  $132 \text{ м}^3/\text{смену}$ , а стоимость  $1 \text{ м}^3$  — 0,35 руб. Годовая выработка экскаватора превысила 20 000  $\text{м}^3$ .

Высокие технико-экономические показатели достигнуты в условиях Карагандинской поисково-съемочной экспедиции Центрально-Казахстанского геологического управления при проходке разведочных канав с использованием пневмоколесного одноковшового экскаватора Э-1514 в комплексе с буровзрывными работами. Проходка канав осуществлялась на участках с небольшими объемами — от 100 до 2000  $\text{м}^3$ , удаленных друг от друга и от базы экспедиции на значительные расстояния (70—100 км и более). Основной объем проходки канав (80%) выполнялся в породах, относящихся к VI—XI категориям крепости. В связи с этим был создан комплексный механизированный отряд по проходке канав как с применением буровзрывных работ, так и без них. Комплексный отряд был оснащен экскаватором Э-1514, двумя перфораторами ПР-24Л с комплектом инструмента, компрессорной станцией ВКС-ЗИФ—55, смонтированной на автомобиле ЗИЛ-150, и передвижным складом ВМ на автомобиле ГАЗ-51. Кроме этого, для перевозки рабочих к месту работ и доставки различных грузов в отряде имелся еще один автомобиль ГАЗ-51. Комплексная горнопроходческая бригада состояла из двух бурильщиков и машиниста экскаватора, которые за счет совмещения профессий (взрывника, машиниста, шофера) выполняли все технологические операции по проведению канавы. Все проходчики комплексной бригады имели одинаковый тарифный разряд. Организация работ и надзор за техникой безопасности осуществлялись начальником отряда — горным мастером, имеющим права ответственного ведения буровзрывных работ. За полевой сезон производительность труда проходчика составила 2877  $\text{м}^3$ , или 19,1  $\text{м}^3/\text{смену}$ , а стоимость  $1 \text{ м}^3$  пройденной канавы снизилась по сравнению с плановой с 3,22 до 2,63 руб. Внедрение комплексного метода проходки канав в породах высоких категорий позволило не только повысить технико-экономические показатели, но и добиться хороших геологических результатов.

Высокая эффективность была достигнута при проходке канав траншейными экскаваторами в условиях Центрального и Южного Казахстана. В Целиноградской ГРЭ при проходке канав глубиной 2—3 м в породах I—IV категорий экскаватором ЭТУ-354 производительность проходчика составила  $72 \text{ м}^3$  в смену, а стоимость  $1 \text{ м}^3$  пройденной канавы 0,42 руб. В Чатыркульской ГРП производительность труда при проходке канав экскаватором ЭТУ-354 составила  $80 \text{ м}^3/\text{смену}$ , а стоимость  $1 \text{ м}^3$  —

0,32 руб. По сравнению с проходкой канав вручную производительность возросла более чем в 20 раз, а стоимость 1 м<sup>3</sup> канавы снизилась в 7 раз.

В поисково-съёмочной партии Южно-Казахстанского управления для проходки канав использовался роторный экскаватор ЭТР-161. Проходка канав длиной 500—1000 м при расстоянии между профилями 100 м осуществлялась в породах III—IV категорий на глубину 1,5—2,0 м. Средняя производительность экскаватора при восьмичасовом рабочем дне составила около 200 м<sup>3</sup> в смену. Стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы по сравнению с ручной снизилась с 3,45 до 0,45 руб.

### Проходка канав бульдозерами

Бульдозеры являются землеройно-транспортными машинами, предназначенными для срезания и перемещения горных пород на небольшие расстояния, планирования площадок и выполнения других различных земляных работ, а также очистки дорог и трасс канав от снега. При проходке разведочных канав наиболее широко применяются гусеничные бульдозеры (рис. 2), поскольку они более приспособлены к специфическим условиям и особенностям горноразведочных работ.

Бульдозеры могут быть использованы на участках, доступных пневмоколесному и гусеничному транспорту, т. е. в условиях равнинной и горной местности с продольными уклонами до 25°. С их помощью проходят разведочные канавы глубиной до 6 м в породах I—IV категорий, а также в многолетнемерзлых и скальных породах после их предварительного разрыхления. Достаточно высокая транспортная скорость, маневренность и универсальность бульдозеров позволяют использовать их для выполнения как значительных, так и небольших объемов канавных работ.

В настоящее время при проходке разведочных канав применяются гусеничные бульдозеры типа Д-259, Д-271, Д-275 с тросовым управлением отвала и типа Д-494, Д-687 с гидравличе-



Рис. 2. Проходка разведочной канавы бульдозером

ским заглублением и управлением отвала. Более высокая производительность и качественная зачистка коренных пород достигаются при использовании бульдозеров с гидравлическим управлением отвала. При этом объем ручной зачистки полотна канавы в коренных породах по сравнению с бульдозерами, имеющими тросовое управление отвалом, снижается в 2—2,5 раза. При проходке канав длиной 50 м и более на склонах с крутизной более 10—15°, а также в некрепких породах (I—II категории) бульдозер может оснащаться отвалами ящичного типа или установленными на обычном отвале уширителями, что приводит к повышению производительности бульдозеров в 1,5—2 раза. Техническая характеристика применяемых бульдозеров приведена в табл. 7.

Таблица 7

**Техническая характеристика бульдозеров**

Показатели	Марка бульдозеров				
	Д-259	Д-271	Д-275	Д-494	Д-687
Тип отвала . . . . .	Поворотный	Неповоротный	Неповоротный	Неповоротный	Неповоротный
Управление отвалом . . . . .	Тросовое	Тросовое	Тросовое	Гидравлическое	Гидравлическое
Ширина отвала, мм . . . . .	4150	3030	3180	3050	3180
Высота отвала, мм . . . . .	1100	1100	1550	1100	1200
Угол резания ножа отвала, град . . . . .	45—55	60—65	50—60	55—65	55
Угол установки отвала в плане, градус . . . . .	62 и 90	90	90	90	90
Максимальное заглубление отвала, мм . . . . .	1000	1000	1000	380	370
Максимальный подъем отвала, мм . . . . .	1200	900	1250	950	850
Скорость передвижения, км/ч:					
транспортная . . . . .	7,4	7,5	8,8	7,5	7,5
рабочая (1 скорость) . . . . .	2,25	1,5—2	2,54	1,5—2	1,5—2
Тип трактора . . . . .	С-80	Т-100М	Т-140	Т-100МГП	Т-100МГП
Основные размеры бульдозера, мм:					
длина . . . . .	5450	5150	6700	5150	5150
ширина . . . . .	4100	3030	3180	3030	3180
высота . . . . .	2720	2660	2600	2885	2885

Технологическая схема проходки разведочных канав бульдозерами выбирается в зависимости от рельефа местности, протяженности, глубины и взаимного расположения выработок.

Канавы длиной до 50 м и глубиной до 3 м проходятся с выдчей породы в отвал, расположенный в противоположном торце выработки. Угол въезда в выработку должен составлять 20—25°, а угол выезда — не более 6—8°.

Проходка канав протяженностью более 50 м, расположенных под углом к направлению склона местности, осуществляется по схеме, изображенной на рис. 3. При этом породные отвалы располагаются в направлении понижения склона. При проходке длинных канав вдоль склона или на горизонтальной местности породные отвалы располагают с двух сторон выработки — «елочкой» (рис. 4). Разработка породы в контуре канавы производится отдельными проходками (см. рис. 3 и 4 — нумерация цифр указывает на последовательность отработки проходок и очередность размещения породы в породных отвалах). Длина проходок в верхней части канав должна составлять 10—15 м и по мере углубления выработки увеличиваться до 20—30 м.

При глубине канав свыше 3 м, т. е. при разработке двухступчатого сечения выработки (см. рис. 1, б), проходка верхнего уступа в зависимости от рельефа местности производится по одной из вышеизложенных схем. Проходка же нижнего уступа выполняется в следующем порядке: вначале проходится участок длиной 20—30 м, расположенный в конце канавы. Порода из этого участка транспортируется бульдозером в торцевой отвал. Затем производится углубка в коренные породы, геологическая документация и опробование пройденного участка. После этого начинают проходку следующего участка, породная масса которого транспортируется на ранее пройденный участок и т. д.

Технологический процесс проходки разведочных канав бульдозерами состоит из следующих основных технологических операций: 1) подготовки трассы канавы; 2) собственно проходки выработки (разработка и транспортирование грунта из пределов канавы); 3) зачистки полотна канавы (ручная углубка в коренные породы) и 4) засыпки канавы после окончания геологического документирования обнаженных пород.

Подготовка трассы производится, как правило, непосредственно бульдозером. При этом по продольной оси канавы на ширину, обеспечивающую свободный проход бульдозера и размещение породных отвалов, удаляют крупные валуны, пни, деревья и т. п. Затем осуществляется разметка плановых контуров канавы и породных отвалов в соответствии с выбранной технологической схемой проходки выработки.

Непосредственная проходка разведочных канав бульдозером включает в себя производство следующих работ; заглубление отвала в породу; копание и набор породы перед отвалом; перемещение породы за пределы выработки; возвращение к месту разработки породы. При разработке горных пород бульдозерами могут быть использованы прямослойный и гребенчатый способы срезания грунта (рис. 5).

При способе прямого срезания толщина срезаемой бульдозером стружки не изменяется на всем ее протяжении. В этом случае, заглубив отвал на 10—15 см и не меняя его положения,

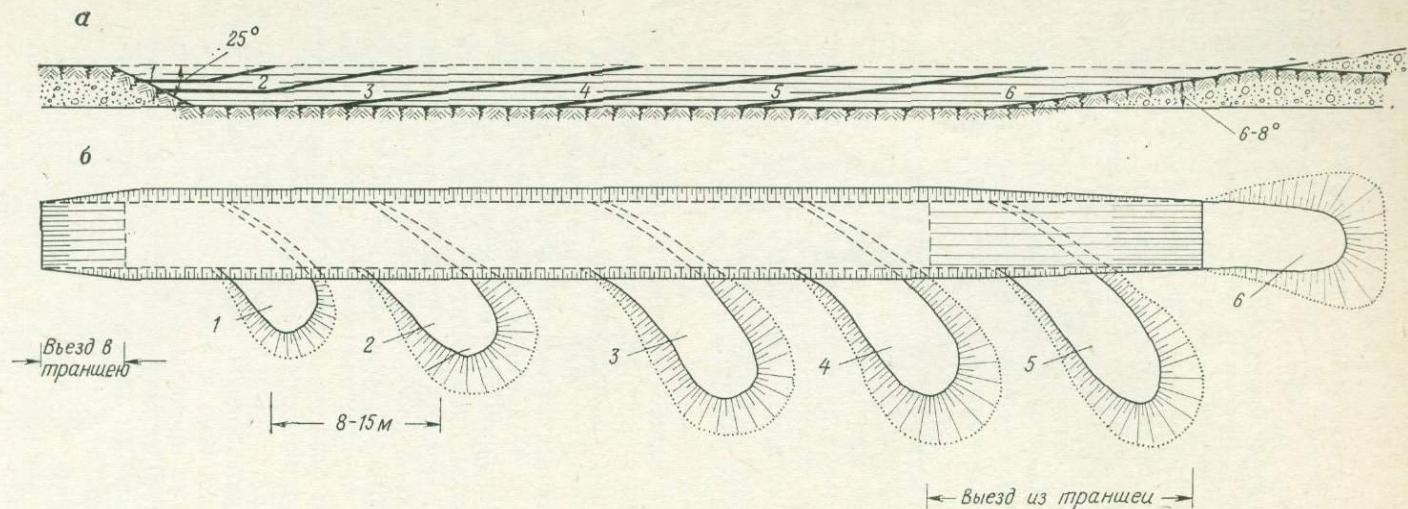


Рис. 3. Технологическая схема проходки канав бульдозером на косогорах:

а — последовательность разработки проходок (1, 2, 3 и т. д. — нумерация проходок); б — схема одностороннего расположения породных отвалов в плане



бульдозер движется вперед, срезая равный пласт по всей длине пути набора породы (6—10 м). Набранный объем породы составляет 1,5—2,0 м<sup>3</sup>.

При способе гребенчатого срезания породы профиль среза представляет собой ломаную линию с расстоянием между гребнями 1,0—1,5 м. В начале зарезки, когда вся сила тяги бульдозера может быть использована на срезание породы, про-

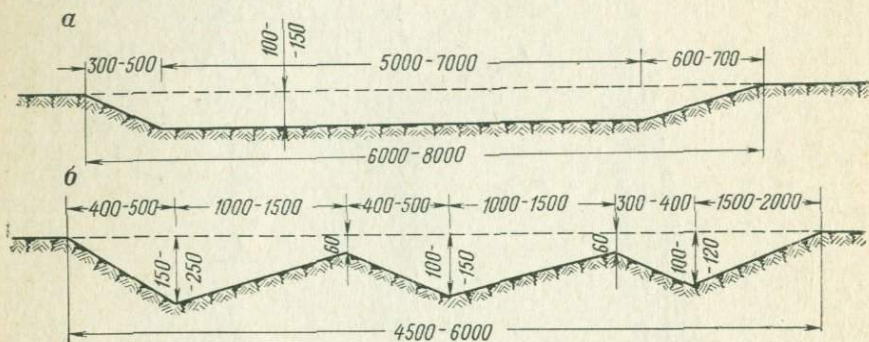


Рис. 5. Способы разработки горных пород бульдозером (размеры в мм):  
Срез: а — прямослойный; б — гребенчатый

изводится максимально возможное заглубление бульдозерного отвала примерно на 15—25 см. Затем при движении бульдозера вперед (по мере набора породы) производится постепенное выглубление бульдозерного отвала (во избежание перегрузки мотора). Приподняв отвал на 5—6 см, начинают вторичное заглубление, используя полную мощность бульдозера, после чего опять производят выглубление отвала. Так повторяется несколько раз в зависимости от характера породы и технических возможностей бульдозера. При гребенчатом срезании путь набора породы сокращается до 4,5—6 м, а объем породы перед отвалом увеличивается на 10—15% по сравнению с прямым срезанием.

Копание и набор породы рекомендуется производить на первой скорости с максимальным использованием мощности бульдозера и рельефа местности. При проходке канав на горизонтальных и слабонаклонных участках в породах I—II категорий целесообразно применять способ прямого срезания, а в породах III—IV категорий способ гребенчатого срезания. При работе на склонах с продольными уклонами до 25° проходка канав в породах I—IV категорий должна осуществляться способом прямого срезания с максимальной толщиной стружки, так как при движении под уклон бульдозера увеличивается тяговое усилие (за счет его веса) и уменьшается сопротивление перемещению породы перед отвалом.

При разработке пород бульдозером необходимо постоянно следить за состоянием подрезных ножей на отвале; их рекомендуется менять в породах III—IV категорий через каждые 500

часов работы; в породах I—II категорий — через 800—1000 часов.

Транспортировку породы в отвал и холостой ход бульдозера следует производить на максимально возможных скоростях с целью сокращения времени рабочего цикла.

Сменная производительность бульдозера ( $m^3/смену$ ) может быть определена по формуле

$$П_б = \frac{3600T \cdot K_n V_{п}}{t \cdot K_p}, \quad (3)$$

где  $T$  — продолжительность смены, ч;  
 $K_n$  — коэффициент использования времени в смену, равный 0,7—0,8 в зависимости от условий работы, технического состояния бульдозера, квалификации персонала и др.;  
 $V_{п}$  — объем перемещаемой бульдозерным отвалом породы,  $m^3$ ;  
 $t$  — продолжительность рабочего цикла бульдозера (время рабочего и холостых ходов), с;  
 $K_p$  — коэффициент разрыхления породы;  
 $П_б$  — производительность бульдозера,  $m^3/смену$ .

Организация работ при проходке канав бульдозерами включает различные технологические и производственно-технические вопросы, для решения которых на каждом производственном участке или объекте должен разрабатываться соответствующий проект производства работ. В этом проекте предусматривается технологическая схема проведения канав. Определяется очередность их проходки, указываются категории крепости разрабатываемых пород, объемы работ, выполняемых бульдозером и вручную, углы наклона и длина выработок, глубина и проектное сечение канав. Кроме этого, в проекте приводится перечень необходимых вспомогательных работ, определяется сменная выработка проходчиков и производительность бульдозера.

В соответствии с проектом разрабатывается календарный график выполнения работ (на месяц, квартал, сезон), в котором определяются начало и окончание работы бульдозера на каждой канаве, время переезда с объекта на объект, возможные переключения на другие виды работ (строительство дорог и т. п.). Аналогичный календарный план составляется и для ручной проходки канав в коренных породах (зачистка полотна выработки). На основании календарного графика определяется фронт работ бульдозеров, потребное количество необходимых материалов (горючих, смазочных, ВМ и др.), ремонта, транспортного обслуживания, расстановки бульдозеров и проходческих звеньев на участке.

При проходке разведочных канав с помощью бульдозеров используется обычно звеньевая форма организации труда. В состав проходческого звена входят 1 машинист бульдозера

и 2—3 проходчика, выполняющие ручную добивку канав. При двухсменной работе организуется бригада, состоящая из двух проходческих звеньев. При небольших объемах проходки разведочных канав допускается индивидуальная форма организации труда. В случае работы на одном объекте двух бульдозеров: одного с гидравлическим и другого с тросовым управлением, целесообразно организовывать комплексную бригаду. При этом бульдозер с гидравлическим управлением отвалом рекомендуется применять для выполнения наиболее трудоемких операций — заездов в канаву, разработку пород III—IV категорий и добивку полотна траншей, а бульдозер с тросовым управлением отвала — на проходке канав в породах I—III категорий.

Проходка разведочных канав бульдозерами широко применяется в организациях Иркутского, Северо-Восточного, Приморского и других геологических управлений.

Основные объемы бульдозерной проходки канав в Иркутском ГУ выполняются Мамско-Чуйской экспедицией, которая проводит поиски и разведку месторождений слюды-мусковита на севере Иркутской области. В экспедиции с помощью бульдозеров ежегодно проходят около 300 тыс. м<sup>3</sup> разведочных канав, что составляет около 30% от общего объема канавных работ этой организации на год. Бульдозерная проходка осуществляется только в летнее время. На ровной или с незначительными склонами местности выработки проходят короткими проходками (10—12 м), располагая породные отвалы «елочкой» по обе стороны канавы. При проходке выработок глубиной до 1,5 м, расположенных на склонах до 20—25°, выдача породы в отвал производится через 6—8 м. Если глубина канав не превышает 3 м, то выработки проходятся шириной, близкой к ширине бульдозерного ножа. При мощности наносов свыше 3 м ширина проходимых бульдозером канав по верху принимается равной удвоенной ширине бульдозерного ножа. Добивка полотна канав производится вручную и составляет примерно 1—2% от общего объема бульдозерной проходки. В экспедиции используются бульдозеры марок Д-271, Д-259 и Д-494. Производительность труда, выраженная в кубических метрах фактического объема выработок на чел-смену, составляет в среднем 200—220 м<sup>3</sup> при стоимости 1 м<sup>3</sup> объема канав примерно 0,18 руб. Средний объем сезонной проходки канав на один бульдозер колеблется в пределах 23—27 тыс. м<sup>3</sup>.

В Северо-Восточном ГУ бульдозерами ежегодно проходится около 500 тыс. м<sup>3</sup> разведочных канав. При этом также достигнуты высокие технико-экономические показатели канавопроходческих работ. Средняя производительность труда составляет 160—180 м<sup>3</sup>/чел-смену (по фактическому объему проходки), а стоимость 1 м<sup>3</sup> около 0,5 руб. За сезон одним бульдозером проходится около 26 тыс. м<sup>3</sup>.

В условиях Приморского ГУ при проходке канав бульдозе-

рами типа Д-271 глубиной до 3 м в породах I—IV категорий достигнута производительность труда в 160—170 м<sup>3</sup>/чел-смену при стоимости 1 м<sup>3</sup> канавы 0,19 руб. Объем проходки на один бульдозер за полевой сезон составил 18—20 тыс. м<sup>3</sup> разведочных канав.

### Проходка канав канатными скреперными установками

При проходке разведочных канав применяются передвижные и самоходные канатные скреперные установки. Обычно они используются в условиях, недоступных для землеройных машин общепромышленного назначения, а также при годовых объемах канавных работ до 8 тыс. м<sup>3</sup> в районах, доступных пневмоколесному и гусеничному транспорту. С помощью скреперных установок проходят канавы глубиной до 6 м и более. В породах I—IV категорий с содержанием до 30% каменистых включений размером не более 300 мм скреперная проходка канав может осуществляться без применения буровзрывных работ, а в многолетнемерзлых и скальных породах — после их предварительного рыхления.

Передвижные скреперные установки к месту проходки канав доставляются тракторами или автомашинами. В процессе работы такие установки передвигаются на канате силой тяги скреперной лебедки и могут преодолевать продольные уклоны до 35°. Их целесообразно использовать для проходки канав длиной 15—20 м и более, расположенных друг от друга на расстоянии до 40 м и между разведочными профилями до 600 м.

Самоходные прицепные и навесные скреперные установки на базе гусеничных тракторов передвигаются собственным ходом и могут преодолевать продольные уклоны до 25°. Они имеют достаточно высокую транспортную скорость и хорошую маневренность, вследствие чего могут использоваться для выполнения небольших рассредоточенных объемов канавных работ.

*Передвижные канатные скреперные установки впервые были применены для проходки разведочных канав в 1959 г. на Путинцевской ГРП Восточно-Казахстанского геологического управления.*

Скреперная установка состояла из скреперной лебедки ЛУ-15, гребкового скрепера емкостью 0,15 м<sup>3</sup>, концевой и отклоняющей опор, закрепляемых на естественных упорах (деревьях, пнях и т. п.). Снабжение электроэнергией установки производилось от передвижной электростанции типа ЖЭС-60.

Разведочные канавы проходились в породах III—VII категорий крепости на глубину до 5 м с применением для рыхления породы буровзрывных работ на залесенных склонах крутизной до 25°. После проходки каждой секции канавы длиной 20—25 м передвижение скреперной установки вдоль профиля канавы осуществлялось силой тяги лебедки на канатах, закрепляемых на

деревьях. Скреперную установку обслуживало звено, состоящее из двух проходчиков, которые выполняли все технологические операции по проходке разведочной канавы, за исключением взрывных работ.

Применение установок позволило повысить в 4 раза производительность труда проходчика и снизить более чем в 2 раза стоимость 1 м<sup>3</sup> проходки канавы по сравнению с ручной проходкой.

Скреперные установки аналогичного типа применялись также в условиях горной местности в Краснодарской КГРЭ Северо-Кавказского геологического управления. Однако вследствие существенных конструктивных недостатков эти установки не нашли дальнейшего применения.

Учитывая в целом положительный опыт применения скреперных установок в Восточно-Казахстанском и Северо-Кавказском геологических управлениях, ЦНИГРИ были разработаны более совершенные конструкции такого же типа установок: МСУ-0,1 и СУ-0,2 (табл. 8).

Таблица 8

Техническая характеристика скреперных установок

Показатели	Марка установки	
	МСУ-0,1	СУ-0,2
Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	5,25	11
Глубина канав, м . . . . .	До 3	До 3
Емкость скрепера, м <sup>3</sup> . . . . .	0,1	0,18
Масса скрепера, кг . . . . .	163	300
Среднее тяговое усилие каната, кгс:		
рабочего . . . . .	1000	1600
холостого . . . . .	1000	1200
Средняя скорость каната, м/с:		
рабочего . . . . .	1,0	1,18
холостого . . . . .	1,2	1,64
Канатоемкость барабанов, м . . . . .	60	60
Диаметр каната, мм . . . . .	8,5	14,0
Тип двигателя (в числителе—дизеля, в знаменателе—электродвигателя) . . . . .	УД-25	Д-37Е-С3-1 А02—62—4
Мощность двигателя (в числителе—дизеля, л. с., в знаменателе—электродвигателя, кВт) . . . . .	8	40
Удельное давление на грунт, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	—	17
Масса установки (в числителе—с приводом от дизеля, в знаменателе—от электродвигателя), кг . . . . .	642	0,28 2300
Организация-изготовитель . . . . .	ЦНИГРИ	2065 ЦНИГРИ

Малогобаритная скреперная установка МСУ-0,1 (рис. 6) предназначена для проходки разведочных канав глубиной до

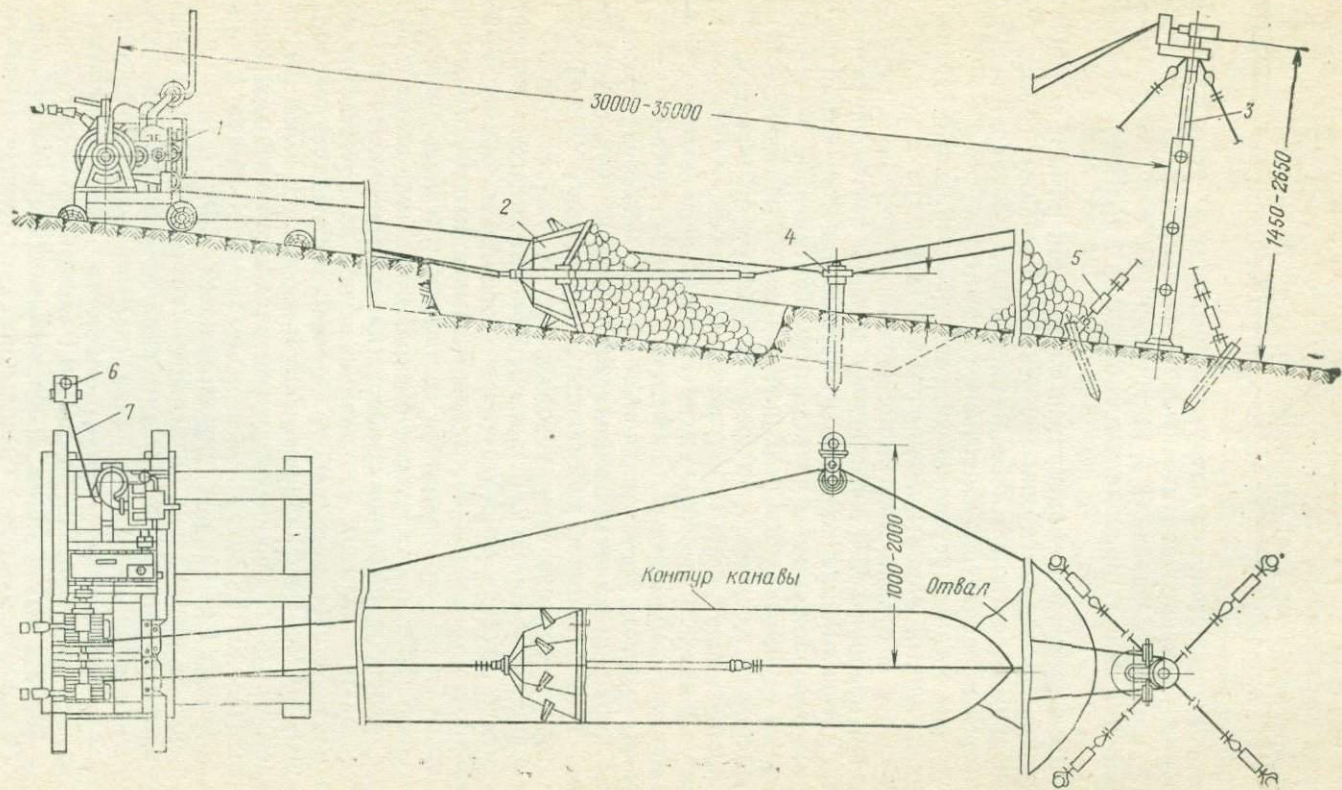


Рис. 6. Малогабаритная скреперная установка МСУ-0,1 (размеры в мм)

3 м по породам до IV категории крепости в районах, недоступных для землеройных машин, удаленных от линий электропередач и других видов стационарных источников энергии, а также в районах, имеющих сильно пересеченную местность с крутизной склонов до 30—35°.

Установка состоит из следующих основных узлов: привод установки 1, скрепер зонтичный 2, опора концевая 3 с растяжками 5, опора отклоняющая 4, тент, топливный бак 6, устанавливаемый отдельно от привода и соединенный с двигателем шлангом 7.

Привод установки смонтирован на жесткой раме и включает следующие узлы: двигатель внутреннего сгорания УД-25, редуктор двухскоростной и лебедка скреперная двухбарабанная с планетарной передачей и ленточным тормозом.

Рабочим органом установки является зонтообразный скрепер, предназначенный для рыхления, разработки и транспортирования породы в отвал. Для удобства транспортировки скрепер выполнен разборным. Он состоит из четырех секторов, заднего конуса и тяги. Рыхление породы осуществляется откидными зубьями, расположенными на задней стенке секторов. Разработка породы осуществляется режущей кромкой, расположенной по всему периметру секторов, во время рабочего хода скрепера.

Концевая опора служит для подвески концевого блока. Она состоит из двух стоек, каждая из которых раскреплена тремя растяжками, крепящимися к забитым в породу круглым металлическим якорям. Для отклонения каната непосредственно с трассы проходки канавы применяется опора с отклоняющим блоком. Тент защищает работающего и установку от неблагоприятных метеорологических условий.

Основной особенностью установки МСУ-0,1 является наличие автономного привода от двигателя внутреннего сгорания УД-25 и разборность установки на отдельные узлы, масса которых не превышает 75 кг, что позволяет доставлять установку к месту проведения работ и в процессе проходки канавы различными видами транспорта. Установка обслуживается комплексным звеном, состоящим из двух проходчиков, один из которых имеет право ведения взрывных работ. Опыт применения скреперной установки МСУ-0,1 в различных горнотехнических условиях показывает, что по сравнению с ручной проходкой канав сменная производительность проходчика возрастает в 2,5—3 раза, а стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы снижается на 40—60%.

В процессе эксплуатации скреперных установок МСУ-0,1 были выявлены некоторые недостатки, снижающие эффективность ее применения при проходке канав (недостаточная приспособленность к перегрузкам, малая мощность двигателя и пр.). В настоящее время установка МСУ-0,1 модернизируется за счет замены двигателя УД-25 на дизельный мощностью не менее 20 л. с. и применения более совершенной конструкции скрепера.

Кроме того, предусматривается возможность передвижения установки силой тяги лебедки без ее разборки и ряд других мелких доработок.

Скреперная установка СУ-0,2 (рис. 7) предназначена для проходки разведочных канав глубиной до 3 м в породах I—IV категорий и уборки взорванной породы в труднодоступных районах при крутизне склонов до 30—35°. В установку входят привод 1, опорное устройство 2, холостой 3 и рабочий 4 канаты, отклоняющая опора 5, конусообразный скрепер 6 и концевая опора 7. Привод установки смонтирован на раме 8 арочного типа и состоит из серийно изготавливаемой скреперной лебедки 9 типа 17ЛС-2С и дизеля 10 марки ДЗ7Е-СЗ-1 (при наличии электроэнергии дизель может быть заменен на электродвигатель типа АО2-62-4). Лебедка и двигатель соединены муфтой сцепления 11, аналогичной муфте сцепления тракторов Т-40 и Т-40А. Кроме того, на раме установлены: площадка для скрепериста 12, топливный бак 13, а также кабина, капот, устройство против сползания при самопередвижении и жесткая сцепка, служащая для прицепки привода к тракторам или автомашинам при транспортировке установки. Опорное устройство представляет собой металлоконструкцию консольного типа с двумя упорами 14, которые совместно с якорями 15 служат для предотвращения смещения и опрокидывания привода в процессе разработки и транспортировки породы. Отклоняющая опора состоит из якоря 16, сцепки 17 и блочка 18 и предназначена для предотвращения попадания рабочего каната в канаву и его истирания о породу.

Рабочим органом установки является конусообразный скрепер, размеры которого показаны на рис. 8. Сферообразная форма внутренней поверхности ковша, а также оснащение режущей кромки зубьями обеспечивают эффективную разработку породы и высокий (до 1,2) коэффициент его наполнения.

Концевая опора представляет собой П-образную стойку 19, на которой свободно подвешивается концевой блок 20. Крепление концевого блока осуществляется с помощью канатов 21, которые закрепляются на якорях 22, забиваемых в грунт на глубину 1—1,2 м. Для передвижения установки под рамой привода смонтирована система блочков 23, обеспечивающих пропуск рабочего и холостого канатов.

В период испытаний скреперной установки СУ-0,2 канавы проходили в породах III—VIII категорий (тяжелые суглинки с обломками песчаников, сидеритов до 30% от общей массы размером до 500 мм) глубиной 1,6—3,5 м в условиях залесенной горной местности с продольными уклонами до 25—30°. Всего было пройдено 4 канавы объемом 1037 м<sup>3</sup>, средней глубиной 2,6 м и общей протяженностью 427 м. Проходка канав осуществлялась секциями длиной 15—20 м, с последующим перемещением вверх по склону для проходки очередной секции.

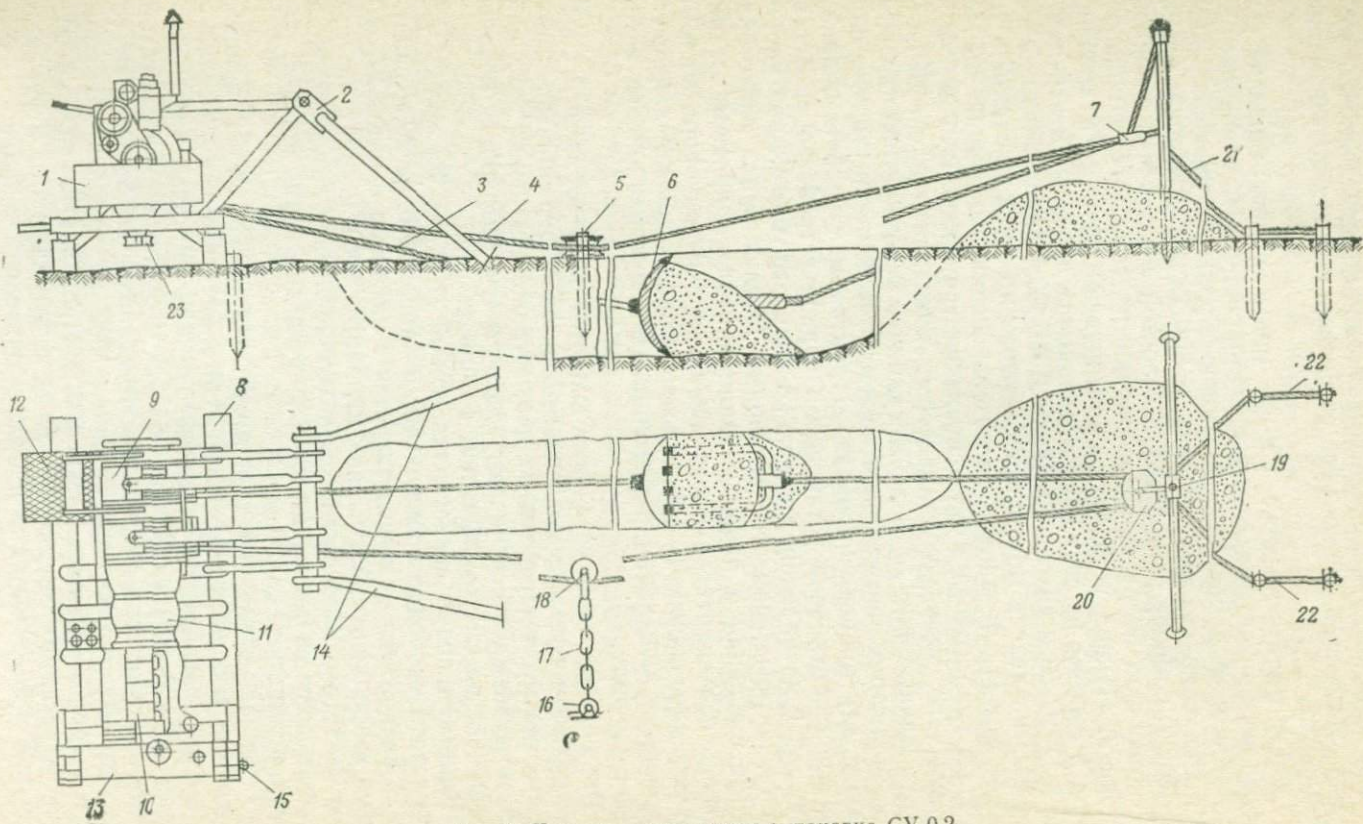


Рис. 7. Канатная скреперная установка СУ-0,2

Установка обслуживалась комплексным звеном проходчиков из двух рабочих IV разряда при односменном режиме работы. Скреперование осуществлялось по направлению от привода установки к концевому блоку.

Максимальная эксплуатационная производительность установки СУ-0,2 составила 55 м<sup>3</sup>/смену, а средняя эксплуатационная производительность 40 м<sup>3</sup>/смену при стоимости проходки 1 м<sup>3</sup> канавы 0,82 руб. По сравнению с проходкой канав вручную

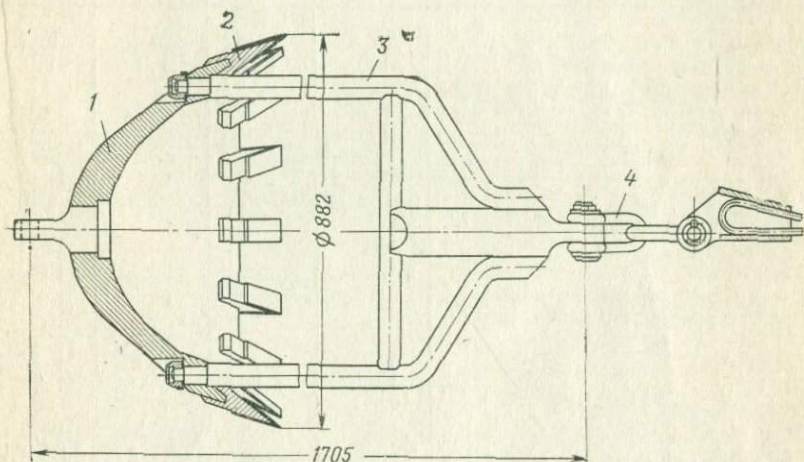


Рис. 8. Скреперный ковш установки СУ-0,2:

1 — ковш; 2 — режущие зубки; 3 — водило; 4 — серьга для подсоединения рабочего каната

или скреперной установкой МСУ-0,1 производительность труда рабочего соответственно возросла в 6 и 3,2 раза. Стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы снизилась по сравнению с проходкой вручную в 3 раза, а установкой МСУ-0,1 примерно в 1,8 раза.

Самоходные канатные скреперные установки, используемые для проходки разведочных канав, разработаны на базе гусеничных тракторов ДТ-75 и трелевочных тракторов ТДТ-40 и ТДТ-75.

Так, в Северо-Кавказском ТГУ созданы следующие самоходные скреперные установки: ССУ-0,4 (прицепного типа) на базе трактора ДТ-75 и УСБСУ-0,4 (навесной вариант) и на базе бульдозера Д-535 [7]. В Бурятском ГУ применялись самоходные установки на базе трелевочных тракторов ТДТ-40 и ТДТ-75 [6]. Техническая характеристика перечисленных установок приведена в табл. 9.

Установка ССУ-0,4 (рис. 9) состоит из трактора ДТ-75 или Т-74, прицепного привода и двустороннего скрепера ящичного типа. Привод установки состоит из специальных саней 1, на которых установлена скреперная лебедка 2 типа 17ЛС-2С. Ре-

Таблица 9

## Характеристика самоходных скреперных установок

Показатели	Марка установок			
	ССУ-0,4	УСБСУ-0,4	ССУ-0,2	ССУ-0,15
Глубина проходимых канав, м . . . . .	До 6	До 6	До 3	До 3
Ширина основания канавы, м . . . . .	1,0	1,0	1,0	1,0
Длина канавы, проходимой без передвижки установки, м . . . . .	До 30	До 25	20—25	До 25
Тип скрепера . . . . .	Ящичный двусторонний		Двусторонний гребковый	
Емкость скрепера, м <sup>3</sup> . . . . .	0,3—0,4	0,4	0,2	0,15
Масса скрепера, кг . . . . .	200—300	400	220	220
Среднее тяговое усилие каната, кгс:				
рабочего . . . . .	1600	1600	1300	1600
холостого . . . . .	1200	1200	1000	1200
Тип скреперной лебедки . . . . .	—	17ЛС-2С	—	—
Средняя скорость движения каната, м/с:				
рабочего . . . . .	1,12	1,12	1,0	1,12
холостого . . . . .	1,54	1,54	1,5	1,54
Канатоемкость барабанов, м . . . . .	60	60	60	60
Диаметр каната, мм . . . . .	14,5	14,5	14,5	14,5
Базовый трактор . . . . .	ДТ-75 (Т-74)	Бульдозер Д-535	ТДТ-40	ТДТ-75
Мощность двигателя, л.с. . . . .	75	75	40	75
Масса установки, кг . . . . .	6500	6800	6800	10 800
Вариант установки скреперной лебедки . . . . .	Прицепной	Навесной	Навесной	Навесной

дуктор лебедки 17ЛС-2С заменен на угловой редуктор 3 с конической парой шестерен от станка ЗИФ-300. Вал углового редуктора соединен с валом отбора мощности трактора укороченным карданом 4 от автомобиля ЗИЛ-164. Кроме того, на санях установлено ограждение карданного вала 5, ограждение 6 для предохранения скрепериста от случайного удара оборвавшегося каната и сидение для рабочего 7. Подсоединение саней к трактору осуществляется с помощью жесткой сцепки 8. Крепление блочков отклоняющей и концевой опоры производится канатными растяжками, которые крепятся за стволы деревьев или другие естественные упоры. Установка обслуживается комплексным звеном из двух проходчиков IV разряда.

Наиболее широкое применение установки ССУ-0,4 нашли в условиях Краснодарской экспедиции, где ими ежегодно выполняется до 30 000 м<sup>3</sup> канав. Скреперная проходка осуществляется в залесенной горной местности с продольными уклонами до 20—

25°, в породах III—VIII категорий крепости. Глубина канав колеблется от 3 до 6 м, достигая в ряде случаев 8—10 м. Проходка канав производится секциями длиной 25—30 м. Средняя производительность труда на одного проходчика за смену составляет 12—14 м<sup>3</sup>, достигая в отдельных случаях 20 м<sup>2</sup>. Стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы на 30% ниже стоимости канав, пройденных в тех же условиях вручную.

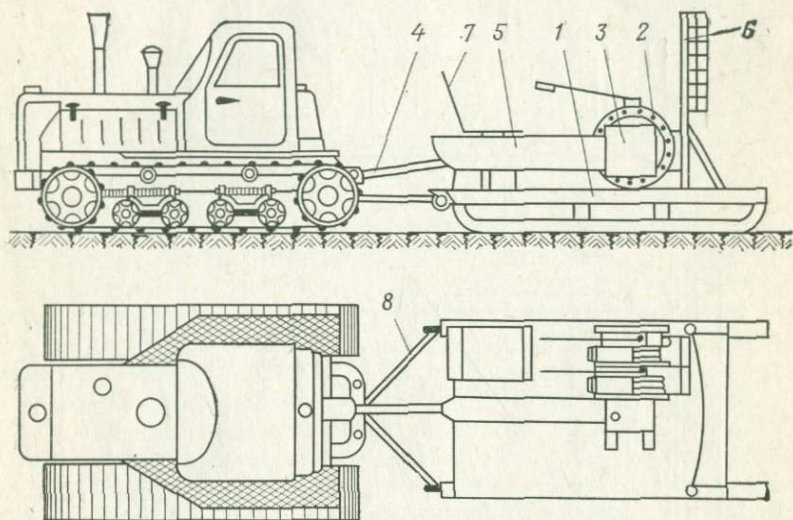


Рис. 9. Самоходная прицепная канатная скреперная установка ССУ-0,4

Установка УСБСУ-0,4 (рис. 10) конструктивно выполнена в виде навесного оборудования на базе бульдозера Д-535. Скреперная лебедка 1 с редуктором 2, аналогичным по конструкции редуктору установки ССУ-0,4, установлена на основной раме 3, которая крепится к раме трактора. Кроме того, на основной раме установлены опорные дократы 4 и кожух цепной передачи 5. Управление барабанами лебедки производится гидроцилиндрами 6, которые питаются от гидросистемы трактора. Пульт управления и рабочее место скрепериста оборудованы в кабине трактора. Вал отбора мощности трактора соединен с валом редуктора скреперной лебедки цепной передачей. Наличие бульдозерного отвала позволяет использовать установку для подготовки трассы канавы. По сравнению с установкой ССУ-0,4 крепление отклоняющей и концевой опор осуществляется так же, как и при проходке канав установкой МСУ-0,1. Рабочим органом установки является двусторонний скрепер ящичного типа емкостью 0,4 м<sup>3</sup>.

Производственные испытания установки УСБСУ-0,4 проводились в Дефановской ГСП при проходке канав глубиной до 3 м

в породах III—VI категорий крепости, с предварительным рыхлением их взрывом. За время испытаний сменная производительность установки составила 57 м<sup>3</sup>, а стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы 0,95 руб. Коэффициент внутри сменного использования установки достиг 0,55.

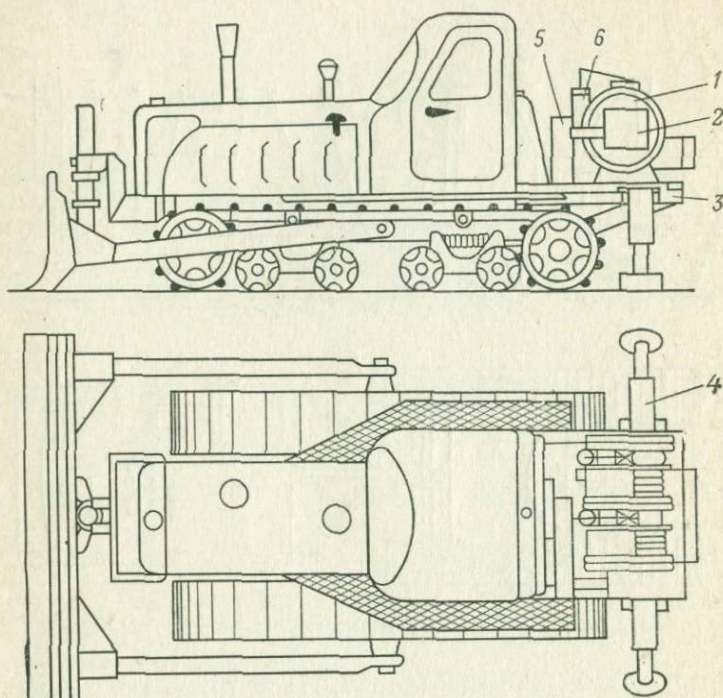


Рис. 10. Универсальная самоходная бульдозерно-скреперная установка УСБСУ-0,4

Самоходные скреперные установки на базе трелевочных тракторов ТДТ-40 и ТДТ-75 разработаны опытно-методической партией Бурятского геологического управления. На трелевочных тракторах вместо однобарабанной тягальной лебедки установлены скреперные лебедки типа 17ЛС-2С. Привод скреперной лебедки осуществляется от вала отбора мощности двигателя через специальный трехступенчатый редуктор и цепную передачу. Управление установкой при ее передвижении, а также скреперной лебедкой через рычажную систему производится из кабины тракториста. Способы крепления отклоняющей и концевой опор аналогичны с применяемыми при проходке канав установками ССУ-0,4 и УСБСУ-0,4.

Установка на базе трактора ТДТ-40 использовалась для проходки разведочных канав глубиной до 3 м в породах IV—

VI категорий крепости. Длина проходимых секций канавы составляла 20—25 м. Проведение разведочных канав осуществлялось комбинированным способом: первый интервал (0—1 м) проходил взрывом на выброс, а последующие до проектной отметки непосредственно скрепером. Установка обслуживалась комплексным звеном, состоящим из тракториста V разряда и проходчика-взрывника IV разряда. На уборке породы был занят только тракторист, а проходчик-взрывник в это время производил бурение шпуров и их прострелку на следующей секции. При такой организации работ сменная производительность установки составила 55 м<sup>3</sup>, а стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы 0,94 руб.

*Технология проведения разведочных канав скреперными установками* заключается в подготовке трассы канавы (очистке от валунов, деревьев, пней и т. п.) и последовательной отработке отдельных секций выработки. При проходке каждой секции канавы выполняются следующие операции: монтаж привода установки, сборка отклоняющей и концевой опор, крепление опор, подсоединение рабочего и холостого канатов к скреперу, разработка и уборка породы скрепером, зачистка, геологическая документация и опробование канавы. Общий порядок проходки разведочных канав заключается в следующем: породы из первой секции скреперуются в отвал, расположенный у концевой опоры, а при проходке последующей секции — в ранее пройденную секцию и т. д. Геологическая документация и опробование проводятся сразу после окончания проходки каждой секции.

Технологический цикл работы скрепера состоит из заглубления скреперного ковша в породу, наполнения ковша, транспортировки породы в отвал и возвращения к месту разработки грунта. Проходка канав скреперными установками, как правило, производится по двум схемам: скреперование «от себя», когда скрепер при рабочем ходе движется от привода к концевому блоку, и скреперование «на себя», когда скрепер движется от концевого блока к приводе. Преимущественное распространение получила первая схема, так как она обеспечивает хорошую видимость и меньший износ канатов. Вторая схема применяется при отсутствии возможности обеспечения надежности крепления концевой опоры. При проведении канав на склонах скреперование породы следует производить сверху вниз.

*Организация работ при проходке канав скреперными установками* заключается в составлении проекта производства канавных работ, в котором, кроме мероприятий, аналогичных использованию экскаваторов и бульдозеров, дополнительно обособываются специфические, присущие данному способу вопросы: длина секции канавы, проходимой без передвижения привода установки, места размещения привода, отклоняющей и концевой опор для проходки каждой секции, объемы работ по планировке площадок для установки привода.

Скреперные установки, как правило, обслуживаются комплексным звеном из двух проходчиков IV разряда. При работе на участке двух скреперных установок и небольшом расстоянии между канавами целесообразно организовывать комплексную бригаду из трех проходчиков. В этом случае двое проходчиков занимаются собственно скреперованием, а третий последовательно помогает выполнять трудоемкие операции то на одной, то на другой канаве. Во время скреперования проходчик, не занятый на этой операции, выполняет работы по подготовке площадок для установки привода на новом месте, выбирает место и устанавливает опоры, за которые должны крепиться канаты передвижных скреперных установок при их перевозке и т. п.

Сменная производительность скреперных установок ( $\text{м}^3/\text{смену}$ ) может быть определена по формуле

$$\Pi_c = \frac{3600 \cdot T \cdot K_{\text{н}} \cdot V_c \cdot K_{\text{н}}}{K_p \left( \frac{2l_c}{v} + t_{\text{п}} \right)}, \quad (4)$$

- где  $T$  — продолжительность смены, ч;  
 $K_{\text{н}} = 0,4 - 0,6$  — коэффициент использования времени в смену;  
 $V_c$  — геометрическая емкость ковша,  $\text{м}^3$ ;  
 $K_{\text{н}}$  — коэффициент наполнения ковша, равный примерно единице;  
 $K_p$  — коэффициент разрыхления породы;  
 $l_c$  — средняя длина скреперования, м;  
 $v$  — средняя скорость движения скрепера, определяемая как средняя арифметическая величина от двух скоростей — скорости рабочего и скорости холостого хода, м/с;  
 $t_{\text{п}}$  — время на переключение с рабочего хода на холостой и с холостого на рабочий обычно составляет 10—20 с.

#### *Правила технической эксплуатации скреперных установок.*

При проходке канав необходимо устанавливать привод скреперных установок на горизонтальной площадке. Нельзя допускать того, чтобы установка работала с перегрузкой двигателя, а также со скреперами, емкость которых превышает технические возможности привода, а также при отсутствии отклоняющей опоры. Для заправки двигателя и смазки лебедки следует применять предусмотренные для этого сорта топлива и смазочных материалов. В обязательном порядке ежедневно должен проводиться технический уход установки, в процессе которого очищается и осматривается привод установки и прицепные устройства. При этом особое внимание уделяется состоянию отклоняющего и концевых блоков. Выявленные неисправности необходимо устранить и только после этого начать работу. Все виды технического обслуживания и ремонта следует проводить в пол-

ном объеме и строгом соответствии с графиком планово-предупредительных работ (ППР).

В скреперных установках, применяемых на проходке канав, наиболее быстро изнашиваются канаты, так как они работают с большой переменной нагрузкой. В целях увеличения их срока службы необходимо соблюдать следующие правила эксплуатации скреперных установок: 1) применять канаты только такого диаметра, который соответствует данной установке, так как канаты меньшего диаметра будут часто рваться, а канаты большего диаметра вызывают преждевременный износ блоков и деталей лебедки; 2) проверять состояние отклоняющего и концевого блоков, следить за их канавками и ребордами; устранять все выявленные недостатки; если поверхности канавок изношены, их следует проточить, а при наличии изломов заменять новыми блоками; 3) при запасовке каната надежно закреплять его в коушах; 4) во время работы необходимо следить за навивкой каната на барабаны; 5) не допускать образования петель, перекрещивания витков или накопления их в одном месте на барабанах, что часто случается при установке нового каната.

Если для экскаваторов и бульдозеров правила безопасности при их работе обстоятельно разработаны и изложены во многих справочных и инструктивных руководствах, то для канатных скреперных установок, используемых при проведении разводочных канав, следует отметить отсутствие соответствующих публикаций. Поэтому ниже приведены основные требования техники безопасности, которые необходимо соблюдать во избежание случаев травматизма при скреперной проходке канав.

1. К самостоятельному управлению скреперными установками и их обслуживанию допускаются лица, имеющие удостоверения на право работы с этими установками, изучившие инструкцию по эксплуатации этих машин и прошедшие медицинское освидетельствование.

2. Проходку канав скреперными установками следует выполнять в точном соответствии с техническими условиями на производство канавных работ по соответствующему плану организации работ.

3. Перед началом работы проходчик должен убедиться в надежности крепления привода, а также концевой и отклоняющей опор.

4. Не разрешается допускать работу скреперной установки при расположении ее привода на наклонной площадке.

5. Во время работы установки запрещается: устранять неисправности машины, регулировать и смазывать ее, подходить и переходить через канаты, находиться ниже привода установки при проходке канав на склонах.

6. При необходимости выполнения в канаве других работ двигатель привода установки должен быть выключен, скрепер

поднят на породный отвал, а канаты надежно закреплены на бровке выработки. При перерывах в работе двигатель должен быть остановлен. Запуск двигателя осуществляется только проходчиком, занятым на скреперовании.

7. Запрещается проходить разведочные канавы, расположенные на склонах крутизной более 35°.

8. При наличии в канаве крупных камней или других предметов работу нужно прекратить до устранения с пути скрепера всего, что может вызвать аварию.

9. Все вращающиеся части должны быть закрыты защитными кожухами.

10. Запрещается работать при отсутствии или неисправности на скреперных установках ограждения, предохраняющего проходчика от случайного удара оборвавшегося каната.

11. Стальные канаты следует осматривать не реже одного раза в 5 дней. Если на протяжении 1 м обнаруживается до 10% оборвавшихся проволок, то канат бракуется.

12. Перемещение привода и передвижки скреперных установок силой тяги лебедки должны производиться на рабочем канате с учетом следующих требований: а) в процессе переезда проходчик должен находиться на рабочей площадке, установленной на раме привода; б) страховка при движении привода вверх по склону должна осуществляться холостым канатом; в) не допускается передвижение вверх по склону при отсутствии или неисправности противосползающих устройств; г) запрещается передвижение привода при наличии на канате порвавшихся прядей, счалок и обрыве проволок на шаге свивки более 10%.

13. В процессе работы на скреперных установках должны строго соблюдаться правила техники безопасности, указанные в руководстве по уходу и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания или тракторов.

14. При работе скреперных установок с электродвигателем привод должен быть надежно заземлен.

15. При транспортировке привода передвижных скреперных установок на жесткой сцепке последняя должна страховаться гибкой сцепкой.

## **БУРОВЗРЫВНОЙ СПОСОБ ПРОХОДКИ РАЗВЕДОЧНЫХ КАНАВ**

Сущность проходки разведочных канав буровзрывным способом заключается в том, что для получения требуемой выемки используется энергия зарядов ВВ, закладываемых и взрываемых на определенной глубине от земной поверхности. При этом могут быть использованы заряды различной величины, обеспечивающие как рыхление пород, так и требуемый выброс раздробленной массы за пределы проектного контура создаваемой выработки.

### **Условия применения и технологические схемы буровзрывного способа проходки разведочных канав**

Проходка поверхностных горноразведочных выработок с использованием взрывчатых веществ может быть осуществлена в любое время года на объектах с различными рельефными особенностями и климатическими условиями. Буровзрывной способ пригоден для применения как в талых, так и в мерзлых породах при различной степени их обводненности. Применение взрывной проходки канав целесообразно осуществлять на объектах, недоступных землеройно-транспортным механизмам, а также на участках с объемами годовой проходки до 2000—3000 м<sup>3</sup>. Ограничительным условием применения взрывной проходки канав является необходимость соблюдения государственных решений по охране пахотных земель, массивов ценных лесных пород, шоссежных и железнодорожных путей, т. е. официально узаконенная недопустимость производства взрывных работ в районе геологических изысканий.

На практике применяют два основных варианта буровзрывного способа проходки разведочных канав: взрывание на рыхление и взрывание на выброс. В настоящее время взрывание на выброс можно признать основным вариантом буровзрывного способа. При этом применяются обычно однослойная и многослойная схемы проходки. Целесообразность той или иной технологической схемы зависит от возможностей имеющихся

средств создания зарядных камер, физико-механических свойств взрывааемых пород, глубины выработки и др.

Как при взрывах рыхления, так и при однослойной и многослойной схемах взрывания на выброс технология проведения разведочных канав буровзрывным способом включает следующие основные операции: образование зарядных камер (шпуров, котловых шпуров, лунок и др.); зарядание и взрывание зарядов ВВ; уборка разрыхленной породы, оставшейся после взрыва в проектном контуре канавы. В отличие от однослойной схемы, при которой перечисленные операции производятся лишь по одному разу и канава сразу проходится на требуемую глубину, при многослойной схеме проходки соблюдается повторяемость почти всего (иногда за исключением уборки) технологического цикла на каждом слое проходки. Под слоем проходки понимается такой интервал разрабатываемых пород по глубине, величина которого определяется глубиной размещения зарядных камер. Количество слоев проходки определяется обычно как отношение проектной глубины канавы (мощности разрабатываемых пород) к глубине одного слоя проходки.

Производственный опыт и результаты технико-экономических расчетов свидетельствуют о том, что если имеющиеся средства бурения позволяют создавать зарядные камеры на любой глубине вплоть до проектной отметки канавы, целесообразно применять однослойную схему проходки, поскольку она организационно проще и производительнее многослойной. При этом применяются заряды ВВ такой величины, чтобы в результате их взрыва выброс породы из проектного контура канавы составлял 70—95%. При ручном способе бурения шпуров однослойное взрывание рационально использовать для проходки канав глубиной до 1,7—1,8 м.

Многослойная проходка разведочных канав взрывом на выброс позволяет получать выработки меньшего сечения по сравнению с однослойной схемой, однако ее применение приводит, как правило, к увеличению удельного расхода ВВ на 1 м глубины и длины канавы. Наибольшее распространение варианты многослойной проходки получили при проведении выработок свыше 2—3 м.

### **Буримость, простреливаемость и взрываемость горных пород**

Кроме устойчивости горных пород и их разрыхляемости, о которых уже было сказано выше, важными горнотехническими свойствами, используемыми при буровзрывном способе проходки канав, являются: буримость, простреливаемость и взрываемость пород.

*Буримость горных пород* в настоящее время принято оценивать количеством основного (чистого) времени в минутах, необходимых для выбуривания шпура длиной 1 м. При про-

ходке разведочных канав буримость горных пород характеризуют соответствующей категорией шкалы ЕНВ [4].

В последние годы при бурении талых и мерзлых рыхлых пород начали использовать мотосверла. Кроме того, для размещения зарядов ВВ проходят вручную котловые шпурсы или иногда лунки. Ниже приведены данные ЦНИГРИ по трудоемкости создания зарядных камер вручную и мотосверлами (табл. 10).

Таблица 10

Затраты времени на проходку зарядных камер (чел-ч/м)

Отложения	Вручную (лунок)	Ручным бу- рением (кот- ловых шпу- ров)	Мотосвер- лами
Талые . . . . .	0,2—0,3	0,05—0,10	0,05—0,10
Сезонномерзлые . . . . .	0,6—0,7	0,25—0,35	0,20
Многолетномерзлые . . . . .	2,0—2,5	—	0,50—0,75

Простреливаемость горных пород (способность их сжиматься и уплотняться под действием взрыва) характеризуется показателем простреливаемости — отношением объема котла, образованного простреливанием, к массе заряда простреливания. Показатели простреливаемости ( $\text{дм}^3/\text{кг}$ ) для пород, разрабатываемых при проходке разведочных канав, колеблются в следующих пределах:

Глины . . . . .	200 и более
Суглинки . . . . .	100—200
Супеси . . . . .	50—100
Мерзлые грунты . . . . .	10—40

Показатели простреливаемости взрываемой породы используются при расчетах массы зарядов простреливания, а также для определения объема и размеров котловой полости, получаемой в результате прострелочных взрывов.

*Взрываемость горных пород* при проходке разведочных канав рекомендуется оценивать по специально разработанной для условий канавных работ классификации (табл. 11), в которой породы систематизированы с использованием двух показателей сопротивляемости взрыву выброса: расхода взрывчатого вещества на 1 м видимой глубины выброса ( $\text{кг/м}$ ) и расчетного удельного расхода взрывчатого вещества ( $\text{кг/м}^3$ ), определенных

**КЛАССИФИКАЦИЯ\***  
рыхлых пород по сопротивляемости взрыву выброса

Категория пород по сопротивляемости	Сопротивляемость	Описание пород	Показатели сопротивляемости пород взрыву выброса (ВВ—аммонит № 6-ЖВ, $w=1$ м и $n=1$ )	
			расход ВВ на 1 м видимой глубины выемки взрыва $q_B$ , кг/м	расчетный удельный расход ВВ $q_0$ , кг/м <sup>3</sup>
I	Малая	Почвенно-растительный слой, разрыхленные и суглинистые породы	1,7—2,1	0,65
II		Легкие суглинки и глины большой влажности	2,1—2,6	0,80
III		Средневлажные легкие суглинки и глины, супеси большой влажности	2,6—3,2	1,00
IV	Средняя	Маловлажные легкие суглинки и глины, средневлажные супеси, пески большой влажности	3,2—4,0	1,2
V		Маловлажные супеси. Средне- и маловлажные гравийно-песчаные породы, сезонномерзлые супесчаные и суглинистые породы, смесь щебня и обломков скальных пород	4,0—5,0	1,5
VI		Супесчаная морена, маловлажные лёссовидные суглинки	5,0—6,2	1,9
VII	Большая	Тяжелые плотные лёссовидные суглинки, многолетнемерзлые супесчаные и суглинистые породы	6,2—7,8	2,4
VIII		Многолетнемерзлые супесчаные и суглинистые отложения со значительным содержанием крупнообломочного материала (галки, валунов, щебня, камней)	7,8—9,7	3,0

\* Разработана А. Г. Симанкиным.

при следующих стандартных условиях взрывания: 1) взрывчатое вещество (ВВ) — аммонит № 6-ЖВ; 2) форма зарядов — сосредоточенная; 3) глубина заложения зарядов  $w=1$  м; 4) применение забойки — обязательное; 5) показатель действия взрыва (отношение радиуса воронки взрыва к глубине заложения заряда)  $n=1$ ; 6) количество взрывов одиночных зарядов  $4 \div 5$ .

При оценке взрываемости пород следует учитывать влияние их влажности. С увеличением влажности талых грунтов удельный расход ВВ уменьшается. В табл. 11 породы по содержанию влаги характеризуются следующими показателями: маловлажные — весовая влажность до 8%, средневлажные — от 8 до 16% и большой влажности — от 16 до 24%.

Наличие в грунте крупнообломочного материала (гальки, щебня, камней, валунов) увеличивает его сопротивляемость взрыванию на выброс. Для пород (см. табл. 11) объемное содержание крупнообломочного материала принято равным до 25%. При ином процентном содержании приведенные в классификации показатели расхода ВВ должны умножаться на следующие значения поправочного коэффициента при содержании 25—50% — 1,2; при содержании более 50% — 1,45.

### **Средства бурения шпуров (лунок) и взрывчатые материалы для проходки разведочных канав**

При проходке разведочных канав взрывным способом применяют методы зарядов: шпуровых (взрывы на рыхление), котловых и малокамерных (взрывы на выброс). Метод шпуровых зарядов заключается во взрывании удлиненных (колонковых) зарядов ВВ, размещаемых в пробуренных шпурах. Метод котловых зарядов — во взрывании сосредоточенных зарядов ВВ, которые размещают в котловых полостях, полученных за счет простреливания (взрывания небольших по массе зарядов ВВ) донной части пробуренных шпуров. Метод малокамерных зарядов заключается также во взрывании сосредоточенных зарядов ВВ, закладываемых на дне так называемой лунки — неглубокой (0,8—1,2 м) вертикальной выработки диаметром 15—20 см, проходимой обычно вручную.

Вследствие меньшей трудоемкости предпочтение должно отдаваться котловым шпурам. Применение лунок целесообразно лишь в тех случаях, когда образование котловой полости невозможно (из-за плохой простреливаемости пород) или экономически неэффективно (из-за больших расходов ВВ на простреливание, больших затрат времени на очистку шпура и др.).

Бурение шпуров (лунок) осуществляется вручную или с использованием специальных средств механизированного бурения. В талых грунтах при создании шпуров глубиной до 1,5 м механизированное бурение по скорости примерно равноценно

ручному способу; с увеличением глубины его сравнительная эффективность возрастает. Особо важное значение приобретает использование механизированного способа при создании зарядных камер в мерзлых породах, для которых характерна высокая трудоемкость ручного бурения.

Для ручного бурения шпуров (лунок) используется набор инструментов, в состав которого входят ломы из круглой или граненой стали диаметром 22—25 мм (длиной 1,2; 1,5 и 1,8 м), кувалды весом от 3 до 8 кг, ключи для поворачивания и извлечения ломов, специальные ложки-чищалки.

При механизированном бурении могут использоваться ручные электрические сверла ЭР-14Д, ЭР-18Д, мотосверла МС-1М, мотобур М-1, мотоперфоратор МП-1 «Смена» и др. Мотобур М-1 и мотоперфоратор МП-1 с автономными двигателями имеют преимущества в отношении транспортабельности, соответствия условиям и удобству работы. Мотобур М-1 предназначен для вращательного бурения грунтов в породах до V категории и в мерзлых грунтах, а мотоперфоратор МП-1 «Смена» — для ударно-поворотного бурения шпуров по скальным породам. Их технические характеристики приведены ниже. В качестве бурового инструмента применяются: при работе мотобуром М-1 — комплект буровых штанг из витой ромбической стали сечением 36×18 мм и длиной 0,8, 1,4 и 2,0 м и съемные породные резцы РП2, РП7, армированные пластинками из твердых сплавов. При работе мотоперфоратором МП-1 — буры из шестигранной стали диаметром 22 мм и съемные долотчатые или крестовые коронки диаметром 28—36 мм, также армированные пластинками твердого сплава.

#### Техническая характеристика мотобура М-1

Глубина бурения шпуров, м . . . . .	2,0
Диаметр шпуров, мм . . . . .	43
Частота вращения шпинделя мотобура (при 6200 об/мин двигателя), об/мин:	
на первой скорости . . . . .	225
на второй скорости . . . . .	615
Привод: бензиновый двигатель «Дружба-4» . . . . .	—
Мощность двигателя, л.с. . . . .	4,0
Размеры мотобура, мм . . . . .	540×440×540
Масса мотобура, кг . . . . .	15

#### Техническая характеристика мотоперфоратора МП-1 «Смена»

Глубина бурения шпуров, м . . . . .	До 4
Диаметр шпуров, мм . . . . .	36
Скорость бурения в породах средней крепости, см/мин . . . . .	Около 15
Энергия удара, кгс . . . . .	2,5
Привод: бензиновый двигатель двух-	

Тактный с двухканальной возвратно-петлевой продувкой	
Номинальная частота вращения двигателя, об/мин . . . . .	2650 ± 150
Количество цилиндров двигателя . . .	1
Рабочий объем цилиндра при диаметре 58 мм, см <sup>3</sup> . . . . .	185
Запуск двигателя — от ручного стартера	
Топливо — смесь бензина А-72 или А-74 с маслом МС-20 в отношении 12:1 или МК-22 в отношении 15:1 по объему	
Расход топлива, л/ч . . . . .	Около 1,8
Емкость топливного бака, л . . . . .	1,9
Размеры мотоперфоратора, мм . . . .	250×325×750
Масса мотоперфоратора, кг . . . . .	30

К взрывчатым материалам (ВМ), используемым на канавных работах, относятся взрывчатые вещества (ВВ) и средства взрывания (СВ) — капсуль-детонатор (КД), электродетонаторы (ЭД), огнепроводный шнур (ОШ), детонирующий шнур (ДШ) и др. В табл. 12 приведены условия рационального ис-

Таблица 12

Характеристика взрывчатых веществ, рекомендуемых для применения при проходке разведочных каналов буровзрывным способом

ВВ	Условия применения	Переводной коэффициент взрывной эффективности ВВ	Отпускная цена за 1 кг, руб.
Зерногранулит 79/21 (россыпь) . . . .	Сухие или маловлажные породы	1,00	0,167
Гранулит М (россыпь) . . . . .	То же	1,15	0,112
Гранулит С-2 (россыпь) . . . . .	»	1,15	0,115
Игданит . . . . .	»	1,15	0,08—0,095
Гранулит АС-2 (россыпь) . . . . .	Сухие и влажные породы	1,05	0,152
Аммонит № 6-ЖВ (порошок) . . . . .	То же	1,00	0,18
Акватол 65/35* (россыпь) . . . . .	Сухие и обводненные породы	1,05	0,233
Зерногранулит 30/70* (россыпь) . . . .	То же	1,00	0,33
Гранулотол . . . . .	»	1,00	0,345
Аммонит № 6-ЖВ** (патронированный) . . . . .	»	1,00	0,315

\* При взрывании сухих и маловлажных пород необходимо производить смешивание с водой (12—17%).

\*\* Патронированный аммонит № 6-ЖВ следует применять при простреливании шпуров (создании котловой полости) и в качестве боевиков для инициирования россыпных ВВ.

пользования, переводные коэффициенты по взрывной эффективности и отпускные цены рекомендуемых для проходки разведочных канав взрывчатых веществ. В табл. 13 и 14 даны основные технические показатели по рекомендуемым средствам взрывания. Более подробные сведения о них изложены во многих справочниках и руководствах по БВР (по буровзрывным работам).

Проверка электродетонаторов, подбор их по сопротивляемости, а также проверка исправности и измерения сопротивления электровзрывной сети производятся приборами, допущенными для этой цели (ВИО-3, ЛМ-48, ОВЦ-2, ИВЦ-1, ИВЦ-2 и др.). Взрывной испытатель ВИО-3 используется для проверки электродетонаторов на токопроводимость, а также проводов и взрывной сети с общим сопротивлением до 100 Ом. Линейный мостик ЛМ-48, ом-метр ОВЦ-2 (ом-метр взрывной цепи), испытатели взрывной цепи ИВЦ-1 и ИВЦ-2 предназначены для измерения сопротивления электродетонаторов и электровзрывной сети и имеют пределы изменения измеряемых сопротивле-

Таблица 13

Средства для огневого способа взрывания

Наименование и марка изделия	Диаметр, мм	Длина, м	Гарантийный срок хранения, год	Цена за 1000 шт. или 1000 м, руб.
------------------------------	-------------	----------	--------------------------------	-----------------------------------

Средства иницирования ВВ

Капсюль-детонатор в алюминиевой гильзе КД № 8А . . . . .	7,0	0,047	10	37,3
Капсюль-детонатор в бумажной гильзе КД № 8Б . . . . .	7,0	0,049	2	21,0
Капсюль-детонатор в металлической гильзе КД № 8М . . . . .	7,0	0,049	2	32,0

Средства передачи огневого импульса капсюль-детонатору

Шнур огнепроводный асфальтированный (для сухих забоев) — ОША . .	4,8—5,8	10	1	33,8
Шнур огнепроводный двойной асфальтированный (для обводненных забоев) — ОШДА . . . . .	5—6	10	5	42,8
Шнур огнепроводный пластиковый (для взрывания в воде) — ОШП . .	5—6	10	5	74,5

Средства воспламенения огнепроводного шнура

Патроны зажигательные ЗПБ . . . . .	18—41	50—90	—	42—55
Фитиль зажигательный № 1 и № 2 . . . . .	7—8	50	—	86—95

## Характеристики основных марок электродетонаторов

Марка и характеристика электродетонатора	Размеры в мм (в числителе — диаметр, в знаменателе — длина)	Количество серий	Обозначения на бирках	Замедление, с	Оптовая цена за 1000 шт., руб.
ЭДБ, мгновенного действия . .	$\frac{7,2}{72}$	—	—	—	100—138
ЭД-8-Э, мгновенного действия .	$\frac{7,2}{50-60}$	—	—	—	120—144
ЭД-8-Ж, мгновенного действия	$\frac{7,2}{50-60}$	—	—	—	130—155
ЭД-8-ЗПС, мгновенного действия . . . . .	$\frac{7,2}{50-60}$	—	—	—	100—138
ЭД-ЗД, замедленного действия	$\frac{7,2}{72-80}$	9	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 6,0; 10,0	138—162
ЭД-КЗ, короткозамедленного действия . . . . .	$\frac{7,2}{72}$	6	1, 2, 3, 4, 5, 6	0,025; 0,050; 0,075; 0,1; 0,15; 0,25	118—154

ний соответственно 0,2—3000, 1,0—500, 0—200, 0—500 Ом. В качестве источника тока при электровзрывании можно применять (с учетом количества одновременно взрывающихся зарядов) взрывные машинки КПМ-1, ВМК-3/50, ВМК-1/100, ВМА-100/300 и др. Перечисленные приборы портативны по размерам и обладают небольшой массой (до 4,0 кг).

Помимо огневого и электрического способов взрывания, в практике проходки разведочных канав широко распространено взрывание зарядов ВВ с помощью детонирующего шнура. Для большинства обычных марок детонирующего шнура (ДШ-А, ДШ-Б и ДШ-В) в качестве сердцевинки используется тэн — высокобризантное взрывчатое вещество. Скорость детонации тэновых ДШ составляет около 7000 м/с, гарантийный срок хранения — 1,5 года, стпуская цена за 10 000 м — от 118 до 143 руб. Иницирование детонирующего шнура осуществляется с помощью капсуль-детонаторов или электродетонаторов. При короткозамедленном взрывании зарядов ВВ детонирующим

шнуром могут использоваться пиротехнические реле времени (детонационное реле) КЗДШ-58 и КЗДШ-62—2. Номинальное время замедления для патронов КЗДШ-58 составляет  $10 \pm 4$ ,  $20 \pm 6$ ,  $35 \pm 7$ ,  $50 \pm 7$  мс, гарантийный срок годности — 1 год, стоимость — 280 руб., за 1000 штук. Время срабатывания КЗДШ-62-2 составляет  $10 \pm 4$ ,  $20 \pm 6$ ,  $35 \pm 7$  мс, гарантийный срок хранения — 1 год, стоимость за 1000 штук — 120 руб.

### Основные параметры, результаты и показатели буровзрывных работ

К основным параметрам буровзрывных работ при проходке разведочных канав в первую очередь следует отнести: 1) размеры зарядных камер (шпуров, лунок и др.); 2) форму и конструкцию зарядов ВВ; 3) глубину заложения зарядов; 4) расстояние между зарядами;

5) массу зарядов; 6) величину забойки. В зависимости от принятых величин получаются те или иные результаты взрывных работ, т. е. ширина (диаметр) и видимая глубина выемки после взрыва, а также мощность (глубина) слоя разрыхленной взрывом породы, оставшейся после взрыва в проектном контуре канавы (рис. 11). Результаты взрывания обуславливают, в свою очередь, числовые значения основных технико-экономических показателей взрыв-

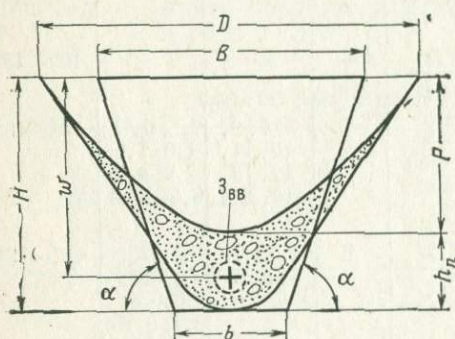


Рис. 11. Общий вид и элементы сечений проектного контура канавы и выемки после взрыва

ной проходки разведочных канав, а именно: объем выброса взрывом породы; объем уборки пород после взрыва; показатели расхода ВВ на 1 м длины или 1 м<sup>3</sup> проектного объема канавы; стоимость единицы выработки и производительности труда.

Диаметр шпуров зависит от величины требуемого заряда ВВ и свойств той породы, которая разрабатывается буровзрывным способом. В зависимости от применяемых средств бурения и технологических схем взрывных работ величина диаметра шпуров изменяется в пределах от 3 до 10 см, а иногда более.

Длина шпуров (лунок) или как ее часто называют глубина шпуров (лунок) измеряется от поверхности взрываемой среды до дна пробуренных шпуров (лунок) и колеблется в пределах от нескольких дециметров

(при проходке мелких канав) до нескольких метров (для канав глубиной более 1 м). При проходке разведочных канав следует стремиться к тому, чтобы глубина шпуров максимально приближалась к проектной глубине выработки.

Форма и конструкция зарядов ВВ. При взрывах рыхления рекомендуется использовать удлиненные заряды ВВ, создаваемые путем засыпания ВВ в пробуренные вертикальные шпур. Для взрывов на выброс наиболее целесообразной является сосредоточенная форма зарядов ВВ, при которой вся масса взрывчатого вещества, подготовленного для взрывания, по возможности должна быть сконцентрирована в пространстве, имеющем форму, близкую к шару, кубу, и т. п.

Глубина заложения зарядов, или линия наименьшего сопротивления (л. н. с.), определяется как расстояние от центра заряда до земной поверхности. Для взрывов рыхления расчетное значение линии наименьшего сопротивления принимается равным

$$W = (0,6 \div 0,7) h_{ш}, \quad (5)$$

где  $W$  — линия наименьшего сопротивления,

$h_{ш}$  — глубина шпура (лунки), м;

для однослойной схемы проходки канав взрывом на выброс рекомендуется принимать

$$W = 0,9 h_{ш}. \quad (6)$$

Расстояние между зарядами, расположенными в ряд (-ы) по оси будущей выработки, можно рассчитать по формуле

$$a = W \cdot n, \quad (7)$$

где  $n$  — показатель действия взрыва, определяемый как отношение полуширины выемки взрыва к глубине заложения зарядов;

$a$  — расстояние между зарядами.

Для взрывов рыхления можно использовать формулу

$$a = \frac{L_{сл}}{i_{сл}}, \quad (8)$$

где  $L_{сл}$  — длина канавы по низу на соответствующем слое проходки, м;

$i_{сл}$  — количество зарядов рыхления (расчетное число шпуров) для соответствующего слоя проходки.

При этом можно принимать, что

$$i_{сл} = \frac{q_p \cdot F_{сл} \cdot L_{сл}}{0,785 \Delta h_{ш} \cdot d_{ш}^2 \cdot K_3}, \quad (9)$$

где  $q_p$  — удельный расход ВВ на рыхление, кг/м<sup>3</sup>; его значение рекомендуется брать равным одной трети величины  $q_0$ , приведенных в табл. 11;

$F_{\text{с.л}}$  — часть площади проектного сечения канавы, разрыхляемая при проходке соответствующего слоя,  $\text{м}^2$ ;

$\Delta$  — плотность заряжения,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$h_{\text{ш}}$  — глубина слоя проходки (глубина шпуров),  $\text{м}$ ;

$d_{\text{ш}}$  — диаметр шпуров,  $\text{м}$ ;

$K_3$  — коэффициент заполнения шпуров по глубине; обычно составляет 0,6—0,8.

При однослойной схеме проходки

$$a = \frac{L}{i_{\text{к}}}, \quad (10)$$

где  $L$  — проектная длина канавы по низу,  $\text{м}$ ;

$i_{\text{к}}$  — общее число шпуров (общее количество зарядов ВВ).

В случаях многорядного расположения зарядов (при необходимости получения выработок значительной ширины) расстояние между рядами берется равным расстоянию между зарядами в ряду.

Общее количество зарядов ВВ на весь объем проходимой выработки может быть определено по формуле

$$i_{\text{к}} = \frac{L_1}{a_1} + \frac{L_2}{a_2} + \dots + \frac{L_j}{a_j}, \quad (11)$$

где  $L_1, L_2, \dots, L_j$  и  $a_1, a_2, \dots, a_j$  — длина канавы по низу и расстояние между зарядами соответственно на первом, втором и т. д. слоях взрывания,  $\text{м}$ .

Из формулы (10) следует, что при однослойной схеме проходки канав взрывным способом

$$i_{\text{к}} = \frac{L}{a}. \quad (12)$$

Массу шпурового (удлиненного) заряда ВВ для рыхления горных пород можно рассчитать по формуле

$$Q_{\text{р}} = 0,785 K_3 \cdot h_{\text{ш}} \cdot d_{\text{ш}}^2 \Delta, \quad (13)$$

где  $h_{\text{ш}}$  — глубина шпура,  $\text{м}$ ,

$Q$  — масса шпурового заряда.

Массу одиночного сосредоточенного заряда выброса при однослойной проходке разведочных канав, а также при взрывании зарядов на первом слое в случаях многослойной схемы проходки, рекомендуется рассчитывать по уточненной формуле М. М. Борескова [8]

$$Q = q_0 \frac{W^3}{\sqrt{W}} (0,4 + 0,6n^3), \quad (14)$$

где  $q_0$  — расчетный удельный расход ВВ при  $W=1$  м, характеризующий сопротивляемость пород взрыву выброса; его значения приведены в табл. 11.

Во многих случаях при проходке разведочных канав заряды ВВ закладывают вблизи или на контакте взрывааемых наносных отложений и подстилающих коренных пород. При этом наличие прочных подстилающих пород увеличивает, а слабых уменьшает эффективность взрывных работ по сравнению с взрыванием в однородной среде. Влияние фактора расположения зарядов на контакте двух разнопрочных пород может быть учтено введением в формулу (14) специального множителя — поправочного коэффициента, вычисленного согласно выражению

$$\gamma_k = 0,5 + 0,5 \sqrt[3]{\frac{f_B}{f_H}}, \quad (15)$$

где  $\gamma_k$  — поправочный коэффициент;  
 $f_B$  и  $f_H$  — коэффициенты крепости соответственно взрывааемой (верхней) и подстилающей (нижней) пород по шкале М. М. Протодяконова.

После заряжания шпуров (лунок) оставшееся пространство зарядных камер заполняется забоечным материалом, что улучшает эффект действия зарядов ВВ. При методе шпуровых зарядов, используемом для рыхления пород, длина забойки в зависимости от крепости взрывааемых пород может составить  $h_3 = (0,25—0,5)h_{ш}$ . При расчетах обычно принимается

$$h_3 = 0,3h_{ш}. \quad (16)$$

При взрывании сосредоточенных зарядов ВВ, размещенных в котловых шпурах или лунках, длина забойки может быть вычислена по формуле

$$h_3 = 2W - h_{ш}. \quad (17)$$

Ширина ( $D$ ) и видимая глубина выемки ( $p$ ), получаемые после взрыва зарядов выброса, определяются соответственно по формулам

$$D = 2n \cdot W \quad (18)$$

$$p = 0,5nW, \quad (19)$$

Иногда при расчетах параметров взрывных работ требуется определять и мощность (глубину) разрыхленного слоя грунта, оставшегося в выемке после взрыва зарядов выброса. При расположении зарядов вблизи контакта взрывааемых наносов и подстилающих коренных пород можно принимать

$$h_p = H - 0,5nW, \quad (20)$$

где  $H$  — глубина разведочной канавы, м.

Объем выброса породы силой взрыва и объем уборки разрыхленной породной массы, оставшейся после взрыва в проектном контуре канавы, являются одними из главных результирующих показателей, которые характеризуют эффективность применяемых параметров буровзрывных работ. Для их определения необходимо знать проектные размеры выработки и размеры выемки после окончания взрывных работ. Формулы, пригодные для расчета объемов выброса и уборки при известных значениях проектных размеров канавы и величин  $D$  и  $p$ , приведены в работе [9].

Основным техническим показателем, отражающим материальные затраты при производстве взрывных работ, является фактический расход ВВ, который при проходке разведочных канав может быть отнесен на  $1 \text{ м}^3$  проектного объема канав или на  $1 \text{ м}$  длины канавы. В отличие от показателей расчетного удельного расхода ВВ —  $q_p$  и  $q_0$  в формулах (9) и (14), определяемых при стандартных условиях и являющихся постоянными величинами для данных пород и ВВ, фактический удельный расход ВВ во многом зависит от принятых параметров взрывания, используемой технологии работ и проектных размеров проходимых выработок.

Расход ВВ на  $1 \text{ м}^3$  проектного объема канавы составляет

$$q_{об} = \frac{Q_{общ}}{V_{пр}}, \quad (21)$$

где  $Q_{общ}$  — общая масса ВВ, израсходованная при проходке выработки, кг;

$V_{пр}$  — проектный объем канавы,  $\text{м}^3$ .

Расход ВВ (в кг) на  $1 \text{ м}$  длины канавы может быть определен по формуле

$$q_{дл} = q_{об} \cdot F, \quad (22)$$

где  $F$  — площадь проектного сечения канавы,  $\text{м}^2$ .

Кроме расхода ВВ, следует определять также расход шпурометров на  $1 \text{ м}$  длины канавы или на  $1 \text{ м}^3$  проектного объема выработки

$$l_{дл} = \frac{h_{ш1}}{a_1} + \frac{h_{ш2}}{a_2} + \dots + \frac{h_{шj}}{a_j}, \quad (23)$$

$$l_{об} = \frac{l_{дл}}{F}, \quad (24)$$

где  $l_{дл}$  — расход шпурометров на  $1 \text{ м}$  длины канавы;

$l_{об}$  — расход шпурометров на  $1 \text{ м}^3$  проектного объема выработки;

$h_{ш1}, h_{ш2}, \dots, h_{шj}$  и  $a_1, a_2, \dots, a_j$  — глубины шпуров и расстояние между ними соответственно для 1-го, 2-го и  $j$ -го слоя.

При однослойной схеме проходки канав взрывным способом

$$l_{\text{дл}} = \frac{h_{\text{ш}}}{a} = \frac{H}{a}. \quad (25)$$

Наиболее важными технико-экономическими показателями при проходке разведочных канав взрывным способом являются производительность труда проходчиков и стоимость единицы работ.

Производительность труда на канавных работах может быть выражена либо в кубических метрах проектного объема проходки, выполненных за рабочую смену, либо в погонных метрах длины канав. То же самое относится и к стоимости работ.

Производительность труда в метрах канавы на чел.-смену можно определить по формуле

$$\Pi_{\text{дл}} = \frac{d_{\text{см}}}{t_{\text{к}} \cdot l_{\text{дл}} + t_{\text{в}} \cdot q_{\text{дл}} + t_{\text{у}} \cdot V_{\text{у}}}, \quad (26)$$

а производительность труда (в м<sup>3</sup>) на чел.-смену

$$\Pi_{\text{об}} = \Pi_{\text{дл}} \cdot F, \quad (27)$$

где  $d_{\text{см}}$ — длительность рабочей смены, ч;

$t_{\text{к}}$ ,  $t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{у}}$ — трудоемкости соответственно создания 1 м зарядной камеры (бурения шпура), взрывания 1 кг ВВ и уборки 1 м<sup>3</sup> породы;

$V_{\text{у}}$ — объем уборки породы на 1 м канавы.

Стоимость проходки 1 м канавы ( $S_{\text{дл}}$ ) взрывным способом можно подсчитать, используя выражение

$$S_{\text{дл}} = r_{\text{к}} \cdot l_{\text{дл}} + r_{\text{в}} \cdot q_{\text{дл}} + r_{\text{у}} \cdot V_{\text{у}}, \quad (28)$$

а стоимость 1 м<sup>3</sup> проектного объема ( $S_{\text{об}}$ ) канавы как

$$S_{\text{об}} = \frac{S_{\text{дл}}}{F}, \quad (29)$$

где  $r_{\text{к}}$ ,  $r_{\text{в}}$ ,  $r_{\text{у}}$ — стоимости соответственно создания 1 м зарядной камеры, взрывания 1 кг ВВ и уборки 1 м<sup>3</sup> породы, руб.

Следует подчеркнуть, что значительная часть приведенных в данном разделе формул (кроме 26—29) пригодна для использования лишь при однослойной схеме проходки разведочных канав. Для многослойной схемы следует ожидать определенного их изменения за счет введения соответствующих поправочных коэффициентов, учитывающих влияние условия зажима при взрывании зарядов на втором и последующих слоях проходки. Однако экспериментального материала, позволяющего обоснованно установить значения требуемых коэффициентов, пока не имеется. Поэтому при многослойном взрывании основные параметры и результаты буровзрывных работ рекомендуются уточнять опытным путем.

Главной задачей при проходке канав взрывным способом

является установление рациональных значений основных параметров буровзрывных работ (глубины заложения зарядов, их веса и расстояний между ними), т. е. таких их значений, при которых будет обеспечиваться достижение минимальной стоимости проходки и требуемой производительности труда.

Для взрывов рыхления определение рациональных параметров БВР обычно сводится к установлению их расчетных значений по формулам (5), (8) и (13).

При проходке разведочных канав взрывом на выброс производитель работ может изменять массу зарядов ВВ, глубину их заложения и расстояние между ними, добиваясь наилучших показателей буровзрывных работ. При этом в зависимости от соотношения технических и стоимостных показателей, входящих в формулы (26) и (28), требуемая производительность и минимальная стоимость могут быть достигнуты при различных значениях массы зарядов и расстояний между ними. Как следует из формул (7) и (14), при постоянстве известных условий взрываний на выброс ( $q_0$ ,  $W$ ) расстояния между зарядами и величина этих зарядов зависят от принятого показателя действия взрыва. Таким образом, в этом случае задача определения рациональных параметров взрывных работ заключается в установлении соответствующих значений массы зарядов и расстояний между ними, обеспечивающих достижение рационального показателя действия взрыва.

Решение этой задачи может быть получено расчетным или опытным путем. В первом случае можно использовать расчетный метод определения рациональных параметров взрывных работ [10], в котором учтена взаимосвязь переменных параметров БВР с производительностью труда и стоимостью проходки 1 пог. м канавы. Опытное определение рациональных параметров состоит во взрывании различных по величине зарядов ВВ при различных значениях расстояния между ними и установлении на основании технико-экономических расчетов варианта с требуемой производительностью труда или минимальной стоимостью проходки.

При однослойной схеме взрывания на выброс общий порядок определения рациональных параметров и показателей взрывания на выброс заключается в следующем. Установленные расчетом, согласно [10], значения рационального показателя действия взрыва подставляют в формулы (7), (12), (14), (18) и (19) и подсчитывают соответственно расстояние между зарядами, их количество и массу, а также размеры выемки выброса. Затем по формулам (21—29) вычисляют расход ВВ на единицу выработки, производительность труда и стоимость 1 м проходки и 1 м<sup>3</sup> канав. Расчетные величины проверяют и уточняют по результатам 2—3-х опытных взрывов.

Для многослойной схемы взрывания на выброс вышеназженный порядок определения рациональных параметров не

действителен. В этом случае рациональные параметры БВР рекомендуется устанавливать на основании опытных работ.

Ниже приведены показатели рационального расхода аммонита № 6-ЖВ на проходку разведочных канав взрывами рыхления и взрывами на выброс (табл. 15). При применении взрывчатых веществ, отличных по взрывной эффективности от аммонита № 6-ЖВ, приведенные данные по расходу ВВ должны корректироваться с учетом переводных коэффициентов (см. табл. 12).

Таблица 15  
Расход аммонита № 6-ЖВ, кг/м<sup>3</sup>

Категория пород по табл. 11	При взрывании зарядов рыхления	При взрывании зарядов на выброс
I	0,2	1,0
II	0,3	1,0
III	0,35	1,0
IV	0,40	1,1
V	0,50	1,2
VI	0,60	1,4
VII	0,80	1,8
VIII	1,00	2,0

### Производство основных технологических операций, организация работ и техника безопасности

Нами уже отмечалось, что к основным технологическим операциям при взрывной проходке канав относятся создание зарядных камер (бурение и простреливание шпуров, проходка лунок), зарядание и взрывание ВВ, а также уборка породы. Состав и порядок работ при ручном и механизированном бурении подробно изложены в соответствующих руководствах и инструкциях. Ниже вкратце описаны работы по простреливанию и заряданию шпуров.

Простреливание шпуров производится в целях обеспечения сосредоточенной формы зарядов ВВ. Для этого в донной части пробуренных шпуров создается котловая полость (котел) за счет взрывания небольших по массе (в пределах от 0,05 до 0,8 кг) зарядов ВВ, называемых обычно зарядами простреливания. Расход ВВ на образование одной котловой полости может быть принят ориентировочно в размере 1—5% от массы основного заряда для талых рыхлых и связных грунтов, 4—8% — для сезонномерзлых и 6—10% — для многолетнемерзлых пород.

Если заряд простреливания расчетной массы не вмещается в донной части шпура, на участке длиной, равной длине пат-

рона (200 мм), то простреливание ведут в несколько приемов. Величину первого заряда простреливания принимают равной 200 г, величину второго и последующих определяют с учетом объема котла, полученного в результате предыдущего простреливания. Приблизительно объем котла после простреливания можно определить по формуле

$$V_{\text{к}} = Q_{\text{пр}} \cdot P_{\text{пр}},$$

где  $Q_{\text{пр}}$  — величина заряда простреливания;

$P_{\text{пр}}$  — показатель простреливаемости пород.

При этом используются данные, приведенные в табл. 10.

Заряжание шпуров (лунок) производится после удаления рабочих в безопасное место и расстановки оцепления опасной зоны. При заряджении следует использовать специальный мерный совок (для точного определения веса рассыпных ВВ), воронку с длинным узким концом (чтобы взрывчатые вещества не застревали на шероховатых стенках шпура, а ссыпались непосредственно в котел) и шест-забойник (для уплотнения забойки).

Патроны-боевики окончательно изготавливаются непосредственно на месте работ. Размеры боевиков должны обеспечивать беспрепятственное опускание их в зарядные камеры (шпуры, лунки).

Взрывчатые вещества в шпурах (лунках) укладывают без нарушения сплошности заряда. Для этого патронированные ВВ, предварительно хорошо размятые, освобождаются при заряджении от патронирующей оболочки (путем разрезания патронов). Размещая ВВ в зарядных камерах, необходимо не допускать осыпания грунта со стенок шпуров на ВВ. Для этого вначале засыпается примерно две трети заряда ВВ, после чего вводится патрон-боевик и засыпается оставшаяся треть взрывчатого вещества. После окончания заряджения шпура (лунки) производится тщательная забойка незаряженной части. Забоечным материалом может служить породная мелочь, полученная при бурении шпуров в проходке лунок. Первую порцию забоечной смеси следует укладывать без уплотнения, в дальнейшем забойку уплотняют легкими нажимами на нее шеста-забойника. В устьевой части шпура забойку уплотняют возможно сильнее.

При проходке канав взрывом на выброс наиболее рациональной является бригадная форма организации работ. Состав комплексной бригады следует определять с учетом объемов буровзрывных работ и сменной выработки рабочих соответствующих профессий. Объем сменного (дневного) задания бригады следует устанавливать с таким расчетом, чтобы можно было обмерить и задокументировать пройденные канавы или их секции в тот же день.

Взрывные работы при проходке разведочных канав должны производиться только при наличии утвержденного проекта, со-

держашего результаты технического расчета по обоснованию принятой технологической схемы и определению рациональных параметров взрывных работ, а также паспорта буровзрывных работ (паспорта БВР), составленного на основе установленных рациональных параметров взрывных работ и в строгом соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» (1972 г.). К паспорту прилагается ведомость с результатами расчетов и данными опытных работ, послуживших основанием для его составления. Составленный, таким образом, паспорт с приложенной ведомостью утверждается главным инженером партии (экспедиции).

Горногеологические и горнотехнические условия проходки канав (глубина заложения коренных пород, состав пород и их свойства, применяемое ВВ и т. д.) могут изменяться в процессе работы. При этом формальное соблюдение паспорта БВР приводит, как правило, к ухудшению технико-экономических показателей проходки. Поэтому в случаях изменения условий проходки основные параметры взрывных работ (глубина заложения зарядов, расстояние между ними и их масса) должны уточняться опытными взрывами, результаты которых рекомендуется сводить в специальные таблицы с тем, чтобы по мере их накопления имелась возможность в каждом конкретном условиях оперативно устанавливать рациональные параметры БВР.

Нормирование и оплату труда следует производить из расчета проходки 1 пог. м канавы. Нормы выработки и расценки должны быть дифференцированы в зависимости от категории пород и глубины канав. При нормировании и оплате, осуществляемых по объемному показателю проходки 1 м<sup>3</sup> канавы, учет выполненных объемов следует производить только на основе использования проектных размеров выработки, не принимая во внимание излишние объемы выброса, получаемые за счет увеличения сечений по ширине в результате взрывания усиленных зарядов ВВ.

При проходке разведочных канав буровзрывным способом должны строго соблюдаться все требования «Единых правил безопасности при взрывных работах» (1972 г.) и «Правил безопасности при геологоразведочных работах» (1972 г.).

### **Примеры из практики проходки разведочных канав буровзрывным способом**

Значительные успехи при проходке разведочных канав взрывом на выброс достигнуты в Северо-Западном (СЗТГУ), Читинском (ЧТГУ), Иркутском (ИТГУ), Северо-Восточном (СВТГУ) и других геологических управлениях, где были проведены обширные опытные работы по разработке и совершенствованию прогрессивной технологии проведения канав с применением взрывчатых веществ. Ниже приведены краткие све-

дения из практики проходки канав в условиях СВТГУ и ИТГУ — организаций, в которых взрывом на выброс выполняются наиболее значительные объемы канавных работ.

Проходка канав взрывом на выброс в организациях СВТГУ. Применение способа взрыва на выброс на канавных работах в СВТГУ началось с 1957 г., до этого разведочные канавы проходились вручную (в талых породах) и с использованием взрывов рыхления (в мерзлых породах). В настоящее время в управлении ежегодно проходят около 1 млн. м<sup>3</sup> разведочных канав и траншей взрывом на выброс.

Разведка канавами в большинстве случаев осуществляется в отдаленной от баз снабжения и подъездных путей, высокогорной таежной местности, в сложных горногеологических и технических условиях. Выработки проводятся по делювиальным отложениям со значительным содержанием крупнообломочного материала. Мощность крупноглыбчатого делювия колеблется от двух до пяти метров.

Все производственные операции по проходке канав способом взрыва на выброс выполняются вручную. Шпуры бурятся вертикально с помощью заостренных стальных ломов и кувалд. Диаметр шпуров 0,15—0,2 м, глубина их 1,2—1,4 м. Расстояние между шпурами колеблется в пределах 1,5—2,0 м в зависимости от профиля выработки, свойств пород и др. В шпурах размещают 15—20 кг ВВ. Забойкой служит породная мелочь из ранее пройденных выработок или пробуренных шпуров. Взрывание производится с помощью детонирующего шнура, предпочтение которому отдается из-за простоты монтажа взрывной сети и большей безопасности в работе. В невыброшенной после первого взрыва породе повторно забуривают шпуры, располагая их в промежутках между предыдущими. Повторные шпуры заряжают зарядами ВВ весом 3—4 кг. Взрывание повторных зарядов производят также детонирующим шнуром. Количество повторных взрывов зависит от глубины выработки. В качестве ВВ используют россыпной и патронированный аммонит № 6-ЖВ, а также зерногранулиты. Канавы глубиной до 2,0 м проходятся двумя-тремя взрывами, при большей глубине — четырьмя и более. За счет взрывания зарядов ВВ выбрасывается до 85—90% всего объема пород. После взрывания повторных зарядов проводится зачистка полотна канавы.

На проходке канав работают комплексные звенья из двух-трех проходчиков и одного взрывника. Труд проходчиков оплачивается по сдельным расценкам за метр пройденной выработки. Планирование и учет объемов проходки производятся с учетом проектного сечения канав (ширина канав по полотну 0,6 м, угол откоса бортов 65°).

С начала внедрения проходки канав взрывом на выброс в организациях управления производительность труда возросла более чем в четыре раза, а стоимость канавных работ снизи-

лась почти в два раза. Сменная производительность труда на рабочего в среднем составляет 20—25 м<sup>3</sup>, а стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> 3—4 руб.

Проходка канав взрывом на выброс в Мамско-Чуйской экспедиции Иркутского ГУ. В Мамско-Чуйской геологоразведочной экспедиции буровзрывным способом ежегодно проходится около 500 тыс. м<sup>3</sup> разведочных канав. Канавные работы ведутся в рыхлых отложениях, представленных тальми, сезонномерзлыми и многолетнемерзлыми породами с содержанием крупнообломочного материала до 50% и более. Мощность взрывааемых наносов обычно изменяется в пределах 1—3 м и лишь в редких случаях доходит до 5 м. Район работ экспедиции характеризуется среднегорным рельефом с относительными превышениями до 700 м и крутизной склонов до 30—35°.

В геологоразведочных партиях экспедиции применяется многослойная схема проходки канав взрывом на выброс (с использованием повторных взрывов, количество которых принимается в зависимости от глубины выработки). Технологический цикл проходки канав взрывом на выброс включает следующие производственные операции: 1) подготовку трассы канавы и разметку шпуров; 2) бурение и простреливание шпуров; 3) зарядание и взрывание котловых шпуров; 4) разметку и бурение шпуров или проходку лунок повторных взрывов; 5) уборку породы из выработки после последнего повторного взрыва.

Бурение шпуров производится вручную в талых и сезонномерзлых наносах и механическим способом (мотобуром М-1) в многолетнемерзлых песчано-глинистых породах. Глубина бурения шпуров составляет при ручном бурении 1,5 м для основных взрывов и 1,0—1,2 м для повторных взрывов; при механическом бурении 1,5—3,0 м (в зависимости от мощности наносов) для основных взрывов и 1,0 м для повторных взрывов. Проходка лунок в разрыхленном грунте (для размещения зарядов повторных взрывов) осуществляется с помощью специальной выгребной «ложки» на глубину 0,8—1,0 м. Простреливание шпуров производится зарядами аммонита № 6-ЖВ массой 0,1 кг для талых пород, 0,3—0,4 кг для сезонномерзлых и 0,4—2,0 кг для многолетнемерзлых наносных отложений. Расстояние между зарядами принимается равным: для зарядов основных взрывов 1,7—1,8 м в талых и сезонномерзлых грунтах и 1,6—2,1 м в многолетнемерзлых отложениях; для зарядов повторных взрывов 1,3—1,6 м.

Зарядание шпуров (лунок) в большинстве случаев производится зерногранулитом 79/21, годовой расход которого составляет примерно 80% от общего количества расходуемых ВВ. Масса зарядов ВВ зависит от глубины их заложения и составляет в талых и сезонномерзлых породах 4—6 кг, в многолетнемерзлых породах 5; 9 и 12 кг соответственно для глубин

заложения до 1,5; 2,5 и 3,0 м. Масса зарядов ВВ для повторных взрывов принимается в пределах 1,5—2,0 м при взрывании талых и сезонномерзлых наносов и 2,5—7,0 кг при взрывании многолетнемерзлых наносов. Взрывание зарядов основных взрывов производится огневым или электрическим способом, а зарядов повторных взрывов — электрическим способом или с применением детонирующего шнура.

Оставшаяся в канаве после окончания взрывных работ разрыхленная горная масса убирается вручную. В зависимости от условий проходки объем уборки в среднем составляет: для талых пород 40%, для сезонномерзлых 30% и для многолетнемерзлых грунтов 25%.

При проходке канав применяется звеньевая форма организации труда. В состав звена входят два проходчика и один взрывник. Оплата труда рабочих производится по усредненной категории за 1 м<sup>3</sup> проектного контура канав.

В 1971—1972 гг. производительность труда на одного проходчика в смену составила: 18—21 м<sup>3</sup> при разработке талых, 14—17 м<sup>3</sup> — сезонномерзлых и 14—16 м<sup>3</sup> — многолетнемерзлых грунтов. Стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы изменялась в пределах 1,5—3,0 руб.

## ПРОЧИЕ СПОСОБЫ ПРОХОДКИ РАЗВЕДОЧНЫХ КАНАВ

В группу прочих способов проходки разведочных канав включены: 1) ручной способ; 2) проходка с помощью канавокопателей; 3) проходка селевыми потоками и 4) комбинированный способ. Объединение указанных способов в одну группу обусловлено в основном ограничениями, связанными с условиями применения и перспективами развития отдельных из них (например, ручного), или сравнительно малым распространением других (например, комбинированного) в практике горно-разведочных работ.

### Проходка канав вручную

Проходка разведочных канав вручную состоит из следующего комплекса операций: подготовки рабочего места для заложения канавы (удаление камней, валунов, кустарника, пней и др.), разметка контура канавы, разрыхление (при необходимости с помощью кайла или лома) и выбрасывание породы лопатой на бровку канавы, подравнивание стенок канавы и проверка сечения выработки шаблоном, окончательная зачистка полотна канавы для взятия проб и геологической документации.

Разрыхление (копание) и выброс породы на бровку производится или отдельными слоями, глубина которых постоянна по всей длине канав и равна длине лопасти используемых лопат (30—35 см), или отдельными секциями глубиной 1,0—1,5 м и более.

Разработка отдельными слоями применяется при проходке небольших по длине канав. В этом случае вначале разрыхляют и выбрасывают из канавы породу первого верхнего слоя по всей длине канавы, затем второго и т. д. до требуемой глубины выработки.

Проходка канав заходками целесообразна при значительной длине выработок. В данном случае прежде всего проходят небольшую секцию канавы на глубину до 1,5 м, а при небольшой мощности наносных отложений на всю проектную глубину. После этого разработку породы производят последовательными

уступами. При этом порода каждого уступа вначале разрыхляется и сыпается на металлический или деревянный настил (предварительно уложенный на дно ранее пройденной заходки), а затем с настила выбрасывается на поверхность.

Ручной способ проходки канав является наиболее трудоемким и дорогим. Производительность труда при этом способе главным образом зависит от физико-механических свойств разрабатываемых пород (состава, влажности, крепости и др.) и глубины проходки. В среднем она составляет 3,0—4,0 м<sup>3</sup>/чел.-смену. Средняя стоимость ручной проходки 1 м<sup>3</sup> канав колеблется в пределах 2,0—4,0 руб. За последние годы удельный вес ручной проходки разведочных канав в общем объеме канавных работ постоянно снижается. В настоящее время ручная проходка канав применяется лишь на тех объектах геологических поисков и разведки, где по тем или иным причинам невозможно использование других, более прогрессивных способов.

### **Проходка канав плужными канавокопателями**

Канавокопатели — землеройные машины непрерывного действия — применяются главным образом в дорожном строительстве, а также при производстве мелиоративных работ. Они выпускаются двух типов: плужные (рабочим органом является большой двухотвальный плуг) и фрезерные (рабочий орган состоит из двух дисков с фрезами). Рабочие органы канавокопателей могут быть прицепными на колесном ходу или навесными и иметь канатноблочное или гидравлическое управление. В практике геологоразведочных работ преимущественное распространение получили плужные канавокопатели типа КМ-1200 и КМ-1400 с канатным управлением рабочего органа. В процессе проходки канав канавокопатели буксируются одним трактором типа Т-140 или Т-180 или двумя тракторами Т-100. Техническая характеристика плужных канавокопателей, которые могут быть использованы при проходке разведочных канав, представлена в табл. 16.

Плужные канавокопатели рационально применять в условиях слабых местностей, при проходке магистральных (протяженностью 50—100 м и более) канав глубиной от 0,5 до 1,1 м в породах I—IV категорий, на участках с большими объемами проходки, обеспечивающими экономическую эффективность используемых канавокопателей. Канавокопатели не могут быть применены при проходке канав глубиной свыше 1,0—1,2 м без привлечения дополнительных средств проходки, а также при разработке мерзлых грунтов без предварительного их разрыхления с помощью буровзрывных работ.

Перед началом работы канавокопателей выполняются следующие подготовительные операции: 1) составление схемы движения канавокопателя с учетом получения возможно боль-

## Техническая характеристика плужных канавокопателей

Показатели	Марка канавокопателей			
	Д-267А	КМ-1200	КМ-1400М	ЛКА-2М ЛКА-2Г
Тяговые средства . . . . .	2 трактора Т-100 цугом	2 трактора Т-100 рядом	2 трактора Т-100 рядом	2 трактора Т-100 цугом
Размеры проходимой канавы, м:				
ширина по дну . . . . .	0,2—1,0	0,4	0,2	0,3
глубина . . . . .	0,6—0,8	1,2	0,8—1,0	0,4—0,8
Высота боковых дамб, м	0,2—0,3	До 0,5	0,2—0,5	—
Ширина берм, м . . . . .	До 0,2	0,5	0,5	0,7
Заложение откосов . . . . .	1:1—1:1,5	1:1	1:1	1:1
Производительность, км/ч	1,5	1,5	1,8	1,2
Радиус поворота в сцепе с трактором, м . . . . .	5,2	—	8—10	5,0
Габариты, м:				
длина без трактора . . . . .	7,4	—	6,14	6,5
длина с трактором . . . . .	10,92	—	9,66	10,0
транспортная ширина . . . . .	2,84	—	3,16	3,0
транспортная высота . . . . .	2,6	—	3,29	2,7
Механизм управления плугом . . . . .	Канатный	Канатный	Канатный	Гидравлический
Масса канавокопателя, кг . . . . .	3642	5840	4490	—
Стоимость, руб. . . . .	1250	1750	1800	2330

шего количества прямолинейных отрезков движения и максимальных радиусов разворотов; 2) разметка линий магистральных канав; 3) удаление с трассы проходки канав встречающихся пней, деревьев и при работе зимой — снежного покрова; 4) засыпка ям и других мелких естественных выемок по полосе трассы шириной не менее 4 м.

Рабочие органы канавокопателей следует заглублять в грунт при движении трактора на первой скорости. После окончательной установки их на заданной глубине можно переходить на более высокую скорость передвижения. Проходка разведочных канав канавокопателями должна быть организована таким образом, чтобы количество холостых проходов было минимальным. При проходке выработок, расположенных вдоль склонов, рабочий ход канавокопателя должен производиться сверху вниз по склону.

Сменную производительность плужного канавокопателя ( $m^3/смену$ ) можно определить по формуле

$$П_K = \frac{q_n \cdot K_n \cdot T}{7}, \quad (30)$$

где  $T$  — продолжительность смены, ч;

$K_{и}$  — коэффициент использования времени в смену; обычно  $K_{и} = 0,25—0,50$ ; его величина зависит от длины рабочего и холостого ходов, рельефа местности и других условий работы;

$q_{ч}$  — производительность за час чистой работы, составляющая при проходке разведочных канав  $500—900 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$z$  — число проходов канавокопателя, необходимое для достижения требуемой глубины канавы; согласно практическим данным  $z = 1—3$ .

При оценке эффективности использования серийно выпускаемых канавокопателей в условиях проходки разведочных канав следует учитывать, что их конструкция не соответствует особенностям и специфическим требованиям геологоразведочных работ. В частности, недостаточно прочными оказываются лемехи и опорные рамы, вследствие чего они часто деформируются; размеры лемехов не соответствуют возможностям используемых тракторов, в связи с чем ограничивается глубина копания и др. Для более широкого применения плужных канавокопателей в геологоразведочной практике необходимы совершенствование существующих и разработка новых специальных конструкций, наиболее полно учитывающих специфику канавных работ при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых.

Несмотря на наличие существенных недостатков, использование канавокопателей в тех условиях, где они могут быть применены, обеспечивает получение высокой скорости и низкой стоимости проходки разведочных канав. В 60—70-х годах плужные канавокопатели успешно применялись в Тимптоно-Учурской и Южно-Якутской экспедициях Якутского ГУ при поисках и разведке слюдяных и угольных месторождений. Канавы проходились в породах I—IV категорий на глубину до 1,0 м. В зависимости от конкретных условий проходки производительность канавокопателей составляла от 800 до 2000  $\text{м}^3$  в смену, а стоимость проходки 1  $\text{м}^3$  канавы колебалась в пределах 0,18—0,30 руб.

### Проходка канав селевыми потоками

При этом методе выполнения канавных работ разрушение горных пород и их транспортировка за пределы контура выработки производятся с помощью энергии движущейся воды. Способ селевых потоков может применяться на участках, расположенных вблизи (радиусом до 2 км) источников воды при крутизне склонов не менее  $10—15^\circ$ . Разрабатываемые породы могут быть представлены тальми, сезонномерзлыми и многолетнемерзлыми делювиальными или элювиальными отложениями с содержанием крупнообломочного материала (галыки,

щебня, камней и пр.) не более 30—40% по объему. Длина канав должна быть не менее 100 м.

При селевом способе проходки на специальной площадке рядом с верхней частью выработки устраивают и устанавливают водосборник емкостью 20—25 м<sup>3</sup>. Водосборник может быть выполнен в виде наземного котлована или сборной конструкции, состоящей из деревянного или металлического каркаса и резервуара из прорезиненной ткани. В зависимости от расположения источника воды водонаполнение водосборника производится самотеком (источник выше канавы) или с помощью насосов (источник ниже канавы). При наполнении водосборника водой используются стальные или прорезиненные трубы диаметром до 150 мм. Выпуск воды из водосборника осуществляется через специальное отверстие (дверную плотину) в наземном котловане или шлюзовую дверь (в сборном водосборнике), которые устраиваются в передней стенке водосборника.

Работы по проходке канав селевыми потоками вначале производят в следующем порядке. Намечают трассу будущей канавы, выбирают площадку для устройства водосборника, сооружают водопроводную магистраль (при необходимости устанавливают насосную станцию), устраивают или монтируют водосборник и наполняют его водой. Затем по оси канавы вручную или с помощью мотосверла пробуривают шпуры глубиной 0,6—0,8 м примерно через 1,0—1,4 м друг от друга. В шпурах размещают по 0,2—0,4 кг взрывчатого вещества и производят одновременное взрывание зарядов ВВ. В результате взрывных работ удаляется растительный слой, разрушается корневая система и образуется направляющая канавка, служащая трассой для селевого потока. После взрыва производят осмотр канавки и убирают вручную валуны, длинные корни и завалы, т. е. все то, что может служить препятствием для образования нормального селевого потока. Подготовив окончательно направляющую канавку, пускают воду из водосборника. Образующийся поток размывает дно и стенки канавки и уносит породу вниз по склону. После прохождения воды канаву просматривают на всю длину и устраняют вновь возникшие препятствия вручную или с применением взрывчатых веществ. Наполнения водосборника и пуски воды повторяют до вскрытия коренных пород.

При благоприятных условиях (постоянство угла склона, отсутствие валунов и крупных пней и т. д.) на проходку канавы протяженностью до 300 м и глубиной до 3 м требуется произвести 10—15 полных пусков воды из водосборника.

Проведение канав селевыми потоками целесообразно осуществлять комплексной бригадой в составе двух проходчиков и взрывников. При принудительной подаче воды (использование насосов) в бригаду дополнительно включается моторист.

Практика проходки разведочных канав селевыми потоками

в Иркутском, Дальневосточном и других геологических управлениях показывает, что применение этого способа позволяет добиться высоких технико-экономических показателей канавных работ. Так, в Мамско-Чуйской экспедиции Иркутского ГУ в 1964—1966 гг. производительность труда при использовании селевых потоков составила 50—55 м<sup>3</sup>/чел.-смену, а стоимость 1 м<sup>3</sup> проходки канав 0,6—0,7 руб., т. е. почти в 3,0—3,5 раза меньше, чем при ручном и буровзрывном способах. В поисково-разведочной экспедиции Дальневосточного ГУ за 1967—1968 гг. с помощью селевых потоков было пройдено 1400 м<sup>3</sup> канав. При этом получен экономический эффект в размере 24,8 тыс. руб., повышена производительность труда более чем в 10 раз и снижена стоимость проходки примерно в 2,0—2,5 раза по сравнению с ручным способом проведения разведочных канав.

### Проходка канав комбинированным способом

Сущность комбинированного способа заключается в комплексном использовании при проходке канав различных средств разрушения и уборки горных пород. При этом должна обеспечиваться максимально возможная механизация канавопроходческих работ.

Принципиальные схемы комбинированного способа, могут осуществляться в следующих двух основных вариантах: 1) рыхление или частичный выброс породы взрывом с последующей механизированной уборкой оставшейся в проектом контуре разрыхленной горной массы; 2) сочетание различных методов рыхления породы и средств механизированной уборки разрыхленной горной массы.

В первом варианте для разрушения пород предполагается использование энергии взрывчатых веществ, а для транспортировки разрыхленной взрывом породы из пределов канавы — различных землеройно-транспортных механизмов (бульдозеров, экскаваторов, скреперных установок и т. д.). Во втором варианте предусматривается главным образом комбинирование различных средств механического разрушения и уборки породы (специальных рыхлительных машин и землеройно-транспортной техники).

Целесообразность применения каждой схемы в определенных условиях зависит от физико-механических свойств и мощности вскрываемых наносных отложений, степени доступности района работ тому или иному виду транспорта, запланированных объемов проходки, наличия тех или иных землеройно-транспортных механизмов и т. п. Экономическая эффективность выбранной схемы комбинированного способа должна быть обоснована технико-экономическим расчетом.

Впервые комбинированный способ проходки разведочных канав, включающий использование бульдозера, взрывов на

рыхление и скреперной установки, был применен в 1967 г. в Северо-Кавказском геологическом управлении. Опытные работы проводились на участке с пересеченным рельефом местности. Разрабатываемые рыхлые отложения имели мощность до 8 м. Первый интервал канавы до глубины 1,0—1,5 м проходил бульдозером без применения буровзрывных работ. Ширина бульдозерной выемки составляла 4,5 м. Последующий интервал от 1,0—1,5 до 2,0—2,5 м и проходил с предварительным рыхлением пород взрывом. Ширина канавы на этом интервале принималась равной 3,5 м. Дальнейшая углубка канавы до 4,0—5,5 м производилась при помощи скреперной установки. Ширина канавы при этом получалась равной 1,0—1,2 м. Длина проходимых канав колебалась в широких пределах и достигала порой 300 м. Канавы проходились секциями по длине: бульдозерная секция 60—70 м; скреперная секция от 30 до 50 м. Бурение шпуров осуществлялось мотосверлом МС-1. Шпуры бурились глубиной до 1,0 м на расстоянии 0,8—1,0 м друг от друга и заряжались двумя-тремя патронами аммонита № 8. Взрывание зарядов производилось огневым способом. Скреперование разрыхленной взрывом породы осуществлялось сверху вниз (по склону). Всего комбинированным способом было пройдено 20,4 тыс. м<sup>3</sup> разведочных канав. Стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы составила 1,89 руб., в то время как для ручного способа в аналогичных условиях — 4,7 руб., а для скреперных установок — 2,52 руб.

В 1970—1971 гг. на участках Краснодарской экспедиции Северо-Кавказского управления был успешно применен вариант комбинированного способа, состоящий из буровзрывных работ на рыхление породы и скреперной уборки разрыхленной взрывом породы.

При уборке породы скреперной установкой ССУ-0,4 канавы проходились в породах II—V категорий на глубину до 6,0 м. Шпуры бурились с помощью мотосверла МС-1. Глубина шпуров составляла 1,0 м, расстояние между ними принималось равным 1,0—1,2 м. В качестве ВВ использовали аммонит № 6-ЖВ. Заряды взрывали огневым способом. Уборка породы производилась скрепером емкостью 0,4 м<sup>3</sup>. Объем проходки составил 1400 м<sup>3</sup>. При этом производительность труда составила 50 м<sup>3</sup>/смену, а стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> канавы 0,93 руб. В тех же условиях при проходке выработок буровзрывным способом производительность труда была примерно в 6 раз меньше, а стоимость в 2 раза больше.

При использовании скреперной установки СУ-0,2 канавы проходились в породах IV—VIII категорий. При этом выполнялись следующие технологические операции: бурение шпуров мотосверлом МС-1 на глубину 1,0—1,2 м, зарядание и огневое взрывание зарядов аммонита № 6-ЖВ; уборка разрыхленной породы скрепером емкостью 0,12 и 0,18 м<sup>3</sup>. Глубина пройденных

канав колебалась от 1,5 до 2,5 м. Производительность труда составила 35 м<sup>3</sup>/бр.-смену, а стоимость проходки 1 м<sup>3</sup> оказалась равной 0,76 руб.

В отдельных организациях Северо-Восточного геологического управления нашел применение вариант комбинированного способа, при котором используются буровзрывные работы и бульдозерная уборка породы. Канавы проходятся в многолетнемерзлых породах глубиной до 5 м и более. Работа организуется следующим образом. После разметки и расчистки трассы канавы производится бурение скважин диаметром 105 мм и глубиной 2,5—3,0 м, располагая их в один ряд по оси канавы на расстоянии 2,0—2,5 м друг от друга. Скважины бурятся станком НКР-100М и заряжаются россыпным или патронированным аммонитом № 6-ЖВ. Заряды ВВ взрывают с помощью детонирующего шнура. После взрыва взорванная порода транспортируется за пределы выработки бульдозером Д-271. До глубины 1,0—1,5 м грунт выдается поперечными ходами. В интервале глубины 1,5—4,0 м бульдозерная уборка породы производится продольными ходами с выдачей породы в боковые отвалы, располагаемые через 15—20 м по обеим сторонам канавы. При необходимости дальнейшей углубки канав вновь бурят скважины (но уже вручную) глубиной 0,6—0,8 м и заряжают их с таким расчетом, чтобы произошло взрывание на выброс. Окончательная добивка и зачистка полотна канавы производится вручную. Проходка выработок осуществляется бригадой в составе 3-х человек: бурильщика, бульдозериста и проходчика-взрывника. Производительность труда, достигаемая при данном способе проходки канав, в среднем составляет 8—10 м/смену, а стоимость проходки 1 м длины выработки 0,6—0,9 руб.

Приведенные примеры свидетельствуют о безусловной перспективности и необходимости широкого внедрения комбинированного способа, позволяющего проходить канавы глубиной более 3 м и обеспечивающего полную механизацию всего технологического процесса.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРОХОДКИ РАЗВЕДОЧНЫХ КАНАВ

Разнообразие методов и средств проходки разведочных канав вызвано многообразием экономико-географических, организационно-технических и горно-геологических факторов, характеризующих конкретные условия канавных работ. Наличие многочисленных особенностей и специфика горноразведочных работ весьма затрудняют выбор способа проходки канав для конкретного объекта разведочных изысканий. Поэтому дать исчерпывающие указания о том, где и когда необходимо применять тот или иной способ проходки, крайне затруднительно. На основании изучения практики и опыта передовых организаций можно лишь дать общие рекомендации по выбору области применения и совершенствования современных способов проведения разведочных канав.

Анализ содержания предыдущих разделов показывает, что выбор способа проходки канав в первую очередь должен основываться на учете следующих факторов: 1) доступность района работ тому или иному виду транспорта; 2) категории разрабатываемых пород; 3) проектная глубина выработок; 4) сроки проведения работ; 5) объемы проходки канав. При условии соответствия каждому из перечисленных факторов выбранный способ должен удовлетворять также требованиям экономической эффективности. Таким образом, вопрос выбора и, следовательно, применения того или иного способа должен быть тщательно продуман как с технической, так и с экономической стороны.

Характеристика района работ по доступности существующим видам транспорта, по обеспеченности и состоянию транспортных путей позволяет сразу решить вопрос о возможности применения землеройно-транспортной техники.

Категория горных пород по трудности разработки определяет технологические особенности разрушения породных массивов при проходке разведочных канав.

Механизированный и ручной способы проходки канав применимы ко всякого рода грунтам, но мерзлые и скальные породы требуют предварительного разрыхления при помощи

взрывных работ. Поэтому для них целесообразно рассматривать возможность применения различных вариантов комбинированного способа.

Учет условия глубины разработки особо важен при установлении соответствия землеройно-транспортной техники заложенным в проекте данным по глубине выработок. Если глубина канав превышает соответствующий технический показатель для выбранной машины, то рекомендуется рассмотреть целесообразность использования этой машины в комбинации с добивкой канав буровзрывным или иным способом.

Сроки продолжения канавных работ оказывают непосредственное влияние на принятие окончательного решения по выбору способа проходки канав. Продолжительные или не строго регламентированные сроки позволяют подходить к решаемому вопросу с позиций достижения только минимальной стоимости работ, что устанавливается на основе сопоставления результатов технико-экономических расчетов по сравниваемым способам. Краткость срока выполнения запланированных объемов заставляет иногда прибегать к наиболее производительному способу проходки канав вне зависимости от общей стоимости работ. При этом возникшие излишние расходы могут окупаться косвенным образом из других источников, связанных с сокращением срока разведки, использованием выбранных средств и оборудования на других объектах.

Особо важное значение при выборе способа проходки и определении его рационального применения следует придавать количественному выражению запланированных объемов канавных работ. При прочих равных условиях предпочтение следует отдавать тому способу, с помощью которого выполнение требуемых объемов проходки будет производиться с минимальной стоимостью работ. Так, ручной способ проходки канав выгоден при очень малых, примерно до 0,8 тыс. м<sup>3</sup>, объемах годовой проходки. При годовых объемах проходки, близких к 2,5—3,0 тыс. м<sup>3</sup>, рекомендуется применять буровзрывной способ. При более значительных объемах, а именно в пределах от 3,0 до 6,0—7,0 тыс. м<sup>3</sup> скреперная проходка, за редкими исключениями, является наиболее экономически оправданной. Увеличение годового объема свыше 7,0—8,0 тыс. м<sup>3</sup> заставляет прежде всего отказаться от буровзрывного и скреперного способов и переходить сначала к бульдозерной, а затем, по мере дальнейшего увеличения объема работ, к экскаваторной проходке канав.

Обобщая все вышеизложенное в данной работе, можно следующим образом сформулировать краткие заключения по области применения и направлениям совершенствования каждого из рассмотренных способов.

Ручная проходка канав не рекомендуется для применения. Использовать ее следует лишь в особо исклю-

чительных случаях, когда всякие другие способы оказываются экономически невыгодными, либо невозможными. Вполне очевидно, что по мере совершенствования иных, более прогрессивных способов проходки канав область применения ручного способа, как наиболее трудоемкого и дорогостоящего, будет сведена к минимуму.

Буровзрывной способ проходки канав рекомендуется использовать на объектах, не доступных транспортно-механизированным средствам, или на участках с годовыми объемами проходки до 2,5—3,0 тыс. м<sup>3</sup>. К недостаткам этого способа можно отнести: для взрывов рыхления — значительные затраты труда на бурение и уборку разрыхленной породы, сравнительно низкую производительность и высокую стоимость работ; для взрывов на выброс — увеличение сечений канав в сравнении с фактически требуемыми и значительный разброс породы, усложняющий засыпку выработки. В настоящее время целесообразно провести широкие испытания различных конструкций и форм зарядов ВВ, внедрить взрывание с определенным интервалом замедления и др. Имеющиеся теоретические и экспериментальные разработки по взрывному делу дают основание полагать, что при правильной постановке соответствующих опытных работ и грамотном внедрении их результатов вполне возможно улучшить существующие технико-экономические показатели взрывной проходки разведочных канав.

Проходка канав селевыми потоками позволяет достичь сравнительно высоких технико-экономических показателей, но возможна лишь при наличии благоприятного рельефа местности и близко расположенного к канавам, достаточного по своему дебету (дебет или расход воды) источника водоснабжения. По условиям размещения геологоразведочных выработок этим способом может выполняться до 10% годового объема проходки разведочных канав. Несмотря на вероятность лишь эпизодического применения селевых потоков, этот способ целесообразно рекомендовать тем геологическим партиям и экспедициям, в которых каналы проходятся вдоль склонов крутизной более 15°, при этом необходимо разработать, изготовить и, при возможности, применять легкие и удобные в работе разборные конструкции водосборников и магистральных водопроводов. Затраты на подготовку соответствующего оборудования для способа селевых потоков будут сравнительно небольшими, а результаты его использования в определенных условиях могут привести к существенному уменьшению сроков и стоимости поисково-разведочных работ.

Проходка канав канавокопателями характеризуется ограниченностью области применения вследствие малой глубины проходки (до 1,0 м). Учитывая большие скорости проходки, достигнутые при эксплуатации плужных канавокопа-

телей, представляется целесообразным осуществить специальные опытно-конструкторские работы по усовершенствованию и разработке таких рабочих органов канавокопателей, которые были бы пригодны для проведения канав глубиной свыше 1 м. Применение существующих типов канавокопателей может явиться особенно эффективным при проходке разведочных канав в комплексе с другими средствами разрушения и уборки породы.

Проходка канав канатными скреперными установками позволяет достичь глубины 6—7 м, при соблюдении проектных размеров выработки. Существующие установки просты в управлении и обслуживании, легко транспортибельны и надежны в работе. Основным их недостатком является малая производительность по сравнению с другими видами землеройно-транспортной техники. В ближайшие годы ведущим направлением в области совершенствования скреперной проходки разведочных канав должно явиться создание более производительных скреперных ковшей, правильный выбор основных технических параметров канатно-скреперных установок, разработка и внедрение рациональных технологических схем скреперования породы.

Проходка канав бульдозерами общепромышленного назначения обеспечивает получение выработки требуемой глубины с одновременным достижением достаточно высокой производительности труда и почти полной механизации канавных работ. Однако при этом происходит значительное увеличение ширины канав, что приводит к дополнительным затратам на засыпку выработок и рекультивацию почвы. Кроме того, бульдозерам присущи и другие недостатки, а именно, значительные потери на обратные холостые ходы, невозможность разработки мерзлых и скальных грунтов без предварительного рыхления и др. Таким образом, для условий проходки разведочных канав требуется разработка и внедрение специальной техники, позволяющей производить минимально необходимые объемы земляных работ при сокращении непроизводительных затрат рабочего времени.

Проходка канав экскаваторами является более целесообразной в сравнении с бульдозерами, поскольку при этом соблюдаются проектные размеры выработок, уменьшаются потери времени на непроизводительные операции, достигается более высокая скорость проходки. Вместе с тем применяемые для проходки канав экскаваторы не вполне соответствуют специфическим условиям геологоразведочных работ (как правило, ходовые части этих машин не приспособлены к условиям бездорожья, они неустойчивы при работе на косогорах с крутизной более 6—10° и др.). Учитывая современные тенденции развития экскаваторной техники, можно полагать, что со временем многие из перечисленных недостатков серийно

выпускаемых экскаваторов будут устранены. В целях улучшения технико-экономических показателей экскаваторной проходки канав производственным геологическим организациям необходимо уделять большее внимание вопросам подготовки и осуществления организационно-технических мероприятий по улучшению коэффициента использования имеющихся экскаваторов на канавных работах. Одновременно следует ускорить проведение научно-исследовательских работ по созданию более производительных рабочих ковшей экскаваторов и навесного экскавационного оборудования, внедрение которых обеспечивало бы повышение производительности труда и снижение стоимости проходки разведочных канав.

Большие резервы улучшения технико-экономических показателей канавных работ могут быть вскрыты и в результате более широкого распространения комбинированного способа, основанного на комплексном использовании при проходке разведочных канав различных методов и средств разрушения и уборки породы. В настоящее время следует в большем масштабе проводить исследования по обоснованию рациональных вариантов, выбору средств механизации и определению оптимальных параметров основных технологических операций комбинированного способа проходки канав. Разработка рациональных технологических схем комбинированного способа и рекомендаций по их практическому использованию может явиться основой для успешной замены как ручного, так и буровзрывного способов проходки разведочных канав, способствуя тем самым резкому повышению эффективности горно-разведочных работ.

Значение более рационального применения и ускоренного совершенствования существующих способов проходки разведочных канав весьма велико, поскольку при этом может быть получена значительная экономия денежных средств. Например, увеличение объемов механизированной проходки лишь на 1% позволит получить экономию около 250 тыс. руб. Следовательно, улучшая использование имеющихся средств и оборудования, необходимо совершенствовать рабочие органы серийно выпускаемых землеройных механизмов и способствовать внедрению новых землеройно-транспортных машин. Для успешного решения поставленных задач необходимо тесное творческое сотрудничество и объединенные усилия широкого круга работников научных и производственных организаций. Только при этом условии можно добиться повышения темпов и качества геологоразведочных работ.

телей, представляется целесообразным осуществить специальные опытно-конструкторские работы по усовершенствованию и разработке таких рабочих органов канавокопателей, которые были бы пригодны для проведения канав глубиной свыше 1 м. Применение существующих типов канавокопателей может явиться особенно эффективным при проходке разведочных канав в комплексе с другими средствами разрушения и уборки породы.

Проходка канав канатными скреперными установками позволяет достичь глубины 6—7 м, при соблюдении проектных размеров выработки. Существующие установки просты в управлении и обслуживании, легко транспортибельны и надежны в работе. Основным их недостатком является малая производительность по сравнению с другими видами землеройно-транспортной техники. В ближайшие годы ведущим направлением в области совершенствования скреперной проходки разведочных канав должно явиться создание более производительных скреперных ковшей, правильный выбор основных технических параметров канатно-скреперных установок, разработка и внедрение рациональных технологических схем скреперования породы.

Проходка канав бульдозерами общепромышленного назначения обеспечивает получение выработки требуемой глубины с одновременным достижением достаточно высокой производительности труда и почти полной механизации канавных работ. Однако при этом происходит значительное увеличение ширины канав, что приводит к дополнительным затратам на засыпку выработок и рекультивацию почвы. Кроме того, бульдозерам присущи и другие недостатки, а именно, значительные потери на обратные холостые ходы, невозможность разработки мерзлых и скальных грунтов без предварительного рыхления и др. Таким образом, для условий проходки разведочных канав требуется разработка и внедрение специальной техники, позволяющей производить минимально необходимые объемы земляных работ при сокращении непроизводительных затрат рабочего времени.

Проходка канав экскаваторами является более целесообразной в сравнении с бульдозерами, поскольку при этом соблюдаются проектные размеры выработок, уменьшаются потери времени на непроизводительные операции, достигается более высокая скорость проходки. Вместе с тем применяемые для проходки канав экскаваторы не вполне соответствуют специфическим условиям геологоразведочных работ (как правило, ходовые части этих машин не приспособлены к условиям бездорожья, они неустойчивы при работе на склонах с крутизной более 6—10° и др.). Учитывая современные тенденции развития экскаваторной техники, можно полагать, что со временем многие из перечисленных недостатков серийно

выпускаемых экскаваторов будут устранены. В целях улучшения технико-экономических показателей экскаваторной проходки канав производственным геологическим организациям необходимо уделять большее внимание вопросам подготовки и осуществления организационно-технических мероприятий по улучшению коэффициента использования имеющихся экскаваторов на канавных работах. Одновременно следует ускорить проведение научно-исследовательских работ по созданию более производительных рабочих ковшей экскаваторов и навесного экскавационного оборудования, внедрение которых обеспечивало бы повышение производительности труда и снижение стоимости проходки разведочных канав.

Большие резервы улучшения технико-экономических показателей канавных работ могут быть вскрыты и в результате более широкого распространения комбинированного способа, основанного на комплексном использовании при проходке разведочных канав различных методов и средств разрушения и уборки породы. В настоящее время следует в большем масштабе проводить исследования по обоснованию рациональных вариантов, выбору средств механизации и определению оптимальных параметров основных технологических операций комбинированного способа проходки канав. Разработка рациональных технологических схем комбинированного способа и рекомендаций по их практическому использованию может явиться основой для успешной замены как ручного, так и буровзрывного способов проходки разведочных канав, способствуя тем самым резкому повышению эффективности горно-разведочных работ.

Значение более рационального применения и ускоренного совершенствования существующих способов проходки разведочных канав весьма велико, поскольку при этом может быть получена значительная экономия денежных средств. Например, увеличение объемов механизированной проходки лишь на 1% позволит получить экономию около 250 тыс. руб. Следовательно, улучшая использование имеющихся средств и оборудования, необходимо совершенствовать рабочие органы серийно выпускаемых землеройных механизмов и способствовать внедрению новых землеройно-транспортных машин. Для успешного решения поставленных задач необходимо тесное творческое сотрудничество и объединенные усилия широкого круга работников научных и производственных организаций. Только при этом условии можно добиться повышения темпов и качества геологоразведочных работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Т. В. Машины для земляных работ. М., Машгиз, 1959, 425 с., с ил.
2. Борисович В. Т., Воздвиженский Б. И., Конычев М. И. Техника геологоразведочных работ. — В кн.: Итоги науки и техники. Сер. «Геология». М., изд. ВИНТИ, 1971, 136 с.
3. Дабкин И. В., Введенский М. Н. Проходка канав способом взрыва на выброс. — «Разведка и охрана недр», 1971, № 5, с. 23—28.
4. Единые нормы выработки (ЕНВ). Вып. IV. Горнопроходческие работы. М., «Недра», 1969, 439 с.
5. Лозовой Д. А., Покровский А. А. Землеройно-транспортные машины. М., «Машиностроение», 1973, 326 с.
6. Осипов В. М. Проходка геологоразведочных канав самоходной скреперной установкой. — В кн.: Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства. (Экспресс-информация), № 9. М., 1972, 6 с.
7. Прованов В. П., Фролков А. Е. Проходка геологоразведочных канав с помощью скреперных установок. — «Разведка и охрана недр», 1971, № 12, с. 27—31.
8. Симанкин А. Г. Определение величины зарядов при проходке геологоразведочных канав взрывом на выброс. — В кн.: Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства. (Экспресс-информация), № 110, М., 1970, 18 с.
9. Симанкин А. Г. Определение объемов уборки породы при проходке разведочных канав. — В кн.: Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства. (Экспресс-информация), № 10. М., 1973, 7 с.
10. Симанкин А. Г., Азаркович А. С. Расчетный метод определения рациональных параметров БВР при проходке разведочных канав взрывом на выброс. — В кн.: Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства. (Экспресс-информация) № 10. М., 1973, 23 с.
11. Смоляницкий А. А., Темес М. А. Механизированная проходка геологоразведочных канав и траншей. — В кн.: Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства. М., 1971, 40 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Общие сведения о проходке разведочных канав . . . . .	5
Объемы и особенности геологоразведочных канавных работ . . . . .	5
Разрабатываемые горные породы и способы проходки разведочных канав . . . . .	8
Проходка разведочных канав землеройными машинами . . . . .	13
Проходка канав экскаваторами . . . . .	13
Проходка канав бульдозерами . . . . .	23
Проходка канав канатными скреперными установками . . . . .	31
Буровзрывной способ проходки разведочных канав	45
Условия применения и технологические схемы буровзрывного способа проходки разведочных канав . . . . .	45
Буримость, простреливаемость и взрываемость горных пород . . . . .	46
Средства бурения шпуров (лунок) и взрывчатые материалы для проходки разведочных канав . . . . .	49
Основные параметры, результаты и показатели буровзрывных работ . . . . .	54
Производство основных технологических операций, организация работ и техника безопасности . . . . .	61
Примеры из практики проходки разведочных канав буровзрывным способом . . . . .	63
Прочие способы проходки разведочных канав . . . . .	67
Проходка канав вручную . . . . .	67
Проходка канав плужными канавокопателями . . . . .	68
Проходка канав селевыми потоками . . . . .	70
Проходка канав комбинированным способом . . . . .	72
Области применения и дальнейшее совершенствование способов проходки разведочных канав . . . . .	75
Список литературы . . . . .	80

12

26 коп.

2025



НЕДРА