МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВНИИСТ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

рекомендации

ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В МЕРЗЛЫХ И СКАЛЬНЫХ ГРУНТАХ ПРИ СООРУЖЕНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПАРАЛЛЕЛЬНО ДЕЙСТВУЮЩИМ СТАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ

Р 442-81

МОСКВА 1982

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

·ВНИИСТ·

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В МЕРЗЛЫХ И СКАЛЬНЫХ ГРУНТАХ ПРИ СООРУЖЕНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПАРАЛЛЕЛЬНО ДЕЙСТВУЮЩИМ СТАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ

Р 442-81

ВНИИСТ

МОСКВА 1982

УДК (621.643.002.2:624.132)(083.74)

Рекомендации содержат основные положения по организации и технологии производства взрывных работ при рыхлении мерзлых и скальных грунтов различного состава перед рытьем траншей для магистральных трубопроводов, кабелей связи и других коммуникаций, прокладываемых параллельно действующим стальным подземным трубопроводам различных диаметров.

Изложены методика определения сейсмически безопасных параметров взрывных работ, а также особенности технологии их производства при рыхлении мерзлых и скальных грунтов вблизи действующих трубопроводов.

Рекомендации составлены на основе научных и экспериментальных исследований сейсмического действия взрывов на стальные подземные трубопроводы с учетом обобщения опыта строительных организаций, занимающихся производством взрывных работ на строительстве магистральных трубопроводов.

Кроме того, использованы материалы научно-технических отчетов Челябинского политехнического и Московского технологического институтов и результаты отработки технологии взрывных работ в трассовых условиях.

В проведении экспериментальных работ в натурных условиях принимали участие строительные организации: Укргазстроя (СМУ 17), Главзападтрубопроводстроя (трест Союзпроводмеханизация, СУ-7), Мингазпрома (Союзтрансподземгаз, Средазтрансгаз, Газовая инспекция) и Минефтепрома (Южное управление магистральными нефтепродуктопроводами).

Экспертиза по определению сейсмически безопасных расстояний проводилась специализированной лабораторией треста Союзвзрывпром, Государственной газовой инспекцией, ВНИИГаз, ЦНИИТБ, Отделом охраны труда Миннефтегазстроя и Госгортехнадзором СССР.

Рекомендации предназначены для строительных организаций, выполняющих подготовительные и земляные работы при сооружении магистральных трубопроводов в мерзлых и скальных грунтах в зоне расположения действующих газо- и нефтепроводов.

Рекомендации разработаны сотрудниками отдела технологии и организации строительства ВНИИСТа канд.техн. наук В.П.Ментюковым, инженерами Г.А. Подорожным и А.Е. Петренко.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1982

ВНИИСТ	Рекомендации по технологии производства взрывных работ в мерзлых и скальных грунтах при сооружении магистральных трубопроводов параллельно действующим стальным подземным трубопроводам	Р 442-81 Разработаны впервые

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. При производстве взрывных работ на строительстве магистральных трубопроводов в мерзлых и скальных грунтах следует руководствоваться следующими документами:

СНиП Ш-42-80 "Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ";

СНиП Ш-3-76 "Правила производства и приемки работ. Земляные сооружения";

СНиП II-45-75 "Нормы проектирования. Магистральные трубопроводы";

"Техническими правилами ведения взрывных работ на дневной поверхности" (М., Недра , I972);

"Едиными правилами безопасности при взрывных работах" (М., Недра , I972);

СНиП Ш-4-80. "Техника безопасности в строительстве;,

настоящими Рекомендациями.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ВБЛИЗИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ

I.2. Производство буровзрывных работ должно выполняться в строгом соответствии с проектом или паспортом. При этом оно должно быть согласовано с организацией, эксплуатирующей данный трубопровод, и иметь разрешение органов Госгортехнадзора.

I.3. Проекты или паспорта на производство взрывных работ должны быть составлены и утверждены в соответствии с требованиями "Единых правил безопасности при взрывных работах".

Внесены отделом технологии и организации строительства ВНИИСТа	Утверждены ВНИИСТом 6 апреля I98I г.	Срок введения I июля I982 г.

I.4. В проекте или паспорте буровзрывных работ должны быть указаны все показатели, предусмотренные Едиными правилами безопасности при взрывных работах", в том числе:

схема расположения зарядов относительно действующего трубопровода, а также остальных подземных коммуникаций и наземных сооружений, расположенных в опасной зоне;

исходные данные для уточненного расчета (если в нем есть необходимость) массы сейсмически безопасного для действующего трубопровода заряда, взрываемого мгновенно.

Исходные данные делятся на две группы.

Первая группа содержит данные проектной документации строящегося трубопровода, т.е. размеры выемки в мерзлых грунтах или скальных породах, наименование пород и категория их крепости по СНиП IУ-50-65, их состояние (сухие, влажные или водонасыщенные), минимальное расстояние от действующего трубопровода до ближнего заряда (или ряда зарядов), назначение зарядов (рыхление, сброс), применяемое взрывчатое вещество (ВВ), плотность заряжания, глубина и диаметр шпуров или скважин.

Вторая группа содержит данные о действующем трубопроводе, т.е. его назначение, наружный диаметр, толщина стенки, марка стали или ее временное сопротивление разрыву, нормативное эксплуатационное давление (или согласованная со службой эксплуатации величина давления в трубопроводе в указанный период на конкретном участке), температура трубопровода, вид защиты изоляционного покрытия от механических повреждений (мягкий грунт, присыпка, маты и т.д.), наличие кривых вставок, запорной арматуры, ответвлений, открытых участков.

Данные второй группы следует получать в подразделениях, эксплуатирующих соответствующие участки трубопровода. Источниками информации являются:

сертификаты на трубы и рабочие чертежи;

расчет массы сейсмически безопасного для трубопровода заряда, взрываемого мгновенно, при этом следует рассчитывать наименьшую из допустимых массу сейсмически безопасного для трубопровода заряда: мерзлых грунтов - по формуле (3), скальных грунтов - по формуле (9) с учетом возможного повсеместного применения короткозамедленного способа взрывания. В этом случае для аналогичных по назначению буровзрывных работ проект

(паспорт) может быть общим. Если нет возможности повсеместно применять короткозамедленный способ взрывания, то следует составлять несколько проектов (паспортов) и для каждого должна быть рассчитана максимальная масса сейсмически безопасного заряда с учетом конкретных для каждого участка условий производства буровзрывных работ;

величина наибольшего из радиусов опасных зон в районе производства взрывных работ по поражающему действию осколков на людей и технику как взорванного грунта, так и самого трубопровода в исключительном случае его разрушения;

меры по предохранению действующего трубопровода в местах выхода его из земли (балки, овраги и т.д.), а также строящегося трубопровода от ударного действия осколков взорванного мерзлого и скального грунта в соответствии с "Техническими правилами ведения взрывных работ на дневной поверхности" (М., Недра, 1972).

I.5. Эксплуатирующая организация совместно со строительной обязаны проверить фактическое место расположения действующего трубопровода с точностью $\pm$0,25 м в каждую сторону от его продольной оси.

В процессе проверки строительная организация обязана зафиксировать на полосе строительства ось и границы разрабатываемой траншеи установкой вешек через 50 м на прямолинейных, через I0 м – на криволинейных участках естественного изгиба и через 3 м – на криволинейных участках трубопровода искусственного гнутья. Высота вешек на оси должна быть не менее I м над уровнем видимой поверхности земли. При этом на местности должны быть обозначены участки действующего трубопровода с залеганием его выше проектных отметок.

I.6. Взрывные работы следует производить до вывоза труб на трассу. В противном случае должны быть приняты меры по защите строящегося трубопровода от ударного действия кусков взорванной породы или предусмотрены дополнительные затраты на производство взрывных работ в стесненных условиях.

I.7. Расчет предельно допустимых сейсмически безопасных параметров взрывных работ при рыхлении мерзлых грунтов вблизи действующих трубопроводов следует производить по методике, изложенной в разделе 2, а при рыхлении скальных грунтов – в разделе 3 настоящих Рекомендаций.

2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ РЫХЛЕНИИ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ВБЛИЗИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ

2.1. Методика разработана с целью определить массу сейсмически безопасного заряда Q_c (кг) при заданном расстоянии R (м) от заряда до действующего трубопровода, а также для расчета сейсмически безопасного расстояния R_c (м) при заданной массе заряда Q (кг), взрываемого мгновенно.

Под массой сейсмически безопасного заряда Q_c следует понимать массу группы шпуровых или скважинных зарядов рыхления, расположенных рядами параллельно действующему трубопроводу и взрываемых мгновенно.

Под сейсмическим безопасным расстоянием R_c или заданным R подразумевается минимальное расстояние между стенкой действующего газопровода и ближним зарядом - осью скважины (рис.1).

Методика расчета сейсмически безопасных параметров Q_c, R_c справедлива при условии, если R или $R_c \geq 2W$,
где W - линия наименьшего сопротивления, численно равная глубине скважины или шпура, м.

Как правило, в техническом проекте указывают расстояние между осями действующего и строящегося трубопроводов.

Величину R следует определять по формуле

$$R = R_м - \frac{D + b(n-1)}{2}, \qquad (1)$$

где $R_м$ - межосевое расстояние, м;
D - наружный диаметр действующего трубопровода, м;
n - число рядов зарядов;
b - расстояние между рядами, м.

Приведенные в Рекомендациях формулы справедливы для применения наиболее распространенных видов ВВ, т.е. аммонита № 6ЖВ и игданита, а также при использовании других видов ВВ с учетом переводных коэффициентов для расчета эквивалентных зарядов при условии идеальной работы взрыва.

При короткозамедленном способе взрывания интервал замед -

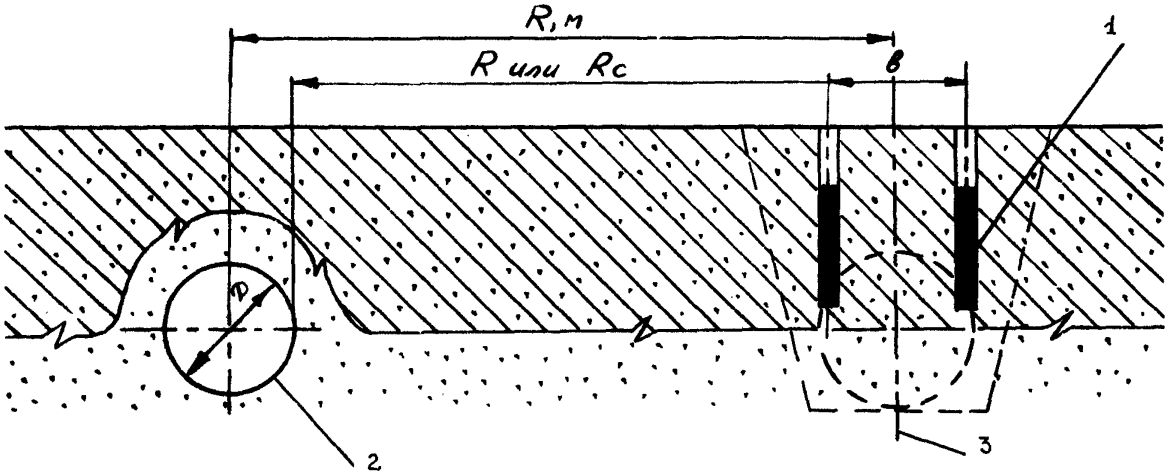

Рис.I. Схема расположения зарядов строящегося и действующего трубопроводов при рыхлении мерзлого грунта:

I-заряд Q ; 2-действующий газопровод или нефтепровод; 3-ось строящегося трубопровода; -мерзлый грунт; -талый грунт; -граница зоны промерзания

ления между взрывами одиночных шуровых (скважинных) зарядов с массой Q_c должен быть не менее 10–20 мс, а групповых – 45–50 мс.

В целях исключения одновременного взрыва зарядов общий интервал замедления – 45–50 мс необходимо распределять в группе зарядов с массой Q_c на интервалы замедления по 10–20 мс.

2.2. Величину Q_c, взятую ориентировочно при заданном проектном расстоянии R до действующего трубопровода, из труб диаметром от 152 до 1420 мм включительно с пределом прочности стали 5200 кгс/см^2 и более, с рабочим давлением транспортируемого продукта до 75 кгс/см^2, допускается определять по формуле, выведенной на основе обработки данных натурных исследований

$$Q_c = 0{,}0025R^3, \qquad (2)$$

где Q_c – сейсмически безопасная масса заряда, кг;

R – заданное расстояние (расстояние между стенкой газопровода и ближним зарядом), м.

Формула (2) применима для расчета величины Q_c при рыхлении любых видов мерзлых грунтов вблизи действующих трубопроводов.

2.3. Масса (максимальная) сейсмически безопасного заряда при определенных видах грунтов, конструктивных параметрах действующего трубопровода, величине максимального рабочего давления в нем на период производства взрывных работ при заданном расстоянии определяется по формуле

$$Q_c = \frac{K_г R^3 (\sigma_1 - \sigma_{пр})}{35000}, \qquad (3)$$

где Q_c – сейсмически безопасная масса заряда, кг;

σ_1 – расчетное сопротивление стали стенки действующего трубопровода, кгс/см^2;

$\sigma_{пр}$ – приведенные напряжения в стенке действующего трубопровода от внутреннего давления и тепловой деформации, кгс/см^2;

$K_г$ – коэффициент, принимаемый в зависимости от разновидности мерзлого грунта по табл.1.

Таблица I

Наименование мерзлых грунтов	Коэффициент, принимаемый для грунтов	
	с естественной влажностью	водонасыщенных
Суглинок	I,0	0,9
Глина	0,9	0,9
Супесь	I,I	0,85
Песок	I,3	0,75
Скала разборная	0,8	0,7

Расчетное сопротивление стали определяют по формуле

$$\sigma_1 = 0{,}61\,\sigma_{вр}\,, \qquad (4)$$

где $\sigma_{вр}$ – временное сопротивление стали разрыву, кгс/см^2.

Приведенные напряжения в стенке трубопровода рассчитывают по формуле

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_0^2 - 0{,}8\sigma_0\sigma_t + 0{,}64\sigma_t^2}\,, \qquad (5)$$

где σ_0 – кольцевые напряжения в стенке действующего трубопровода от внутреннего давления, кгс/см^2;

σ_t – продольные напряжения в стенке действующего трубопровода от тепловой деформации, кгс/см^2.

Для подземных стальных действующих газонефтепроводов, по которым транспортируется продукт без охлаждения после выхода из компрессорной или насосной станции, $\sigma_t = -1000$ кгс/см^2. Для остальных случаев можно с достаточной точностью принимать это же значение.

Кольцевые напряжения в стенке трубопровода определяют по формуле

$$\sigma_0 = \frac{P(D - 2\delta)}{2\delta}\,, \qquad (6)$$

где P – максимальное рабочее давление в трубопроводе на планируемый период производства взрывных работ, кгс/см^2;

D – наружный диаметр действующего трубопровода, см;

δ – минимальная толщина стенки действующего трубопровода на заданном участке взрывных работ, см.

Для наиболее распространенных конструктивных параметров газопроводов и нефтепроводов при заданных расстояниях от 5 до 32 м величину Q_C в мерзлых суглинках можно определить по табл.2. Искомую величину Q_C находят на пересечении строки, соответствующей конструктивным параметрам трубопровода, с графой, соответствующей заданному проектному расстоянию R (м). Например, в мерзлом суглинке на расстоянии R = 10 м от действующего трубопровода диаметром 529 мм, с толщиной стенки δ = 9 мм, из стали 17ГС, с временным сопротивлением стали разрыву $\sigma_{вр}$ = 5200 кгс/см^2 и нормативным эксплуатационным давлением в нем 55 кгс/см^2 можно мгновенно взрывать группу зарядов с общей массой 30 кг.

2.4. При проектировании новой нитки трубопровода, параллельной действующему газопроводу или нефтепроводу, с учетом применения буровзрывного способа рыхления мерзлых грунтов, межосевое расстояние следует определять по формуле (I), исходя из значения, найденного по формуле (7)

$$R_C = 32{,}7 \sqrt[3]{\frac{Q}{K_г(\sigma_1 - \sigma_{пр})}}, \qquad (7)$$

где R_C – сейсмически безопасное расстояние между стенкой трубопровода и ближним зарядом, м;

Q – масса заданного технологически оптимального заряда, взрываемого мгновенно, кг;

$K_г$, σ_1, $\sigma_{пр}$ – обозначения см п.2.3.

Величину R_C в мерзлых суглинках можно также определить по табл.2. Для этого в строке, соответствующей конструктивным параметрам действующего газопровода, нужно найти число, близкое к заданной массе заряда.

Искомую величину R_C находят вверху графы, соответст-

Таблица 2

Номер строки, соответствующей конструктивным параметрам трубопровода	Диаметр действующего трубопровода, мм	Толщина стенки трубопровода, мм	Марка стали или страна-экспортер	Временное сопротивление стали разрыву, кгс/см²	Нормативное эксплуатационное давление, кгс/см²	Сейсмически безопасные Q_c или заданные массы зарядов Q (кг) при заданных R или сейсмически безопасных R_c расстояниях, м																									
						5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
I	525	9	I7GIC	5200	55	3,8	6,6	I0	I5	22	30	40	53	67	84	I03	I25	I50	I78	208	245	284	326	373	424	478	538	606	673	747	824	9I4	IOIO
2	720	8	I7GIC	5200	55	I,0	I,7	2,7	4	5,8	8	I0	I4	I7	22	27	32	39	46	54	64	74	85	97	II0	I25	I40	I57	I75	I95	2I6	233	262
3	720	II	I7GIC	5200	55	3,I	5,4	8,6	I3	I8,3	25	33	43	55	69	84	I03	I23	I45	I70	200	230	265	305	347	39I	445	496	550	6I0	675	742	820
4	820	9,5	I7G2CФ	5500	55	I,9	3,3	5,2	7,7	II	I5	20	26	33	42	5I	62	74	89	I03	I2I	I40	I6I	I84	209	238	269	299	332	369	4I0	450	495
5	820	II	I7G2CФ	5500	55	3,I	5,3	8,5	I2,6	I8	24,5	32,5	42,5	54	68	82	I00	I20	I42	I67	I96	227	26I	294	340	384	436	483	540	590	662	725	820
6	I020	II	I4I2CAФ	5700	55	I,8	3,I	4,9	7,3	I0	I4	I9	24	3I	40	48	58	67	83	97	II5	I32	I5I	I73	I97	224	254	282	3I4	350	386	424	467
7	I020	II	I7TIC	5200	55	0,57	0,9	I,6	2,3	3,3	4,6	6,I	7,9	I0,I	I2,6	I5,5	I8,8	22,5	26,7	3I,4	36,8	42,6	49	56	63	7I,9	8I,7	90,5	I0I	II2	I24	I37	I50
8	I020	I4	I4I2CAФ	5700	55	3,7	6,4	I0,2	I5,2	2I,7	29,7	39	5I	65	9I	I00	I22	I46	I73	203	238	275	3I6	362	4II	464	527	584	652	724	802	885	973
9	I020	I4	I7TIC	5200	55	2,5	4,3	6,9	I0	I4	20	26	34	44	55	67	82	98	II6	I36	I60	I85	2I3	244	276	3I3	355	393	439	488	540	596	655
I0	I420	I2,5	ФРТ	6000	55	2	3,5	5,5	8,2	II	I6	2I,3	27	35	44	54	65	78	93	I09	I28	I48	I70	I95	22I	254	284	3I5	35I	390	432	477	524
II	I220	I5	I4I2CAФ	5700	55	2,9	5	7,9	II	I6	23	30,7	39	50	63	78	94	II3	I34	I57	I85	2I4	246	28I	3I9	360	4I0	454	507	563	624	688	757
I2	I220	I5,2	I7TIC	5200	55	2,7	4,6	7,3	I0	I5	2I	28	37	47	58	72	87	I05	I25	I46	I7I	I98	228	26I	296	334	380	42I	470	52I	578	638	70I
I3	I420	I7,5	ФРТ	6000	75	0,7	I,3	2,0	3	4,5	6	7,9	I0	I3	I6	20	24	29	35	4I	48	55	63	73	83	93	I05	II8	I3I	I46	I62	I78	I96
I4	I420	I9,5	ФРТ	6000	75	I,8	3,2	5,I	7,6	I0	I4	I9	25	32	40	50	6I	73	86	I0I	II9	I38	I58	I8I	206	233	264	293	327	365	402	444	488
I5	I420	20,5	Италия	5600	75	I,5	2,5	4,I	6,I	8,7	I2	I6	20,7	26	33	40	49	59	70	82	96	III	I27	I46	I66	I87	2I3	236	263	292	324	357	393

Примечание. Величины Q_c рассчитаны по формуле (3) при значении коэффициента K_r, равном I,0 (для средних суглинков)

вующей заданной массе заряда. Например, вблизи действующего газопровода диаметром 1020 мм, с толщиной стенки 14 мм, из стали 14Г2САФ, с временным сопротивлением стали разрыву $\sigma_в$ = =5700 кгс/см^2 и рабочим давлением в нем 55 кгс/см^2 группу зарядов с общей массой 238 кг можно взрывать на расстоянии не менее 20 м.

2.5. После определения величины Q_c следует рассчитать рациональные технологические параметры шпуров или скважинных зарядов, найти их количество в группе зарядов, число групп зарядов, количество замедлителей и средств взрывания.

Технологические параметры шпуровых или скважинных зарядов следует определять в соответствии с методикой, приведенной в разд.3 настоящих Рекомендаций.

3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ РЫХЛЕНИИ СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ ВБЛИЗИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1. Методика разработана с целью определить массу сейсмически безопасного заряда Q_c (кг) при заданном расстоянии R (м) от заряда до действующего трубопровода, а также для расчета сейсмически безопасного расстояния R_c (м) при заданной массе заряда Q (кг), взрываемого мгновенно.

Методика расчета сейсмически безопасных параметров Q_c или R_c справедлива при условии, если R или $R_c \geq 2W$, где W – линия наименьшего сопротивления, м (рис.2).

Как правило, в проекте указывается межосевое расстояние $R_м$, т.е. расстояние между осями действующего и строящегося трубопроводов. При таком условии величину R следует определять по формуле

$$R = \left[R_м - \frac{D + в(n-1)}{2} \right] \frac{1}{\cos\varphi}, \qquad (3)$$

где φ – угол поперечного уклона косогора, в градусах (в случае расположения действующего и строящегося трубопроводов в одной горизонтальной плоскости угол $\varphi = 0$).

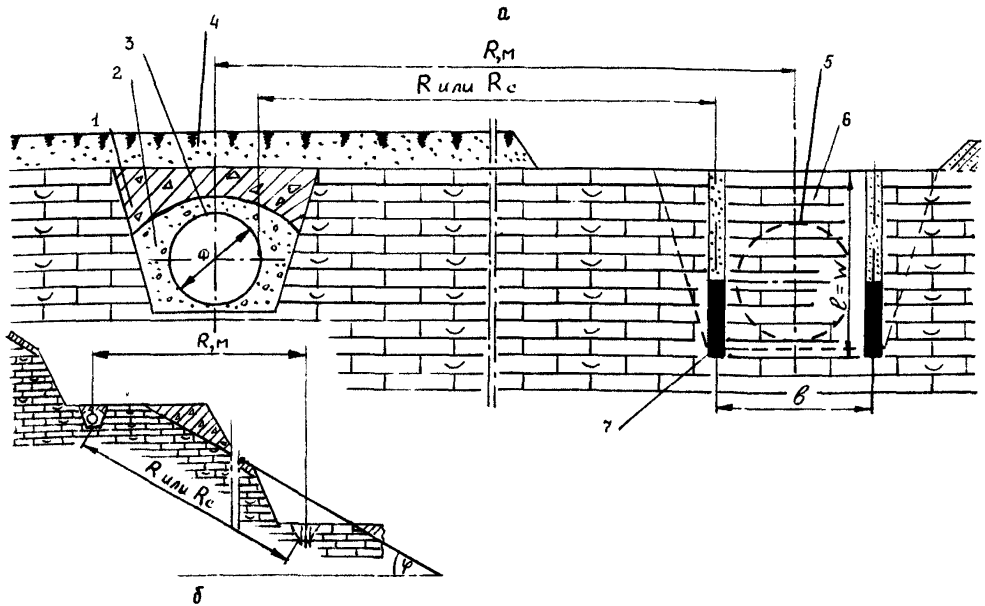

Рис.2. Схема расположения зарядов строящегося и действующего трубопроводов при рыхлении скальных грунтов:

а–на продольных; б–на поперечных уклонах трассы:
1-скальный грунт засыпки; 2-мягкий грунт; 3-действующий трубопровод; 4-слой плодородной земли; 5-проектируемый или строящийся трубопровод; 6-разрыхляемый скальный грунт; 7-скважинный заряд

3.2. Величину Q_c при заданном проектном расстоянии R до действующего трубопровода из труб диаметром от 152 до 1420 мм включительно, с пределом прочности стали 5200 кгс/см^2 и более и рабочим давлением транспортируемого продукта до 75 кгс/см^2 определяют по формуле

$$Q_c = \alpha K_в K_t \frac{R^3}{400}, \qquad (9)$$

где α – коэффициент, принимаемый равным: 1,0 – для зарядов нормального рыхления; 1,7 – для зарядов выброса;

$K_в$ – коэффициент, принимаемый равным 0,8 в период значительного повышения влажности массива;

K_t – коэффициент, принимаемый для горячих (при $t >$ $>40^{\circ}$С) участков трубопровода $K_t = 0{,}7$, для остальных участков – $K_t = 1{,}0$.

Формула (9) применима для расчета нижнего предела величины при рыхлении скальных пород любой группы вблизи действующих трубопроводов.

3.3. Максимальную величину массы сейсмически безопасного заряда определяют по формуле

$$Q_c = (0{,}25 \div 2)\frac{R^3(\sigma_1 - \sigma_{пр})}{35000} \approx \alpha K_г K_з K_и K_н K_t \frac{R^3(\sigma_1 - \sigma_{пр})}{35000}, \qquad (10)$$

где $K_г$ – коэффициент, принимаемый по табл.3 в зависимости от группы разрыхляемых скальных пород;

$K_з$ – коэффициент, принимаемый по табл.4 в зависимости от видов защиты изоляционного покрытия действующего трубопровода. При отсутствии достоверных данных о виде защиты $K_з = 0{,}65$;

$K_и$ – коэффициент, принимаемый равным 0,9 для участков трубопровода, имеющих упругий изгиб с радиусом не менее 1000 D в горизонтальной или вертикальной плоскости, где D – наружный диаметр трубопровода (м), а также для участков, расположенных ближе 50 м от задвижек, крановых узлов и другой линейной арматуры;

$K_н$ – коэффициент назначения трубопровода, равный I,0- для газопроводов; 0,85 – для нефтепродуктопроводов; 0,9 – для водоводов.

Таблица 3

Категория крепости пород по шкале ЕНиР	Значения коэффициента $K_г$		Примечание
	при естественной влажности массива	при значительном повышении влажности массива	
IУ-УI	I,0	0,85 (0,8)	Цифровые значения $K_г$ в скобках соответствуют водонасыщенным массивам трещиноватых пород
УП-IX	0,9	0,85 (0,7)	
X-XI	0,85	0,8 (0,7)	

Таблица 4

Виды защиты изоляционного покрытия действующих трубопроводов	Значения коэффициента $K_з$
Подушка и присыпка из мягкого грунта	I,0
Подушка из мешков с песком или камышовых матов, покрытие сверху картоном или соломенными или камышовыми матами	0,85
Сплошная футеровка:	
деревянные рейки	0,9
камышовые или соломенные маты	0,85
маты из стекловолокна	I,I
синтетические материалы с закрытыми порами	I,2

При заданных расстояниях (от 5 до 32 м) до действующих газопроводов с наиболее распространенными конструктивными параметрами и нормативным эксплуатационным давлением величину Q_c при рыхлении пород IУ-УI категории и значениях остальных коэффициентов, равных I,0, можно также определить по табл.2.

Для нефтепродуктопровода или водовода с теми же исходными данными табличное значение Q_C надо умножить на соответствующие коэффициенты α, K_3, K_u, K_H и т.д. В зависимости от сочетания коэффициентов итоговое значение Q_C может получиться меньше или больше табличного.

3.4. При проектировании новой нитки трубопровода, параллельной действующему, с учетом применения буровзрывного способа при устройстве полок дорог, корчевке пней, рыхлении скальных пород в зоне сооружения траншей для трубопроводов или кабелей связи межосевое расстояние следует определять по формуле (8), подставляя в нее вместо R значение R_C, полученное по формуле

$$R_C = 32{,}7 \sqrt{\frac{Q}{\alpha \cdot K_r \cdot K_3 \cdot K_u \cdot K_H \cdot K_t \ (\sigma_1 - \sigma_{np})}}, \qquad (11)$$

где σ_1, σ_{np} – значения и величины коэффициентов см. в п.2.3.

Для конкретных исходных данных величину R_C можно определять по табл.2. Так, например, линейно рассредоточенный вдоль газопровода заряд с общей массой 55 кг можно взрывать мгновенно на расстоянии 14 м от газопровода диаметром 1020 мм с толщиной стенки 14 мм, из стали 17ГІС при давлении газа 55 кгс/см^2.

Искомую величину R_C, соответствующую всем остальным заданным условиям, не учтенным в таблице, следует определять по формуле

$$R_C = \frac{R_{CT}}{\sqrt[3]{\alpha \cdot K_r \cdot K_3 \ K_u \cdot K_H \cdot K_t}}, \qquad (12)$$

где R_{CT} – табличное значение сейсмически безопасного расстояния, м.

3.5. После определения величины Q_C следует рассчитать рациональные технологические параметры скважинных или шпуровых зарядов, определить их количество в группе, число групп. замедлителей и средств взрывания.

Технологические параметры скважинных и шпуровых зарядов следует определять в соответствии с положениями разд.4 настоящих Рекомендаций.

4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В МЕРЗЛЫХ И СКАЛЬНЫХ ГРУНТАХ

4.1. Взрывной способ разработки мерзлых и скальных грунтов при строительстве магистральных трубопроводов следует применять для сооружения полок, нагорных канав, траншей и котлованов, а также для планировки полосы строительства.

4.2. Мерзлые и скальные грунты следует разрабатывать преимущественно методом скважинных зарядов с использованием высокопроизводительных буровых машин.

4.3. Сооружение пионерных полок, нагорных канав, траншей под кабель, корчевка пней, дробление валунов, планировка полосы строительства, а также выполнение земляных работ в стесненных условиях должны производиться преимущественно методом шпуровых зарядов.

4.4. Выбор метода взрывных работ на рыхление зависит от объемов земляных работ, типа сооружений (траншея, котлован, планировка полосы строительства, дорожная выемка и т.д.), вида грунтов, глубины их промерзания, сроков производства работ, наличия соответствующего бурового оборудования и способа разработки разрыхленных грунтов. Наиболее рациональный метод рыхления указывается в проекте или паспорте буровзрывных работ.

4.5. До начала буровзрывных работ на конкретном участке строительства должны быть выполнены все предусмотренные ППР (рабочими чертежами, паспортом, технологической картой) подготовительные работы и мероприятия, обеспечивающие безопасность производства взрывов в соответствии с требованиями "Единых правил безопасности при взрывных работах".

4.6. При производстве взрывных работ вблизи действующих газопроводов взрывники должны находиться на расстоянии не менее 350 м, а техника - не менее 250 м от места взрыва (в сторону, противоположную действующему трубопроводу).

4.7. При производстве взрывных работ вблизи действующих подземных стальных газопроводов следует руководствоваться:

"Едиными правилами безопасности при взрывных работах";

"Правилами техники безопасности при сооружении магистральных стальных трубопроводов" (М., Недра , 1972);

СНиП I-4-80 "Техника безопасности в строительстве".

4.8. При разбивке сетки скважинных или шпуровых зарядов особое внимание следует обращать на соответствие расстояния между зарядом и фактическим местом расположения действующего трубопровода паспортному значению расстояния. Скважины или шпуры при попарном или порядном короткозамедленном способе взрывания следует располагать по квадратной сетке, а при мгновенном - в шахматном порядке.

4.9. Скважины или шпуры в монолитных горных породах следует бурить на глубину, превышающую толщину разрабатываемого слоя на 10-15%. Если разрабатываемый слой на уровне подошвы уступа подстилает более слабая порода, перебур делать не следует.

При наличии на уровне подошвы уступа глинистой прослойки скважины или шпуры следует недобуривать на 10-20 см.

4.10. Величину заряда в скважине или шпуре при двух обнаженных плоскостях следует определять по формуле

$$q = KV, \qquad (13)$$

а при одной обнаженной поверхности - по формуле

$$q = KW^3, \qquad (14)$$

где q - масса заряда в скважине или шпуре, кг;
V - объем разрушаемой породы, $м^3$;
K - расчетный удельный расход ВВ (аммонита № 6 ЖВ), $кг/м^3$ (табл.5);
W - линия наименьшего сопротивления, м.

4.11. Объем заряда не должен превышать 2/3 объема скважины или шпура.

Величину массы заряда в скважине или шпуре следует уточнять в процессе производства взрывных работ, но в любом случае масса заряда, взрываемого мгновенно, не должна превышать массу сейсмически безопасного заряда.

Таблица 5

Наименование горных пород	Категория крепости пород по СНиП	Удельный расход ВВ (аммонит № 6 ЖВ), кг/м³	
		для зарядов рыхления	для зарядов выброса
Суглинок тяжелый	II	0,35-0,4	I,2-I,5
Глина ломовая	III	0,35-0,45	I,0-I,4
Лёсс	III-IУ	0,3-0,4	0,9-I,2
Мел, выщелоченный мергель	IУ-У	0,25-0,3	0,9-I,2
Гипс	IУ	0,35-0,45	I,I-I,5
Известняк-ракушечник	У-УI	0,35-0,6	I,4-I,8
Опока, мергель	IУ-УI	0,3-0,4	I,0-I,3
Туфы трещиноватые, плотные, тяжелая пемза	У	0,35-0,5	I,2-I,5
Конгломерат и брекчии на известковом и глинистом цементе	IУ-УI	0,35-0,45	I,I-I,4
Песчаник на глинистом цементе, сланец глинистый, слюдистый, серицитовый мергель	УI-УII	0,4-0,5	I,2-I,6
Доломит, известняк, магнезит, песчаник на известковом цементе	УII-УIII	0,4-0,5	I,2-I,8
Известняк, песчаник, мрамор	УII-IX	0,45-0,7	I,2-2,I
Гранит, гранодиорит	УII-X	0,5-0,7	I,7-2,I
Базальт, андезит, диабаз, габро	IX-XI	0,6-0,75	I,7-2,2
Кварцит	X	0,5-0,6	I,6-I,9
Порфирит	X	0,7-0,75	2,0-2,2

Уточненный расчет параметров шпуровых или скважинных зарядов, а также оптимальных периодов замедления между смежными зарядами или рядами зарядов следует производить, руководствуясь "Техническими правилами ведения взрывных работ на дневной поверхности" (М., Недра , I972).

МЕТОДЫ ЗАРЯДОВ ДЛЯ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Метод шпуровых зарядов

4.I2. Метод шпуровых зарядов рационально применять при глубине промерзания грунтов до I,2 м в основном при разработке траншей, небольших котлованов и выемок, планировочных работах, а также при выполнении взрывных работ в зоне близкого (5-I0 м) расположения подземных и надземных сооружений.

Глубина промерзания в период производства работ уточняется в процессе бурения шпуров.

4.I3. Для мерзлых грунтов заряды ВВ целесообразно размещать в шпурах диаметром до 75 мм и глубиной, равной 0,95 глубины промерзания грунта.

4.I4. Расстояние между шпурами в ряду и между рядами шпуров должно быть от 0,8 до I,4 W в зависимости от прочности грунта и назначения взрыва.

Основные расчетные параметры шпуровых, а также скважинных зарядов для рыхления мерзлых грунтов приведены в табл.6.

4.I5. Шпуры следует располагать по квадратной сетке (при короткозамедленном способе взрывания) или в шахматном порядке в случае мгновенного взрывания.

Забойку шпура следует производить буровым шламом на величину не менее I/3 его длины.

4.I6. Величину заряда в шпуре определяют по формуле

$$q_ш = q W^3, \qquad (I5)$$

где $q_ш$ – масса заряда в шпуре, кг;

q – удельный расход ВВ для заряда рыхления, кг/м^3 (табл.6);

W – расчетная линия сопротивления, равная глубине заложения заряда, м.

Значения q для растительного и песчаного грунтов принимаются равными 0,4-0,55; для суглинков – 0,6-0,7; для глин – 0,7-0,9 кг/м^3. Большие значения q соответствуют мерзлым грунтам большей крепости.

Таблица 6

Группа грунта	Мощность мерзлого слоя, м	Глубина шпура (скважины), м	Расчетная линия сопротивления, м	Расстояние между шпурами (скважинами) в ряду, м	Расстояние между рядами шпуров (скважин), м	Удельный расход ВВ, кг/м³	Масса заряда ВВ в шпуре или скважине, кг
I	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,22
	0,75	0,7	0,7	0,75	0,75		0,34
	I,0	0,95	0,95	I,0	I,0		0,5
	I,5	I,3	I,3	I,5	I,5		I,7
	2,2	I,9	I,9	2,0	2,0		5,3
II	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,26
	0,75	0,7	0,7	0,75	0,6		0,4
	I,0	0,95	0,95	I,0	0,9		0,6
	I,5	I,3	I,3	I,3	I,2		2,I
	2,0	I,8	I,5	I,5	I,5		4,8
	2,2	2,0	2,0	I,5	I,5		6,4
III-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,8-I,0	0,38
IV	0,75	0,7	0,7	0,75	0,6		0,5
	I,0	0,95	0,95	I,0	0,8		0,8
	I,5	I,35	I,35	I,3	I,3		2,8
	2,0	I,8	I,8	I,5	I,3		6,4
	2,2	2,0	2,0	I,5	I,3		8,5

4.17. Шпуры должны иметь размеры, обеспечивающие размещение в них зарядов ВВ расчетной массы, а также требуемой величины забойки.

Метод скважинных зарядов

4.18. Метод скважинных зарядов следует применять при глубине промерзания грунтов свыше 1,2 м в процессе разработки траншей, котлованов, рыхления вскрышного мерзлого грунта при устройстве полок.

4.19. Заряды ВВ следует размещать в скважинах диаметром от 75 до 140 мм.

Скважины следует бурить на глубину 0,85–0,9 глубины промерзания грунта или на заданную глубину траншеи (при глубине промерзания больше глубины траншеи).

4.20. В зависимости от глубины, характера промерзания грунта и необходимой степени его разрыхления конструкция заряда должна быть сплошной или рассредоточенной. Сплошные заряды следует применять при глубине разработки мерзлых грунтов до 2,0 м, а рассредоточенные (по высоте скважины) заряды – при глубине более 2,0 м.

При рассредоточенном заряде верхняя его часть должна составлять 1/3, а нижняя – 2/3 от общей массы заряда. Промежуток (рассредоточение на величину 1/3 длины скважины) между частями заряда заполняется забоечным материалом. Основные расчетные параметры шпуровых и скважинных зарядов приведены в табл.3.

4.21. Расчет массы заряда в скважине следует производить по формуле (15) аналогично расчету массы заряда в шпуре, используя соответствующие данные табл.6.

4.22. Удельный расход ВВ при рыхлении мерзлых грунтов в зоне вечной мерзлоты необходимо увеличивать на 20–30% по сравнению со значениями, указанными в табл.6 (по данным ЦНИИОМТП и треста Союзвзрывпром).

5. ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА, СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ВЗРЫВАНИЯ

5.1. Стальные подземные магистральные трубопроводы являются источником наведения блуждающих электрических токов в окружающем их грунтовом массиве, а газо- и нефтепродуктопроводы, помимо этого, являются источниками повышенной опасности в пожарном отношении при образовании свищей, трещин или разрушении трубопровода. Поэтому взрывные работы вблизи действующих трубопроводов следует производить только способами и средствами, указанными в настоящем разделе.

5.2. При рыхлении мерзлых грунтов шнуровыми или скважинными зарядами следует применять такие взрывчатые вещества, как аммонит № 6 ЖВ или игданит, наиболее дешевые и безопасные в обращении. Для скальных грунтов в качестве взрывчатых веществ следует использовать преимущественно граммонить 80/20 (для сухих забоев) и 30/70 (для обводненных скважин), которые являются дешевыми и наиболее пригодными для механизированного заряжания. Допускается также применение порошкообразного или патронированного аммонита № 6 ЖВ.

5.3. Производство взрывных работ вблизи действующих газопроводов следует вести с применением короткозамедленного способа взрывания.

5.4. Короткозамедленное взрывание следует производить с помощью электродетонаторов короткозамедленного действия с общим интервалом замедления не менее 45–50 мс. Электродетонаторы помещают непосредственно в заряды или прикрепляют к отрезкам детонирующего шнура (ДШ), соединяющего группу зарядов. Рационально также применять пиротехнические реле со ступенью замедления 10 мс, которые следует включать в разрыв сети детонирующего шнура путем присоединения в накладку или в накрутку концов ДШ реле к сети ДШ. При использовании игданита в каждый из зарядов следует помещать боевики, к которым прикрепляют отрезки ДШ или вставляют электродетонаторы.

Суммарный интервал замедления между взрывами смежных групп зарядов должен быть не менее 45–50 мс.

5.5. При производстве взрывных работ вблизи действующих магистральных водоводов допускается применение огневого спо-

соба взрывания как с помощью электрозажигательных патронов, так и отдельных отрезков огнепроводного шнура. При этом длину отрезков необходимо выбирать при одновременном взрывании зарядов с массой, которая не должна превышать сейсмически безопасной величины.

5.6. В зависимости от величины Q_c следует применять следующие схемы взрывной сети:

при $q \leq Q_c \leq 2q$ - последовательным взрыванием одиночных зарядов с интервалом замедления 10-20 мс;

при $2q \leq Q_c \leq 5q$ - последовательным взрыванием пар зарядов с интервалом замедления 20 мс;

при $5q \leq Q_c \leq 25q$ - последовательным взрыванием групп зарядов с суммарным интервалом замедления 60 мс, который следует распределять в группе зарядов на интервалы замедления по 10-20 мс;

при $25q \leq Q_c \leq 500q$ - допускается порядное взрывание, начиная с ряда, ближнего к трубопроводу. Интервал замедления между рядами - 10 мс. При этом общая масса зарядов в ряду на данном забое не должна превышать 0,5 Q_c ;

при $Q_c > 500q$, но не более 1 т - при отсутствии средств короткозамедленного взрывания как исключение допускается мгновенное взрывание всех зарядов, но следует учитывать, что это приводит к снижению качества рыхления скальных пород.

Типовые схемы взрывной сети при короткозамедленном взрывании показаны на рис.3.

5.7. Хранение взрывчатых материалов и производство взрывных работ на дневной поверхности должны выполняться в строгом соответствии с "Едиными правилами безопасности при взрывных работах".

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Взрывные работы вблизи надземных участков действующего трубопровода, крановых узлов и другого эксплуатационного оборудования следует выполнять, предварительно приняв меры против разлета осколков разрушаемой взрывом породы.

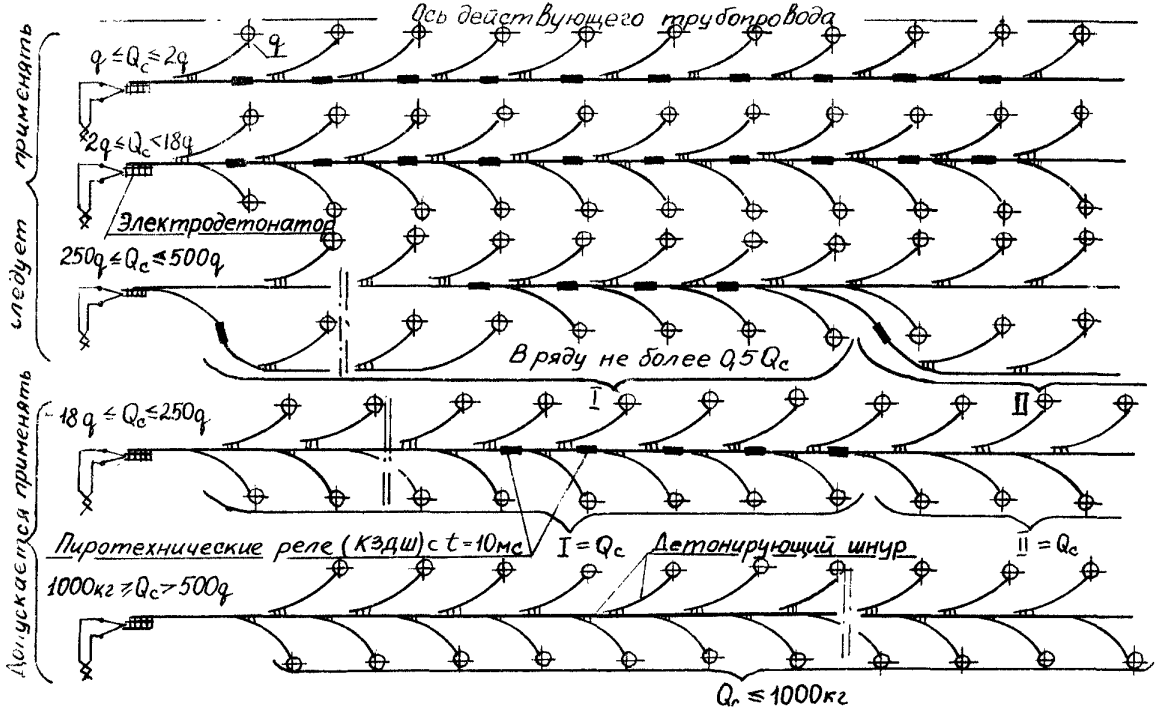

Рис.3. Схемы взрывных сетей, параллельных действующему трубопроводу

6.2. Скважины или шпуры, пробуренные в задел, должны быть закрыты заглушками.

6.3. Производство взрывных работ вблизи действующих трубопроводов должно обеспечивать их сохранность и темп строительства нового трубопровода с высоким коэффициентом использования скважин и шпуров при разработке мерзлых и скальных грунтов.

6.4. Радиус опасной зоны при производстве взрывных работ вблизи действующих трубопроводов следует принимать в соответствии с требованиями "Единых правил безопасности при взрывных работах". Радиус опасной зоны для людей должен быть не менее 250 м, а при газопроводе диаметром 1420 мм - не менее 350 м. Для техники - соответственно не менее 150 и 250 м. При этом радиус следует отсчитывать от действующего трубопровода, но без уменьшения его величины, определенной по "Единым правилам безопасности при взрывных работах".

6.5. Посты на границе опасной зоны должны стоять так, чтобы все пути (дороги, тропы, реки), ведущие к месту производства взрывных работ, находились под постоянным наблюдением, а каждый пост был в поле зрения смежных постов.

6.6. На участке буровзрывных работ всегда должны использоваться сигнальные ракеты для предупреждения об опасности трассовых самолетов и вертолетов.

6.7. Ответственный за производство взрывных работ обязан проверить слышимость звуковых и видимость световых сигналов с границ опасной зоны.

6.8. Способы, время подачи и назначение сигналов должны быть доведены до сведения всех работников строительной и эксплуатирующей трубопровод организации, а также населения ближайшего района путем выставления щитов с разъясняющим текстом.

6.9. При появлении свища в газопроводе следует немедленно прекратить все работы, заглушить двигатели и другие источники искрообразования; оставив технику на местах, принять меры к срочной эвакуации рабочих из опасной зоны и сообщить о месте повреждения в аварийную службу. Эвакуировать рабочих следует по возможности в неветреную сторону от места аварии, но не вдоль трубопровода, не пересекая его. Если свободно только подветренное направление, то необходимо удалиться от трубопровода на расстояние 0,6-1 км.

При обнаружении появившихся признаков разрушения нефтепровода и продуктопровода рабочих необходимо удалить с места производства работ по возможности в нагорную сторону на расстояние не менее 350 м.

6.10. Лица, виновные в нарушении требований правил безопасности при взрывных работах, привлекаются к установленной законом ответственности.

Наиболее рациональные и безопасные способы и средства взрывания указаны в разд.5 настоящих Рекомендаций.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Основные положения по организации производства взрывных работ вблизи действующих газопроводов..... 3

2. Методика определения сейсмически безопасных параметров взрывных работ при рыхлении мерзлых грунтов вблизи действующих трубопроводов 6

3. Методика определения сейсмически безопасных параметров взрывных работ при рыхлении скальных грунтов вблизи действующих трубопроводов 11

4. Основные положения по технологии производства буровзрывных работ в мерзлых и скальных грунтах....16

5. Взрывчатые вещества, средства и способы взрывания 22

6. Техника безопасности 23

РЕКОМЕНДАЦИИ
по технологии производства взрывных работ
в мерзлых и скальных грунтах при сооружении
магистральных трубопроводов параллельно
действующим стальным подземным трубопроводам
Р 442-81

Издание ВНИИСТа
Редактор Л.С.Панкратьева Корректор Г.Ф.Меликова
Технический редактор Т.В.Берешева

Л-77051 Подписано в печать 15/У 1982 г. Формат 60х84/16
Печ.л. 2,0 Уч.-изд.л. 1,7 Бум.л. 1,0
Тираж 900 экз. Цена 17 коп. Заказ 36

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru