

153503

А.Т. КАЗАКОВ

**МЕТОДИКА
И ТЕХНИКА
ВЗРЫВНЫХ РАБОТ
ПРИ
СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ**



Обязательный экз.

А.Т. КАЗАКОВ

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА

ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ

ИЗДАНИЕ ПЯТОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



РНТБ Таджикистан ССР
Книг. № 152503

МОСКВА "НЕДРА" 1987

не
д-
ль
ре-

дз
ой
ки
об-
ить
му
сть
ер-
го

не
ст-
ей-
дв-

и
по-
сих

ере
ных
ия,

ж-
ни

со-
кс-
зы-
ех-
сть

ми
что
ки,
бот
те-
че-
яв-

3

945

Казаков А. Т. Методика и техника взрывных работ при сейсморазведке.— 5-е изд., перераб. и доп.— М.: Недра, 1987.— 296 с., ил.

Даны основные понятия о сейсмической разведке, ее физических и геологических основах, сейсморазведочной аппаратуре, оборудовании, методике полевых работ, способах возбуждения сейсмических волн. Описаны взрывчатые вещества (ВВ) и средства взрывания (СВ); методика и технология работ; их организация; хранение, учет, транспортирование ВВ и СВ; техника безопасности при взрывных работах; охрана окружающей среды. В пятом издании (4-е изд.—1974) переработаны все разделы книги; значительно расширен раздел по охране окружающей среды.

Для инженеров и техников сейсморазведочных экспедиций, партий, отрядов.

Табл. 13, ил. 82, список лит.— 23 назв.

Рецензент: *Б. Н. Кондриков*, доктор технических наук профессор (Московский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени химико-технологический институт имени Д. И. Менделеева).

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИЗДАНИЕ

Алексей Тихонович Казаков

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ

Редактор издательства *В. И. Жукова*
Переплет художника *И. А. Слюсарина*
Художественный редактор *В. В. Шутько*
Технический редактор *Е. В. Воробьева*
Корректор *Е. В. Михина*

ИБ № 6198

Сдано в набор 01.09.86. Подписано в печать 13.01.87. Т-01608. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типограф. № 1 ин. Гарнитура Литературная. Печать высокая. Усл.печ. л. 18,5. Усл.кр.-077. 18,5. Уч.-изд. л. 20,45. Тираж 4850 экз. Заказ 2186-461-3. Цена 1 р. 40 к.

Ордена «Знак Почета», издательство «Недра», 125047, Москва,
пл. Белорусского вокзала, 3.

Отпечатано с набора Ленинградской типографии № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского областного «Техническая книга» им. Евгения Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 191128, Ленинград, Социалистическая ул., 14. ЦКФ ВМФ.

К 1903020000—119 38—87
043(01)—87

© Издательство «Недра», 1987

Важнейшей задачей геологоразведки является повышение экономической эффективности поиска и разведки, качества подготовки запасов полезных ископаемых к эксплуатации. Роль геофизических методов в геологоразведочных работах непрерывно возрастает.

В комплексе поисково-разведочных работ на нефть и газ в настоящее время ведущая роль принадлежит сейсмической разведке. Широкое внедрение многократного профилирования с суммированием записей по методу общей глубинной точки (МОГТ), сейсмических станций с цифровой регистрацией и обработкой полевых материалов на ЭВМ позволили повысить геологическую эффективность сейсморазведки. Благодаря этому увеличилась глубинность исследований, повысилась надежность прослеживания маркирующих отражающих границ и достоверность выдаваемых рекомендаций на проведение глубокого нефтепоискового бурения.

Предметом сейсмических наблюдений являются упругие колебания в земной коре, возбуждаемые различными искусственными источниками. В настоящее время используются в сейсморазведке две группы источников — взрывные и невзрывные.

Одновременно с развитием сейсморазведки развивались и совершенствовались методы взрывных работ, создавались новые, более эффективные способы возбуждения сейсмических волн с помощью взрыва.

Качество сейсмических наблюдений в значительной мере определяется знанием методики и техники ведения взрывных работ, правильным выбором источника и условий возбуждения, а также четким исполнением полевых работ.

При сейсморазведке работа взрыва в горных породах должна быть направлена на максимальное использование энергии взрыва при минимальном разрушении породы.

С внедрением нового метода линейных зарядов и водосодержавшего ВВ типа акванала АМШ осуществлена комплексная механизация основных процессов взрывных работ, повысилась производительность, улучшились условия труда и техники безопасности. Этот источник обеспечивает сохранность окружающей среды и позволяет с минимальными затратами возбуждать продольные, поперечные и обменные волны, что создает условия для развития многоволновой сейсморазведки.

Изменилась применяемая для ведения взрывных работ техника: линейные заряды укладываются в грунт погружаемыми различных типов, в зависимости от методики сейсмических наблюдений и типа регистрируемых волн. Бригады взрыв-

ников оснащены станциями взрывного пункта (СВП-6), системами синхронного управления взрывом по радио, радиостанциями типа «Лен-В». Все это способствует повышению качества и эффективности взрывных источников в сейморазведке, одновременно повышает требования к квалификации персонала взрывников и геофизиков, выполняющих полевые работы.

Значительно изменены, дополнены и конкретизированы правила техники безопасности при хранении и транспортировании ВМ, а также при ведении взрывных работ.

В связи с произошедшими изменениями при подготовке к печати пятого издания книги сокращены разделы предыдущего издания, потерявшие актуальность при современных методах сейморазведочных работ, и использованы новые данные.

ГЛАВА I

КРАТКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Сейсмическая разведка представляет собой совокупность методов исследования геологического строения земной коры, основанных на изучении распространения в ней упругих волн, возбуждаемых взрывом и различными невзрывными источниками. Упругие волны распространяются во все стороны и проникают в толщу земной коры на большую глубину, где происходит их преломление и отражение на поверхностях раздела пород с различными физическими свойствами. Часть этих волн возвращается к поверхности земли, создавая колебания, которые принимаются и регистрируются специальной сейсмической аппаратурой (рис. 1). По времени распространения волн и другим параметрам колебаний определяют глубину залегания и форму тех геологических границ, на которых произошло преломление или отражение волн, судят о составе пород, через которые прошла волна.

Возможности сейсморазведки весьма обширны: изучение глубинного строения земной коры; решение структурно-геологических задач при поисках месторождений нефти и газа; поиск месторождений углей, бокситов, каменной соли, руд; решение разнообразных инженерно-геологических задач. Повседневно возрастающее значение сейсморазведки обусловлено относительно небольшими по сравнению с глубоким бурением затратами средств и времени на производство сейсморазведочных работ при их высокой эффективности, особенно при поисках месторождений нефти и газа.

В период своего зарождения сейсморазведка опиралась на сейсмологию (учение о землетрясениях), которая к этому времени достигла больших успехов благодаря, главным образом, работам выдающегося русского ученого академика Б. Б. Голицына, создавшего в 1903 г. аппаратуру для фотоэлектрической записи колебаний. Наблюдая за упругими волнами, распространяющимися от очагов землетрясения, он доказал возможность определения местоположения и формы отдельных границ раздела в толще Земли.

Первоначально получил распространение метод преломленных волн (МПВ). Использовать его оказалось довольно просто, так как преломленные волны, начиная с некоторого удаления от источника, приходят к точке наблюдения раньше других волн, что позволяет легко их обнаруживать.

В СССР первые опытные работы МПВ были проведены П. М. Никифоровым (учеником Б. Б. Голицына) в 1927 г. в Криворожском железорудном бассейне. С 1928—1929 гг. под

руководством выдающегося советского геофизика Г. А. Гамбурцева этот метод стал широко применяться в различных районах для решения разнообразных геологических задач. Для возбуждения упругих колебаний было предложено использовать взрывы зарядов взрывчатых веществ.

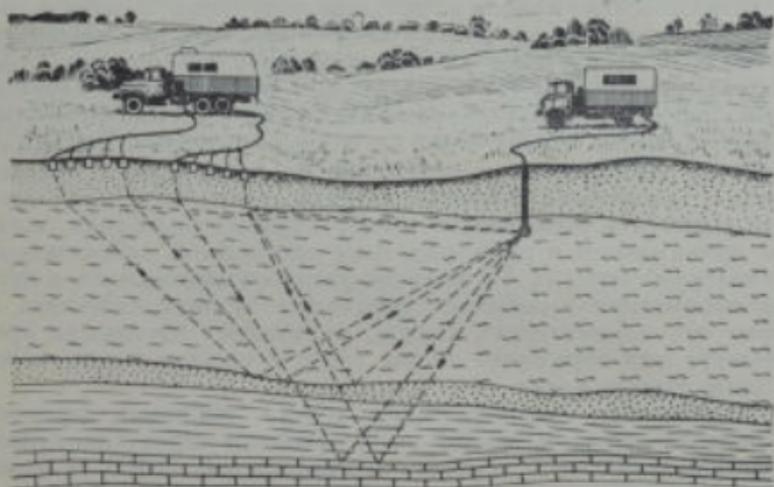


Рис. 1. Схема сейсморазведочных работ

С 1923 г. начинает развиваться метод отраженных волн (МОВ). В СССР МОВ впервые был применен В. С. Воюцким. Разработкой теоретических и методических основ МОВ руководил Г. А. Гамбурцев. В 1934 г. в районе оз. Байкал Г. А. Гамбурцевым были получены четкие записи отраженных волн. С этого времени МОВ стал быстро внедряться в сейсморазведку и вскоре занял в ней ведущее место. Наряду с успехами в формировании методики наблюдений совершенствовалась методика интерпретации данных сейсморазведки. Одновременно с МОВ развивался МПВ. В 1939 г. был разработан корреляционный метод предомненных волн (КМПВ).

В становление и развитие сейсморазведки в нашей стране большой вклад внесли Г. А. Гамбурцев, Ю. В. Резниченко, И. С. Берзон, Н. Н. Пузырев, Л. А. Рябинкин, И. И. Гурич и др.

Не прекращалось развитие сейсморазведки и в период Великой Отечественной войны (1941—1945 гг.). Сейсморазведочные работы на Эмбе, в Азербайджане, Туркмении, Поволжье, Башкирии привели к открытию новых месторождений нефти. В те годы в практику сейсморазведочных работ начали внед-

рять такие методические приемы, как группирование сейсмоприемников и группирование взрывов, которые позволили существенно повысить качество сейсмических материалов.

В 50-е гг. широким фронтом развиваются сейсморазведочные работы в Сибири. Главный их результат — создание крупнейшего в Союзе нефтегазового комплекса. В эти годы внедряется речная и морская сейсморазведка.

В 60-е гг. широко внедряются в сейсморазведку сейсмостанции с магнитной записью. Воспроизводимая запись дала возможность улучшить качество полевых материалов, ввести автоматические устройства для обработки сейсмических записей и повысить геологическую эффективность сейсморазведки в сложных сейсмогеологических условиях.

С внедрением воспроизводимой магнитной записи началось освоение нового прогрессивного метода общей глубинной точки (МОГТ). В МОГТ используются отраженные волны, данные обрабатываются на ЭВМ. При обработке суммируются записи, относящиеся к одной (общей) точке отражения, вследствие чего отраженные волны усиливаются, а помехи ослабляются. В настоящее время преобладающий объем работ выполняется методом общей глубинной точки.

Применение магнитной записи позволило внедрить такие методы и способы, как метод вертикального сейсмического профилирования (ВСП), метод обращенных годографов (МОГ) и др., которые в определенных сейсмогеологических условиях дают возможность повысить эффективность сейсморазведки.

В целях более детального и качественного изучения геологического разреза, повышения производительности сейсморазведки в последние годы осуществлен переход от аналоговых магнитных сейсмостанций к сейсмостанциям с цифровой регистрацией сейсмических колебаний. Сейсмические партии оснащаются 48-канальными цифровыми сейсмическими станциями, готовятся к выпуску 96-канальные станции, разрабатываются телеметрические системы со значительно большим числом каналов (НПО «Союзгеофизика», Саратовское СКБ-СП, завод «Нефтеприбор»). Для обработки сейсмической информации внедрены ЭВМ третьего поколения и созданы комплексы обрабатывающих программ для различных условий проведения сейсморазведки.

В настоящее время сейсморазведка — сложный комплекс операций и явлений: возбуждение сейсмическим источником первичных волн, их распространение в геологической среде с образованием на границах ее неоднородностей вторичных волн, прием и запись упругих колебаний в точках наблюдения, обработка и интерпретация сейсмических записей. Заданную систему последовательного и непрерывного развития операций и явлений, преобразующих воздействие источника упругих колебаний (входной сигнал) в сейсморазведочную информацию (выходной сигнал), можно объединить в сейсмораз-

ведочный канал, представленный тремя последовательно действующими подсистемами (рис. 2).

Первая подсистема — сейсмологический канал — объект исследований, т. е. геологическая среда в том виде в котором она проявляется при формировании поля упругих колебаний. Наблюдаемое в определенной точке среды поле —

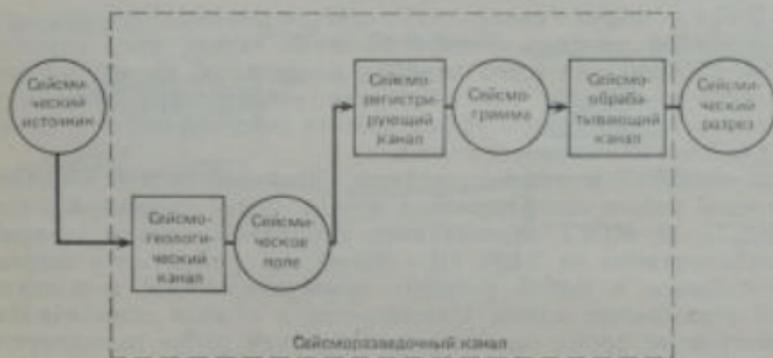


Рис. 2. Система сейморазведочного канала

результат прохождения импульса источника через определенный пространственно ограниченный объем среды. Строение среды в пределах этого объема является той информацией, которая извлекается из сейморазведочных наблюдений.

Сейсмическое поле — входная информация для второй подсистемы — сейсморегистрирующего канала, включающего сейморазведочную технику (сейсмоприемники, кося, сеймостанцию и др.), методику работ и все технические средства, связанные с исследованием. На выходе сейсморегистрирующего канала воспроизводит сейсмические записи (сейсмограммы), которые являются входной информацией для третьей подсистемы — сейсмообработывающего канала. Этот канал включает обрабатывающую технику — электронно-вычислительные машины, с помощью которых сейсмограммы, записанные на магнитной ленте, преобразуются в сейсмический разрез, отражающий геологическое строение среды.

1. ФИЗИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙМОРАЗВЕДКИ

Качество возбуждения сейсмических волн с помощью различных источников зависит от физических свойств и геологических условий упругой среды. Реальные геологические среды с некоторым приближением можно рассматривать как упругие среды. В них могут возникать и распространяться упругие

волны различных типов. Особенности и законы распространения упругих волн как в абсолютно упругих средах, так и в более сложных реальных средах во многом сходны между собой.

Упругие твердые тела представляют собою совокупность дискретных частиц, связанных между собой силами притяжения и отталкивания. В упругой среде эти силы находятся в состоянии равновесия.

Упругие тела принято делить на газообразные, жидкие и твердые. В газах внутренние силы, связывающие частицы между собой, исключительно малы, поэтому газы обладают большой сжимаемостью. Жидкие и твердые тела сжимаются в сотни тысяч раз слабее газов. Совершенно несжимаемых тел в природе нет, сжимаемость тел обеспечивает возникновение в них упругих волн. Жидкая среда обладает только упругостью объема, а твердая — упругостью объема и формы. Изменение объема или формы упругого тела под действием внешней силы, без изменения массы, называют деформацией.

Тело считают идеально упругим, если оно изменяет объем и форму в момент приложения к нему силы и возвращается в исходное положение после прекращения действия силы. Это физическое явление называют упругой деформацией. Тело считают пластическим, если оно изменяет только форму в момент приложения к нему силы, а после снятия последней, по крайней мере в течение некоторого времени, продолжает сохранять новую форму. В данном случае деформация называется пластической.

Источники возбуждения упругих волн в сейсморазведке, как правило, кратковременны и малы по силе. Поэтому тела, обладающие упругой или пластической деформацией, в том числе и горные породы, ведут себя под действием этих малых сил как упругие.

Если в твердом теле (идеальная упругая среда) возникает кратковременное напряжение, то под его воздействием частицы тела начинают смещаться и занимают новое положение. Смещение первых частиц вызывает перемещение других, соседних, и быстро, по мере распространения деформации, в этот процесс смещения в направлении от источника напряжения вовлекаются целые участки среды. После снятия напряжения частицы среды возвращаются в первоначальное положение. С момента начала смещения и до конца полного возвращения частиц к первоначальному положению эта область среды расширяется во все стороны от точки приложения напряжения, вызвавшего упругие деформации среды. Процесс распространения деформаций в среде принято называть упругими волнами. Когда упругие волны распространяются в воздухе, их называют звуковыми, или акустическими, а в горных породах — сейсмическими волнами.

Упругая волна имеет передний и задний фронт. Принято называть передним фронтом волны ту область, в ко-

тору распространяется деформация, а задним фронтом, или тылом, упругой волны — ту область среды, где уже прошла деформация.

Под воздействием напряжений в безграничной упругой среде возникают и распространяются упругие волны двух типов — продольные — P и поперечные — S (рис. 3). Продоль-

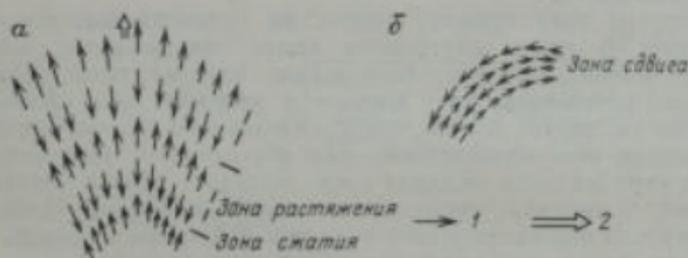


Рис. 3. Схема смещения частиц среды при распространении продольной (а) и поперечной (б) волны:

1 — направление смещения частиц; 2 — направление распространения волны

ные волны также называют объемными, или волнами сжатия и разрежения, потому что за их фронтом происходит изменение элементарных объемов веществ за счет смещения частиц среды в направлении распространения фронта волны. По физической природе поперечные волны можно также называть волнами сдвига, потому что за их фронтом наблюдаются малые сдвиги и повороты элементарных объемов вещества, вызывающие изменения их формы за счет смещения частиц вещества в направлении, перпендикулярном к направлению распространения фронта волны.

Продольные и поперечные волны распространяются в однородной среде с разными скоростями v , определяемыми плотностью ρ и постоянными: модулем Юнга E и коэффициентом Пуассона μ . Скорость распространения продольных упругих волн всегда больше скорости распространения поперечных.

Земная кора состоит из различных горных пород, которые в значительной степени отличаются по своим упругим свойствам. Одни из этих пород, к числу которых относятся многие изверженные и сильно консолидированные осадочные отложения, близки по своим свойствам к идеально упругим средам, другие породы, залегающие в ослабленных зонах и зонах трещиноватости, а также рыхлые осадки существенно отличаются от идеально упругих сред, так как они обладают поглощающими свойствами. В большинстве своем горные породы имеют и другие характерные особенности, например, четко выраженную слоистость, сложный состав и др.

Учитывая основные закономерности отражения и преломления сейсмических волн в горных породах, можно заключить,

Скорость распространения упругих волн в породах и средах

Порода или среда	v_p , м/с	v_s/v_p
Воздух (в зависимости от температуры, влажности, давления и ветра)	310—360	—
Почвенный слой выветрелый	100—500	0,5—0,6
Гравий, щебень, песок сухой	100—600	0,55—0,67
Суглинок сухой	300—900	0,55—0,6
Песок влажный	1500—1800	0,01—0,3
Глина влажная	1500—2500	0,07—0,3
Вода (в зависимости от температуры и солености)	1430—1570	—
Песчаник	1500—4000	0,4—0,6
Мел	1800—3500	0,4—0,5
Известняк, доломит	2600—6500	0,5—0,6
Ангидрит, глина, соль каменная	4500—6000	0,5—0,6
Мергель	2000—3500	0,55—0,5
Лед, мерзлые водонасыщенные пески и глины	3200—4000	0,5
Слюда кристаллическая	4000—6600	0,6
Гранит	4000—6000	0,46—0,62
Базальт	5000—6500	0,57—0,62

что решающую роль в получении достоверной сейсмической информации играет знание скоростей распространения волн в различных горных породах. Скорости определяются плотностью и механическими характеристиками среды. Плотность горных пород изменяется от 1,5 до 3,1 г/см³. Коэффициент Пуассона варьирует от 0,2 до 0,35, а в пластичных влажных породах достигает 0,5. Модуль Юнга E изменяется в более широких пределах, и у пород различного литологического состава он может изменяться на два порядка.

Литологический состав пород, условия их формирования и залегания оказывают существенное влияние на скорость распространения сейсмической волны.

В табл. 1 приведены величины v_p и v_s/v_p в некоторых породах и средах. Видно, что верхняя часть разреза представлена рыхлыми слабосцементированными отложениями (почвенный слой и подстилающие его выветрелые слабоуплотненные породы), где значение v_p не превышает 1000 м/с. Иногда в этой части разреза скорость продольной волны значительно меньше, чем скорость звука в воздухе. В целом верхний рыхлый слой обладает малыми скоростями распространения волн и поэтому называется зоной малых скоростей (ЗМС). Мощность ЗМС изменяется от 1 до 100 м и более, в основном составляет 10—20 м. Скорость v_p в ЗМС обычно менее 400 м/с, а в зоне пониженных скоростей $v_p = 400 \div 800$ м/с.

В терригенных песчано-глинистых отложениях скорость продольной волны составляет обычно 4000—4500 м/с и редко выше, в гидрхимических и карбонатных достигает 6500 м/с. Скорость поперечных волн v_s , как и продольных, изменяется в широких пределах. Причины ее изменения в основном совпадают с причинами изменения скорости v_p . Для большинства горных пород отношение v_p/v_s изменяется от 0,5 до 0,6, что соответствует коэффициенту Пуассона $\mu = 0,2 \div 0,33$. Однако наблюдаются резкие отклонения значений этих параметров в слабосцементированных водонасыщенных песках и глинах, что объясняется приближением пород по своим свойствам к жидким средам, почти не оказывающим сопротивление деформации сдвига.

Упругие волны, прошедшие через горные породы значительные расстояния, теряют свою интенсивность сильнее, чем предсказывается теорией для распространения волн в идеально упругих телах. При этом наблюдается изменение формы колебаний частиц за фронтом упругих волн. Это означает, что в реальных средах, к которым относятся и горные породы, в процессе распространения волны происходит необратимый процесс перехода энергии упругих колебаний в другие ее виды, в том числе в тепловую энергию, которая рассеивается и поглощается средой. Следовательно, реальные среды являются поглощающими.

В реальных геологических средах в отличие от абсолютно упругих тел волны с различной частотой поглощаются в различной степени и скорости их распространения не остаются постоянными. Это явление получило название дисперсии скорости.

Наибольшее поглощение испытывают высокочастотные составляющие спектра. Они распространяются в поглощающей среде с несколько большей скоростью, чем низкочастотные. Это приводит к растяжению профиля и графика колебаний волны по мере ее распространения и возрастанию ее видимых периодов со временем. Поглощение сейсмических волн в горных породах значительно изменяется в зависимости от их литологического состава и физического состояния.

Породы, слагающие зону малых скоростей (ЗМС), имеют высокие коэффициенты поглощения упругих волн. Это приводит к заметному уменьшению амплитуд колебаний, изменению их спектрального состава и, следовательно, графика колебаний. Исключительно резко изменяются интенсивность и форма колебаний прямой волны, распространяющейся по породам ЗМС от источника, расположенного вблизи или непосредственно в породах, слагающих ЗМС. Поверхностные волны, распространяющиеся от источника, также сильно зависят от поглощающих свойств ЗМС. Они проходят свой путь внутри этой зоны, где понижается видимая частота за счет интенсивного поглощения высокочастотных составляющих их спектра.

Ослабление интенсивности упругих волн при их распространении можно связать также с тонкой слоистостью осадочных горных пород. Проходя через такую среду, упругие волны могут рассеиваться за счет образования очень слабых отраженных волн. При этом наиболее интенсивно рассеиваются высокочастотные составляющие спектра. Весьма слабые, но многочисленные рассеянные волны создают так называемый фон нерегулярных помех, осложняющий выделение и прослеживание отраженных и преломленных волн, представляющих интерес для сейсморазведки.

В осадочных горных породах имеется большое число границ раздела, однако благоприятны для изучения сейсморазведкой только те, которые хорошо выдержаны по площади и порождают достаточно интенсивные отраженные волны. Наиболее интенсивные отраженные волны образуются на границах, где резко изменяются упругие свойства горных пород, или постепенное изменение упругих свойств происходит в пределах интервала, значительно меньшего длины волны. Подобные границы и образующие их горизонты называют опорными, или маркирующими. Условно их можно разделить на сильные, слабые и средние. К сильным маркирующим границам относят те, на которых коэффициенты отражения $A > 0,5$, к слабым — границы с коэффициентами $A < 0,1$. Границы с промежуточными значениями A (от 0,5 до 0,1) относят к средним.

Возможность успешного проведения сейсморазведки определяется физическими и геологическими особенностями толщ горных пород, которые в целом принято называть сейсмическими условиями и подразделять на поверхностные и глубинные.

К поверхностным сейсмогеологическим условиям относят строение верхней части разреза, от которой в значительной степени зависят условия возбуждения, распространения и приема упругих волн. В число поверхностных сейсмогеологических условий входят следующие.

1. Зона малых скоростей с изменяющейся мощностью и различным характером распределения в ней скоростей, определяющими глубину погружения заряда в скважину и его массу, а также сейсмическую эффективность. Большая мощность ЗМС и малые скорости в ней приводят к сильному поглощению полезных волн, особенно их высокочастотных составляющих. Изменчивость ЗМС по простиранию приводит к искажениям наблюдаемых времен прихода к поверхности волн и изменениям формы записи колебаний, создаваемых одной и той же волной в разных точках наблюдения.

2. Наличие под ЗМС водоносных горизонтов, позволяющих производить в них взрывы скважинных зарядов и получать интенсивные целевые волны.

3. Залегание в верхней части разреза сильно отражающих

и преломляющих границ приводит к ослаблению проходящих волн и созданию волн-помех, распространяющихся в горизонтальном направлении в виде интерференционных волн. Резкие границы с неправильной формой сильно искажают форму фронтов полезных волн и создают затруднения в интерпретации результатов наблюдений.

4. Зоны многолетнемерзлых пород в северных районах, мощность которых достигает 600 м, существенно различаются в мерзлом и талом состояниях, особенно в терригенных отложениях. При этом большое значение имеют строение и степень выдержанности пород. В данных условиях при изменении мощности зоны могут создаваться трудности в проведении сейсмических исследований.

К глубинным сейсмогеологическим условиям относят следующие.

1. Наличие в разных частях разреза отражающих и преломляющих границ, залегающих согласно с геологическими горизонтами. Благоприятно, когда отражающие или преломляющие границы располагаются в пределах тех геологических толщ, которые содержат продуктивные горизонты.

2. Выдержанность по простиранию, высокая степень различия упругих свойств пород по обе стороны границы.

3. Характер складчатых дислокаций и залегания границ раздела. Крутые углы наклона (более 40—50°) осложняют сейсморазведку.

4. Особенности скоростного разреза. Присутствие в геологическом разрезе мощных толщ с повышенными значениями скорости затрудняют в отдельных случаях применение сейсморазведки, в частности МПВ, из-за наличия экранирования.

Успешное развитие и постоянное совершенствование существующих и создание новых методов сейсморазведки с одновременным развитием технических средств позволяют решать все более сложные задачи, даже при неблагоприятных сейсмогеологических условиях.

2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ВИДЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Для проведения сейсморазведочных работ с целью получения необходимых сведений о геологическом строении определенного района необходимо знать особенности распространения в горных породах отраженных, преломленных и проходящих волн. Как правило, все источники возбуждения в сейсморазведке располагают вблизи земной поверхности или на ней, поэтому упругие волны, возникшие при взрыве, распространяются в глубину горных пород, а затем возвращаются к поверхности земли, где регистрируются специальной аппаратурой. Изучение распространения этих волн вдоль поверхности земли может дать представление о форме границ, на которых они возникли, а иногда

о породах, через которые прошли волны. В основном границы раздела упругих сред совпадают с границами стратиграфических горизонтов, поэтому по зарегистрированным волнам можно судить о строении геологического разреза.

Методы сейсморазведки принято разделять по видам используемых волн и их физическому типу, физико-геофизическим условиям проведения работ (сухопутная, морская), степени детальности исследований (поисковая, детальная), области применения (нефтегазовая, рудная, угольная) и другим признакам.

В зависимости от типа регистрируемых волн различают методы продольных, поперечных и обменных волн.

При взрыве возбуждаются одновременно продольные и поперечные волны. Интенсивность продольных волн значительно выше, чем поперечных. Кроме того, продольные волны возбуждаются в любой среде, а поперечные — только в упругой. Интенсивность и стабильность продольных волн позволяют широко использовать их для целей разведки. Несмотря на сложность возбуждения, поперечные волны имеют определенные преимущества перед продольными волнами. Главные преимущества — высокая разрешающая способность и точность разведки за счет меньшей скорости распространения волны. Указанные особенности позволяют картировать структуры с малыми амплитудами.

По частотным характеристикам регистрируемых колебаний сейсморазведку подразделяют на низкочастотную (менее 20—30 Гц), среднечастотную (30—80 Гц) и высокочастотную (более 80—100 Гц). Высокочастотная сейсморазведка позволяет повысить разрешающую способность и точность изучения. Она особенно эффективна при изучении неглубоких границ (в угольной, рудной, инженерной сейсморазведке).

Основными методами сейсморазведки являются метод отраженных волн (МОВ) и метод преломленных волн (МПВ). При наблюдениях в скважинах используют также метод проходящих волн.

Метод отраженных волн (МОВ) является основным методом сейсморазведки, получившим самое широкое применение в практике работ. Сущность МОВ заключается в том, что волны от источника возбуждения распространяются в толщу горных пород и при достижении границ раздела отражаются от них и возвращаются к поверхности земли. Наблюдения МОВ проводят на таких расстояниях от источника, где в основном регистрируются волны, отраженные от различных границ под разными углами падения. Высокая разрешающая способность МОВ позволяет при соответствующих условиях изучать одновременно строение осадочной толщи по нескольким горизонтам, расположенным на различной глубине, раздельно исследовать строение близко расположенных отражающих границ. Используя МОВ, успешно решают геологические задачи при углах на-

клона отражающих границ до 15° , он также применим при больших углах падения границ. МОВ широко используется для решения разнообразных задач структурной геологии.

Метод общей глубинной точки (МОГТ) — одна из основных модификаций метода отраженных волн.

Сущность МОГТ состоит в том, что отражающая граница прослеживается многократно и результат прослеживания представляется в виде суммарной записи, полученной от сложения нескольких колебаний, относящихся к одной и той же точке отражающей границы — общей глубинной точке.

Принцип суммирования сейсмических записей по ОГТ проводится на примере системы пятикратного перекрытия (рис. 4). В данном случае источник возбуждения упругих волн ($\theta-4$) и сейсмоприемники ($\theta, a-g$) располагаются на профиле симметрично проекции на него общей глубинной точки R горизонтальной границы. Сейсмограмма, составленная из пяти записей, полученных в пунктах приема $\theta, a-g$ при возбуждении в пунктах $\theta-4$ (в пункте θ приемник и источник совмещены), показана над линией CD . Она образует сейсмограмму ОГТ, а годографы прокоррелированных на ней отраженных волн — годографы ОГТ.

В зависимости от положения пункта взрыва относительно базы прisma системы наблюдений МОГТ принято называть: симметричной, или центральной (рис. 5, а) — пункт взрыва расположен в центре базы наблюдений; фланговой (рис. 5, б) — пункт взрыва расположен на конце базы; центральной и фланговой с выносными пунктами взрыва (за пределами базы наблюдений). Существуют и другие разновидности наблюдений.

Наиболее широкое применение получили симметричные (центральные) системы, применяемые при изучении слабых отражающих границ (когда необходим статический эффект) и фланговые — для подавления многократных волн и ослабления поверхностных и других волн-помех, возникающих в районе источника до и после излучения упругой волны.

Вынос пункта взрыва и максимально допустимое удаление его от базы приема значительно улучшают характеристики направленности системы, что выражается в сильном ослаблении многократных волн. Чрезмерное удаление источников приводит к отрицательным факторам: изменению частотного состава волн и их затуханию, появлению высокоскоростных волн-помех и др.

Выбор величины базы наблюдений определяется сейсмогеологическими условиями, задачами разведки, характером волновой картины и числом каналов сеймостанции. Величину выбирают возможно большей для подавления многократных отражений и меньшей — при разведке слабых отражающих границ. Величина базы уточняется по волновой картине так, чтобы ослабить влияния различного рода волн-помех как низкоскоростных, так и высокоскоростных. При определенных условиях учи-

Рис. 4. Схема сейсморазведочных работ по методу общей глубинной точки.

A и A' — оси свифазности отраженной однократной волны соответственно до и после введения кинематической поправки; B и B' — оси свифазности многократной отраженной волны соответственно до и после введения кинематической поправки

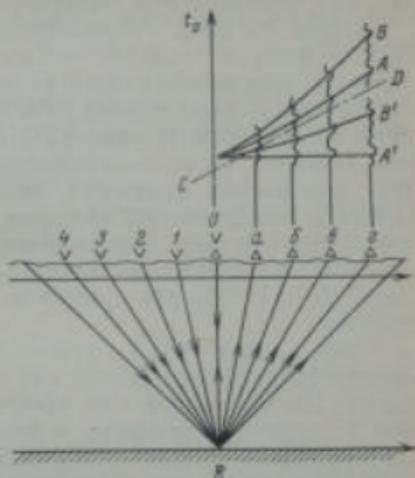
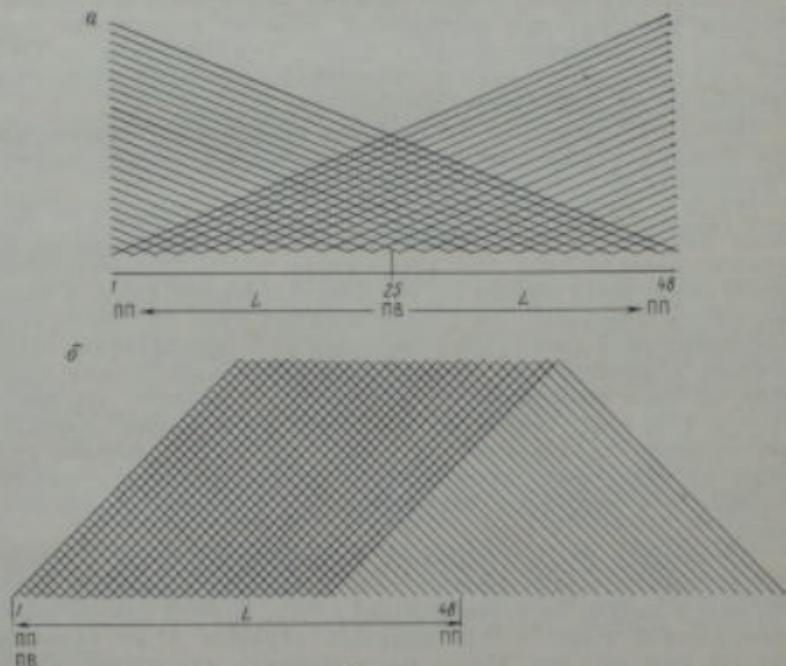


Рис. 5. Система наблюдений МОГТ:

a — центральная; b — фланговая



РНТБ Таджикистан ССР
Инд. № 753503

тываются максимальная производительность работ, качество полевых сейсмических материалов и обработка их на ЭВМ.

Выбор системы наблюдений, базы приема и при выносном пункте взрыва удаление его на определенное расстояние, как правило, рассматривается в полной взаимосвязи.

Кратность наблюдений МОГТ определяется таким соотношением интенсивности однократных и многократных отражений, при котором четко прослеживаются полезные целевые волны. При увеличении кратности наблюдений значительно технологичнее и экономически выгоднее использовать 48- и 96-канальные сейсмостанции. Для наиболее успешного подавления многократных и других волн-помех, а также улучшения качества полевых материалов кратность наблюдений желательно повышать.

Наблюдения МОГТ производят, как правило, многоканальными станциями от одного или нескольких источников возбуждения. По ходу отработки профиля перемещают базу наблюдений L (сейсмоприемники) и пункты взрыва. Используя запасной комплект многосекционных сквозных сейсмических кос, сейсмостанция может принять на одной стоянке 8, 12, 16 наблюдений и более. В этом случае для повышения производительности используют несколько пунктов взрыва, которые поочередно производят возбуждения и перемещаются по ходу профиля.

В настоящее время основу полевых наблюдений составляют системы многократных перекрытий, которые определяют перспективу дальнейшего развития МОГТ. Суммирование по ОГТ является одной из главных и эффективных операций обработки, которые можно реализовать на базе этих систем.

Метод ОГТ нашел самое широкое практическое применение при поисках и разведке нефтяных и газовых месторождений в различных сейсмогеологических условиях.

Метод преломленных волн (МПВ) основан на изучении упругих волн, образовавшихся при падении волны на границу раздела сред под предельным углом. Преломленные волны образуются только на тех пластах земной коры, в которых скорость больше, чем в вышележащих (рис. 6). Метод преломленных волн имеет свои преимущества и определенные ограничения в применении. В благоприятных геологических условиях он дает возможность проследить в разрезе несколько границ (две-три). Особенности разреза зоны малых скоростей относительно мало влияют на результаты МПВ. Опорные границы на обширных территориях в основном прослеживаются быстрее и с меньшими затратами, чем методом отраженных волн.

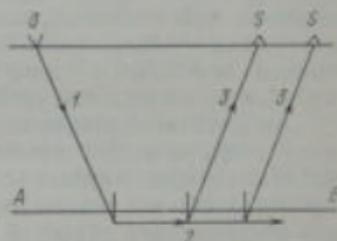
Применение МПВ становится невозможным, если в пределах изучаемой толщи имеется пласт, скорость в котором больше, чем в любом из нижележащих слоев. В этом случае высокоскоростной пласт будет являться экраном и не позволит изучать нижние слои. Метод мало пригоден для изучения глу-

боку залегающих структур с большими углами падения. С увеличением глубины исследования значительно усложняется методика работ и соответственно резко возрастает масса применяемых зарядов взрывчатых веществ с целью усиления энергии взрыва.

Система наблюдений весьма усложняется, если в разрезе имеются слои, характеризующиеся близкими скоростями рас-

Рис. 6. Схема образования преломленных волн:

O — источник; S — точка наблюдения; AB — преломляющая граница; I — луч падающей волны; Z — луч скользкой волны; J — луч преломленной волны



пространения волн или большим числом преломляющих границ.

Из приведенных характеристик видно, что методы отраженных и преломленных волн имеют определенные области применения, а при комплексном их использовании иногда можно получить более полные геологические сведения, способствующие решению поставленных задач.

Выше были рассмотрены два основных метода сейсморазведки, базирующихся на использовании продольных волн, в которых смещение частиц происходит вдоль сейсмического луча (или вдоль пути распространения волны). Преимуществом продольных волн является простота их возбуждения и регистрации. Однако в случаях, когда угол падения проходящей волны на промежуточные границы возрастает, возникают интенсивные обменные волны различных типов. Эти волны также находят применение в сейсморазведке для решения геологических задач.

Когда в МОВ при использовании продольных волн наступают затруднения в картировании пологих структур, разделении близких границ, в получении точных данных о скоростях, могут быть использованы поперечные волны. Сущность метода состоит в том, что от воздействия специального источника возникают достаточно интенсивные поперечные волны, образующие при падении на границы внутри среды вторичные монотипные волны. В последние годы разработаны различные эффективные источники возбуждения поперечных волн, среди которых особое место занимают линейные источники из взрывчатых веществ. Определены сейсмогеологические условия, где возбуждаются интенсивные поперечные волны. Созданы специальные горизонтальные сейсмоприемники, а также разработаны технологии и методические приемы возбуждения и регистрации поперечных волн.

Для решения особо сложных геологических задач используется несколько типов волн (продольные, поперечные, обменные) — так называемая многоволновая сейсморазведка.

Для изучения волновой картины внутри толщи горных пород, определения скоростей распространения упругих волн, положения отражающих границ раздела используют проходящие (прямые) и все вторичные волны, возбуждаемые при проведении сейсмических исследований (сейсмокаротажа) в глубоких скважинах. Поставленные задачи решают с помощью способа вертикального сейсмического профилирования (ВСП).

До начала проведения ВСП необходимо полностью устранить поверхностные воздействия, которые передаются через кабель на скважинные сейсмографы. Для этого фиксируют сейсмографы на стенке скважины прижимными устройствами, что обеспечивает хороший контакт с исследуемым объектом и ослабляет натяжение кабеля.

Необходимым требованием при ВСП является выбор оптимальных условий возбуждения и сохранения их постоянства до полного завершения исследований в скважине. От качества источника возбуждения зависит форма прямой проходящей волны и всех других волн, возбуждаемых в среде.

Для проведения ВСП используют два-три пункта взрыва, один из которых располагают на безопасном расстоянии от устья исследуемой скважины, а другие удаляют на определенное расстояние. Такое расположение пунктов взрыва обеспечивает возбуждение и прохождение волн под различными углами преломления и отражения их в средах. Интервал между точками наблюдений в скважине определяется в зависимости от ожидаемых значений пластовых скоростей и может колебаться от 5 до 25 м, но для изучаемого объекта он должен быть постоянным.

Перед началом работ на поверхности вблизи устья исследуемой скважины устанавливают сейсмоприемники для контроля времен вступлений, сохранения формы и импульса прямой волны и др. При использовании многоканальных зондов контроль исследований проводят по общим корреляционным точкам соседних расстановок зонда. Высокая точность данных о скоростях и волновом поле достигается при надежном контакте сейсмоприборов зонда со стенкой скважины.

Метод обращенного годографа (МОГ) является совокупностью приемов наблюдений с разведочными целями волн, отраженных от границ, расположенных ниже забоя скважины. В число задач, решаемых МОГ, входит: разведка зон или участков профилей, где из-за неблагоприятных поверхностных условий и наличия интенсивных помех не удается выделить отраженные волны на поверхности, уточнение отдельных деталей структур вблизи от пробуренной скважины.

При использовании данного метода регистрацию волн в скважине следует проводить в зоне, свободной от приповерхностных волн-помех, на глубине 100—200 м, или ниже границ образования основных многократных волн. Глубина погружения зонда в скважину может изменяться в зависимости от сейсмогеологических условий района работ.

Расстояния между сейсмоприемниками в зоне составляют 10—20 м, что обеспечивает надежную корреляцию целевых отраженных волн, ослабление падающих волн и других помех.

Расстояние между пунктами взрыва определяют с учетом сейсмогеологической сложности изучаемого района, и в основном оно составляет 200 м. Колебания возбуждают последовательно в пунктах, расположенных на профилях, которые проходят через скважину, где установлены сейсмоприемники.

Существуют и другие модификации сейсмических наблюдений в скважинах, обеспечивающие изучение околоскважинного пространства.

Глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ) предназначено для изучения глубинного строения земной коры и верхней мантии. Оно основывается на комплексном применении методов преломленных и отраженных волн.

Пункты взрыва обычно располагают за десятки и сотни километров от пунктов приема, при этом используют заряды ВВ большой массы.

3. СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНАЯ АППАРАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ

Для проведения сейсморазведочных работ необходимы специальная аппаратура и вспомогательное оборудование. Это различные типы сейсмических станций и сейсмоприемников, проводные или кабельные косы, средства радиосвязи, автоматические системы управления источниками упругих колебаний, различные контрольно-измерительные приборы и другое оборудование.

Вся сейсморазведочная аппаратура предназначена для записи движений почвы, вызванных взрывными или невзрывными источниками возбуждений. Полевая сейсмическая аппаратура воспринимает колебания почвы на поверхности земли, а скважинная — на некоторой глубине. Принцип работы наземной и скважинной аппаратуры одинаков.

Под действием упругих колебаний происходит движение почвы в нескольких направлениях. Вследствие значительного влияния зоны малых скоростей фронт волн обычно подходит из глубины к поверхности земли почти вертикально. При этом продольные волны в основном создают вертикальные колебания почвы, а поперечные волны вызывают горизонтальные смещения. Число волн, проходящих к точке наблюдения, велико, и они разнообразны. Каждая волна создает смещения различной амплитуды, формы и направления, и многие из этих

смещений накладываются (интерферируют). Помимо полезных волн, несущих информацию о глубинном строении изучаемого участка земной коры, всегда существуют местные колебания — микросейсмы, вызываемые различными источниками (например, ходьба и езда по профилю, раскачивание растений сильным ветром и др.). Из-за наличия большого числа разнообразных волн суммарные колебания почвы имеют очень сложный характер, и для выделения из них полезных волн требуются помимо методических приемов специальные технические средства.

Для приема колебаний почвы на поверхности Земли используют специальный прибор — сейсмоприемник (сейсмограф), преобразующий механическую энергию колебаний почвы в электрическую. Эти весьма слабые электрические сигналы передаются по соединительному кабелю (сейсмической косе) на входы тракта записи цифровой сейсмостанции, где последовательно проходят через предварительные усилители, коммутатор каналов и коммутатор вспомогательных каналов, определитель порядка, преобразователь аналог — код и достигают магнитного регистратора. Слабые электрические сигналы в момент входа в тракт записи сейсмостанции претерпевают в заданном автоматическом режиме усиление, частотную фильтрацию, регулирование амплитуд, а при выходе из магнитного регистратора на магнитные головки сигналы всех сейсмических каналов записываются на магнитную ленту. Одновременно с этим (через вспомогательные каналы) на магнитной ленте записываются отметки момента взрыва, вертикального времени и контрольные марки времени.

Существуют различные конструкции сейсмоприемников, которые оснащены разнообразными типами электромеханических преобразователей. Для преобразования колебаний используют различные явления, такие как электромагнитная индукция, магнитострикция, пьезоэлектрический эффект и др. Каждому из типов преобразователей свойственны некоторые специфические особенности, делающие их пригодными для использования в приборах различного назначения. В наземных сейсмоприемниках применяют главным образом индукционные преобразователи, в которых механические колебания преобразуются в электрические на основе электромагнитной индукции. При речной и морской сейсморазведке применяют пьезоэлектрические приемники давления, в которых используют прямой пьезоэффект, когда происходит непосредственное преобразование механического давления внутри среды в электрические величины.

Конструкция индукционных электромеханических преобразователей основана на том, что при перемещении инертной массы относительно корпуса изменяется магнитный поток, проходящий через витки катушки, являющейся частью преобразователя. В индукционных сейсмоприемниках магнитное поле

создается постоянными магнитами, соединенными с корпусом прибора или с его инертной массой. В основном применяют электродинамический преобразователь, представляющий собой катушку, которая может перемещаться в постоянном магнитном поле магнита. В момент перемещения катушки в магнитном поле в ее витках наводится ЭДС.

В пьезоэлектрическом приемнике давления основой является пьезоэлектрический элемент, обладающий высокими пьезоэлектрическими свойствами и достаточной прочностью. Элемент выполняют в форме пластины, цилиндра, диска и т. п. Способ закрепления элемента в корпусе прибора определяет его работу на изгиб или на сжатие. В момент изменения внешнего давления элемент деформируется, и на его гранях возникают электрические заряды. В силу присущей элементу электрической емкости между гранями возникает разность потенциалов, прямо пропорциональная приложенному давлению, т. е. происходит непосредственное преобразование механического давления внутри среды в электрические величины.

Сейсмоприемники различают в зависимости от их назначения и типа электромеханического преобразователя. Например, полевые сейсмоприемники используют для наблюдений на поверхности земли, а скважинные — при исследованиях в скважинах. При работе методом продольных волн используют сейсмоприемники вертикальные типов СВ-20 П, СВ-30 П, СВ-10 Ц, Ц-10 СТ СЭВ, Ц-10 Т, а при работе методом поперечных волн — сейсмоприемники горизонтальные типов СГ-10, СГ-20. У сейсмоприемников СВ-10 Ц и Ц-10 СТ СЭВ электромагнитная система защищена от влияния внешних электрических и магнитных полей. При выборе определенных типов сейсмоприемников учитываются также частота регистрируемых колебаний, поставленная задача и др.

Сейсмоприемники должны соответствовать следующим требованиям:

- 1) ослаблять низкочастотные колебания, которые в основном связаны с поверхностными волнами;
- 2) иметь постоянные фильтрующие свойства, обеспечивающие пропускание всех основных частот, с которыми связаны целевые сигналы;
- 3) обладать как можно большей чувствительностью;
- 4) обладать высокой разрешающей способностью;
- 5) иметь небольшие нелинейные искажения, что весьма важно при цифровой регистрации;
- 6) обладать высокой надежностью и стабильностью технических данных;
- 7) обладать наименьшей массой;
- 8) иметь хороший контакт с почвой, что обеспечивается конструкцией корпуса.

Рассмотрим устройство и принцип работы сейсмоприемников типа СВ, предназначенных для приема и преобразования

вертикальной составляющей механических колебаний почвы в электрические при наземной сейсморазведке. Они выпускаются в герметичном исполнении, но не защищены от воздействия внешних электрических и магнитных полей.

Сейсмоприемник (рис. 7) состоит из магнитопровода 1, катушки 2, подвешенной в зазоре магнитной системы, системы

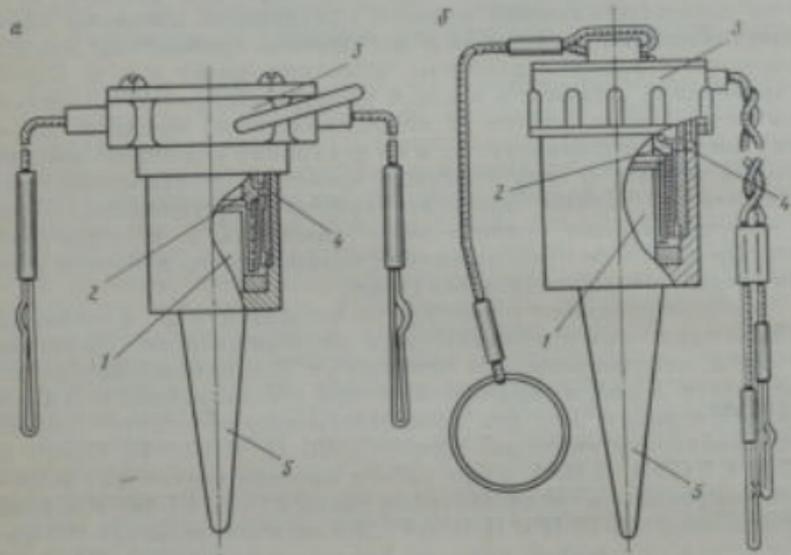


Рис. 7. Сейсмоприемники:
а — СВ-20П; б — СВ-5

вывода и герметизации 3, а также штыря 5. Настройка собственной частоты производится регулировочными кольцами 4. Принцип работы состоит в том, что вертикальные составляющие механических колебаний среды вызывают перемещения инертной массы сейсмоприемника по отношению к корпусу, в результате чего в катушке наводится электродвижущая сила — ЭДС индукции, пропорциональная скорости смещения. Напряжение с выхода сейсмоприемника подается на вход сейсмической станции.

В табл. 2 приводятся некоторые технические характеристики сейсмоприемников типа СВ.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает различные многоканальные цифровые сейсмические станции: «Прогресс-1», «Прогресс-2», «Прогресс-3», «Волжанка-48»; для рудной геофизики — малоканальные станции ВСК-2, СНЦУ-3 и др. «Прогресс-1» работает со взрывными источниками, а «Прогресс-2» — со взрывными и невзрывными источниками возбуждения импульсного действия. «Прогресс-3» пред-

Технические характеристики сейсмоприемников типа СВ

Параметр	Сейсмоприемники		
	СВ-5	СВ-20П	СВ-30П
Собственная частота, Гц	$5 \pm 0,4$	$20 \pm 0,8$	$30 \pm 1,2$
Частота второго электромеханического резонанса, Гц	> 70	≥ 120	> 120
Коэффициент преобразования, В \times \times с/м, %	32 ± 12	18 ± 12	$14,4 \pm 12$
Фазовая неидентичность, градус		± 3	
Степень затухания, %		$0,6 \pm 15$	
Диапазон рабочих температур, °С		$-30 - 50$	
Средняя зарплата на отказ, ч		≥ 2500	
Средний срок службы, год		3	
Масса, кг	$\leq 0,55$	$\leq 0,155$	$\leq 0,155$
Максимальные габаритные размеры, мм	52×145	42×102	42×102

назначена для работы с вибрационными источниками. «Волжанка-48» используется как со взрывными, так и невзрывными источниками. Аппаратура вибрационной сейсморазведки ВСК-2 и портативная трехканальная сеймостанция (накопитель с универсальным входом) СНЦУ-3 работают с невзрывными источниками.

Сейсморазведочные станции — передвижные лаборатории, приспособленные для регистрации сейсмических волн в различных физико-географических условиях. Каждая сейсмическая станция представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных аппаратов, обеспечивающих запись сейсмических волн и всех вспомогательных процессов, необходимых для последующего анализа и обработки полученных в полевых условиях материалов.

Сейсморазведочные станции с цифровой записью позволяют проводить работы существующими методами на более качественном уровне. Рассмотрим устройство и принцип работы цифровой сейсморазведочной станции «Прогресс-2», предназначенной для проведения полевых сейсморазведочных работ на нефть и газ методом отраженных волн. Как и некоторые другие цифровые станции, она рассчитана для работы со взрывными и невзрывными источниками возбуждения импульсного действия.

Сеймостанция укомплектована системой синхронизации возбуждения ССВ-1 (рис. 8), обеспечивающей управление источником возбуждений и прием сигналов отметки момента взрыва и отметки вертикального времени по телефону или радио. Описание ССВ-1 дается в гл. V.

Сейсмическая станция «Прогресс-2» (рис. 9) выполнена в виде отдельных функционально законченных блоков, соединенных между собой электрическими жгутами. Основные

блоки сейсмостанции — тракт записи, накопитель и тракт воспроизведения — размещены в трех стойках, объединенных в аппаратурную стойку, которая установлена у передней стенки специального кузова — салона автомашины ЗИЛ-131.

В салоне кузова, в местах, удобных для работы и обслуживания, расположены входной блок, блок связи, ЗИП, материалы и все необходимое для работы в полевых условиях.

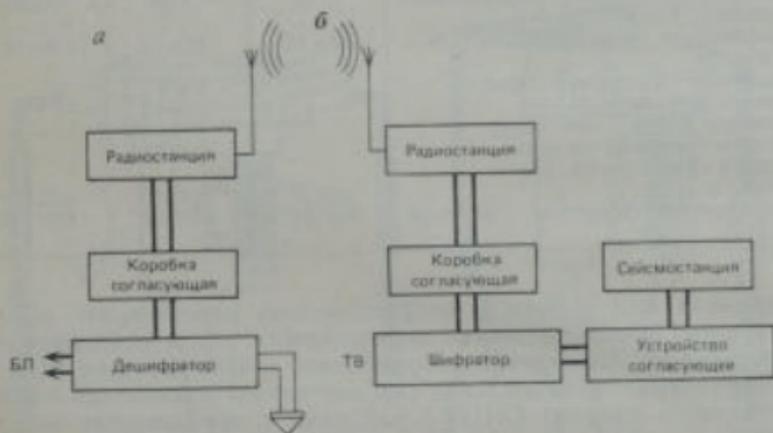


Рис. 8. Блок-схема ССВ-1:

а — на пункте взрыва; б — на сейсмостанции

Сейсмические сигналы с сейсмоприемников через входную панель станции подаются на входной блок, в котором расположены коммутатор ОГТ и система проверки сейсмолок на проводимость и утечку. Коммутатор ОГТ — каретного типа, на 96 каналов и 48 выходов. Коммутация входов осуществляется перемещением подвижной каретки вручную.

С выхода коммутатора ОГТ сейсмические сигналы поступают на блоки входных трансформаторов. Входные трансформаторы предназначены для согласования сейсмических каналов с входом предварительных усилителей с целью увеличения соотношения сигнал/шум. Для обеспечения минимального фазового сдвига индуктивность входных трансформаторов должна достигать 400—500 Гн.

С выхода блоков трансформаторов сейсмосигнал поступает в блоки предусилителей (по 24 усилителя в каждом блоке). Предварительные усилители обеспечивают усиление сигнала, его фильтрацию по нижним и верхним частотам и подавление промышленных помех частотой 50 Гц. Предварительные усилители имеют ручную регулировку усиления 30, 36, 42, 48 дБ (соответственно положениям переключателя «Усиление» 1—4). Уровень собственных шумов ПУ равен 0,25 мкВ. Противозер-

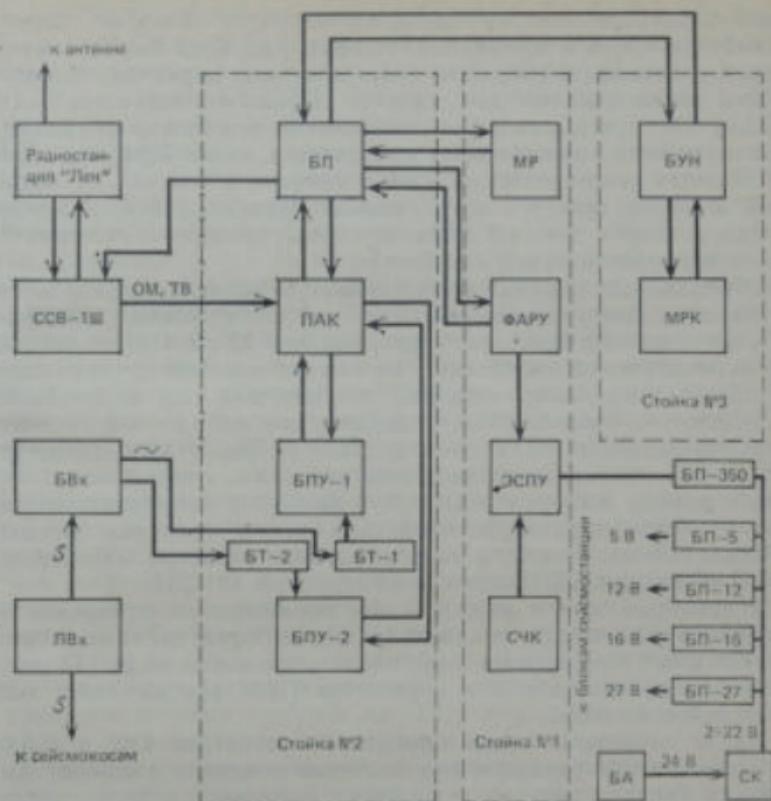


Рис. 9. Функциональная схема цифровой сейсмической станции «Прогресс-2».

ССВ-1Ш — система синхронизации кривых (шифратор); ПВх — панель входная; БВх — блок выходной; БТ-1 и БТ-2 — блоки трансформаторов; БПУ-1 и БПУ-2 — блоки предварительных усилителей; ПАК — преобразователь аналого-код; МР — магнитный регистратор; ФАРУ — блок фильтра и автоматический регулятор усиления; ЭСПУ — электростатическое печатающее устройство; СЧК — синхронизатор частоты алармный; БУН — блок управления накопителем; МРК — магнитный регистратор кассетный; БА — батарея аккумуляторная; СК — стабилизатор ключевой; БП-5, 12, 16, 27, 350 — блок питания.

кальный частотный фильтр, или ФНЧ, имеет две фиксированные частоты среза — $62,5 \text{ Гц} \pm 10\%$ и $128 \text{ Гц} \pm 10\%$ с крутизной среза 36 дБ/октава . ФВЧ имеет четыре частоты среза — 10, 14, 20, 28 $\text{Гц} \pm 10\%$ с крутизной среза $18 \pm 2 \text{ дБ/октава}$.

Режекторный фильтр обеспечивает подавление промышленных помех с частотой 50 Гц.

С выхода предварительных усилителей обработка сейсмических сигналов осуществляется по одному каналу (мультиплексирование). Для этого выходы предварительных усилителей подключены к коммутатору каналов, представляющему собой систему спектральных ключей, при помощи которых произво-

дятся поочередное подключение сейсмических каналов на короткий промежуток времени к общему для всех каналов усилителю с плавающей запятой (определителю порядка). Коммутаторы каналов имеют две ступени. Первая ступень находится в блоке ПУ, где происходит сведение 48 каналов в 4 канала. Вторая ступень коммутаторов находится в блоке ПАК, где осуществляется сведение оставшихся 4 каналов в 1 канал, по которому и осуществляется последующая обработка сейсмических сигналов. Опрос всех 48 каналов осуществляется с повторяющейся периодичностью 2 или 4 мс.

Определитель порядка представляет собой последовательное соединение семи усилительных ступеней с постоянным коэффициентом усиления каждой ступени, равным 12 дБ. Схема логики ОП автоматически определяет, на выходе которой ступени сигнал имеет допустимое значение, при котором еще нелинейные искажения не выше нормы, и подключает выход этой ступени к преобразователю аналог—код (ПАК). При этом в регистре логики ОП запоминается величина усиления, с которым усиливалась данная выборка в ОП. Эта величина в трехразрядном коде является характеристикой, или кодом усиления данной выборки сейсмосигнала, и записывается в регистре ОП. Динамический диапазон ОП равен семи ступеням по 12дБ.

В преобразователе аналог—код производится измерение и оцифровка амплитуды усиленной ОП, выборка сигнала, и результат этого измерения в виде числа в двоичном коде (14 разрядов+знак) записывается в регистре ПАК как мантисса выборки сейсмосигнала.

После окончания этого процесса с регистров ОП и ПАК считываются записанные в них значения усиления и амплитуды выборки (характеристика и мантисса выборки), которые через регистр ПАК поступают в блок логики. Сигналы вспомогательных каналов ОМ и ТВ поступают с блока шифратора ССВ-1 на ТЭД П-КВК (коммутатор вспомогательных каналов) и далее, минуя ОП, поступают непосредственно к входу ПАК и оцифровываются аналогично выборкам сейсмоканалов. Таким образом, в блок логики последовательно поступают результаты оцифровки всех выборок сейсмических и вспомогательных каналов.

Управление работой станции в режиме записи осуществляется блоком логики. Блок логики формирует и организует записи в формате 8С1, соответствующем международному стандарту SEG-B. Кроме того, в блоке логики формируются синхри импульсы, обеспечивающие синхронизацию коммутатора каналов, определителя порядка, преобразователя аналог—код, электронных схем магнитного регистратора, блока ФАРУ, блока накопителя, а также формируются заголовки сейсмограммы и коды начала и конца записи. Блок логики обеспечивает поиск конца последней записи «в режиме записи» и начало любой сейсмограммы «в режиме воспроизведения».

Информация с блока ПАК поступает на регистр промежу-

точный (Л-РП) блока логики, где принимается и хранится информация. Здесь она разбивается на байты (по 8 разрядов). Далее информация поступает на оперативное запоминающее устройство записи (Л-ОЗУЗ). Запись и считывание информации с ОЗУЗ происходит с помощью счетчика адреса записи (Л-САЗ), генерирующего адреса ячеек, в которых размещена информация. Из ОЗУЗ информация поступает на шины записи, идущие в магнитный регистратор. Кроме того, на шины записи поступает информация счетчика сейсмограмм, счетчика времени, формирователей заголовка и программных переключателей. Информация, поступающая с блока логики в виде информационного слова (строки), записывается на магнитную ленту девятью записывающими головками, подключенными к выходам девяти усилителей записи. Запись производится методом «без возврата к нулю с реакцией на единицу». Достоверность записи и считывание ее при воспроизведении контролируются устройством контроля четности. При запуске регистратора «в режим записи» магнитная лента движется назад, и по коду конца записи автоматически производится поиск чистой зоны, после чего лента останавливается. При повторном пуске ленты некоторое время движется назад, останавливается и начинает двигаться вперед. После достижения номинальной скорости в блок логики выдается сигнал набора скорости, по которому в устройство ССВ-1 подается команда на взрыв. Взрыв производится с задержкой на 576 мс, в течение которых на ленту записываются код начала записи и заголовок (этикетка) сейсмограммы. С приходом отметки момента на ленту записывается код конца записи, и лентопротяжный механизм останавливается.

В режиме воспроизведения информация, считанная головками воспроизведения магнитного регистратора, подается в блок логики. После обработки в блоке логики информация поступает на блок ФАРУ в виде последовательности двоичных чисел, характеризующих выборки сейсмических и вспомогательных каналов (коды характеристики и магнитессы). В блоке ФАРУ сначала производится цифровая фильтрация сейсмической информации, а затем цифровая автоматическая регулировка усиления (ЦАРУ). После этого информация в блоке ФАРУ преобразуется в форму, пригодную для визуализации в экстраграфическом устройстве, и поступает в ЭСПУ. Сейсмограмма воспроизводится на бумаге 29-ю трассами: 24 трассы отведены для 24 сейсмических каналов, 25 и 26 — время вертикальное и отметка момента источника соответственно; 27 — марки времени 0,01 с; 28 — марки времени 0,1 с с выделением марок через 1 с; 29 — номер воспроизводимой сейсмограммы.

При работе с неазывными источниками возбуждения сейсмостанция действует по методу накопления слабых воздействий. В процессе регистрации каждого возбуждения осуществляется суммирование сейсмоданных с записью окончательной суммы на магнитный регистратор в формате С-1.

При включении накопителя питание подается на БУН и интерфейс, который подключает выходы ОП и ПАК к блоку управления накопителем (БУН). Накопление осуществляется суммированием оцифрованных сейсмических сигналов, получаемых от повторных возбуждений и находящихся в одинаковых точках временной оси. Для запоминания промежуточных сумм используется непрерывно движущаяся петля из магнитной ленты в блоке РК, которая работает совместно с ОЗУ. ОЗУ является буферной памятью сравнительно небольшой емкости и служит для хранения считанной с магнитной ленты промежуточной суммы до прихода соответствующих по времени сигналов очередного возбуждения и своевременной выдачи их в арифметическое устройство, где производится суммирование, а также для компенсации разброса моментов начала возбуждения, расстояния между записывающими и считывающими головками и нестабильности скорости движения магнитной ленты кольцевого регистратора (РК).

Для синхронизации возбуждения сейсмических колебаний с положением петли на магнитную ленту вблизи места склейки ленты наносится метка (прозрачная щель). Когда при движении ленты щель пересекает луч фотодатчика, вырабатывается импульс метки, по которому с некоторой задержкой производится пуск станции. При первом возбуждении цифровой код сейсмических каналов поступает с выходов ОП и ПАК (блок ПАК) через интерфейс в арифметическое устройство, где суммируется с нулями. Полученная промежуточная сумма поступает на РК и записывается на магнитную ленту. Суммирование в арифметическом устройстве начинается с приходом отметки момента. При следующем обороте магнитной ленты выдается команда на следующее возбуждение (от метки на ленте) и производится считывание с ленты записанной первой промежуточной суммы, которая поступает в ОЗУ и хранится там до прихода сейсмических сигналов второго возбуждения. Считанная информация стирается с ленты стирающей головкой, вследствие чего лента подходит к записывающим головкам очищенной от предыдущей записи. Сейсмические сигналы от второго воздействия поступают на арифметическое устройство, куда из ОЗУ вызываются сигналы первого возбуждения, относящиеся к соответствующим моментам времени. В арифметическом устройстве суммируются сигналы обоих возбуждений, и полученная новая промежуточная сумма записывается на освободившееся место магнитной ленты РК. Аналогично накапливаются сигналы от всех последующих возбуждений. Цикл накопления прекращается после выполнения заданного количества накоплений, установленного переключателем «Количество накоплений» на блоке БУН. После завершения цикла накоплений окончательная сумма автоматически переписывается с магнитной ленты РК на магнитную ленту регистратора сейсмостанции и одновременно воспроизводится на бумаге, для чего накопленная информация параллельно пода-

ется в блок воспроизведения. В накопителе имеется устройство редактирования шума, которое программирует во времени максимально допустимый уровень сейсмического сигнала. При превышении сейсмическим сигналом какого-либо канала заданного уровня устройство редактирования шума запрещает суммирование сигналов данного канала с предыдущей промежуточной суммой. В этом случае сейсмосигнал представляется нулями в течение времени, равного периоду сигнала. Это предохраняет накопленную информацию от искажений, вызванных большими помехами.

В настоящее время разработан и внедряется новый тип накопителя сейсмических сигналов — накопитель с твердотельной памятью типа НЦС-48 (рис. 10). Принцип работы НЦС-48 аналогичен вышеописанному, но он имеет более высокие параметры, разрешающую способность и высокую надежность в работе. В данном накопителе разработан новый, более совершенный редактор шума, позволяющий очищать результат накопления без искажения сигнала. Накопитель имеет большой объем памяти (около 1000 Кбайт), выполнен на микросхемах БИС динамического типа (К 565 ПУЗА). Частотный диапазон НЦС-48 3—125 Гц, вдвое выше, чем у применявшегося ранее.

Применение данного накопителя на сейсмостанциях «Прогресс» и «Волжанка» позволяет повысить качество сейсморазведочных работ при использовании невзрывных источников.

В комплект сейсмостанции входят кабельные или проводные сейсмические косы, которые размещаются на специальных смоточных автомашинках повышенной проходимости марки ГАЗ-66.

Для проверки исправности кос и сейсмоприемников в процессе полевых работ используются специальные приборы. Например, с помощью устройства проверки групп сейсмоприемников УПС-1 можно осуществить следующие контрольные работы: проверить исправность электродинамических сейсмоприемников с собственной частотой 10, 20, 30 Гц непосредственно перед подключением их к сейсмической косе;

определить полярность включения отдельных сейсмоприемников в группе и выявить соответствие сопротивления утечки на землю для групп сейсмоприемников относительно установленного предела.

УПС-1 обеспечивает проверку исправности сейсмоприемников в группе путем измерения отклонения полного сопротивления группы от калибровочного сопротивления, равного полному

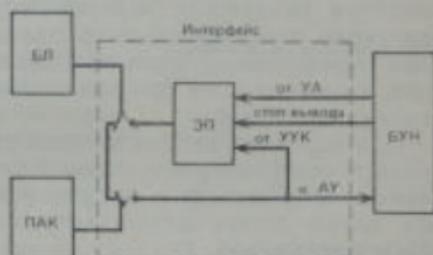


Рис. 10. Схема накопителя НЦС-48

сопротивлению образцовой группы сейсмоприемников. Это достигается с помощью мостовой схемы переменного тока, компараторов и усилителей. В устройстве предусмотрен контроль отклонения полного сопротивления от калибровочного на 2, 4, 8, 16 %.

Узел определения полярности построен по принципу распознавания полярности первого вступления от сейсмоприемника при редко повторяющемся механическом воздействии на него. Узел определения утечки выполнен по схеме моста постоянного тока, в одно из плеч которого включается сейсмоприемник с заземленным корпусом.

При исходной неидентичности исправных групп по величине полного сопротивления менее 2 % УПС-1 позволяет выявлять такие неисправности в группе, как короткое замыкание выводов, обрыв шунта, обрыв катушки у одного или нескольких сейсмоприемников.

Технические характеристики УПС-1

Диапазон сопротивления проверяемых групп, Ом	100—9000
Порог срабатывания схемы проверки сопротивления изоляции, кОм	<300
Питание от источника постоянного тока, В	12±10 %
Потребляемый ток, мА	≤50
Габаритные размеры, мм	130×80×220
Масса, кг	1,6
Рабочий диапазон температуры, °С	—30—50

4. МЕТОДИКА, ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛЕВЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Обоснованный выбор методики и технологии работ, организация их исполнения в конечном счете определяют качество полевых сейсморазведочных работ.

При полевых наблюдениях необходимо правильно сочетать взаимное расположение точек возбуждения и приема, условия возбуждения колебаний, параметры регистрирующей аппаратуры, что обеспечит наиболее качественное прослеживание полезных целевых волн. Первичным материалом, на котором основывается вся комплексная интерпретация, является сейсмограмма, воспроизведенная с магнитной ленты. Надежной основой для интерпретации, и прежде всего машинной обработки, могут являться только такие сейсмоленты, на которых уверенно прослеживается время прихода фаз различных полезных волн. Возможность выделения полезных волн на полевых сейсмограммах в значительной мере зависит от правильного выбора расстояний между пунктами взрыва и сейсмоприемниками, т. е. от принятой системы наблюдений.

Методы сейсморазведки существенно отличаются различными системами наблюдений. Выбор одной из систем наблюдений зависит от поставленных перед разведкой геологических задач и от сейсмогеологических условий разведываемой площади.

Желательно выбирать из возможных систем для применения на данной площади наиболее простую, обеспечивающую ускоренную по сравнению с другими системами разведку площади с наименьшими затратами средств.

Сейсмические наблюдения проводят вдоль профилей, расположенных на площади работ с учетом геологического строения, сейсмогеологических условий и условий местности. Сейморазведочные профили представляют собой прямые и ломаные линии. В зависимости от места расположения пунктов взрывов и сейсмоприемников определяют тип профиля. В случаях расположения пунктов взрывов (ПВ) и сейсмоприемников (С) на одной линии профиль называют продольным (рис. 11, а). При удалении пунктов взрывов от линии расположения сейсмоприемников под прямым углом профиль называют не продольным (рис. 11, б). Как правило, перед сейморазведкой ставится задача непрерывного прослеживания на большое расстояние определенных сейсмических горизонтов. При существующих методах и системах наблюдений это возможно при соответствующем перемещении вдоль линии профиля пунктов возбуждения и приема, обеспечивающем непрерывное прослеживание воли.

Системы наблюдений, обеспечивающие непрерывность изучения сейсмических границ, называются системами непрерывного профилирования, соответствующие им профили называются непрерывными профилями.

В благоприятных геологических условиях достаточно исследовать положение сейсмической границы на территории изучаемой площади в нескольких точках, чтобы определить глубину залегания, угол и азимут падения границы. Такой вид исследований, предназначенный для определения положения сейсмической границы в одной точке, называют сейсмозондированием.

Для обеспечения высокой производительности полевых работ и последующей обработки сейсмических материалов на ЭВМ по программам стандартного комплекса необходимо выбирать постоянные расстояния между пунктами взрыва и пунктами приема. В основном взрывной интервал L выбирают равным расстоянию между центрами групп сейсмоприемников Δx или кратным ему. Шаг Δx выбирают таким, при котором можно после завершения комплекса обработки на ЭВМ уверенно проследить одни и те же фазы целевых воли на соседних трассах сейсмограммы или сейсмического разреза.

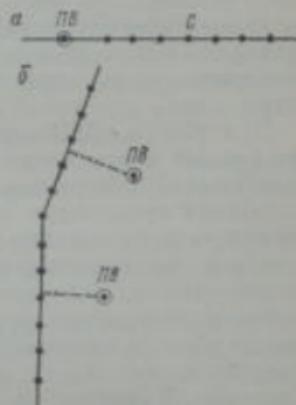


Рис. 11. Типы профилей

Шаг расстановки сейсмоприемников при работе МОВ зависит от соотношения полезных и мешающих колебаний, постоянства формы записи, рельефа земной поверхности, ЗМС и других условий. Он может составлять 20—60 м и в зависимости от условий увеличиваться или уменьшаться. При изменчивой ЗМС, сложном рельефе и регистрации высокочастотных отражений шаг уменьшают, а при спокойном рельефе и регистрации низкочастотных колебаний увеличивают. При системе многократных перекрытий шаг Δx обычно больше, чем при однократных наблюдениях, и, как правило, применяются группы сейсмоприемников.

При работе МПВ несколько затруднена корреляция волн, так как эти волны имеют малые кажущиеся скорости и периоды колебаний. Регистрацию таких волн, а также высокочастотных колебаний производят при $\Delta x < 15$ м. При регистрации преломленных волн от средних глубин, при дистанции в несколько километров, Δx увеличивают до 50—100 м, а при глубинных сейсморазведочных исследованиях — до 200 м.

Расстояние между крайними сейсмоприемниками на ограниченном участке профиля, где сейсмостанция одновременно регистрирует колебания от одного источника, называют расстановкой. Величину расстановки определяют по формуле $s = (n-1)\Delta x$, где n — число каналов сейсмической станции.

Участок профиля, расположенный между двумя соседними пунктами взрыва, называют взрывным интервалом. При работе методом отраженных волн длину взрывного интервала желательно сохранить одинаковой в пределах площади работ, насколько это позволяют сейсмогеологические условия и особенности местности. Длина L взрывного интервала при работе методом отраженных волн определяется задачами, поставленными перед разведкой. Обычно, чем больше глубина исследований, тем больше длина взрывного интервала. Практически при работах МОВ (методом ОГТ) длина взрывного интервала составляет 50—200 м.

Перед тем как приступить к сейсморазведке на новой площади, необходимо выбрать методику работ, это значит — всесторонне проанализировать волновое поле. В таких случаях следует провести специальные опытно-методические работы при наличии глубокой скважины ВСП, что позволит решить вопрос выбора методики для непрерывного прослеживания целевых волн в производственном цикле. Опытные работы должны проводиться комплексно, с определенной методической последовательностью, с учетом выбора системы наблюдений, условий возбуждения и регистрации колебаний. При этом нужно пытаться решить поставленную задачу в простейших условиях и лишь при необходимости прибегать к их усложнению.

В процессе опытных работ необходимо решить следующие основные задачи.

Выбрать оптимальные условия возбуждения. Сопоставляя полученные сейсмограммы, определить для данных условий наилучший метод взрывных работ, массу заряда или группы зарядов, их базу и глубину погружения. Избрать один из типов невзрывных источников и определить его параметры: число импульсов или сигналов, их общую мощность, количество источников при группировании, условия накопления и др.

Определить оптимальные условия регистрации. Изучить условия установки сейсмоприемников (шаг между элементами, их группирование на один канал, расстояние между центрами групп). Осуществить регистрацию колебаний при разных параметрах сейсмической станции и выбрать нужные.

Исследовать волновую картину и определить наилучшую систему наблюдений, позволяющую уверенно выделять целевые волны.

Путем изучения поверхностных условий определить свойства ЗМС и подстилающих коренных пород на различных участках площади.

После завершения опытных исследований, выбора методики полевых работ, проверки каналов на идентичность и получения контрольных аппаратурных лент можно приступать к производственным сейсморазведочным работам по разработанной заранее технологии.

Технология полевых сейсморазведочных работ объединяет комплекс основных и вспомогательных процессов. Четкое их исполнение в конечном счете определяет качество сейсмических исследований. Сейсмические работы преимущественно проводят на прямых непрерывных профилях, разбитых на изучаемой площади. Изломы и разрывы профилей допускают в исключительных случаях по требованиям техники безопасности и в условиях сложного рельефа земной поверхности. Причиной изломов или разрывов профилей могут быть водные преграды, наземные и подземные коммуникации, населенные пункты или промышленные строения, дорожные сельхозкультуры, крутые овраги, непроходимые болота и т. п.

При работе методом продольных волн используют вертикальные сейсмоприемники, которые при расстановке вдавливают в почву вертикально и на всю их длину. Это обеспечивает хороший контакт сейсмоприемников с почвой. При работе методом поперечных волн применяют горизонтальные сейсмоприемники, которые при расстановке ориентируют относительно направления профиля так, чтобы их оси чувствительности были параллельны профилю. В случаях работы на пахоте или рыхлых почвах сейсмоприемники рекомендуется устанавливать в колее после прохождения смоточной автомашинны, чтобы создать надежный контакт с почвой для лучшего приема колебаний, вызванных источником. Отдельные сейсмоприемники или группы из них чаще крепят к сейсмической косе путем прищайки

к специальным коротким отводам. Секции кос соединяют между собой с помощью переводников и подключают к сейсмической станции.

Сейсмические косы или составляющие их секции с прикрепленными приборами разматывают вдоль линии профиля с помощью специальных смоточных автомашин. В местах, где затруднено прохождение смоточных автомашин, размотку и смотку кос производят вручную. Каждую сейсмическую станцию обеспечивают дополнительными комплектами кос и приемников, что позволяет работать поточным методом и развивать высокую производительность. С отработанного участка профиля сматывают косы вместе с приборами и перевозят их вперед, по ходу профиля, для последовательного расположения на очередных расстановках. В такой же последовательности по мере отработки профиля перемещают вперед сейсмическую станцию и автовзрывпункт.

При методике МОГТ число групп приемников значительно превышает число каналов станции, поэтому на входе станции используют специальный коммутатор, с помощью которого подключают к каналам станции только приемники очередной расстановки, где уже готов к работе пункт взрыва. Осуществив возбуждение и регистрацию сейсмических волн, автовзрывпункт перемещают по ходу профиля на очередную расстановку. Соответственно группу приемников этой расстановки на станции с помощью коммутатора подключают к каналам. Работы ведут в последовательности, позволяющей при одном положении станции отработать большое число соседних расстановок. При этой методике можно использовать не только одну бригаду взрывников, но и две-три, которые поочередно перемещаются по ходу профиля.

Связь между станцией и пунктом взрыва осуществляется через радиостанции различных типов, вмонтированные в системы синхронизации возбуждения. В процессе работы с пункта взрыва на станцию по радиосвязи через вспомогательные каналы передаются отметки момента взрыва и вертикального времени. Всеми работами на профиле руководит геофизик-оператор или начальник сейсмического отряда.

Для проведения полевых сейсморазведочных работ могут быть использованы только те сейсмические станции, характеристики и параметры которых соответствуют паспортным данным и техническим описаниям сейсмостанций.

При эксплуатации цифровых сейсмических станций в полевых условиях необходимо соблюдать следующие требования.

Эксплуатацию сейсмостанций, оснащенных системами синхронизации возбуждения ССВ-1, производить в соответствии с требованиями безопасности при взрывных работах и инструкции по эксплуатации ССВ-1. При использовании аналоговых систем синхронизации возбуждения требования такие же.

Все блоки сейсмостанции должны иметь надежное электрическое соединение с шасси автомашины, в кузове которой размещена аппаратура.

При проверках и ремонте станций с использованием электроизмерительных приборов, электронинструментов и освещения, питаемых от сети 220/127 В, необходимо заземлять кузов автомашины, а также приборы и инструменты.

При ремонте или регламентных работах с электростатическим регистратором, имеющим высокое напряжение (350 В), следует принимать соответствующие меры предосторожности.

Категорически запрещается в салоне кузова использовать источники открытого огня, а также нагревательные и другие устройства, имеющие поверхности с температурой выше 250 °С, соприкасающиеся с воздухом внутри кузова, так как при высокой температуре пары фреона (хладона) разлагаются с образованием ядовитых соединений.

Ввиду вредного воздействия пыли на магнитные головки магнитного регистратора и кольцевого регистратора-накопителя необходимо следить за герметичностью крышек лентопротяжных устройств и 2 раза в рабочую смену промывать магнитные головки спиртом.

Каждую магнитную ленту, запроваленную в регистратор, следует начинать с тестовых записей (1—2 записи).

Температура в салоне сейсмостанции должна быть не ниже +15 °С.

Аппаратурные стойки внутри и снаружи, салон станции ежедневно должны очищаться от пыли пылесосом.

Особые требования предъявляются к цифровым сейсмическим записям, поэтому необходимо регулярно проводить регламентные работы с целью проверки работоспособности сейсмостанции и устранения обнаруженных неисправностей. Данные работы должны проводиться геофизиком-оператором ежедневно по прибытии на профиль работ.

Большое значение в технологии полевых работ придается размещению записей сейсмоданных на магнитной ленте цифровых станций.

Длительность сейсмической записи устанавливаются в соответствии с проектом работ и при необходимости корректируют ее по данным опытных работ или первым производственным сейсмозаписям.

Ежедневно геофизик-оператор обязан выставить программными переключателями на блоке логики станции день, месяц, год. При необходимости кнопками установки номера сейсмограммы выставить номер очередной сейсмограммы, контролируя его по цифровым индикаторам «Номер сейсмограммы», «Запись». Программными переключателями «Константы» набрать необходимую служебную информацию (номер профиля, номер кассеты с лентой). При смене профилей в константах следует фиксировать номер очередного профиля.

Кроме того, в сменных рапортах геофизика-оператора должны фиксироваться: переход записи сейсмоданных по профилю с одной кассеты на другую; забракованные записи с указанием причин повторной обработки.

На полевой магнитной ленте желательно предусмотреть размещение сейсмических записей целого числа профилей или профиля. Допускается запись на нескольких кассетах сейсмической информации по профилю большой протяженности. В целях экономии магнитной ленты записываемая информация должна быть плотно размещена по всей ее длине.

Номера записей в пределах каждой магнитной ленты должны возрастать: если в пределах одной МЛ номер последней записи сейсмоданных по профилю, например 156, то номер первой записи по следующему профилю 157; если номер полевой записи расположен в конце кассеты, например 120, и запись сейсмической информации по профилю продолжается на новой кассете, то первой записи сейсмоданных на новой кассете присваивается номер 121. Наличие одинаковых номеров полевых записей в пределах одной магнитной ленты не допускается.

После разметки кос и установки приемников их подключают к входной панели станции, геофизик-оператор проверяет их исправность с помощью контрольно-измерительной панели станции и устанавливает необходимые параметры для регистрации колебаний. Подготовив станцию к приему колебаний, геофизик-оператор отдает распоряжение по радиосвязи о подготовке и производстве взрыва в пункте возбуждения. Одновременно оператор связывается по радио с работниками смоточных автоматов, которых предупреждает о начале работ. Весь персонал партии прекращает движение и переезды на профиле с целью уменьшения помех. Используя автоматические системы управления взрывным источником возбуждения и синхронизации возбуждения с началом записи сейсмических данных и передаче сигнала начала возбуждения (отметки момента взрыва) и вертикального времени (ВВ) с пункта взрыва на сеймостанцию, оператор получает воспроизведенную сейсмограмму и оценивает пригодность ее для обработки. По этой же сейсмограмме он определяет состояние работы аппаратуры станции.

Все сведения об условиях отработки каждой физической точки (сейсмическая запись, полученная на одной стоянке при возбуждении воли в одном пункте, образует физическую точку) и получения сейсмической записи фиксируют в сменном рапорте оператора, откуда берут исходные данные при обработке магнитных лент.

Сейсморазведочные работы производятся в различных климатических, рельефных и других условиях, оказывающих влияние на технологию полевых работ. Работа зимой при больших морозах и снежном покрове требует специальных решений, обеспечивающих нормальную работу аппаратуры и оборудования. В салоне станции необходимо поддерживать нормальную темпе-

ратуру, соответствующую паспортным данным. Недопустимы резкие колебания температуры, особенно сильное охлаждение, так как это ведет к быстрому износу важнейших узлов станции и к дальнейшей ее непригодности. Для поддержания нормальных рабочих условий в салоне станции в местностях, где зимние условия являются умеренными и не затруднено передвижение на шасси ЗИЛ-131, салон станции оборудуют дополнительным отоплением безопасного исполнения. В северных районах страны сейсмические станции устанавливают на вездеходах или в специальных будках, установленных на полозьях с целью буксировки их тракторами. Буровые установки и пункты взрывов соответствующим образом утепляют и оснащают полозьями для передвижения по снегу. Сейсмоприемники примораживают к поверхности почвы, подливая воду на места их установки.

В труднодоступных районах тундры и Севера сейсмические работы проводят в зимнее время, когда становится возможным передвижение специальной техники и вспомогательных транспортных средств. В летний период времени, пользуясь услугами авиации (вертолеты), проводят сейсмические зондирования. Возможно также проведение сейсморазведочных работ в летний период и по рекам. При этом сеймостанция и пункты взрывов располагаются на плавсредствах. Взрывы производят на берегу реки. Прием колебаний осуществляют сейсмоприемниками, смонтированными в плавучий бок, который фиксируется с помощью якорей.

Сейсмическим работам в лесу предшествует вырубка специальных просек по согласованию с соответствующими подразделениями лесхоза, иногда корчевание пней.

При работе в болотистой местности используют вездеходы и гусеничные тракторы с большой площадью опоры гусениц, что позволяет легко передвигаться по профилю работ. Прибегают к прокладке длинных соединительных линий (до 3 км) с целью сокращения числа перестановок сеймостанции.

Сейсмические работы в пустыне связаны с большими трудностями передвижения специальной техники и созданием надлежащих условий возбуждения сигналов. Пустыня может быть представлена песчаными дюнами, глинистой, лессовой, солончаковой или каменной поверхностями. Следовательно, исходя из фактической поверхности пустыни, необходимо заранее проектировать методику и технологию работ. Очевидно, что при рыхлой поверхности пустыни следует предусматривать технические средства, позволяющие надежно передвигаться спецтехнике по профилю работ. Взрывные источники возбуждения могут быть представлены группой мелких скважин глубиной по 4—5 м каждая, пробуренных с продуккой воздухом или шнеками. Возможно применение взрывов в шурфах и невзрывных источников типа вибросейс и др.

Топографо-геодезические работы, обслуживающие сейсморазведку, заключаются в перенесении проектных

профилей на местность, разбивке пикетажа, определении и составлении каталогов координат и высот точек сейсмических профилей, составлении и вычерчивании нивелировочных разрезов и планов отработанных профилей, а также составлении топографической основы, полевого планшета, земельной основы и другой проектной и отчетной графики.

Площадь работ обеспечивается топографическими картами масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:100 000 и 1:50 000 в зависимости от вида сейсморазведки.

До начала проектирования сейсмических работ на площади специальный топографический отряд производит съемку подземных и наземных коммуникаций.

Перенесение профилей на местность выполняется графически с помощью мензулы или теодолита с топографических карт, а разбивка пикетажа и пунктов геофизических наблюдений производится стальной мерной лентой.

Плановую привязку профилей к пунктам геодезического обоснования и к характерным контурам местности осуществляют графически по топографическим картам. Координаты концов и изломов сейсморазведочных профилей определяют по картам.

Высоты точек сейсморазведочных профилей определяют по топографическим картам масштаба 1:10 000 (сечение рельефа через 2,5 м).

Согласно требованиям Инструкции по сейсморазведке, вся отчетная графика выполняется в масштабе 1:50 000 или 1:25 000, поэтому топографическая основа составляется в этом же масштабе.

Буровые работы осуществляет отряд бурения, который состоит из бурильщиков, их помощников, слесарей по ремонту бурового оборудования. Общее руководство работами отряда возглавляет инженер (прораб) буровых работ. В зависимости от объема работ и технологии бурения отряд оснащен буровыми установками и при бурении с промывкой жидкостью — автоцистернами.

Взрывные скважины при сейсморазведочных работах предназначены главным образом для размещения в них зарядов взрывчатых веществ и последующего производства взрывов. Они также используются для проведения микросейсмокаротажа с целью определения мощности зоны малых скоростей и лучших условий для производства взрыва. Иногда во взрывных скважинах производится электрокаротаж, гамма-каротаж.

Скважины бурятся на местности в точках, определяемых методикой и системой сейсмических наблюдений. При наличии благоприятного геологического разреза, сложенного устойчивыми породами, на каждом пункте взрыва бурится по одной скважине, которая выдерживает необходимое число взрывов.

Когда на одном пункте взрыва бурится несколько скважин,

то их следует располагать одна от другой на таком расстоянии, чтобы зона разрушения одной скважины не охватывала зоны разрушения другой. Скважины бурятся непосредственно на пунктах взрыва линии профиля, но если это невозможно по условиям местности или этому препятствуют наземные и подземные коммуникации, то их смещают в сторону перпендикулярно к профилю. У каждой пробуренной скважины буровой мастер обязан поставить колышек, на котором надписывают номер профиля, пункт взрыва, номер скважины, ее глубину и расстояние от линии профиля.

Как правило, глубина взрывных скважин должна превышать мощность зоны малых скоростей, так как среда для взрыва за ее пределами способствует хорошему возбуждению упругих колебаний и последующей четкой записи отраженных и преломленных волн. В зависимости от мощности ЗМС глубина скважин колеблется в пределах 5—100 м, а иногда и более. Рекомендуется забой скважины выводить за пределы ЗМС, по возможности, в пластичные глины.

Диаметр взрывных скважин должен обеспечивать размещение зарядов ВВ сосредоточенной формы и свободное их погружение на забой скважины. В условиях сейсморазведки диаметр скважин не превышает 150 мм, а при устойчивых породах разреза и малой массе зарядов равен 88 мм.

Скважины в неустойчивых породах бурят с промывкой глинистым раствором, который в значительной степени удерживает стенки скважин от обвалов. В исключительных случаях неустойчивые породы в стволе скважины перекрывают колонной обсадных труб, а забой скважины доводят до устойчивых пород. Между нижней частью обсадной колонны и забоем скважины необходимо иметь гарантийный интервал для размещения зарядов ВВ и последующего производства взрывов с учетом сохранения обсадных труб от повреждений. По окончании взрывных работ обсадные трубы немедленно извлекают из скважины. Длительное нахождение труб в скважине приводит в ряде случаев к плотному заклиниванию их породами, в результате чего при извлечении они разрываются в соединениях.

В настоящее время широко практикуется бурение групп мелких скважин и шпуров по 11—16 и более на одном пункте взрыва, при глубине каждой 4—6 м. Бурят в зависимости от состава пород шнеками или с продувкой воздухом.

Все бурильщики заполняют сменные рапорта, в которые записывают в процессе бурения скважин технические сведения и сведения о литологическом разрезе пробуренных скважин. Эти данные учитываются при размещении зарядов в скважинах и обобщении материалов об условиях возбуждений в районе проводимых работ.

Для бурения взрывных скважин применяют различные самоходные буровые установки а также облегченные установки

разборной конструкции. Наибольшее применение находят самодвижные установки УРБ-2А и УРБ-2А-2.

Взрывные работы в зависимости от методики и технологии сейсморазведки могут производиться несколькими бригадами взрывников, возглавляемыми старшим техником-взрывником, ответственным руководителем взрывных работ. Все виды взрывных работ должны выполняться в строгом соответствии с «Едиными правилами безопасности при ведении взрывных работ». Технология взрывных работ рассматривается в гл. VII—IX.

В полевой период поддержание высокой технологичности сейсморазведочных, топографических, буровых и взрывных работ обеспечивается ремонтно-транспортной и материально-технической службами сейсморартии.

Организация полевых сейсморазведочных работ связана с подготовкой и оформлением большого объема документов. Основными из них являются утвержденная проектно-сметная документация и приказ вышестоящей организации.

Проект на проведение сейсморазведочных работ предусматривает: геологическое задание, географо-экономическую характеристику района работ; обзор, анализ и оценку ранее проведенных работ; геологическую, гидрогеологическую и геофизическую характеристики объекта работ; методику и объемы проектируемых работ. В проекте детально освещаются все виды работ с учетом условий техники безопасности и охраны труда.

Проект защищается на техническом совете и утверждается руководством вышестоящей организации. Затем производят согласование с колхозами, совхозами и лесхозами об отводе принадлежащих им земель под сейсморазведочные работы. На основании этих документов получают в соответствующих Советах народных депутатов решения на право проведения сейсморазведочных работ с последующим приведением земель в пригодное для сельхозработ состояние и возмещением причиненных убытков.

Очередным этапом организации работ являются: строительство базы и временных сооружений на площади работ; наем рабочих и обучение их по профессиям; детальное ознакомление с правилами техники безопасности и допуск к самостоятельной работе только после сдачи экзаменов; перегон к месту работ специальной техники, доставка оборудования, материалов и всего необходимого для проведения полевых работ; ознакомление всех инженерно-технических работников с проектом сейсморазведочных работ и планово-экономическими показателями; обеспечение всех работников специальной одеждой и обувью, индивидуальными средствами защиты и создание им условий для нормальной работы и отдыха; ознакомление коллектива сейсмической партии с планами работ.

включая поставленную геологическую задачу, с внутренним распорядком рабочего дня, системой оплаты труда и премирования; избраные на общем собрании членов комитета профсоюза, инспекторов по охране труда и технике безопасности.

Когда создан коллектив и оснащен всем необходимым, комиссия вышестоящей организации с участием представителей общественных и государственных контролирующих органов принимает объект к пуску в эксплуатацию. Положительный акт комиссии является основанием для начала полевых сейсморазведочных работ в соответствии с проектом.

Руководство коллективом сейсморазведочной партии осуществляет начальник, которому подчинены все службы, в том числе: техрук, начальник сейсмического отряда, геофизик-оператор, старший топограф, инженер (прораб) буровых работ, инженер взрывных работ, старший инженер-механик, старший инженер материально-технического снабжения, старший бухгалтер и др. Штат партии может изменяться в зависимости от объема работ, методики и техники полевых исследований.

Как правило, при вышестоящих геофизических предприятиях (конторах, трестах, производственных объединениях) созданы и функционируют центры цифровой обработки информации, получаемой полевыми сейсморазведками. Специалисты этого центра принимают полевые сейсмоматериалы, ведут контроль за их качеством, осуществляют обработку на ЭВМ, интерпретируют и обобщают результаты работ, составляют и защищают отчеты. В отчете освещают основные результаты работ на той или иной площади, дают рекомендации по дальнейшему ведению сейсморазведочных работ и разведочного бурения.

ГЛАВА II

ВОЗБУЖДЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Для возбуждения сейсмических волн используют взрывные и невзрывные источники. Наиболее распространенным источником является взрыв заряда взрывчатого вещества (ВВ). Расширяется применение невзрывных источников различных типов на суше и особенно на море.

С целью получения в полевых условиях качественных сейсмических записей помимо правильного взаимного расположения источников и приемников с учетом оптимальных условий приема необходимо определить эффективный тип источника и выбрать благоприятные условия возбуждения.

Основной объект сейсмических исследований — горные породы, слагающие земную кору.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Горные породы, слагающие земную кору, по происхождению принято подразделять на три крупные группы — магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические, или изверженные, породы образовались в результате застывания в трещинах или на поверхности земной коры извергавшейся расплавленной вязкожидкой силикатной массы из глубин Земли (кварциты, граниты, базальты и др.). Изверженные породы разделяются на глубинные и излившиеся: глубинные образовались при застывании расплавленной массы (магмы), не достигшей поверхности, и представлены светлыми гранитами, сyenитами, темными диоритами и др.; излившиеся образовались при застывании расплавленной массы на поверхности земной коры и представлены порфиритами, мелкозернистыми диабазами, базальтами и др.

Осадочные породы залегают в виде пластов или линз. К ним относятся пески, песчаники, глины, известняки, гипсы и др.

Метаморфические породы — претерпевшие различные природные влияния значительного периода времени преобразовавшиеся магматические и осадочные породы. Например, известняки превратились в мраморы, глины — в плотные сланцы, гранитные породы — в гнейсы и т. п.

Наиболее доступная исследованиям часть Земли (земная кора) сложена в основном твердыми веществами — минералами и горными породами.

Минералами называются природные вещества, однородные по химическому составу и физическим свойствам, содержащиеся в горных породах в свободном или агрегатном состоянии с другими минералами (анортитом, кварцем, полевым шпатом и др.).

Горные породы — минеральная масса относительно постоянного состава и структуры, обычно состоящая из нескольких минералов (гранит, известняк, мел и др.).

Горные породы, составляющие земную кору, делятся на две группы: коренные породы и рыхлые покровные отложения (наносы).

Коренные породы — горные породы, залегающие большими массивами на месте своего первоначального образования, и делятся они по своему происхождению на известные уже нам три вида: магматические, осадочные и метаморфические.

Рыхлые покровные отложения (наносы) — породы, которые образовались в результате разрушения коренных горных пород. Впоследствии эти разрушенные породы оставались на месте, или часть их переносилась горными ледниками, поверхностными водами и ветрами на другие места, где они отлагались.

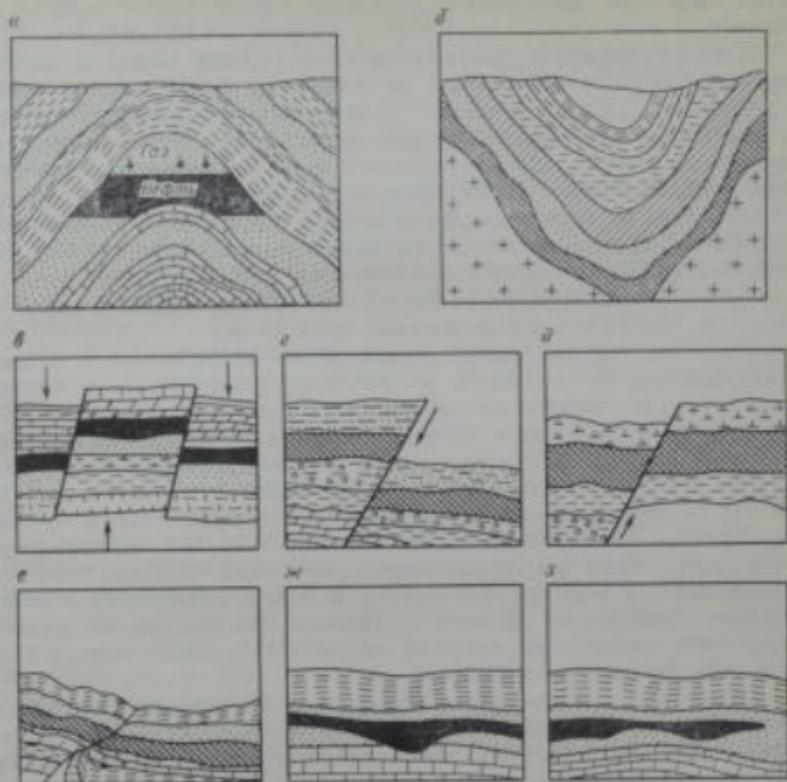


Рис. 12. Нарушения залегания горных пород

В начальной стадии своего образования осадочные горные породы залегали в основном горизонтально. Затем в результате тектонических движений они подверглись всякого рода нарушениям (рис. 12), которые принято называть дислокациями. Различные виды дислокаций горных пород разделяются на пликативные и дизъюнктивные.

Пликативные дислокации — нарушения горных пород, происшедшие без разрыва пластов, а дизъюнктивные — с разрывом. Пликативные нарушения представляют чаще всего складки типа антиклинали или синклинали.

Антиклиналью называется пликативное нарушение пластообразно залегающих горных пород в виде изгиба, обращенного вверх (рис. 12, а), а синклиналью — направленного вниз (рис. 12, б).

Дизъюнктивные дислокации обычно характеризуются перемещением одной части пород по отношению к другой. Основ-

ными из этих дислокаций являются сдвиг, сброс, взброс и надвиг.

Сдвиг определяется нарушением горных пород с последующим их перемещением в горизонтальном направлении (рис. 12, *а*). Сброс, взброс и надвиг — нарушения горных пород с вертикальным их перемещением. При сбросе нарушенная часть горных пород смещается вниз от основного массива (рис. 12, *б*). Взброс характеризуется смещением части горных пород вверх от основного массива (рис. 12, *в*). При надвиге нарушение сопровождается надвиганием одной части горных пород на другую по пологим поверхностям (рис. 12, *г*).

Встречаются и другие формы нарушения горных пород — вздутие, утонение и выклинивание (рис. 12, *ж*).

Строение горных пород определяется по величине и форме минеральных частиц зерен, а также по содержанию в породе основного связующего материала (кварца).

В различных горных породах размеры зерен далеко не одинаковы. Одни слабо различаются под микроскопом, а другие видны невооруженным глазом и достигают 1 мм и более. По размерам зерен породы разделяются на четыре класса: тонкозернистые — размер кристаллов меньше 0,01 мм; мелкозернистые — 0,01—0,25 мм; среднезернистые — 0,25—0,5 мм; крупнозернистые — 0,5—1 мм. От размеров зерен, слагающих горные породы, зависит их прочность. Породы, состоящие из мелкозернистых частиц, как правило, обладают большей твердостью, чем породы крупнозернистые.

Цементом, связывающим изверженные породы, является кварц, который придает им значительную прочность и твердость. Осадочные породы связываются цементирующими веществами кремнезема, углекислого кальция, углекислого магния и солями железа, поэтому их прочность и твердость меньше, чем у изверженных пород.

Под механическим воздействием атмосферных факторов породы разрушаются (выветривание).

В практике бурения взрывных скважин и последующего взрывания в них зарядов важную роль играют слоистость и трещиноватость горных пород, которые существенно зависят от условий первоначального их образования и последующих химических, физических и механических воздействий.

Слоистость горных пород возникла в процессе их образования и выражается в изменении размеров минеральных частиц в вертикальном направлении при одинаковом составе. Она также характеризуется наличием плоскостей наслаивания пород. Слоистые породы легко отделяются по плоскости наслаивания.

Трещиноватость определяется наличием в породе трещин, образующихся в результате тектонических движений, а также под действием выветривания и температурных изменений. Трещиноватость особенно сказывается на эффективности взрыва,

потому что происходит большая утечка газов по трещинам. Взрывы зарядов в условиях сильной трещиноватости пород при сейсморазведке почти бесполезны, так как коэффициент использования газообразных продуктов взрывчатого разложения для создания упругих волн весьма незначителен.

По размерам трещиноватости горные породы подразделяются на:

1) малотрещиноватые — с видимыми неглубокими трещинами, расположенными главным образом в одном направлении на расстоянии 0,5—1 м одна от другой;

2) трещиноватые — с видимыми трещинами, прорезающими массив в разных направлениях на расстоянии 0,3—0,5 м одна от другой;

3) сильнотрещиноватые — с множеством трещин, распространенных по разным направлениям массива на расстоянии 0,1—0,3 м одна от другой.

Кроме описанных трещин, в горных породах имеется множество микротрещин, которые можно обнаружить только под микроскопом. При производстве буровзрывных работ в сейсморазведке микротрещины особого значения не имеют.

Свойства горных пород в значительной степени влияют на качество бурения взрывных скважин и их проходку, а также на эффективность взрыва и создание упругих колебаний в земной коре. Основными физико-механическими свойствами горных пород являются: твердость, вязкость, упругость, хрупкость, устойчивость, разрыхляемость, пористость, удельный вес, объемный вес, водоносность и газоносность.

Твердость горной породы — сопротивление механическому воздействию другого более твердого тела, как, например, бурового наконечника. Твердость породы зависит от плотности ее минеральных зерен, их размера и пористости этого массива. Чем мельче и тверже минеральные зерна, чем меньше пористость данной породы, тем она тверже.

Вязкость — способность породы сопротивляться силам, стремящимся отделить часть ее от массива или разъединить отдельные частицы, из которых порода состоит.

Упругость — свойство горной породы восстанавливать свое первоначальное состояние по форме и объему после прекращения нагрузки. Горные породы недостаточно упруги, если после снятия нагрузки на них имеются остатки деформаций. Все горные породы в известной степени обладают упругостью.

Хрупкость — способность горной породы разрушаться без пластических деформаций. Все породы, которые обладают большой твердостью и малой вязкостью, очень хрупки. Такие породы трудно разбуриваются, но легко разрушаются при взрыве, что является неблагоприятным фактором для образования упругих волн.

Устойчивость — свойство горных пород сохранять первоначальное свое положение и не обрушиваться при той или иной

площади обнажения их в массиве. По этому признаку породы разделяются на устойчивые, весьма устойчивые и неустойчивые. Примером хорошей устойчивости пород может служить пробуренная скважина, в которой производились неоднократные взрывы зарядов ВВ и она не разрушилась от забоя до устья, содержит лишь камеры, образовавшиеся в местах взрывов.

Разрыхляемость — свойство породы увеличивать свой объем при дроблении. Величина объема разрыхленной породы с течением времени уменьшается за счет ее оседания и уплотнения.

Пористость — наличие пустот (пор) между отдельными частицами горной породы, трещин или каверн. Пористость рыхлых пород характеризуется существованием в них не заполненных основным материалом объемов, а пористость плотных пород — в основном трещиноватостью.

Данные о пористости горных пород используются для подсчета запасов нефти. Пористость пород выражается в процентах и характеризуется отношением объема пустот к объему всей породы.

Средняя пористость горных пород, %

Граниты, кристаллические сланцы, гнейсы, габбро, диабазы	0,02—1,8
Известняки, мраморы, доломиты	0,53—13,4
Песчаники	4,8—28,3
Пески однородные	26,0—47,0
Пески разнородные и гравий	35—40
Глина	44—47
Суглинки	52—55
Культурная почва	45—65
Торф	≤81

Удельный вес определяется весом единицы объема твердой фазы горной породы.

Плотность измеряется массой единицы объема горной породы.

Водоносность — свойство отдельных горных пород задерживать в себе воду и выделять ее при вскрытиях водоносных горизонтов через скважины и другие виды выработок.

При бурении скважин встречаются водопроницаемые и водонепроницаемые горные породы. Водопроницаемыми и в основном водоносными являются горные породы, хорошо фильтрующие воду: всевозможные пески, гравий, щебень, галечники, валуны и др., т. е. породы, в которых имеется достаточное количество пустот (пор) для проникновения и передвижения воды. Водонепроницаемые породы — плотные суглинки, сланцы, плотные песчаники, плотные тяжелые глины и все кристаллические породы, если они не трещиноватые.

Водоносные горизонты, как правило, являются благоприятной средой для возбуждения упругих колебаний в горных породах земной коры с помощью взрывов.

Газоносность — свойство горных пород сохранять в себе

скопления газов (углеводорода, углекислоты, метана и др.) и выделять их при вскрытии пород скважинами или другими выработками.

Существующие и постоянно разрабатываемые классификации горных пород имеют большое практическое значение при проведении буровзрывных работ.

Все горные породы принято разделять (классифицировать) по степени их крепости на отдельные группы, классы и категории. Разработано много ведомственных классификаций, которые применяются в различных отраслях горной промышленности для установления норм выработки. Применительно к местным условиям и видам работ они как бы детализируют и совершенствуют новые возможности повышения производительности труда. При разработке классификаций горных пород за основу принимаются их физико-механические свойства: твердость, вязкость, хрупкость, упругость, а также сложение и строение.

Наиболее применима и широко распространена в горном деле классификация горных пород проф. М. М. Протодяконова, опубликованная в 1926 г. (табл. 3). В основу этой классификации положена сопротивляемость горных пород различным видам разрушений, например, взрыванию, бурению, что может быть выражено коэффициентом крепости той или другой породы.

По классификации М. М. Протодяконова горные породы разделяются на десять категорий, при этом каждая категория имеет свой коэффициент крепости. Ориентировочно за единицу коэффициента принята крепость породы с предельным сопротивлением одноосному сжатию, равному 10 МПа. Например, если горная порода обладает сопротивлением сжатию 60 МПа, то ее коэффициент крепости составит $60:10=6$, и она будет относиться к IV категории по шкале М. М. Протодяконова.

Число полезных ископаемых и горных пород, используемых человеком, постоянно увеличивается за счет новых открытий науки и достижений техники. Одна и та же горная порода может быть полезным ископаемым или пустой породой в различное время и в разных географических и технико-экономических условиях. На шахтах при добыче каменного угля попутно извлекается известняк, его выбрасывают на-гора как пустую породу. Для добычи такого же известняка в других местностях разрабатываются специальные карьеры, и извлекаемый из них известняк используется как полезное ископаемое для выжигания извести или строительства дорог.

В природе встречается много разнообразных полезных ископаемых, но сейсмозведчики преимущественно заняты поисками нефтегазоносных структур, поэтому следует особо остановиться на условиях образования нефти, ее составе, внешнем виде, формах залегания и разномысленности.

Вопрос о происхождении нефти до сих пор не решен однозначно. Существует ряд гипотез, нередко противоречащих и даже исключающих одна другую.

Классификация пород по М. М. Протодяконову

Категория крепости пород	Степень крепости пород	Породы	Коэффициент крепости
I	В высшей степени крепкие	Наиболее крепкий плотный и вязкий кварцит. Исключительные по крепости другие породы	20
II	Очень крепкие	Очень крепкие гранитовые породы. Кварцевый порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец. Менее крепкий, чем указанный выше, кварцит. Самые крепкие песчаник и известняк	15
III	Крепкие	Гранит (плотный) и гранитовые породы. Очень крепкие песчаник и известняк. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды. Известняк крепкий. Некрепкий гранит. Крепкий песчаник. Крепкий мрамор, доломит, колчеданы	10
IIIa	»	Обыкновенный песчаник. Железные руды	8
IV	Довольно крепкие	Песчанистый сланец. Сланцевый песчаник	6
IVa	То же	Крепкий глинистый сланец. Некрепкие песчаник и известняк, мягкий конгломерат	5
V	Средней крепости	Разнообразные сланцы (некрепкие). Плотный мергель	4
Va	То же	Мягкий сланец, очень мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс. Мерзлый грунт, антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, сцементированная галька, каменный уголь, отвержденная глина	3
VI	Довольно мягкие	Щебенистый грунт. Разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень, крепкий каменный уголь, отвержденная глина	2
VIa	Довольно мягкие	Глина (плотная). Мягкий каменный уголь. Крепкий илосос — глинистый грунт	1,5
VII	Мягкие	Легкая песчанистая глина, лесс, гравий	1
VIIa	»	Растительная земля. Торф. Легкий сульфаток, сырой песок	0,8
VIII	Землястые	Песок, осипы, мелкий гравий, насыпная земля, добытый уголь	0,6
IX	Сыпучие	Пылуны, болотистый грунт, разжиженный лесс и другие разжиженные грунты	0,5
X	Плывучие		0,3

Согласно органической теории, нефть является продуктом сухой перегонки остатков организмов прошлых геологических эпох, происшедшей в земной коре на больших глубинах при высокой температуре и сильном давлении. По неорганической гипотезе, впервые высказанной Д. И. Менделеевым, нефть образовалась на больших глубинах под действием морской воды, проникавшей по трещинам, на углеродистые металлы и, в особенности, на углеродистое железо.

В глубинах земной коры нефть встречается в виде жидкой массы. Она заполняет и пропитывает пористые горные породы (песчаники, известняки, пески), где циркулирует, подобно воде, по порам и трещинам этих пород. Весьма часто нефть сопровождается горючими газами. Основной частью нефти являются смеси углеводородов. Нефть представляет собой маслянистую, горючую, обычно густую жидкость, не растворимую в воде, но растворимую в органических растворителях. Она имеет специфический резкий запах. Цвет нефти бывает от прозрачно-светло-желтого до темно-коричневого или даже черного, а иногда красный и зеленовато-бурый.

В зависимости от преобладания легких или тяжелых погонтов (продуктов перегонки) плотность нефти изменяется в пределах $0,6-0,9 \text{ г/см}^3$. Помимо углеводородов она содержит в себе в виде примесей азотистые, сернистые и кислородные органические соединения. Нефть, богатая такими примесями, отличается повышенной плотностью, до $0,95 \text{ г/см}^3$, а в исключительных случаях — $1,05 \text{ г/см}^3$, значительной густотой и малым содержанием бензина и керосина, составляя основу перехода к асфальтам. Свободная от азотистых, сернистых и кислородных соединений нефть имеет плотность менее $0,8 \text{ г/см}^3$, весьма легкоподвижна, богата низкокипящими фракциями (бензин, керосин и др.) и содержит мало тяжелых масел.

Нефть имеет широкое применение во всех отраслях народного хозяйства, особенно в химической промышленности, энергетике и транспорте.

2. ДЕЙСТВИЕ ВЗРЫВА В СРЕДЕ

При взрыве заряда любого взрывчатого вещества происходит чрезвычайно быстрый переход вещества в газообразные продукты взрыва, в которых давление достигает 10^3-10^5 МПа с выделением тепла до $3400-6000 \text{ кДж/кг}$. Очевидно, что давление взрывных газов, действующее на породу, окружающую место взрыва, смещает и деформирует ее. Происходящие при взрыве явления можно наблюдать в прозрачном стеклянном блоке. Г. И. Покровский [17] провел эксперименты с небольшим зарядом ВВ, помещенным в скважину внутри прозрачного стеклянного блока (рис. 13). Явления, происходящие при взрыве в стеклянном блоке, можно зафиксировать с помощью скоростной киносъемки. Киносъемка показывает, что сразу же после взрыва среда, окружающая место расположения заряда, начинает сжиматься, и сильная волна сжатия распространяется во все стороны со скоростью несколько километров в секунду (в стекле и граните скорость достигает 5 км/с).

Вскоре после прохождения волны сжатия среда вокруг заряда сильно деформируется, она начинает как бы раздавливаться. Это значит, что появляются трещины, наклоненные под углом 45° к линиям, идущим от центра взрыва (рис. 14). По

трещинам происходит скольжение одних слоев среды по другим. В этом случае возникают не столько обычные трещины, сколько поверхности скольжения.

По мере удаления от места взрыва напряжения, вызываемые взрывом в среде, уменьшаются и раздавливание среды прекращается. Среда претерпевает на этом этапе сжатие, не со-

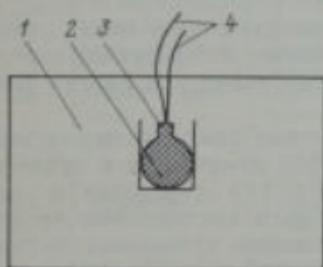


Рис. 13. Блок из прозрачного материала

1 — блок; 2 — заряд ВВ; 3 — электродетонатор; 4 — проводники электродетонатора

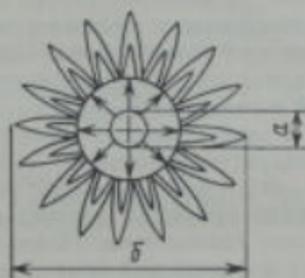


Рис. 14. Зона раздавливания среды вокруг места взрыва

a — размер заряда; $б$ — диаметр зоны раздавливания

провождающееся разрушениями. Однако при перемещении среды она настолько растягивается, что начинает разрываться на отдельные секторы. В этой части трещины направлены от центра взрыва по радиусам (рис. 15). По мере развития деформации эти трещины увеличиваются в отличие от поверхности скольжения, где контакт между двумя смешивающимися частями породы нигде не нарушается.

Как только пройдет волна сжатия, давление взрывных газов постепенно снижается, в силу чего порода, вытесненная газами, начинает смещаться по направлению к месту взрыва. Вслед за волной сжатия в породе возникает волна разрежения. Под влиянием растягивающих усилий в породе появляются новые трещины, идущие по окружности (рис. 16). Эти трещины возникают самостоятельно в каждом секторе среды, отделенном от других секторов радиальными трещинами, возникшими ранее.

Волны сжатия и разрежения уходят за пределы зон растрескивания и распространяются дальше, не вызывая уже заметных разрушений среды, но производя весьма заметные перемещения. Они напоминают волны, возникающие в грунтах и горных породах при землетрясениях (сейсмические волны). Чтобы подчеркнуть указанное сходство, волны, вызываемые взрывом в грунтах и горных породах, иногда называют сейсмовзрывными волнами. Последние имеют большое значение для изучения недр Земли.

Рассмотренное действие взрыва внутри среды не является основным видом ее разрушения. Как правило, такое разрушение

наблюдается только в тех случаях, когда взрыв происходит вблизи от свободной поверхности породы. При этом можно отметить такие особенности разрушения, которые с первого взгляда кажутся необычными и даже противоестественными.

На основе рассмотренного выше действия взрыва на горную породу можно было бы предпологать, что при взрыве наиболее

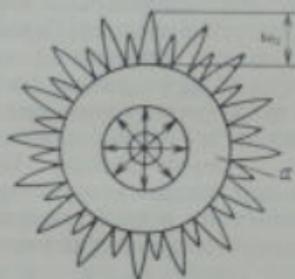


Рис. 15. Распределение трещин после взрыва в зоне растрескивания среды:
а — зона раздавливания; б — зона растрескивания

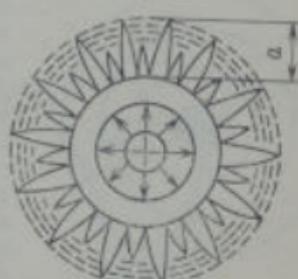


Рис. 16. Распределение трещин после прохождения волны разрежения в зоне растрескивания среды.
а — зона растрескивания

сильное разрушение должно быть в непосредственной близости от заряда, а при удалении от него степень дробления породы должна уменьшаться. На практике же дробление породы в основном происходит не там, где действуют наибольшие сжимающие силы в первый момент после взрыва, а в местах, где каким-то образом проявляется влияние свободной поверхности.

При подходе к свободной поверхности породы и отражении от нее волна сжатия превращается в волну разрежения. Эта волна распространяется от свободной поверхности внутрь породы. Как правило, горные породы значительно легче разрушаются при растяжении, чем при сжатии. При растяжении линии напряжений концентрируются в породе вблизи небольших трещин или неоднородностей. Под действием этих напряжений трещина разрастается, концентрация растягивающих напряжений растет, и порода весьма быстро разрушается путем разрыва. Совершенно иначе разрушается порода при сжатии. В этом случае в материале возникают поверхности скольжения и часть его, откалываясь, смещается в сторону. Для такого разрушения породы требуются значительно более высокие напряжения, чем при растяжении. Поэтому там, где действуют преимущественно силы сжатия, т. е. вблизи заряда, порода раздавливается с нарушением ее микроструктуры, а у свободной поверхности она разрушается на достаточно крупные куски.

Таким образом, действие взрыва заряда в плотной однородной среде можно условно разделить на три основные сферы (рис. 17): сжатия, разрушения и колебания (упругих деформаций).

Сфера сжатия непосредственно окружает заряд ВВ и обладает наиболее высокими напряжениями. Пластичные породы (глина, растительный грунт, гипс, торф и др.) значительно сжимаются и создают камеры, а породы высокой крепости (кварциты, базальты, граниты и др.) измельчаются в этой сфере и частично уплотняются. Сфера разрушения является продолжением сферы сжатия. Под действием волны разрежения в трещинах, направленных к свободной поверхности, концентрируются и растут растягивающие напряжения, мгновенно нарушается связь между частицами породы, которая разрушается путем разрыва и выбрасывается под давлением. Сфера колебания вызывается волнами сжатия и разрежения, уходящими далеко за пределы

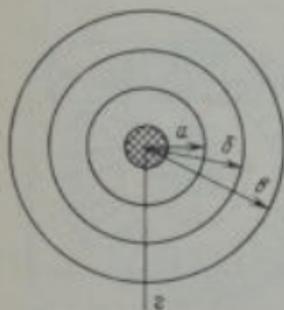


Рис. 17. Сферы действия взрыва:

а — сжатия; б — разрушения; в — колебания (упругих деформаций); г — заряд ВВ

двух первых сфер (сжатия и разрушения), не вызывая заметных разрушений, но производя значительные перемещения и колебания.

Как правило, все условные сферы при взрыве в однородной среде за пределами свободной поверхности, переходя одна в другую, распространяются равномерно во все стороны от шарообразного заряда по радиусам окружности. Фактически не существует резкой границы раздела между ними. Взрывная, или ударная, волна, удаляясь от места взрыва и постепенно теряя напряжение, затухает и соответственно производит разрушение или колебание среды.

В горнорудной промышленности практическое значение имеет зона двух сфер — сжатия и разрушения, которые вместе создают общую сферу разрушения. Напротив, в сейсморазведке практическое значение имеет только сфера колебания. Однако нельзя рассматривать абстрактно одну из сфер, так как они находятся в полной взаимосвязи между собой.

Величина радиуса действия взрыва заряда в однородной среде зависит от его массы и мощности ВВ. Если радиус действия взрыва заряда достигает открытой поверхности среды, то действие взрыва проявляется как внутри среды, так и на открытой поверхности в виде той или иной деформации. При заряде достаточной массы часть среды выбрасывается на поверхность, а в среде образуется углубление, называемое воронкой взрыва. Теоретической воронкой взрыва принято считать во-

воронку, нужную для подсчета величины заряда; действительной воронкой — ту, которая образуется в момент выброса грунта (грунт находится в воздухе), и видимой воронкой — конечную воронку, образуемую в результате взрыва, когда часть выброшенного взрывом грунта падает обратно в действительную воронку взрыва.

Различают следующие элементы воронки взрыва (рис. 18): R — радиус действия взрыва, определяющий расстояние от центра воронки (вершины опрокинутого конуса) до любой точки ее края; r — радиус воронки взрыва; w — кратчайшее расстояние от центра заряда до поверхности, называемое линией наименьшего сопротивления.

Взрывы в горных породах с целью возбуждения сейсмических волн являются наиболее эффективными, камуфлетного действия, когда их работа ограничивается образованием незначительной полости ниже поверхности земли, без выброса и выпучивания грунта. В таких случаях достигается наибольшее использование энергии взрыва на возбуждение сейсмических волн и ослабление волн-помех. Это относится к любому методу взрывных работ (скважинному, шпуровому, шурфовому, линейному).

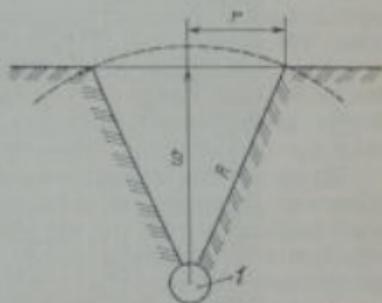


Рис. 18. Элементы воронки взрыва.
I — заряд BB

3. УСЛОВИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Существует сложная зависимость условий возбуждения сейсмических волн от многочисленных факторов, к которым можно отнести: зону малых скоростей (ЗМС); литологический состав и физическое состояние пород, в которых производится взрыв; слоистость разреза вблизи источника; форму заряда и его массу и др.

При имеющихся сложностях условий возбуждения каждый источник (взрывной и невзрывной) имеет свои определенные возможности и условия, позволяющие возбуждать относительно интенсивные полезные сигналы с одновременным снижением уровня различных помех.

Взрыв сосредоточенного заряда в скважине, размещенного ниже ЗМС в водоносном горизонте или в обводненных упругих породах, закупоренного глинистым раствором или водой, без выброса на земную поверхность — такой источник считается положительным. Благодаря созданным условиям снижена интенсивность мешающих поверхностных и звуковой волн, а также уменьшено поглощение объемных волн (продольных или волн

сжатия и разрежения), сильно проявляющееся в рыхлых породах ЗМС, и соответственно увеличена интенсивность полезного сигнала. В таких условиях масса заряда значительно меньше, чем в ЗМС или на поверхности земли.

Взрывом линейного заряда достаточной массы, погруженного параллельно земной поверхности в плотный или увлажненный грунт, после которого получается незначительное вздутие без выброса, создается интенсивный полезный сигнал за счет направленности взрыва, снижения звуковой волны и волн-помех (рис. 19).

При благоприятных сейсмогеологических условиях и мощности ЗМС не более 1—2 м синхронное воздействие четырех газодинамических источников типа СИ-32 создает полезный сигнал достаточной интенсивности.

Приведенные примеры возбуждения сейсмических волн различными источниками свидетельствуют о том, что при правильном подходе к выбору источника и определении условий возбуждения в основном может успешно решаться поставленная разведкой задача.

Зависимость условий возбуждения сейсмических волн от зоны малых скоростей, слонности разреза, литологического состава и физического состояния пород изложена в разд. I гл. I.

Как форма, так и масса заряда ВВ оказывают определенное влияние на характер возбуждаемых волн.

При взрыве в скважине удлиненного вертикального заряда создается меньший эффект, чем при взрыве сосредоточенного (сферического) заряда такой же массы. При этом от взрыва удлиненного заряда часто возникают относительно более сильные помехи, распространяющиеся в горизонтальном направлении, чем от сосредоточенного заряда. Видимо, это можно объяснить горизонтальной направленностью взрыва удлиненного заряда. Для ликвидации отмеченного недостатка удлиненный заряд оснащают по всей длине детонирующим шнуром, инициирование его производят сверху, чем обеспечивается перпендикулярная направленность взрыва, повышается его эффективность и снижается уровень помех. Целесообразнее использовать в скважине сосредоточенный заряд. Для этого необходимо на забое скважины предварительным взрывом заряда небольшой массы создать камеру, в которую погрузить удлиненный заряд с гибким соединением, где он сосредоточится при достижении забоя скважины и ослаблении погрузочного каната. При значительном увеличении длины скважинных зарядов желательно переходить на группирование относительно сосредоточенных зарядов в нескольких скважинах.

Преобладающая частота возбуждаемых в очаге колебаний уменьшается с увеличением массы заряда обратно пропорционально корню кубическому из массы заряда. Но при наблюдениях на значительном расстоянии от источника эта зависимость слабо заметна из-за поглощающего действия среды. Поэтому

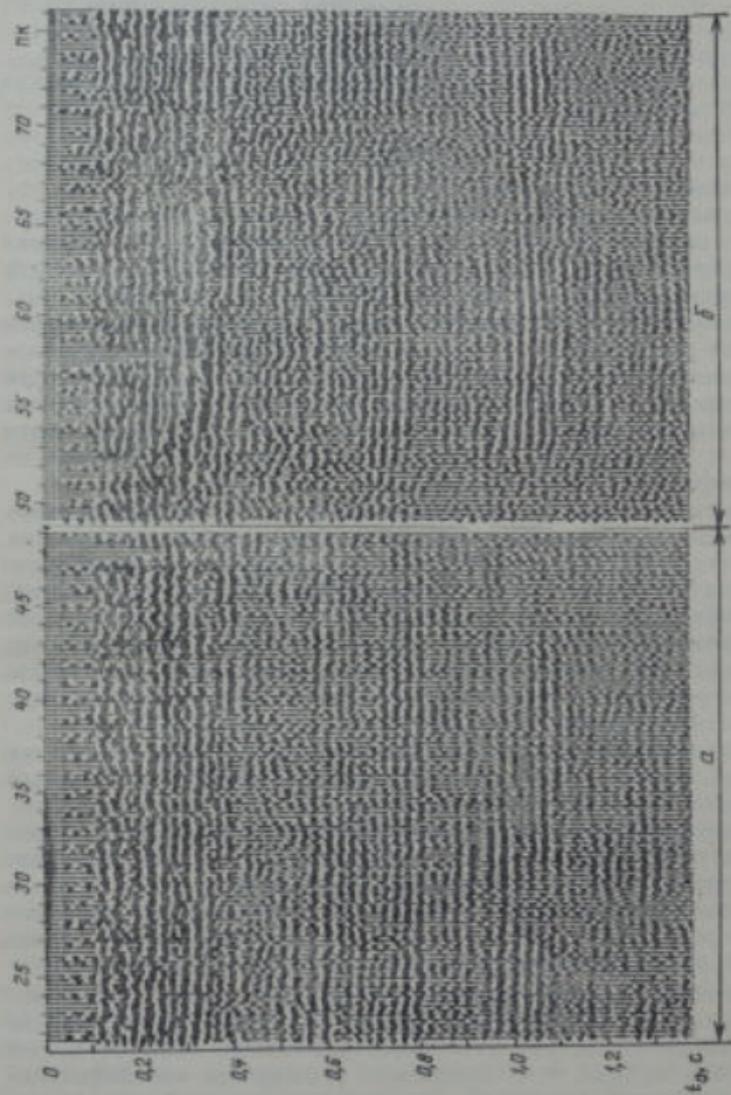


Рис. 19. Спектральный материал, полученный от линейных элементов:
 а — начало АМШ; б — конец детонирующей пары ДДШ

наблюдаемые вдали от источника колебания при разной массе заряда имеют сходную форму записи. Заметного увеличения периода колебаний в точке приема можно достигнуть только при значительном увеличении массы заряда. Это дает основание считать, что в большинстве своем форма регистрируемых колебаний почти не зависит от массы заряда.

Амплитуда регистрируемых колебаний a в некоторой постоянной точке наблюдения может быть связана с массой заряда Q соотношением

$$a = RQ^m,$$

где R — постоянная величина [8].

По опытным данным, величина m зависит от состава и состояния горных пород, в которых производится взрыв, типа регистрируемых волн и массы заряда ВВ. При зарядах малой массы коэффициент m достигает 1—1,5, а при большой — убывает до 0,2—0,5. С увеличением массы заряда величина m постепенно уменьшается. По этой причине необходимо обоснованно увеличивать массу заряда с целью увеличения амплитуды регистрируемых колебаний. Когда увеличение массы больших зарядов не приводит к положительному эффекту, следует переходить к группированию взрывов, что позволит возбуждать и регистрировать интенсивные полезные волны.

Как отмечалось, при определенных условиях необходимо использовать группирование взрывов, которое создает следующие эффекты: эффект направленности, усиливающий разделение полезных волн и волн-помех, приходящих под другими углами; статистический эффект, повышающий отношение амплитуды полезного сигнала к уровню случайных помех, возникших от источника; сейсмический эффект, увеличивающий амплитуды полезных волн относительно уровня случайных помех, не связанных с источником; повышение частоты колебаний.

В зависимости от конкретных условий и задач, решаемых сейсморазведкой, группирование взрывов производится с целью использования одного или нескольких из указанных эффектов. Для использования эффекта направленности применяется продольное, поперечное, площадное и другие формы группирования. Число зарядов ВВ в группе, их расположение и масса зарядов определяются на основании расчетов направленного действия интерференционных систем, графиков или номограмм с обязательной экспериментальной проверкой. Статистический эффект при равенстве зарядов пропорционален \sqrt{n} , где n — число зарядов в группе. Сейсмический эффект определяется характером зависимости амплитуды колебаний различных волн от массы одиночного заряда, т. е. амплитуда суммарного колебания полезных волн при групповом взрыве оказывается большей, чем при взрыве одиночного заряда такой же суммарной массы.

Для достижения наибольшего эффекта от группирования зарядов их необходимо располагать в горных породах так,

чтобы в момент взрыва образовавшиеся зоны разрушений и деформаций не соединялись между собой. Разрушения должны ограничиваться только созданием камуфлета, без выброса горных пород на земную поверхность. Это условие обеспечивает регистрацию полезных сейсмических волн и сохраняет структуру плодородной почвы в местах проведения сейсморазведки.

Прежде чем принять решение о переходе к группированию источников, необходимо использовать все возможности сейморегистрирующей аппаратуры, в том числе: группирование сейсмоприемников; диапазоны сеймостанции, повышающие чувствительность; накопление сигналов. Это необходимо потому, что группирование сейсмоприемников равноценно группированию источников в части усиления направленности и повышения статистического эффекта. Повышая чувствительность сеймостанции, соответственно можно уменьшить массу заряда.

В последние годы чаще практикуют группирование взрывов в скважинах, глубина которых не превышает 5 м. Принцип и условия группирования такие же, как и в скважинах на оптимальной глубине под ЗМС. Качественная запись сейсмических волн достигается за счет увеличения количества небольших зарядов в группе, а также за счет использования сеймостанций с цифровой регистрацией.

Определенный интерес представляет группирование зарядов (массой в несколько десятков граммов) в шпурах, диаметр которых менее 75 мм и глубина 1,5—2,0 м. Получаемые с помощью группирования шпуровых зарядов сейсмические материалы по своей геологической информативности равноценны материалам, получаемым при группировании скважинных зарядов. Трудоемкость шнекового бурения шпуров несколько ниже, чем бурения скважины в ЗМС, однако увеличивается объем работ бригады взрывников за счет увеличения количества зарядов в группе. Главным преимуществом этого источника является сохранение существующего положения локальных скоплений верховодки и водоносных горизонтов грунтовых вод.

Взрывы в шурфах и их группирование применяют в пустынных районах и в исключительных случаях, когда нет возможности использовать более эффективные источники. При взрывах в шурфах возникают мощные волны — звуковая и поверхностные, поэтому пункты приема располагают на значительном удалении от источника.

Возбуждение упругих колебаний в естественных водоемах с помощью открытых взрывов можно считать прошедшим этапом. С целью сохранения водной фауны возбуждение упругих колебаний осуществляется невзрывными источниками различных типов. Взрывы в водоемах допускаются при крайней необходимости с разрешения Госрыбнадзора. Водная среда является благоприятной для возбуждения интенсивных продольных волн, которые при возникновении передаются подстилающим водоем горным породам и распространяются в их среде. В жидкой среде

не возникают поперечные волны. При взрыве в воде на достаточной глубине газообразные продукты взрыва создают газовый пузырь, который первоначально увеличивается, а затем сжимается, производя многократные пульсации в воде до выхода из нее на поверхность. Пульсация газового пузыря в водной среде приводит к возбуждению повторных упругих волн, вначале сильных, затем постепенно затухающих. Эти волны создают значительные помехи при регистрации основной волны. С целью исключения повторных многократных волн взрыв необходимо производить на глубине, которая позволяет газовому пузырю, при достижении максимального объема, передать свою энергию атмосфере путем слабого выброса воды.

При использовании линейных источников в виде нитей детонирующего шнура производят группирование зарядов в грунте, на поверхности земли и в воздухе. Как свидетельствуют методические рекомендации и практические материалы Волгоградской геофизической экспедиции НВНИИГГ, при группировании линейных зарядов в грунте достигается более полное использование направленных и статистических свойств интерференционной системы, что приводит к максимально возможному подавлению волн-помех и эффективному усреднению условий возбуждения сейсмических колебаний вдоль профиля наблюдений. Сейсмические материалы, получаемые при группировании линейных зарядов в грунте, по информативности превосходят материалы наблюдений с группированием скважинных зарядов.

Группирование линейных зарядов на поверхности земли и в воздухе позволяет решать геологическую задачу даже в сложных поверхностных условиях барханных песков. Получаемые разрезы при накладных и воздушных взрывах сопоставимы по характеру записи, на каждом из них выделяются одни и те же волны примерно равной сейсмической эффективности. Они несколько уступают групповым взрывам из скважины в ЗМС по общему уровню энергии и длине сейсмической записи.

В зависимости от решаемой геологической задачи, методики работ и условий возбуждения группирование линейных зарядов осуществляют преимущественно на базе $D=50 \div 200$ м по 2—4 параллельные линии в группе и более. Заряды погружают в грунт на глубину $h_{\text{взр}}=0,4 \div 0,8$ м. Взрывы в воздухе производят на высоте 0,6—1,5 м от поверхности земли.

Более широкое применение линейные источники нашли при возбуждении поперечных волн. Из различных типов источников, используемых при методе поперечных волн, группирование линейных зарядов является основным. Группирование зарядов осуществляется в условиях рыхлых грунтов I—IV категорий трудности с помощью специальных погружателей: плужного типа — в летнее время и баровых установок — в зимнее время. По условиям расположения зарядов линейные источники подразделяют на одностраншнейные, барьерные и плужно-траншнейные. Одностраншнейный источник является эталонным и

представляет собой траншею с размерами $b=40$ см, $h_{тр}=120$ см (рис. 20). При таких размерах целесообразно заряжать траншею не более чем тремя нитками ДШ в каждом противолежащем линейном заряде. Траншея в объеме 30 % засыпается рыхлым грунтом — поглотителем ударных волн, на поверхности которого вплотную к вертикальным стенкам укладывают линейные заряды $+q$ и $-q$ и засыпают их рыхлым грунтом доверху. Заряды $+q$ и $-q$ взрываются поочередно, создавая противоположно направленные воздействия на грунт. Рыхлый грунт предназначен также для поглощения продольной волны, а стенки траншеи — для возбуждения поперечной волны.

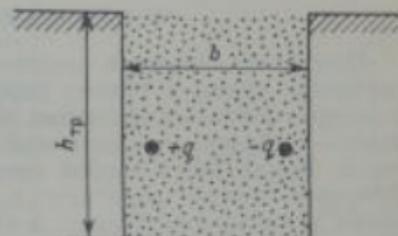


Рис. 20. Однотраншейный источник

Чем глубже и больше поперечное сечение траншеи, тем большим числом ниток ДШ ее можно зарядить, получая тем самым большую энергию излучаемых поперечных волн на единицу длины источника. Как видно, при подготовке таких траншей нужно выполнять очень большой объем земляных работ с помощью экскаваторов. Этот источник непригоден для промышленного использования из-за большой трудоемкости и порчи структуры почвы. Он может являться лишь эталоном для сравнения качества получаемых сейсмоматериалов.

Барьерный источник представляет собой две параллельные узкие траншеи прямоугольного сечения, разделенные целиком (барьером) из нетронутого грунта. Этот барьер вместе с рыхлой забойкой в траншеях обеспечивает эффективное ослабление ударного воздействия на нерабочую сторону источника. Условия зарядки источника линейными зарядами примерно такие же, как и в случае однотраншейного источника. Для промышленного использования он так же непригоден, как и однотраншейный.

Практическое применение имеет плужно-траншейный источник, с помощью которого достигается удовлетворительное излучение поперечных волн при плотности одиночного линейного заряда до четырех ниток ДШ-А и до двух ниток ДШУ-33 и хорошее излучение при увеличении глубины заряда и количества ниток в одном заряде или при группировании зарядов в одной или нескольких траншеях. Этот линейный источник обладает высокой производительностью и не нарушает структуры плодородной почвы.

Методика и технология ведения взрывных работ линейными зарядами детально рассматриваются в гл. VI—VII.

Факторы, влияющие на условия возбуждения сейсмических волн при использовании взрывных источников, в своем боль-

шинстве относятся и к различным типам невзрывных источников. На данном этапе невзрывные источники обладают сравнительно низкой плотностью энергии, и поэтому для получения отражений с больших глубин используют синхронно работающие источники (группирование источников) и накапливают ряд последовательных воздействий.

4. ВЗРЫВНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Известные взрывные источники позволяют возбуждать сейсмические волны в горных породах путем мощного, короткого и резкого импульса. Изменяя массу заряда и условия взрыва, можно возбудить сейсмический сигнал необходимой интенсивности. Взрыв ВВ в любой среде имеет конечную цель — возбуждение упругих колебаний в горных породах. Заряды размещают в различных средах: в горных породах, воде и воздухе. По технологии работ и применяемым техническим средствам методы разделяют на скважинный, шпуровой, шурфовой, линейный, наружный, водоемный.

В последние годы в сейсморазведке созданы и получили дальнейшее развитие два новых метода — линейных и шпуровых зарядов. Их целью является сохранение качества полевых сейсмических материалов на уровне получаемых от скважинных зарядов, сокращение затрат и повышение производительности. Полученные сейсмоматериалы, экономические расчеты и фактическая производительность подтверждают целесообразность этих методов.

Вследствие высокой производительности, технологичности, безопасности работ (с применением акванала АМШ) и хорошего качества полевого сейсмоматериала особое значение приобрел метод линейных зарядов. В тресте «Татнефтегеофизика» сравнили (за 1977 г.) экономическую эффективность сейсморазведочных работ с применением различных источников возбуждения [11]. Результаты сравнения свидетельствуют о следующем. Полученные с помощью поверхностных источников ЛДШ (линий детонирующего шнура), СИ-32 и ГСК-10 сейсмические материалы по своей геологической информативности в большинстве случаев существенно превосходят материалы наблюдений с одиночным скважинным источником и, по-видимому, сопоставимы или превосходят по качеству материалы наблюдений с группированием взрывов в пяти-шести скважинах. Более высокое, чем в случае одиночного скважинного источника, качество исходных и результативных сейсмических материалов при применении поверхностных источников обусловлено направленными свойствами последних.

Средняя производительность работ (при близких по параметрам системах наблюдений) на территориях Татарской АССР и Оренбургской области с ЛДШ и газодинамическими установками, при существенно более высокой информативности

Стоимость отработки одного физического наблюдения с различными источниками возбуждения

Тип источника	Стоимость отработки одного физического наблюдения, руб.	Соотношение, %
Одиночные взрывы в скважинах глубиной 60—100 м в районах со сложными условиями бурения взрывных скважин	160,5	100
Групповые взрывы в шести скважинах глубиной 8—12 м	100,7	62,7
Одиночные взрывы в скважинах на глубине 20—40 м в районах с относительно простыми условиями бурения взрывных скважин	78	48,6
Газодинамические установки типов СИ-32, ГСК-10	74,5	46,4
Линии детонирующего шнура (метод линейных зарядов)	59	36,8

материалов, была выше (соответственно на 12,8 и 13,6 %), чем производительность работ с группированием скважинных зарядов и одиночными взрывами в районах со сложным для бурения поверхностным разрезом. Производительность с источником ЛДШ может быть повышена, поскольку основная часть процесса подготовки линий ДШ к подрыву (укладка детонирующего шнура в грунт) механизирована и может осуществляться с большим опережением по отношению к собственно сейсмическим работам.

Фактическая стоимость отработки одного физического наблюдения по летним работам с различными источниками возбуждения по Татарской АССР и Оренбургской области приводится в табл. 4.

Из приведенных данных видно, что наиболее экономичными являются сейсморазведочные работы с применением линейных зарядов (ЛДШ). При замене ДШ водосодержащим ВВ (аквалом АМШ) экономическая эффективность работ увеличится.

Коллектив Волгоградской геофизической экспедиции Нижневолжского научно-исследовательского института геологии и геофизики является головной организацией Мингео СССР по изучению, разработке и выдаче методических рекомендаций при работе с линейными источниками возбуждения. Многочисленные работы этого коллектива показывают высокую эффективность метода линейных зарядов [13, 18, 20].

Сейсмические исследования при мощности ЗМС свыше 100 м имеют равноценную протяженность горизонтов и требуемую глубину освещения как при взрывах группы из 20 скважинных зарядов в ЗМС, так и при взрывах в грунте трех линий ДШ-А

по 200 м. Полученные на одном и том же участке наблюдения от возбуждений взрывами из скважин ($n=11$, $h_{\text{г.г.}}=4$ м, $D=75$ м, $Q=2,6$ кг) и ЛДШ ($D=200$ м, $Q=200$ м \times 3, $h_{\text{г.г.}}=0,4$ м) характеризуются полной идентичностью источников возбуждения по протяженности основных границ и глубине освещения. В то же время возбуждения ЛДШ выгодно отличаются большей чистотой записи и меньшим количеством фаз основных отражений, т. е. лучшей разрешенностью записи. При взрывах одиночных скважинных зарядов под ЗМС и линейных зарядов в грунте от последних получена более разрешимая сейсмозапись, геологически легко интерпретируемая, а разрез по всем параметрам имеет хорошее качество. Экспедицией разработаны обоснованные рекомендации по применению метода линейных зарядов (ЛДШ) не только в грунтах, но и накладных зарядов на поверхности земли и закрепленных в воздухе. Из рекомендаций следует: линейный источник позволяет осуществлять разложение волновых полей на составляющие, что имеет принципиальное значение при сейсморазведке сложнопостроенных структур; линейный источник не генерирует волны-спутники, что значительно повышает разрешающую способность сейсморазведки; линейный источник существенно ослабляет поле многократных суммарных волн. Отмечается высокая экономическая эффективность метода линейных зарядов в Волгоградской области. Относительно стоимости работ методом скважинных зарядов экономия средств составляет 31 % от стоимости общих затрат на равноценный объем работ.

Институтом геологии и геофизики СО АН СССР и Сибирской геофизической экспедицией МНП под руководством академика Н. Н. Пузырева выполнен большой объем сейсморазведочных работ методами поперечных и объемных отраженных волн с использованием взрывных линейных источников. В рекомендациях для производственных работ отмечается, что в настоящее время импульсные механические источники имеют недостаточную мощность, поэтому область их применения ограничивается малоглубинными исследованиями. В этой связи рекомендуется основные наблюдения при МОВ и МОГТ выполнять со взрывными источниками линейного типа [23].

Успешно используется метод линейных зарядов в тресте «Куйбышевнефтегеофизика» при сейсморазведочных работах МОГТ. В качестве зарядов применяются различные марки ДШ и водосодержащее ВВ — акванал АМШ в виде шланговых зарядов [14]. Полевые сейсмические материалы, получаемые от линейных источников ДШ и акванала АМШ, имеют высокое и равноценное качество. Постоянно совершенствуется методика возбуждения сейсмических волн линейными источниками с целью повышения интенсивности полезного сигнала и снижения уровня помех, механизации процессов взрывных работ и повышения производительности [2]. Средняя производительность

работ с линейными источниками (при одинаковых параметрах систем наблюдений) на территории Куйбышевской области на 41 % выше, чем при работах с одиночными и групповыми взрывами скважинных зарядов.

Метод скважинных зарядов связан с бурением взрывных скважин диаметром более 75 мм при глубине от 5 до 100 м и более. Бурение скважин порождает нежелательные и даже вредные последствия в земной коре, нарушающие исторически сложившуюся закономерность образования подземных водоносных горизонтов и гумусового вещества плодородной почвы [5]. В процессе бурения скважин встречаются локальные скопления верховодки, а в подошве ЗМС и несколько ниже — подземные грунтовые воды. В момент разбуривания водоупорных прослоек и слоев могут изменяться гидрогеологический режим пресных вод и фильтрующая способность среды. В свою очередь, при бурении скважин с промывочной жидкостью последняя насыщается разбуренными неплодородными породами и выносится на поверхность в область, окружающую устье скважины и зумпф (отстойник), где она разрушает гумусовое вещество почвы. Взрывы скважинных зарядов ВВ в обводненных и водоносных горизонтах неизбежно приводят к насыщению ядовитыми газами (CO , N_2O , NO , H_2S , SO_2) запасов пресных вод и подпитке их более минерализованными водами из подстилающих слоев, вскрываемых скважинами и взрывами.

Бурение скважин до оптимальной глубины с промывочной жидкостью является весьма сложным и дорогостоящим процессом. Для обеспечения нормальной работы только одного сейсмического отряда, при средних условиях сложности поверхностного разреза, требуются 5 буровых установок, 7 автоцистерн и 20 человек основного и обслуживающего персонала. Для этих же целей при использовании линейных источников требуются один трактор К-700, один погружатель зарядов в грунт и 3 рабочих.

Взрывы в шурфах применяют только в пустынных районах, когда отсутствует возможность использования других, более эффективных источников возбуждения (скважинных, шпуровых, линейных и др.). Они дают хорошие результаты при изучении ЗМС и при работах КМПВ. В первом случае глубина шурфов составляет 0,5—1,5 м, масса заряда ВВ — от нескольких до десятков килограммов; при КМПВ глубина шурфов 1—5 м при поперечнике устья 1,5—4 м, масса заряда — от нескольких десятков до сотен килограммов. Используются сосредоточенные заряды, которые после оснащения электродетонаторами засыпаются песком. При взрыве возникают мощные звуковая и поверхностные волны, поэтому наблюдения ведут, как и при воздушных взрывах, на значительном удалении. Качество сейсмических материалов улучшается в местах, где неглубоко от поверхности есть плажные пески.

При выборе взрывного источника необходимо учитывать

его интенсивность и качество получения сейсмических волн, экономичность, технологичность, высокую производительность и охрану окружающей среды.

3. НЕВЗРЫВНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Развитие и совершенствование цифровой регистрирующей и накопительной аппаратуры, а также других вспомогательных средств привели к более широкому использованию невзрывных источников на суше и особенно на акваториях (морях, океанах, озерах, реках).

Невзрывными источниками называются условно, так как в невзрывных источниках используются химические и физические взрывные процессы: химические взрывы газовой смеси водорода — кислорода, пропана — кислорода и других газов, физические взрывы в виде выхлопа сжатого газа или электрического разряда. Точнее, невзрывной источник представляет собой управляемый химический или физический взрыв направленного действия в ограниченной среде. Принцип работы невзрывного источника типа газодинамического можно сравнить с работой двигателя внутреннего сгорания, когда от электрической искры сгорает бензин, и сжатые газы, расширяясь, приводят в движение поршни в цилиндрах двигателя.

По видам и способу получения энергии источники подразделяют на группы (импульсные, виброимпульсные, вибрационные) и типы (электродинамические, газодинамические, пневматические, механические, электрические, электродинамические, гидродинамические). К импульсной группе относят источники: Сейсмодин-20, Сейсмодин-40, Сейсмодин-250, Пуск-1, Пуск-2, СИП-1, ГСК-4, ГСК-10, ГСК-6, СИ-32, СИ-64, ПИ-16, ПИ-1А, ПГЭ-75 (падающий груз), ЭИС-1 (электронскровой); к виброимпульсной: ГУК-1, ГУК-2, Девон-1; к вибрационной: Вибросейс ВС-5, Вибролокатор-1, Вибросейс СВ-10-100 и СВ-5-150.

Мощность невзрывных источников принято определять по скважинному (шурфовому) тротиловому эквиваленту, т. е. по энергии, выделяемой невзрывным источником при одном воздействии (ударе) на грунт, равной энергии взрыва определенного количества тротила в скважине на оптимальной глубине или в мелком шурфе. Приведенные типы невзрывных источников при одном ударе (в зависимости от типа источника) обладают мощностью, эквивалентной энергии взрыва 9—35 г тротила.

На суше невзрывные источники возбуждают сейсмические колебания механическими воздействиями (ударами) на поверхность грунта. Комплекс оборудования наземного невзрывного источника изображен на рис. 21. Источник оснащен излучателем 1, который с помощью плиты 2 производит воздействия (удары) на поверхность грунта. Он обеспечен энергией питания (газовой смесью) 3 и системой обеспечения работы в задан-

ном режиме 4, а также системой управления работой излучателя 5, гидравлической системой 6, обеспечивающей спуск — подъем излучателя и прижатие его к поверхности грунта или плавное возвращение на грунт после отката его вверх в момент завершения воздействия. Связь с сейсмостанцией осуществляется системой связи 7 (радио или телефон). Каждая система

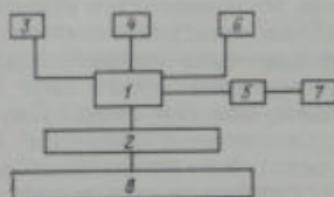


Рис. 21. Блок-схема комплекса оборудования наземного взрывного источника

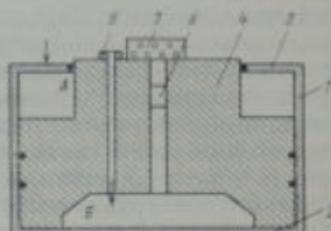


Рис. 22. Схема взрывной камеры газодинамического источника

содержит соответствующие функциональные подсистемы или элементы.

Оборудование наземных источников монтируется на транспортной базе 8. В качестве транспортных средств, в зависимости от поверхностных и климатических условий работ, могут быть использованы колесные и вездеходные (гусеничные) автомашины и тракторы. При необходимости источник выполняется отдельными блоками, что позволяет перемещать и устанавливать его на различных транспортных средствах, а также на прицепах и санях.

В наземной сейсморазведке применяются импульсные источники механического и газодинамического типов. Ввиду малой мощности механических установок с падающим грузом и пневматических с разгоном груза сжатым воздухом их применение ограничивается малоглубинными исследованиями. Они используются при разведке твердых полезных ископаемых и решении инженерно-геологических задач.

Газодинамические источники — генератор сейсмических колебаний (ГСК) и сейсмический излучатель (СИ) — применяются при поисках и разведке нефти и газа. Эти источники различают по энергии воздействия на грунт (ГСК) и по количеству используемой на одно воздействие газовой смеси (СИ). Поэтому название ГСК-10 означает, что установка обеспечивает воздействие на грунт с силой не менее 100 кН/м², а СИ-32 расходует на одно воздействие 32 л газовой смеси.

Основным узлом газодинамического источника является взрывная камера (рис. 22), которая состоит из цилиндра 1 с

дном 2, крышки 3 и поршня 4. В объем *A* от пневмосистемы установки или транспортной базы подается сжатый воздух под избыточным давлением, изменяющимся для различных установок в пределах от 10 до 30 МПа, в объем *B* — газовая смесь кислорода с пропан-бутаном в объемном отношении 6:1; при этом поршень 4 может приподниматься вверх, сжимая воздух в демпферном объеме. Смесь в детонационном объеме находится под давлением, определяемым давлением воздуха в демпферном объеме и массой поршня. Смесь воспламеняется искрой автомобильной свечи, срабатывающей по электрическому сигналу сейсмостанции; горение в металлическом трубопроводе переходит в детонацию, и детонационная волна через ввод 5 попадает в объем *B*, инициируя находящуюся там смесь. Давление в объеме *B* резко возрастает, и дно 2 цилиндра 1 вдавливается в грунт, возбуждая в нем сейсмические колебания, а поршень 4 поднимается вверх, сжимая воздух в демпферном объеме. В связи с тем что масса поршня в комплекте превышает в несколько раз массу цилиндра в сборе, продукты взрыва передают цилиндру основную часть выделившейся энергии.

После передачи энергии в грунт под действием давления продуктов взрыва в объеме *B* открывается выхлопной клапан 6, и продукты взрыва через глушитель 7 сбрасываются в атмосферу. В момент, когда силы, действующие на дно 2 (давление продуктов взрыва) и на крышку 3 (давление воздуха в демпферном объеме), уравниваются, камера оторвется от грунта и будет двигаться вверх за счет энергии, запасенной поршнем 4. Затем с помощью гидравлической системы взрывная камера будет возвращена на поверхность грунта для очередного воздействия в изложенной последовательности [19].

Если механические источники (установки с падающим грузом) не обеспечивают точности отметки момента возбуждения упругой волны при ударе и синхронизацию результатов воздействий, то газодинамические источники обладают высокой степенью синхронности.

Электродинамические источники разделяют на электрогидравлические и магнитодинамические. Принцип работы электрогидравлических источников основан на разряде батарей конденсаторов на электроды, промежуток между которыми заполнен жидкостью, или на катушку (статор) с перемещающимся в ней якорем. Область применения источников данного типа — скважины и водная среда. Магнитодинамические источники оснащены электрической машиной, якорь которой связан с плитой, воздействующей на грунт. Их энергия воздействия зависит от разряда батарей конденсаторов, и для различных источников она изменяется от сотен джоулей до сотен килоджоулей. Эти источники используются для возбуждения упругих колебаний непосредственно на поверхности грунта.

Вибрационные источники используются двух типов — гидравлические и электромеханические. Особенность этих источников — длительное воздействие на грунт с изменением нагрузки во времени (с плавно изменяющимся периодом). Продолжительность одного сеанса колебаний может составлять от шести-восьми до сотен секунд с достаточно высокой суммарной энергией. Нагрузка воздействия изменяется с частотой от 5—8 до 60—100 Гц и наоборот. Суммарная длительность записи складывается из времени сеанса посылки сигналов и длительности полезной записи, достигающей 12—14 с и более.

Вибрационные источники обладают меньшей мощностью, чем импульсные, но это компенсируется большей длительностью излучаемых сигналов, что является основным преимуществом вибрационных источников. Одновременно с компенсацией мощности длительное излучение сигналов обеспечивает надежную помехозащищенность и возможность управления спектром возбуждаемых колебаний.

Электрогидромеханические вибрационные источники — сложные и дорогостоящие установки, а дополнительное электронное оборудование и аппаратура, необходимые для качественного получения сейсмозаписей и их обработки, еще сложнее и дороже, однако эти источники представляются перспективными. Они позволяют варьировать полосой возбуждаемых колебаний от низких до высоких частот.

Невзрывные источники широко применяются в морской сейсморазведке. Из многих типов и конструкций невзрывных источников преимущественное применение на море нашли пневматические источники (ПИ-1Б), установки газовой детонации (УГД), электронские излучатели и др.

Многие типы невзрывных источников имеют малый взрывной эквивалент при динамических нагрузках на грунт, что не позволяет использовать их в сложных сейсмогеологических условиях.

Невзрывные источники типов СИ, ГСК и другие при многократных воздействиях на грунт оставляют после работы ямы глубиной до 15—20 см. Это не позволяет использовать их на землях с тонким слоем плодородной почвы, в лесопосадках и насаждениях с мелким залеганием корней, так как разрушается плодородный слой почвы и уничтожается растительность [5].

ГЛАВА III

СВОЙСТВА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И МЕТОДЫ ИХ ИСПЫТАНИЯ

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВОВ

По своей природе и видам превращения энергии взрывы делятся на физические, химические и ядерные.

Физический взрыв характеризуется только изменением физического состояния вещества без изменения его химического состава. Выделение энергии (тепловой, электрической, кинематической и др.) сопровождается взрывными процессами (взрыв парового котла, баллона со сжиженным газом, электрический разряд в атмосфере в виде молнии и др.).

Химический взрыв характеризуется чрезвычайно быстрым химическим превращением вещества или смесей в новые соединения и выделением тепла, газообразных продуктов, сжатых до высокого давления. Примером химического превращения может служить взрыв ВВ, газовой смеси водорода — кислорода, пропана — кислорода и других механических смесей.

Ядерный взрыв характеризуется превращением атомных ядер исходного вещества в ядра других элементов, которое сопровождается освобождением энергии связи элементарных частиц (протонов и нейтронов), входящих в состав атомного ядра. Ядерный взрыв основан на способности определенных изотопов тяжелых элементов урана или плутония к делению, при котором ядра исходного вещества распадаются, образуя ядра более легких элементов. При делении всех ядер, содержащихся в 50 г урана или плутония, освобождается такое же количество энергии, как и при детонации 1000 т тринитротолуола. Это сравнение показывает, что ядерное превращение способно произвести взрыв огромной силы. В результате многократного и чрезвычайно быстрого деления ядра атома урана или плутония происходит возникновение новых нейтронов — самоускоряющийся процесс, приводящий к цепной реакции. В настоящее время используются два вида выделения атомной энергии при взрыве: превращение тяжелых ядер в более легкие (радиоактивный распад и деление атомных ядер урана и плутония) и образование из легких ядер более тяжелых (синтез атомных ядер). При ведении взрывных работ в народном хозяйстве применяются химические взрывы ВВ. В дальнейшем будем рассматривать процессы, относящиеся только к химическому взрыву.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗРЫВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Химические соединения или механические смеси, способные под действием внешнего импульса (искры огня, удара и др.) взрываться, называются взрывчатыми веществами.

Газообразные продукты взрывчатого превращения, нагретые теплом, выделяющимся при реакции, стремясь к расширению, способны производить работу и создавать в окружающей среде ударные волны.

Начавшаяся в одном конце заряда ВВ химическая реакция распространяется со скоростью нескольких тысяч метров в секунду. За короткое время взрывчатое вещество в заряде превращается в газообразные продукты, в результате чего в объеме заряда создается огромное давление.

Давление газов на окружающую среду зависит от температуры взрыва и плотности заряда ВВ. Давление газов можно определить, пользуясь законами Бойля — Мариотта и Гей-Люссака, по формуле

$$p = \frac{p_0 V_0 T}{273V},$$

где p — давление газов при взрыве, Па; p_0 — атмосферное давление газов при взрыве (при температуре 273 К и давлении 100 кПа $p_0 = 1033$ кПа); V_0 — объем газов взрыва ВВ при 273 К и давлении 100 кПа; T — температура взрыва, К.

В первоначальном объеме газообразные продукты взрыва имеют давление примерно 2—3 ГПа, т. е. в 20—30 тыс. раз больше атмосферного давления. Расширяющиеся газообразные продукты взрыва создают нагрузку на среду и производят определенную работу (сжатие, дробление, пластические деформации, сдвиги, перемещения, метание среды и др.). Этот процесс заканчивается, если остаточное давление в продуктах взрыва уравновешивается противодавлением среды (атмосферным, гидростатическим, горным давлением, предельным сопротивлением горной породы сжатию и др.).

При высоком перепаде давления расширение газообразных продуктов характеризуется ударом, способным разрушать прочные преграды. Скорость выделения энергии при взрыве настолько велика, что если бы эта энергия могла превратиться за то же время в работу, то развиваемая взрывом сосредоточенного заряда аммонита № 6 массой 1 кг мощность измерялась бы миллионами киловатт.

Скорость химической реакции зависит от температуры и давления реагирующих веществ. При повышении температуры реакции всего на несколько градусов скорость реакции может возрасти во много миллионов раз. Если выделяющиеся в результате химической реакции тепло и газообразные продукты не успевают отводиться из зоны реакции, создаются условия для колос-

сального повышения температуры и давления, что ускоряет реакцию взрывного превращения.

Известно, что ВВ, способные к химическим реакциям без участия кислорода, могут не только взрываться, но и гореть. Например, тротилловую шашку можно поджечь, и она будет медленно и спокойно гореть. В определенной части ее объема создаются условия для самопроизвольного течения химической реакции с выделением тепла. Если отвод тепла в окружающую атмосферу небольшой, то горение не затухает, и может установиться равновесие между теплоприходом и теплоотводом в окружающую среду. Горение в этом случае будет идти устойчиво с определенной скоростью. Однако достаточно поместить тротилловую шашку в стальную оболочку, затруднив этим отвод газообразных продуктов горения, уносящих с собой тепло в окружающую атмосферу, как становится возможным самоускорение химической реакции горения до взрыва, чему способствует также повышение давления.

Для промышленных ВВ характерно совместное присутствие в их составе горючего (углерод и водород) и окислителя (кислород). В момент взрыва происходят химические реакции соединения углерода и водорода с кислородом. Так как все эти элементы входят в состав ВВ, то реакция взрывчатого превращения протекает без участия компонентов окружающей среды (воздуха). Если горение угля, дров и других веществ совершается за счет восстановления кислорода, поступающего из воздуха, то реакция взрывчатого превращения ВВ происходит за счет собственного кислорода.

Таким образом, главные преимущества ВВ перед другими источниками химической энергии определяются концентрацией большого количества тепловой энергии в малых объемах, огромной скоростью выделения энергии при взрывчатом (химическом) превращении ВВ и образованием большого объема газообразных продуктов. Только совокупность указанных факторов обуславливает возможность процесса взрывчатого превращения.

3. НАЧАЛЬНЫЙ ИМПУЛЬС И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВВ К МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Начальным импульсом называется внешняя энергия, необходимая для возбуждения взрыва ВВ. Эта энергия может быть тепловой (нагрев, луч пламени), электрической (накал, разряд), механической (удар, трение), а также энергией взрывчатого превращения другого ВВ (капсюля-детонатора, электродетонатора, промежуточного детонатора).

Начальный импульс, или внешняя энергия, вызывает взрывчатое превращение в небольшой части заряда ВВ. Затем взрывчатое превращение будет развиваться без подачи энергии извне за счет энергии, выделяемой частью заряда, уже претерпевшей взрывчатое превращение. В такой последовательности чрезвы-

чайно быстро будет протекать химическая реакция взрывчатого превращения по всей массе заряда ВВ.

Вид начального импульса оказывает существенное влияние на характер и развитие взрывчатого превращения вещества. Например, зажженный тротил в небольшом количестве спокойно сгорает на открытом воздухе без взрыва. Если на этот же тротил воздействует энергия капсюля-детонатора, то он взорвется. Литой тротил не взрывается и от капсюля-детонатора, так как ему требуется более мощный внешний импульс в виде промежуточного детонатора из прессованного тротила. Сухая гремучая ртуть свободно взрывается от искры и легкого царапанья соломинкой, а для мокрой гремучей ртути требуется промежуточный детонатор из сухой гремучей ртути. Из приведенных примеров видно, что величина начального импульса зависит не только от вида ВВ, но и от его состояния.

Чувствительность одного и того же взрывчатого вещества к отдельным видам начального импульса зависит от ряда факторов: физического состояния, температуры, плотности, величины кристаллов, наличия примесей и т. п.

Влияние физического состояния ВВ на его чувствительность проявляется в том, что взрывчатые вещества в жидком виде более чувствительны к начальному импульсу, чем твердые. Например, жидкий нитроглицерин более чувствителен, чем твердый — замерзший. На чувствительность аммиачно-селитренных взрывчатых веществ в значительной степени влияет влага. При влажности аммонита более 0,5% его чувствительность резко снижается, а при влажности более 2% аммонит совсем не взрывается от электродетонатора ЭД-8-Э.

Повышение температуры взрывчатых веществ сопровождается увеличением их чувствительности к воздействию начального импульса. Нитроглицерин, нагретый до температуры, близкой к вспышке (180 °С), способен взорваться при малейшем толчке. Гремучая ртуть, нагретая до температуры около 160 °С, повышает свою чувствительность к удару более чем в 7 раз.

Увеличение плотности ведет к уменьшению чувствительности взрывчатого вещества, а дальнейшее ее увеличение может привести ВВ к потере способности взрываться. Чрезмерное повышение плотности особенно отрицательно сказывается на аммиачно-селитренных ВВ, которые при этом резко снижают восприимчивость к детонации.

С ростом величины кристаллов уменьшается чувствительность взрывчатого вещества к начальному импульсу. Например, бездымные пороха и аммониты с увеличением размера частиц требуют более мощного внешнего импульса для взрыва, чем мелкозернистые.

Наличие примесей в составе взрывчатых веществ значительно влияет на их чувствительность. Примеси обладают различными свойствами, поэтому одни из них уменьшают, а другие увеличивают чувствительность ВВ. Если состав частиц примесей

тверже состава частиц ВВ, то чувствительность последнего увеличивается, и наоборот, чувствительность ВВ снижается при наличии в нем примесей с меньшей твердостью частиц. Примеси, повышающие чувствительность ВВ, называются сенсibilизаторами. К ним относятся металлические опилки, измельченное стекло, песок и другие подобные материалы. Процесс введения сенсibilизаторов в состав ВВ называется сенсibilизацией. Явление сенсibilизации способствует концентрации тепловой энергии при инициировании взрывчатого вещества ударной волной, что приводит к устойчивому началу химической реакции основной массы ВВ.

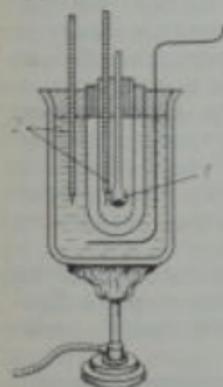


Рис. 23. Прибор для определения температуры вспышки ВВ: 1 — стеклянная ампула с навеской ВВ; 2 — термометр

Примеси, понижающие чувствительность ВВ, называются флегматизаторами. Это различные масла, вазелин, парафин, вода и т. п. Наиболее высокой флегматизирующей способностью обладают вещества с большой теплоемкостью и теплопроводностью. Процесс введения флегматизаторов в состав ВВ называется флегматизацией. Чувствительность взрывчатых веществ снижается в результате обволакивания их частиц тонкой пленкой состава флегматизатора, смягчающего удар и позволяющего частицам легко перемещаться относительно друг друга без возможного разрушения кристаллической решетки.

Чувствительность взрывчатых веществ к внешним воздействиям принято определять при помощи нагревания, удара, трения и других видов импульсов.

Чувствительность ВВ к нагреванию определяется температурой вспышки. Это наименьшая температура нагрева ВВ, при которой наступает химическое превращение со скоростью, достаточной для возникновения пламени. Температура вспышки зависит от способа нагревания, условно заданного отрезка времени, величины навески, а также от теплопроводности материала и конструкции прибора, используемого для проведения анализа. Наиболее часто применяется стандартный прибор, изображенный на рис. 23. Для определения температуры вспышки берется навеска ВВ массой 0,1 г, которая в стеклянной ампуле помещается в пробирку и погружается в жидкость с высокой температурой кипения.

В результате нескольких повторных испытаний устанавливается температура вспышки для разных ВВ, °С:

Грмутовая ртуть	160—165
Бездымные пороха	180—200
Тетрил	195—200

ТЭН	215—220
Гексоген	230
ТНРС	270—275
Тротил	290—295
Аммониты	320—340
Азид свинца	327—330

Для определения чувствительности ВВ к действию воспламеняющего импульса используется огнепроводный шнур. Конец шнура располагается на расстоянии

Таблица 5 а

Характеристика чувствительности ВВ к удару

Взрывчатое вещество	Показатели чувствительности	
	Минимальная высота падения груза массой 2 кг, при которой происходит взрыв, см	Число взрывов при падении груза массой 10 кг с высоты 25 см, %
Гремучая ртуть	2	100
Азид свинца	3—4	100
Нитроглицерин	4	100
ТНРС	11	100
Динамиты	17	100
ТЭН	28	100
Гексоген	29	65—70
Тетрил	30	50—60
Аммониты	30—75	10—60
Тротил	60—70	2—8

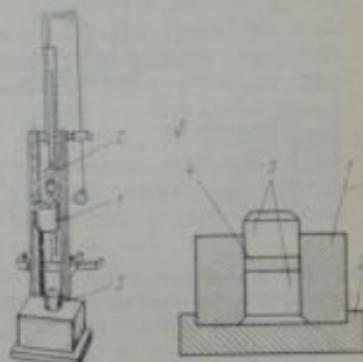


Рис. 24. Копер для определения чувствительности ВВ к удару:

а — общий вид копра: 1 — груз; 2 — сбрасыватель; 3 — штамповый приборчик; б — общий вид штампового приборчика: 1 — муфта; 2 — подлож; 3 — стальные цилиндрики; 4 — навеска ВВ

1 см от навески ВВ; последняя подвергается действию искр от сгорания пороховой сердцевинки огнепроводного шнура.

Чувствительность ВВ к удару определяется лабораторным путем на специальном копере (рис. 24), который называют копром Каста. Он представляет две параллельно стоящие штанги, между которыми свободно падает груз определенной массы — 2,5 или 10 кг. В верхней части копра установлен сбрасыватель, а в нижней — роликовый приборчик с двумя цилиндриками. Между цилиндриками размещается навеска ВВ массой 0,05 г. Приборчик с навеской ВВ устанавливается на наковальню копра. Груз, снабженный по центру бойком, при помощи сбрасывателя падает и ударяет по штамповому приборчику с навеской ВВ. Груз сбрасывается с различной высоты.

Сначала чувствительность ВВ к удару на копере определяется минимальной высотой, при которой происходит безотказные взрывы. Наиболее чувствительны к удару динамиты, они

взрываются при падении груза с высоты более 17 см, в то время как аммониты могут взрываться только при падении груза с высоты 30—75 см. Затем чувствительность к удару выражают в процентах взрывов на копре при падении груза массой 10 кг с высоты 25 см. При этом показателе аммониты имеют чувствительность 10—60%, а динамиты 100%. В табл. 5 приводятся данные по чувствительности некоторых ВВ к удару.

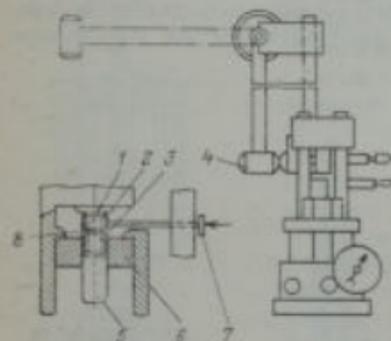


Рис. 25. Фрикционный маятник для определения чувствительности ВВ к трению

Чувствительность ВВ к трению определяют на приборе К-44-Ш (рис. 25). Он состоит из подвижного ролика 1, упора 2, неподвижного ролика 3, ударника 4, поршня 5, муфты 6, стержня 7. Для проведения испытания навеску ВВ 8 помещают на неподвижный ролик 3 и прижимают ее с определенной силой к поверхности ролика 1 с помощью поршня 5 и упора 2. Ударником 4 производят удар по стержню 7, который, сдвигая ролик 1, создает трение

между поверхностями роликов и навеской ВВ. Результаты испытаний (число взрывов из определенного числа опытов при разных нагрузках на ролик) позволяют определить чувствительность ВВ к трению.

4. СКОРОСТЬ И ВИДЫ ВЗРЫВЧАТЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

Процесс взрывчатого превращения у разных ВВ протекает с разной скоростью. Принято различать два основных вида взрывчатого превращения, принципиально отличных по механизму распространения,—горение и взрыв.

Горение характеризуется небольшой скоростью, которая измеряется миллиметрами, сантиметрами и метрами в секунду. Процесс горения в значительной степени зависит от условий окружающей среды и главным образом от давления. На открытом воздухе горение протекает спокойно, без звукового эффекта, так как выделяемые газы быстро улетачиваются и давление не повышается. В замкнутой среде горение проходит значительно быстрее за счет нарастающего давления газов, которые впоследствии производят метательную работу в сторону наименьшего сопротивления. В этом случае процесс метательного действия сопровождается звуковым эффектом.

Опытным путем установлено, что дымный порох при плотности 1,9 г/см³ и давлении 100 кПа горит со скоростью 0,8 см/с, а при давлении 250 МПа скорость горения достигает 10,9 см/с.

Шашка прессованного тротила массой 400 г и длиной 10 см при плотности $1,59 \text{ г/см}^3$ и давлении 100 кПа сгорает за 15 мин, а если предельно увеличить давление в замкнутой среде, то соответственно увеличится температура и горение ВВ перейдет в детонацию.

Процесс горения распространяется по массе взрывчатого вещества за счет передачи тепловой энергии от слоя к слою вследствие теплопроводности, а также излучения тепла газообразными продуктами горения.

Детонация характеризуется прохождением ударной волны по массе взрывчатого вещества со скоростью несколько тысяч метров в секунду. При взрыве чрезвычайно быстрым скачком возрастает давление, и газообразные продукты взрыва воздействуют на окружающую среду, разрушая твердые породы. Чем больше скорость детонации ВВ, тем сильнее подвергается дроблению твердая окружающая среда. Скорость детонации постоянна для каждого ВВ. Она может повышаться в зависимости от состава и плотности ВВ, диаметра заряда, плотности заряжания, величины частиц ВВ, наличия влаги (для аммиачно-селитренных ВВ) и ряда других факторов.

Чрезвычайно быстрое распространение химического превращения ВВ, обусловленное прохождением ударной волны по массе ВВ и протекающее с постоянной для этого ВВ скоростью, измеряемой несколькими тысячами метров в секунду, называется детонацией.

Таким образом, между горением и взрывом-детонацией (детонация — частный случай взрыва) существует принципиальное различие. Оно определяется в основном неодинаковыми скоростями процессов взрывчатого превращения и различным характером воздействия на окружающую среду.

5. ДЕТОНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ВВ

Основной взрывчатых веществ является их способность к детонационному превращению. Этот процесс объясняется известной гидродинамической теорией детонации ВВ, впервые разработанной применительно к газам В. А. Михельсоном в 1890 г. в России. Дальнейшее развитие гидродинамическая теория детонации получила в трудах советских ученых — Я. Б. Зельдовича, Ю. Б. Харитона, Г. И. Покровского, К. П. Станюкевича и др. В основу гидродинамической теории положен принцип распространения по массе ВВ ударной волны сжатия, проходящей со сверхзвуковой скоростью. Распространение ударной волны характеризуется скачкообразным переходом среды из исходного невозмущенного состояния в состояние движения с более высокими давлением, плотностью и температурой.

Согласно этой теории, распространение ударной волны по заряду ВВ обеспечивается энергией реакции химического превращения. Находясь в зоне непосредственного воздействия удар-

ной волны, слои ВВ сжимаются, разогреваются и начинают быстро реагировать, превращаясь в продукты взрыва. Таким образом, по взрывчатому веществу пойдет стационарная незагорающаяся волна, обеспечивающая реакцию вещества заряда за счет ударного разогрева, — детонационная волна. Зона химического превращения (химический пик) заканчивается воображаемой границей, условно называемой плоскостью Чепмена — Жуге, за которой, если в некоторых случаях еще и происходят процессы с выделением энергии (например, при взрыве ВВ, содержащих алюминий), то они уже не оказывают влияние на параметры ударной волны в заряде.

Одной из важных характеристик ВВ является скорость распространения в нем детонационной волны, называемой скоростью детонации. Скорость детонации измеряется тысячами метров в секунду.

Высокая скорость распространения детонационной волны по заряду ВВ вызывает скачкообразное изменение параметров (давления, температуры, удельного объема) во фронте детонации (на переднем крае волны), как и ударной волны. Перед фронтом детонационной волны ВВ сохраняет присущие ему плотность, давление, объем и температуру. Во фронте ударной волны в исходном веществе давление p скачкообразно возрастает, а затем по мере химического превращения, несмотря на выделение энергии и образование газообразных продуктов детонации, начинает падать. Внезапный характер изменения давления в зоне химического превращения вытекает из гидродинамической теории детонации и подтверждается опытными путем.

Температура T во фронте детонационной волны возрастает также скачком, но у плотных ВВ меньше, чем у порошкообразных, и продолжает несколько увеличиваться в зоне химического превращения. Удельный объем $V_{уд}$ вследствие высокого давления ударной волны в исходном веществе скачком уменьшается и остается практически неизменным до конца превращения ВВ в продукты детонации.

Сжатые ударной волной ВВ и газообразные продукты химического превращения движутся с некоторой скоростью вслед за детонационной волной. Скорость их потока в зоне химического пика значительно больше, чем за плоскостью Чепмена — Жуге, что можно обнаружить экспериментально.

Представления о детонационной волне и ее структуре изложены на основании гидродинамической теории детонации. Детальное изложение дает возможность, пользуясь известными данными о ВВ, находить путем расчета плотность, давление и другие данные продуктов взрыва в детонационной волне, которые опытным путем получить трудно или совсем невозможно.

Для определения зависимостей между параметрами детонационной волны и исходного ВВ используются уравнения механики, выражающие законы сохранения вещества и количества движения, закон сохранения энергии при переходе от исходного

ВВ к продуктам его детонации, уравнение Чепмена — Жуге, согласно которому при установившемся процессе скорость детонации равна сумме скорости движения продуктов детонации за фронтом и скорости звука в продуктах детонации. В расчетах используется предложенное Л. Д. Ландау и К. П. Станюковичем уравнение состояния продуктов взрыва конденсированных ВВ

$$\rho V^n = \text{const},$$

где n — показатель, равный приблизительно трем (он несколько неодинаков для разных ВВ и снижается при уменьшении плотности ВВ ниже 1000 кг/м^3).

Гидродинамическая теория детонации позволяет рассчитать такие параметры, как давление и плотность продуктов взрыва в детонационной волне,

$$p = \rho_0 D^2 / (n + 1) \approx \rho_0 D^2 / 4,$$

где p — давление детонационной волны в плоскости Чепмена — Жуге, Па; ρ_0 — начальная плотность ВВ, кг/м^3 ; D — скорость детонации, м/с.

Плотность продуктов детонации ρ превышает начальную плотность ВВ:

$$\rho = 4/3 \rho_0.$$

Скорость движения продуктов детонации (массовую скорость) в плоскости Чепмена — Жуге можно вычислить по формуле

$$W = D / (n + 1) \approx D / 4.$$

Между давлением, скоростью детонации и скоростью движения продуктов взрыва за фронтом детонационной волны существует связь, описываемая формулой

$$p = \rho_0 D W.$$

Приведенные формулы дают возможность получить представление об основных параметрах детонационных волн различных ВВ (табл. 6).

Таблица 9

Параметры детонационных волн ВВ

Взрывчатое вещество	Начальная плотность ρ_0 , г/см ³	Скорость детонации D , м/с	Скорость W продуктов детонации в плоскости Чепмена — Жуге, м/с	Плотность продуктов детонации ρ , г/см ³	Давление p волны в плоскости Чепмена — Жуге, ГПа
Тротил прес-сованный	1,6	7000	1750	2,12	30,0
Тетрил	1,63	7460	1850	2,16	23,6
Тял	1,69	8340	2080	2,24	30,0

Как отмечалось, важной характеристикой ВВ является их детонационная способность. Детонация может быть устойчивой и неустойчивой. Устойчивой детонация является тогда, когда процесс взрывчатого превращения распространяется по всему заряду с одинаковой максимально возможной скоростью, присущей этому ВВ в данных условиях. При нарушении этого процесса детонация становится неустойчивой.

Все промышленные ВВ, применяемые при взрывных работах, должны обладать устойчивой детонационной способностью. При неустойчивой детонации возникает опасность неполного взрыва, выгорания части заряда или его частичного разброса. Устойчивость детонации ВВ зависит от ряда факторов, основными из которых являются: диаметр патронов или шашек, плотность ВВ, содержание влаги, химический состав, физическое состояние, срок и условия хранения, мощность начального импульса и др.

Величина диаметра заряда оказывает большое влияние на полноту и скорость детонации ВВ. Чем больше диаметр заряда ВВ, тем лучше условия для распространения детонации по заряду. При постепенном уменьшении диаметра заряда уменьшается и скорость детонации. Наименьший диаметр удлиненного заряда, зависящий от состава ВВ, физического состояния вещества и условий взрыва, при котором еще может протекать устойчивая детонация ВВ, называется критическим. Дальнейшее уменьшение диаметра заряда этого ВВ приведет к прекращению детонации.

Величина критического диаметра детонации представляет меру детонационной способности ВВ. Чем меньше диаметр заряда, в котором ВВ способно детонировать, тем выше детонационная способность этого взрывчатого вещества. Естественно, что детонационную способность ВВ характеризовать критическим диаметром детонации можно лишь в определенных условиях взрывания. Обычно таким условием является взрывание ВВ на воздухе в открытых зарядах без оболочки или в тонкой бумажной оболочке. Наименьший критический диаметр детонации бывает у очень мощных или отличающихся высокой чувствительностью ВВ.

Величина критического диаметра удлиненного заряда одного и того же ВВ может изменяться в довольно широких пределах, в зависимости от размеров частиц, состава, качества технологической обработки, наличия и прочности оболочки заряда, содержания влаги, плотности и др. Скорости детонации некоторых аммиачно-селитренных ВВ при различных диаметрах зарядов приведены в табл. 7.

Плотность ВВ оказывает значительное влияние на скорость и устойчивость детонации. Например, при сильном уплотнении аммиачная селитра в составе аммонита может вести себя в детонационной волне как инертное вещество и, поглощая энергию, сделать смесь не способной к детонации. Устойчивость детонации ухудшается с увеличением длительности хранения ВВ. Провер-

Скорость детонации аммиачно-селитренных ВВ при различных диаметрах зарядов

Диаметр заряда, мм	Скорость детонации при взрывании зарядов, м/с		
	аммонита № 6 ЖВ	аммонита скального прессованного № 1	аммонита водоустойчивого
10	3600	—	—
13	4800	—	—
6	—	6000	—
7	—	6500	—
12	—	—	4000
14	—	—	4500

кой установлено, что после изготовления динамит 62%-ный имеет скорость детонации 6800 м/с, а после четырех месяцев хранения — всего лишь 2500—3000 м/с. При замерзании динамита снижаются и скорость детонации, и детонационная способность, что приводит к отказам или к неполной детонации.

Детонационная способность ВВ в значительной мере зависит от состава компонентов и содержания влаги. Например, в аммонитах (смесевых ВВ) химическое превращение компонентов происходит с неодинаковой скоростью. Более активные компоненты могут превращаться в газообразные продукты быстрее других. Повышение влаги во взрывчатых веществах, содержащих аммиачную селитру, или увеличение в их составе флегматизирующих добавок также ухудшает устойчивость детонации.

Химическое превращение при детонации протекает неустойчиво из-за того, что в определенных условиях высокое давление в детонационной волне обуславливает расширение и разброс продуктов взрыва вместе с еще не прореагировавшими частицами исходного вещества. Расширение начинается с периферии и распространяется к оси детонирующего заряда со скоростью звука в продуктах детонации. В этом случае принято считать, что в сжатых продуктах взрыва от периферии к оси со скоростью звука движется волна разрежения.

Горение частичек, попадающих в волну разрежения, замедляется, и их энергия для ударной волны становится бесполезной, возникают химические потери. Химические потери в результате разброса бывают тем больше, чем медленнее протекают химические реакции в детонационной волне.

Неодинаковая скорость превращения компонентов смеси в газообразные продукты во фронте детонации приводит к удлинению зоны химического превращения, увеличению разброса частиц и газообразных продуктов разложения отдельных компонентов и поэтому невыгодно отражается на детонационной способности ВВ и составе продуктов взрыва.

В условиях практического применения ВВ можно в значительной мере сократить потери полезной энергии взрыва, если

учитывать изложенные выше особенности (не допускать увлажнения ВВ, выбирать оптимальный диаметр заряда, при необходимости создавать плотную оболочку вокруг заряда и др.).

6. ПЕРЕДАЧА ДЕТОНАЦИИ НА РАССТОЯНИИ

Взрыв одного заряда ВВ может вызвать детонацию другого, расположенного на определенном расстоянии. Подобные явления принято называть взрывом, или детонацией, через влияние. При этом первый заряд называется активным, а второй заряд, на который воздействует взрыв первого, пассивным. Как правило, активный заряд получает начальный импульс от капсуля-детонатора или электродетонатора и, взрываясь, воздействует на пассивный заряд. Это влияние объясняется действием ударной волны (скачкообразным изменением давления, распространяющегося в среде со сверхзвуковой скоростью). Расстояние, при котором возможен взрыв пассивного заряда, определяется рядом условий, в частности, величиной, мощностью и плотностью активного заряда, разделяющей заряды средой и чувствительностью пассивного заряда. Наиболее благоприятной средой для передачи детонации является воздух, менее благоприятными — вода, глина и песок.

Промышленные ВВ обладают способностью взрываться через влияние, что имеет положительное значение при взрывных работах. Заряды ВВ при сейсморазведочных работах нередко приготавливаются из тротильных шашек массой 200, 300 и 400 г. Заряд, опущенный на забой скважины, немедленно обволакивается глинистым раствором, в результате чего между шашками тротила появляется небольшая прослойка из глинистого раствора. Вследствие способности ВВ взрываться через влияние заряд полностью детонирует в результате чрезвычайно быстрой передачи детонации от одной шашки к другой.

Способность ВВ к передаче детонации проверяется специальной пробой. Для этого берутся два патрона ВВ одинаковой массы и размера. В торцевой части одного из патронов делается углубление, в которое вставляется электродетонатор или капсуль-детонатор (патрон ВВ, соединенный с электродетонатором, называется боевиком). Подготовленный патрон-боевик укладывается на ровный твердый грунт, а на определенном расстоянии от него, измеряемом шаблоном, помещается другой патрон (рис. 26), ось которого совпадает с продолжением оси первого. Для промышленных сортов ВВ расстояние между патронами устанавливается в пределах 2—10 см (по Государственному стандарту — ГОСТу или «Техническим условиям» — ТУ). Как только патроны ВВ, предназначенные к испытанию, подготовлены к взрыву, персонал взрывников удаляется в безопасное место и производится взрыв.

Результаты полной детонации ВВ активного и пассивного зарядов определяются по наличию в грунте двух углублений,

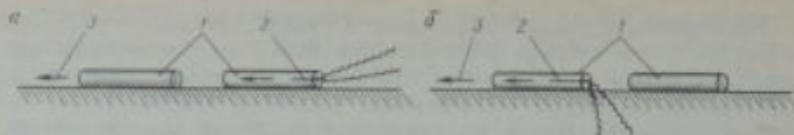


Рис. 26. Испытание ВВ на передачу детонации:

а — правильное расположение боевого патрона; б — неправильное расположение боевого патрона; 1 — патроны ВВ; 2 — детонаторы; 3 — направление детонации

причем каждое углубление должно приблизительно соответствовать длине и диаметру взорванных патронов. Если при осмотре площадки в грунте окажется лишь одно углубление, это означает, что взорвался только активный заряд и не детонировал пассивный. В этом случае, как правило, пассивный заряд раздроблен ударной волной и выброшен за пределы места взрыва. Чтобы не допускать разлета частиц ВВ в большом радиусе, рекомендуется подобные испытания проводить в прямоугольных ямах глубиной до 1 м, дно которых должно быть плоским. Частицы ВВ, разбросанные при детонации, собираются и уничтожаются в установленном порядке. Если размер второго углубления значительно меньше размера патрона, это значит, что детонация ВВ была неполной.

Испытание ВВ на передачу детонации повторяется тремя одинаковыми опытами. Если при трех взрывах полностью детонировали все патроны, то ВВ считается качественным и пригодным для выполнения взрывных работ. При наличии неполной детонации ВВ хотя бы одного патрона из трех испытания повторяются 6 раз. Если при повторных шести испытаниях будет обнаружена неполная детонация хотя бы одного патрона, то ВВ бракуется и считается непригодным для производства взрывных работ.

7. КИСЛОРОДНЫЙ БАЛАНС

Разность между количеством кислорода, находящимся в составе ВВ, и количеством кислорода, необходимым для полного окисления всех горючих элементов (углерода — в углекислый газ, водорода — в воду), называется кислородным балансом. Кислородный баланс может быть нулевым, положительным и отрицательным.

Кислородный баланс считают нулевым, если в составе ВВ содержится необходимое количество кислорода для полного окисления горючих элементов. Если в составе ВВ кислорода больше, чем его требуется для окисления всех горючих элементов, то это — ВВ с положительным кислородным балансом. И, наоборот, ВВ, содержащие недостаточное количество кислорода для полного окисления горючих элементов, — ВВ с отрицательным кислородным балансом.

Кислородный баланс выражают в процентах массы ВВ. При положительном кислородном балансе перед его численным выражением ставят знак плюс, а при отрицательном — знак минус. Взрывчатые вещества, обладающие нулевым кислородным балансом, имеют большое практическое значение в промышленности. Они образуют максимальное количество полезной энергии при наименьшем выделении ядовитых газов. Взрывчатые вещества с небольшим положительным кислородным балансом также обладают хорошим эффектом при взрыве. Незначительный избыток кислорода в их составе используется для уравновешивания баланса при вступлении в реакцию материалов, изолирующих ВВ.

Кислородный баланс различных веществ, %

Динитроглицероль	0	Тетрил	-47,4
Динафталит	0	ТНРС	-56,0
Аммонал ВА-2	0	Тротил	-74,0
Нефтяной аммонит № 2	0,1	Алюминий	-89,0
Аммиачная селитра	20,0	Бумага	-116,1
Нитроглицерин	3,5	Древесная мука	-125,0
Угль	-10,1	Хлопковый жмых	-151,2
Гремушая ртуть	-11,3	Торф	-153,0
Гексоген	-21,6	Асфальтит	-329,0
Коллоидный хлопок	-33,6	Парафин	-345,4

В практике взрывного дела применяется простейший способ определения кислородного баланса ВВ. Для этого необходимо знать компоненты ВВ, их процентное отношение к общему составу и кислородный баланс каждого компонента. Например, в условный состав смеси входят 79% аммиачной селитры (кислородный баланс +20%) и 21% тротила (кислородный баланс -74%). Находим кислородный баланс (%) для 79% аммиачной селитры

$$79 \cdot 20 / 100 = 15,8$$

и 21% тротила

$$21 (-74) / 100 = -15,54.$$

Кислородный баланс смеси

$$15,8\% + (-15,54\%) = 0,26\%.$$

8. ОБЪЕМ И СОСТАВ ГАЗОВ, ТЕПЛОТА И ТЕМПЕРАТУРА ВЗРЫВА ВВ

Работоспособность ВВ определяется не только количеством тепла, но и объемом газообразных продуктов, образующихся при взрыве. Для проведения сравнительной характеристики взрывчатых веществ используют удельный объем газов.

Объем газов, образующихся при взрыве 1 кг ВВ при температуре 273 К при атмосферном давлении 98 кПа, называется удельным объемом газообразных продуктов взрыва. Он измеряется в м³/кг и зависит от состава ВВ, температуры взрыва и скорости детонации. Объем образуемых газов рассчитывают на основе закона Авогадро, согласно которому одна грамм-молекула газа при температуре 273 К и давлении 98 кПа занимает объем 0,0224 м³.

Для расчета объема газов (м³/кг), образующихся при взрыве 1 кг ВВ, пользуются формулой

$$V = \frac{0,0224 (n_1 + n_2 + \dots + n_n) 1000}{m_1 M_1 + m_2 M_2 + \dots + m_n M_n},$$

где n_1, n_2, \dots, n_n — количества газообразных продуктов взрыва в молях; m_1, m_2, \dots, m_n — количества составных частей ВВ в молях; M_1, M_2, \dots, M_n — относительные молекулярные массы составных частей ВВ.

Объем газов при взрыве может определяться и другими способами. Газы в момент взрыва находятся в сжатом состоянии и имеют высокую температуру, поэтому при расчете объем газов условно приводят к нормальным условиям.

Основными компонентами большинства взрывчатых веществ являются углерод, кислород, водород и азот. При этом в составе каждого ВВ имеется количество кислорода, достаточное для окисления горючих элементов в процессе взрыва. Наряду с образованием воды H₂O, углекислого газа CO₂ и выделением азота N₂ в результате взрывчатого превращения всегда образуются ядовитые газы: окись углерода CO, закись азота N₂O, окись азота NO, сероводород H₂S и сернистый газ SO₂.

Образование сероводорода и сернистого газа возможно только при взрывах в породах, содержащих серу.

Состав газообразных продуктов взрыва зависит от ряда факторов: химического состава ВВ, технологии его изготовления, массы заряда, изолирующей оболочки, характера горных пород, условий взрывания и др. Количество и состав ядовитых газов в продуктах взрыва определяются характером и величиной кислородного баланса, количеством гидроизоляционного материала (раздельно патронов, шашек и в целом заряда ВВ), величиной частиц отдельных компонентов, степенью влажности, плотностью ВВ, величиной коэффициента использования скважины, местом расположения боевого патрона или электродетонатора, материалом забойки, условием взрыва, характером горных пород и др.

Взрывчатые вещества с нулевым кислородным балансом рассчитаны при нормальном взрыве на полное окисление углерода и водорода; первый переходит в углекислоту, второй — в пары воды, азот выделяется в свободном состоянии. Однако даже при нормальной детонации процесс взрывчатого превращения про-

текает далеко не идеально. Помимо полного окисления горючих элементов, образуются ядовитые газы. Дополнительное количество окиси углерода создается за счет гидронизационных материалов ВВ, парафина и бумаги. Кроме того, при условии затухания детонации и перехода ее в горение образуется большое количество окислов азота.

Взрывчатые вещества с отрицательным кислородным балансом создают большое количество окиси углерода, а при положительном балансе — много окиси азота. Количество и вредность ядовитых газов зависят от физического состояния и химического состава горючих пород, в которых производят взрывы.

Количество ядовитых газов в продуктах взрывчатого превращения колеблется от 0,015 до 0,1 м³ и более на 1 кг ВВ (в переводе на условную окись углерода). По вредности 0,002 м³ сероводорода или сернистого газа равны 0,005 м³ окиси углерода, 0,002 м³ окислов азота равны 0,013 м³ окиси углерода.

В момент производства взрывных работ в шурфах, на поверхности земли (накладные заряды) и в воздухе (подвесные заряды) бригаде взрывников необходимо располагаться с наветренной стороны, чтобы газообразные продукты взрыва относились ветром в противоположную сторону. При взрывах в шурфах и повторном их заряжении людям разрешается спускаться в шурфы только после тщательной проверки отсутствия в них ядовитых газов. Нередки случаи, когда физическое состояние атмосферы способствует длительной задержке в шурфах окиси углерода и окислов азота. Заряжать такие шурфы можно лишь после удаления газов. Окислы азота можно нейтрализовать оршением шурфа водой. Вода поглощает окислы азота и, конденсируясь, оседает на стенках шурфа. Окись углерода можно удалить из шурфа только с помощью струи сжатого воздуха путем продувания (проветривания).

Ядовитые газы продуктов взрывчатого превращения имеют следующие характеристики.

Окись углерода не имеет цвета, запаха и вкуса, горит синим пламенем. При появлении окиси углерода в воздухе ощущается запах сопутствующих ей газов и мельчайших частиц пыли. Содержание окиси углерода в воздухе более 0,0016% при длительном воздействии на организм человека может вызвать тяжелые последствия.

Сероводород бесцветен, обладает характерным запахом тухлых яиц, очень ядовит. Концентрация сероводорода в воздухе более 0,00069% считается вредной для человека.

Сернистый газ бесцветен, имеет резкий раздражающий запах. Предельная концентрация сернистого газа в воздухе 0,0007%.

Окислы азота имеют желто-бурый цвет, их окраска усиливается с повышением температуры. Они обладают резким характерным запахом. Концентрация окислов азота в воздухе более 0,00025% при длительном воздействии на человека ска-

зывается отрицательно. Окислы азота относятся к числу наиболее ядовитых газов.

В момент взрыва любого ВВ выделяется большое количество газов, которые нагреваются выделяемым теплом до высокой температуры в результате большой скорости детонации, малого времени выделения энергии и очень малого теплообмена продуктов взрыва с окружающей средой. Количество тепла, выделяемого при взрывчатом превращении 1 кг ВВ, называется теплотой взрыва. Теплота взрыва измеряется в кДж/кг и определяется расчетным путем или в калориметрической бомбе при температуре +25 °С, давлении 98 кПа. При взрыве 1 кг ВВ выделяется от 1000 до 7000 кДж тепла. При взрыве 1 кг аммонита № 6 выделяется 4184 кДж тепла. Температура взрыва определяется количеством выделенного тепла и теплоемкостью продуктов.

Максимальная температура, до которой могут нагреваться при взрыве продукты превращения ВВ, называется температурой взрыва. Химический состав ВВ и продукты взрыва определяют температуру взрыва. Она может быть повышена за счет введения в состав ВВ алюминиевого порошка или снижена введением инертных солей. Температура взрыва определяется изучением спектра светового излучения при взрыве. Промышленные ВВ обладают температурой взрыва от 1500 до 4500 °С. Например, аммонит № 6ЖВ имеет температуру взрыва 2600 °С, а гремучая ртуть и аммоналы — 4400 °С. При ведении взрывных работ в легковоспламеняющейся среде (торф, сухая растительность и др.) необходимо использовать ВВ с более низкой температурой взрыва.

9. ПЛОТНОСТЬ ВВ, ПЛОТНОСТЬ ЗАРЯЖАНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТ ЗАРЯЖАНИЯ

Промышленные ВВ выпускаются в прессованном, литом, пластичном, порошкообразном и жидком виде. В связи с этим ВВ имеют различную плотность и подразделяются на монолитные тела и сыпучие массы. Плотность ВВ зависит от их физического состояния и технологической обработки. Она определяется по формуле

$$\rho = Q/V,$$

где Q — масса заряда, кг; V — объем заряда, м³.

Известно, что критический диаметр детонации неразрывно связан с плотностью ВВ. У одних ВВ он с повышением плотности растет (аммониты), у других уменьшается (тротил и другие бризантные индивидуальные ВВ).

Практически для каждого ВВ, с учетом плотности, можно установить два характерных диаметра заряда: критический диаметр, при дальнейшем уменьшении которого детонация заряда ВВ становится неустойчивой и даже может затухать,

Влияние плотности на скорость детонации ВВ

Взрывчатое вещество	Скорость детонации (м/с) при плотности (г/см ³)						
	0,81	1,00	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
Тротил прессованный	4400	5000	5600	6025	6315	6610	6960
Гексоген факсиман- ированный (5 % пара- фина)	—	—	—	6875	7315	7600	7995

и предельный диаметр, при дальнейшем увеличении которого скорость детонации заряда ВВ становится постоянной.

Для любого индивидуального ВВ существует предельная плотность, характеризующаяся таким отношением массы вещества к занимаемому объему, при котором достигается наибольший эффект при взрыве. Увеличение плотности до определенного предела повышает концентрацию энергии ВВ в единице объема, скорость детонации ВВ (табл. 8), степень дробления горной породы, а также способствует созданию в ней упругих колебаний.

Плотность ВВ имеет большое значение с различных точек зрения. С учетом плотности ВВ рассчитывается и проектируется необходимый объем шпуров, скважин или других зарядных камер. Уменьшается расход ВВ, сокращаются трудовые затраты и др. Поэтому при равной работоспособности выгоднее применять то ВВ, которое имеет большую плотность.

Плотность ВВ имеет большое практическое значение при взрывных работах. При равных условиях возбуждения упругих колебаний в горных породах для ВВ большой плотности требуется горная выработка (шурф, скважина) меньшего объема, чем для того же ВВ небольшой плотности.

Плотностью заряжания называется отношение массы ВВ к объему зарядной камеры; при этом учитывается только объем шурфа или скважины, не занятый забоечным материалом. При размещении заряда в водоеме зарядная камера условно будет равна объему размещенного заряда.

Плотность заряжания обусловлена теми же соотношениями, что и плотность ВВ. Представление о плотности заряжания дает возможность судить о том, какое количество ВВ придется на единицу объема зарядной камеры. Исходя из этого представления при необходимости можно увеличивать или уменьшать мощность взрыва, так как последняя зависит от плотности заряжания.

Наряду с этим большое значение имеет коэффициент заряжания, представляющий безразмерную величину, характеризующую степень заполнения шурфа, скважины и других

Зависимость начального давления газов при взрыве от коэффициента заряжания

Коэффициент заряжания	Начальное давление газов, ГПа		
	Аммонит скальный № 3	Аммонит № 6 ЖВ	Граммонит 30/70
0,94	5,7	6	5,9
0,84	3	3,2	3,1
0,74	2	2,1	2
0,67	1,5	1,6	1,6
0,60	1,2	1,3	1,3
0,50	0,7	0,8	0,8

камер взрывчатыми веществами. Коэффициент заряжания определяет отношение фактического объема заряда ВВ (в шашках, патронах, пакетах) к занятому забойкой объему зарядной камеры, в которую он помещен. Эта величина показывает, насколько рационально использован объем зарядной камеры. Если коэффициент заряжания равен 0,6, то зарядная камера использована только на 60 % своей емкости. Полное использование зарядной камеры резко повышает эффективность взрыва, как это видно из табл. 9.

Можно получить коэффициент заряжания, равный единице, при использовании сыпучих и жидких взрывчатых веществ. В этом случае объемы зарядной камеры и заряда равны, что повышает коэффициент полезной работы взрыва. Максимальное использование коэффициента заряжания создает значительную экономию расхода ВВ и снижает затраты на бурение взрывных скважин или шпуров и подготовку других зарядных камер.

10. СТОЙКОСТЬ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Все взрывчатые вещества представляют собой неустойчивые химические соединения, вследствие чего даже при идеальных условиях хранения с истечением установленного срока они стареют и начинают разлагаться. Процессы разложения ВВ происходят с различными скоростями. Малостойкие ВВ разлагаются быстрее, а стойкие медленнее. Первоначально разложение протекает с весьма незначительной скоростью, с течением времени нередко скорость увеличивается, и бурная реакция приводит отдельные ВВ к самовоспламенению и даже взрыву. Все новые взрывчатые вещества и ВВ, находящиеся в обращении, проверяются на стойкость для установления гарантийного срока их хранения и безопасного использования в промышленности.

Способность ВВ сохранять в течение длительного времени практически неизменными их физико-химические (взрывчатые)

свойства называется стойкостью. Различают два вида стойкости — физическую и химическую.

Физическая стойкость зависит от ряда физических свойств вещества: летучести, гигроскопичности, сохранения без изменения плотности и однородности частиц в составе и общих способностей сохранения физического состояния. Особенно большое влияние на физическую стойкость ВВ оказывает гигроскопичность. Ею обладают аммиачно-селитренные ВВ. Гигроскопичность вызывает в них слеживание, снижение чувствительности к начальному импульсу и даже полную потерю взрывчатых свойств.

Химическая стойкость зависит от химической природы взрывчатого вещества, которая выражается главным образом в прочности его молекул, способности их в той или иной степени реагировать на внутренние и внешние воздействия и от наличия определенных примесей. Такие вещества, как тротил, дымные и бездымные пороха, относятся к числу химически стойких, и при нормальных условиях хранения они способны длительное время сохранять свои качества. Динамиты, нитроглицерин и пироксилин при тех же условиях хранения довольно скоро начинают разлагаться, теряя свои качества.

Примеси с различными свойствами по-разному влияют на стойкость ВВ: одни повышают ее, другие понижают. Примеси, повышающие стойкость, способны легко вступать в химическую реакцию с примесями, ускоряющими процесс разложения вещества, например, с остатками кислот или продуктами разложения. Вступая в реакцию с ускорителями разложения, они парализуют их действие, но не останавливают процесс распада молекул взрывчатого вещества, а только в некоторой степени замедляют его. Примеси, понижающие стойкость, обладают каталитическими свойствами, ускоряющими процесс разложения ВВ; к ним относятся следы свободных кислот и окислы азота.

Примеси, способные замедлять процессы разложения взрывчатых веществ и тем самым повышать их стойкость, называются стабилизаторами. Наиболее распространенными стабилизаторами являются: дифениламин, центролит, вьетон, углекислый аммоний и др.

Химическая стойкость взрывчатых веществ определяется различными методами. Все методы основаны на ускоренном процессе разложения взрывчатых веществ при нагревании.

II. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И БРИЗАНТНОСТЬ ВВ

Работа взрыва заключается в превращении тепловой энергии газообразных продуктов взрыва в механическую работу. Все взрывчатые вещества обладают определенным запасом потенциальной энергии, т. е. той энергии, которая могла бы совершить работу при неограниченном расширении и охлаж-

денни до абсолютного нуля. Работу взрыва (в кДж) можно определить по формуле

$$A = Q_0(1 - T_2/T_1),$$

где Q_0 — теплота взрыва, кДж/кг; T_2 — температура продуктов взрыва к концу расширения; T_1 — начальная температура продуктов взрыва.

Фактическая работа взрыва значительно ниже теоретической вследствие неизбежных тепловых потерь. Полная фактическая тепловая энергия взрыва равна теоретической энергии за вычетом химических потерь, связанных с неполнотой химического превращения. Кроме того, ряд химических реакций при взрыве, например при образовании окислов азота, идет с поглощением тепла. Химические потери увеличиваются за счет улаживания и слеживаемости ВВ.

Часть полной фактической тепловой энергии взрыва поглощается за счет нагревания твердых частиц в продуктах взрыва. Это принято называть идеальными тепловыми потерями. Почти такая же часть тепла расходуется на нагревание окружающей среды. Общие тепловые потери могут достигать 50 %. Если исключить из потенциальной энергии химические и тепловые потери, то оставшаяся часть энергии будет израсходована на полную фактическую работу взрыва — на полезные и бесполезные формы механической работы. Формы механической работы взрыва включают: дробление горных пород, перемещение и разброс кусков породы, образование воздушной ударной волны, создание упругих волн и т. п. Ориентировочное распределение энергии взрыва показано на рис. 27.

В зависимости от решаемой задачи с помощью энергии взрыва в каждом конкретном случае определяется полезный вид механической работы. Например, дробление горных пород с целью использования их в строительстве относится к полезной форме механической работы. В другом случае, когда в сейсмозащитке используются упругие волны, вызванные энергией взрыва, дробление горных пород можно отнести к бесполезной форме механической работы.

Использование энергии взрыва характеризуется коэффициентом полезного действия (к. п. д.). Коэффициент полезного действия взрыва, выражаемый отношением доли энергии, приходящейся на полезные формы работы, к общей энергии ВВ, всегда мал и в некоторых случаях не превышает 5—6 %.

Работа взрыва проявляется в двух основных формах — фугасной и бризантной. Фугасные формы работы взрыва обусловлены действием ударной волны и непосредственно газов взрыва в течение времени, достаточного для использования части полной работы взрыва. Указанные формы работы взрыва проявляются в образовании выемок в грунтах и разбросе кусков породы. Они дают значительный эффект. Бризантные

формы работы взрыва проявляются в дроблении горных пород. На эту работу расходуется только небольшая часть энергии ВВ. Относительная работа взрыва каждого ВВ в основном определяется экспериментально с помощью свинцовой бомбы.

Бомба представляет собой цилиндр (рис. 28), отлитый из рафинированного свинца, диаметром и высотой, равными

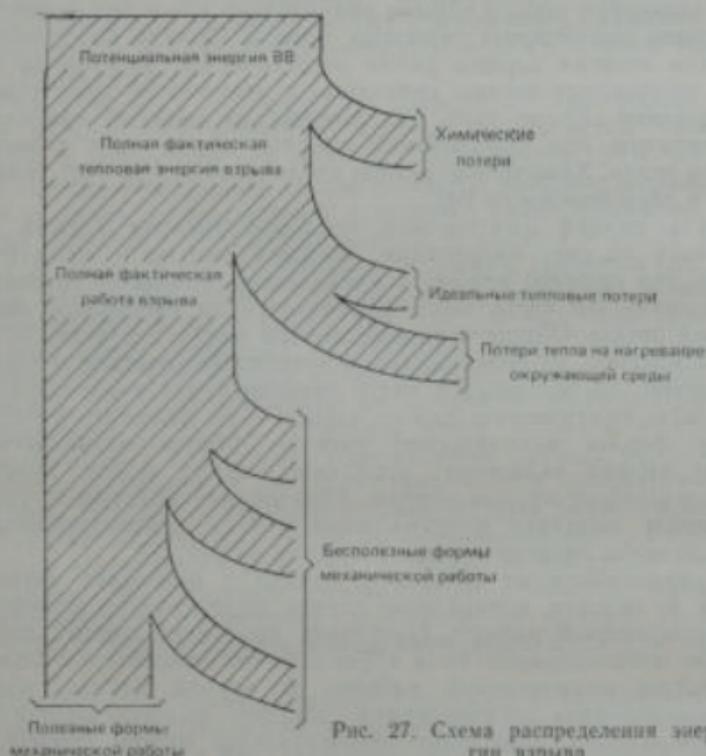


Рис. 27. Схема распределения энергии взрыва

200 мм. Вдоль оси цилиндра имеется канал глубиной 125 мм и диаметром 25 мм. Первоначальный объем канала измеряется с точностью до 1 см³ путем наливания воды из градуированного сосуда. После этого 10 г ВВ заключаются вместе с электродетонатором в гильзу из оловянной фольги или пергаментной бумаги и размещаются на дне канала свинцовой бомбы. Проводники электродетонатора выводятся на поверхность, а свободная часть канала до краев заполняется мелкозернистым сухим песком. Затем производится взрыв навески ВВ. В результате взрыва канал принимает грушевидную форму. Он очищается от всех остатков, и его объем вновь измеряется с точностью до 1 см³. Разность объемов в кубических сантиметрах

канала свинцовой бомбы до взрыва и после него характеризует работоспособность ВВ.

Предложенная Трауцлем проба для испытания работоспособности ВВ, несомненно, условна, однако дает возможность определять относительную характеристику разрушающих способностей различных ВВ в районе расположения заряда.

При испытании ВВ на работоспособность по методу Трауцля необходимо учитывать следующее: отлитые свинцовые бомбы могут быть использованы для опытов не ранее чем через 48 ч после отливки; испытание ВВ на работоспособность должно проводиться в свинцовой бомбе при температуре $+15^{\circ}\text{C}$. Если же оно производится при другой температуре, то необходимо вводить поправочные коэффициенты:

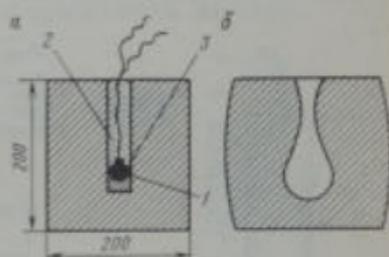


Рис. 28. Свинцовая бомба для определения работоспособности ВВ: а — до взрыва; б — после взрыва; 1 — ВВ; 2 — забойка; 3 — электродетонатор

Температура при испытании ВВ, $^{\circ}\text{C}$	-30	-25	-20	-15	-10	0	5	8	10	20	25	30
Поправка, %	18	16	14	12	10	5	3,5	2,5	2	-2	-4	-6

Способность ВВ при взрыве дробить на более или менее мелкие части плотную среду, окружающую заряд, называется бризантностью. Она не является неизменным свойством ВВ и колеблется в зависимости от состояния ВВ, условий взрыва и, прежде всего, от скорости детонации ВВ. Например, порошкообразный тротил имеет дробящее действие меньшее, чем прессованный или литой тротил. Бриантность ВВ принято оценивать величиной обжатия свинцового цилиндрика при взрыве заряда, которая выражается в уменьшении высоты последнего в миллиметрах.

Для проведения испытания берут свинцовый цилиндр (рис. 29) высотой 60 мм и диаметром 40 мм, который ставят на стальную плиту толщиной не менее 20 мм. На цилиндр накладывают стальную пластинку толщиной 10 мм и диаметром 41 мм. Сверху устанавливают в бумажной оболочке заряд ВВ массой 50 г, оснащенный капсулом-детонатором. Затем производят взрыв. За счет энергии взрыва получается резкий удар по пластинке, которая сжимает цилиндр. После этого штангенциркулем измеряют высоту цилиндрика в четырех диаметрально противоположных точках и вычисляют ее среднее значение.

Проба для испытания бризантности ВВ, введенная Г. И. Гессом, условна, так же как и проба, предложенная

Трауцлем. По методу Гесса можно получать относительные характеристики разрушающих способностей различных ВВ, которые проявляются непосредственно в районе твердой среды, окружающей заряд. Среда может быть представлена металлом, бетоном, горными породами и др.

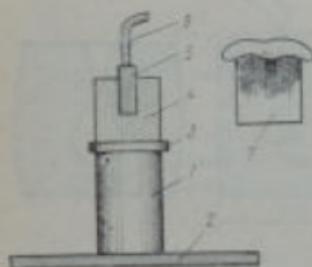


Рис. 29. Испытание ВВ на бризантность: 1 — свинцовый цилиндр до взрыва; 2 — стальная плита; 3 — стальная пластинка; 4 — заряд ВВ; 5 — капсюль-детонатор; 6 — огнепроводный шнур; 7 — свинцовый цилиндр после взрыва

Два описанных метода показывают, что при испытании на работоспособность заряд помещается внутри твердой среды, а на бризантность — на ее поверхности, с которой заряд соприкасается только одной своей стороной. В первом случае давление газов взрыва нарастает до такого предела, когда оно становится достаточным для преодоления сопротивления среды. Поэтому данную пробу следует рассматривать как результат работы взрыва при средней степени расширения газов. Проба же на бризантность отражает только начальную ступень действия взрыва. Обе пробы дают возможность характеризовать ВВ с различных позиций. Проба на работоспособность позволяет судить о том, какую работу может произвести взрывчатое вещество, отделяя породы от общего массива, а проба на бризантность показывает приблизительно степень дробления породы.

12. КУМУЛЯТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ ВЗРЫВА ЗАРЯДА

Кумуляция — концентрация действия взрыва в одном определенном направлении. Меняя форму заряда и точку инициирования, можно повысить эффект действия взрыва в заданном направлении. Это изменение в действии взрыва фиксируется главным образом на близких от заряда расстояниях. Впервые кумуляция была обнаружена в 1864 г. М. М. Боресковым, а в 1865 г. использована Д. И. Андриевским при создании капсюля-детонатора. В 20-х годах нашего столетия М. Я. Сухаревский начал изучать это явление; в дальнейшем М. А. Лаврентьев и Г. И. Покровский научно обосновали явление кумуляции.

Кумулятивное действие осуществляется при помощи выемки, сделанной в основании заряда ВВ. Направленное действие взрыва кумулятивного заряда можно проследить на следую-

щем примере (рис. 30). Если на стальную плиту небольшой толщины поставить два цилиндрических заряда ВВ одинакового объема, из которых один заряд сплошной, а другой — с конической выемкой в нижней части, то при взрыве сплошного заряда образуется вмятина, а при взрыве заряда с конической выемкой (меньшей массы) плита пробивается насквозь.

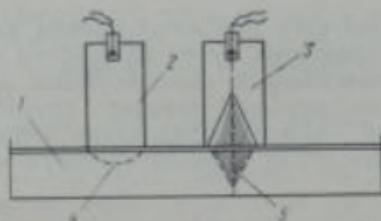


Рис. 30. Пробивное действие цилиндрического и кумулятивного зарядов: 1 — стальная плита; 2 — цилиндрический заряд; 3 — кумулятивный заряд с конической выемкой; 4 — вмятина; 5 — сквозная пробоина

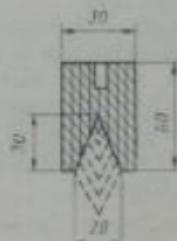


Рис. 31. Схема кумулятивной выемки в заряде

Такое сосредоточение действия взрыва объясняется тем, что газообразные продукты взрыва, движущиеся от поверхности конуса, встречаются на его оси и образуют плотную тонкую струю. Пробивное действие значительно усиливается, если выемка в заряде облицована тонкой металлической оболочкой. Кумулятивная струя, вызванная взрывом такого заряда, под большим давлением выбрасывается со скоростью 5—7 км/с и пробивает сталь.

Кумулятивные заряды не характеризуются усилением общей мощности взрыва, они за счет конусообразной или полусферической выемки только перераспределяют энергию взрыва и сосредотачивают ее в определенном направлении. В свою очередь, мощность кумулятивной струи зависит от размеров конусообразной или полусферической выемки в заряде, формы и плотности заряда и применяемого ВВ. При увеличении или уменьшении кумулятивной выемки в заряде пропорционально увеличивается или уменьшается концентрация энергии взрыва. Наряду с этим при весьма тонких стенках полусферической выемки пробивная способность кумулятивного заряда резко снижается, что доказано опытными взрывами на стальной плите. Более эффективны кумулятивные выемки, длина которых не превышает половины длины заряда, а толщина стенки торцевой части основания выемки равна $\frac{1}{8}$ поперечника заряда (рис. 31).

Пробивная способность кумулятивной струи существенно зависит и от применяемого ВВ. Высокобризантные ВВ (рекс-

ген, октоген) создают более мощную кумулятивную струю, чем низкобризантные (аммониты). Большое влияние на создание кумулятивной струи оказывают также форма и плотность заряда. Заряды сосредоточенной формы (относительно удлиненные) обладают наибольшей эффективностью кумулятивной струи при взрыве. При выборе кумулятивных зарядов необходимо учитывать все факторы, влияющие на мощность кумулятивной струи.

Явление кумуляции используется при изготовлении капсул-детонаторов и электродетонаторов путем устройства в донышке гильзы выемки, увеличивающей инициирующее действие. Кумулятивное действие взрыва находит применение в сейсмической разведке при микроторпедировании взрывных скважин и разрушении горных пород высокой крепости в процессе бурения.

ГЛАВА IV

ВЗРЫВЧАТЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ

Из большого количества промышленных взрывчатых материалов (ВМ) в сейсморазведке находят преимущественное применение следующие: тротил, аммониты, водосодержащие ВВ типа акванала и другие, используемые для приготовления зарядов; гексоген, тэп, тетрил, тремучая ртуть, азид свинца, стифнат свинца, различные высокобризантные ВВ, применяемые для изготовления электродетонаторов, различных марок детонирующих шнуров, специальных зарядов и других изделий. Электродетонаторы и детонирующие шнуры используются для инициирования зарядов ВВ. Кроме того, электродетонаторы применяют в качестве зарядов при микроторпедировании взрывных скважин, а детонирующие шнуры, инициируемые электродетонаторами, — при методе линейных зарядов.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

По условиям применения, в соответствии с классификацией СЭВ, все ВВ делятся на две группы и шесть классов.

Первая группа представлена непродохранительными ВВ, в которую входят два класса.

I класс. Для взрывных работ на земной поверхности (патроны, шашки и упаковочная тара без отличительных знаков).

II класс. Для открытых и подземных работ, кроме шахт и рудников, опасных по взрыву газа или пыли (ВВ патронируют в красную бумагу и упаковывают в тару с красной полосой).

Вторая группа представлена предохранительными ВВ, объединяющими четыре класса.

III класс. ВВ повышенной мощности и малой предохранительности, предназначенные для угольных шахт, опасных по взрыву газа или угольной пыли; для различных проходческих забоев, вскрытия угольных пластов, опасных по внезапным выбросам угля или газа (патроны ВВ из синей бумаги).

К этому классу относятся специальные ВВ (серный и нефтяной аммониты), применяемые в забоях серных, нефтяных и ооокеритовых шахт, опасных по взрыву серной или сульфидной пыли, водорода и углеводородов (патроны ВВ из зеленой бумаги).

IV класс. ВВ средней мощности и предохранительности, предназначенные для угольных шахт, опасных по взрыву газа или угольной пыли (патроны ВВ из желтой бумаги).

V класс. ВВ повышенной предохранительности, предназначенные для взрывания породы и угля в шахтах, особо опасных по интенсивному выделению метана.

VI класс. Высокопредохранительные ВВ, используемые в наиболее опасных условиях по взрыву метана или угольной пыли.

Промышленные ВВ классифицируют следующим образом.

По физическому состоянию ВВ подразделяют на порошкообразные, гранулированные, прессованные, литые, пластичные, текучие и льющисся.

По составу ВВ делятся на аммиачно-селитренные (аммониты, граммониты, гранулиты, динамоны, игданит, акваналы), ВВ на основе жидких нитроэфиров (динамиты, детониты), нитросоединения (тротил, гексоген), оксидквиты, хлоратные и перхлоратные ВВ, дымные и бездымные пороха.

По взрывчатым свойствам (условия перехода горения в детонацию) и характеру воздействия на окружающую среду ВВ делятся на инициирующие, бризантные и метательные.

Иницирующие ВВ характеризуются высокой скоростью взрывного превращения. Чувствительность их высока, горение неустойчиво и быстро переходит в детонацию. Взрыв может быть возбужден огнем (искрой), ударом или трением. К числу инициирующих ВВ относятся: азид свинца, гремучая ртуть, тринитрорезорцинат свинца и др. Они используются для изготовления средств инициирования (капсюлей-детонаторов, детонирующих шнуров).

Бризантные ВВ обладают достаточной чувствительностью к средствам инициирования, от которых устойчиво детонируют. При наличии прочной оболочки или большого количества ВВ горение может перейти в детонацию. Они оказывают сильное дробящее действие на окружающую среду (горные породы). В качестве бризантных ВВ применяются главным образом нитросоединения и взрывчатые смеси на основе нитратов (аммониты, динамиты, тротил и др.).

Метательные ВВ не производят сильного дробящего действия на окружающую среду, но способны разбрасывать на значительное расстояние отдельные куски породы. Характерными свойствами метательных ВВ является способность к взрывному горению. Типичным метательным ВВ является дымный порох.

2. ТРОТИЛ

Тротил — кристаллическое вещество желтого цвета; выпускают его заводы в виде тонких чешуек (чешуированный), гранул (гранулолот), в форме прессованных шашек и литых зарядов, специально предназначенных для сейсморазведки. Прессованные шашки тротила имеют массу 0,2, 0,3 и 0,4 кг, а литые специальные заряды — 2,5—2,6 кг. По звячке заказчика масса шашек и специальных зарядов может быть изменена.

Плотность тротила $1,66 \text{ г/см}^3$. Литые заряды тротила имеют плотность $1,55\text{—}1,59 \text{ г/см}^3$. Температура затвердевания химически чистого тротила от 80 до $80,4^\circ\text{C}$.

Теплота взрыва тротила 4226 кДж/кг , работоспособность 285 см^2 , бризантность $22\text{—}26 \text{ мм}$ при плотности $1,0 \text{ кг/м}^3$. Температура взрыва достигает 3000°C , скорость детонации $5500\text{—}6800 \text{ м/с}$.

Тротил мало гигроскопичен и практически не растворим в холодной воде. При температуре кипения воды растворимость его достигает $0,15\%$. Тротил хорошо растворяется в спирте, бензоле, толуоле и ацетоне. Под действием солнечных лучей тротил буреет, но образовавшийся поверхностный слой продуктов превращения защищает его от распространения реакции вглубь. Тротил — химически стойкое взрывчатое вещество. Длительное нагревание до 130°C почти не изменяет его взрывчатых качеств. Температура вспышки тротила 290°C . Воспламеняющийся тротил на открытом воздухе горит спокойным, сильно коптящим пламенем и при небольшой массе не взрывается. В ограниченном замкнутом пространстве горение даже небольшого количества тротила переходит во взрыв. Тротил малочувствителен к механическим воздействиям. Чувствительность его к удару на копре при грузе массой 10 кг и высоте падения $0,25 \text{ м}$ составляет $4\text{—}8\%$.

Прессованный и литой тротил обладает разной восприимчивостью к детонации. Если прессованный тротил свободно детонирует от капсюля-детонатора № 8, то для взрыва заряда литого тротила необходим промежуточный детонатор из более чувствительных и мощных взрывчатых веществ, таких, как тетрил, тэн, гексоген или более применимый на практике прессованный тротил.

Как правило, в литые заряды вводятся промежуточные детонаторы из прессованного тротила. Тротил имеет отрицательный кислородный баланс -74% , при взрыве образуется боль-

шое количество окиси углерода, поэтому он используется в чистом виде только на открытых горных работах. Вследствие хорошей водоустойчивости тротил применяется без дополнительных гидронизолирующих оболочек при взрывах в водоемах, скважинах и обводненных шурфах.

3. ТЕТРИЛ

Тетрил имеет светло-желтый цвет. Он представляет собой кристаллическое вещество плотностью $1,73 \text{ г/см}^3$. Температура затвердевания химически чистого тетрила $128,5^\circ\text{C}$, а технического — $127,7^\circ\text{C}$. Тетрил плавится с последующим разложением при температуре $129,5^\circ\text{C}$, а температура вспышки его около 200°C . Тетрил практически негигроскопичен и не растворим в воде; он плохо растворяется в спирте, свободно растворяется в бензоле, дихлорэтаноле и особенно хорошо в ацетоне.

С металлами тетрил не вступает во взаимодействие. Чувствительность тетрила к удару по стандартной пробе на копре — 50% взрывов.

При плотности $1,68 \text{ г/см}^3$ тетрил хорошо детонирует от капсюля из гремучей ртути массой $0,54 \text{ г}$ со скоростью 7700 м/с . При плотности $1,63 \text{ г/см}^3$ тетрил детонирует от $0,29 \text{ г}$ гремучей ртути со скоростью 7200 м/с . Температура взрыва 3900°C , работоспособность 380 см^3 , бризантность $21\text{—}22 \text{ мм}$. Объем газов взрыва 740 л/кг , теплота взрыва 4510 кДж/кг . От пламени тетрил загорается и затем энергично горит с возможным переходом во взрыв.

Тетрил применяется в качестве вторичного иницииатора в капсюлях-детонаторах, электродетонаторах и в виде прессованных шашек для возбуждения детонации в менее чувствительных ВВ при взрывах в скважинах.

4. ГЕКСОГЕН

Гексоген — белое кристаллическое вещество плотностью $1,8 \text{ г/см}^3$. Технический гексоген имеет вид мелкокристаллического порошка, который трудно прессуется. В силу этого гексоген применяют с небольшим содержанием флегматизатора, способствующего улучшению прессуемости и снижающего чувствительность гексогена к внешним воздействиям. Флегматизированный гексоген легко прессуется и окрашивается в оранжевый цвет.

Температура плавления химически чистого гексогена 203°C , технического — 201°C . При плавлении гексоген разлагается. Гексоген негигроскопичен и практически не растворим в воде, слабо растворяется в спирте и хорошо в ацетоне, с металлами не вступает во взаимодействие.

Гексоген — высокостойкое ВВ, температура вспышки 230°C , от пламени загорается и горит ярким шипящим пламенем.

Он относится к числу очень мощных ВВ и детонирует при плотности $1,8 \text{ г/см}^3$ со скоростью 8700 м/с , температура взрыва $3500\text{—}4500 \text{ }^\circ\text{C}$. Работоспособность гексогена 490 см^3 , бризантность заряда массой $25 \text{ г—}18 \text{ мм}$, теплота взрыва около 5858 кДж/кг , объем газов взрыва 900 л/кг .

Чувствительность гексогена к механическим воздействиям выше, чем у тетрила. Его чувствительность к удару на копре по стандартной пробе составляет $70\text{—}80 \%$.

Гексоген применяется в качестве вторичного инициатора при изготовлении термостойких и других капсулей-детонаторов, электродетонаторов. Он используется для приготовления детонирующих шнуров, кумулятивных зарядов, а также в смесях со взрывчатыми и невзрывчатыми веществами.

5. ТЭН

Тэн представляет собой кристаллическое вещество белого цвета плотностью $1,77 \text{ г/см}^3$.

Тэн негигроскопичен и не растворим в воде и спирте, но хорошо растворяется в ацетоне. Плохо очищенный от кислот тэн разлагается и может самовоспламениться. Тэн качественно очищенный довольно стоек; температура его вспышки $215 \text{ }^\circ\text{C}$; даже в небольших количествах в замкнутом объеме он может детонировать от луча огня.

Тэн очень чувствителен к механическим воздействиям. При стандартных испытаниях на копре дает 100% взрывов. Восприимчивость тэна к детонации несколько выше, чем гексогена. Мощность тэна примерно равна мощности гексогена; он детонирует со скоростью 8300 м/с ; температура взрыва $4010 \text{ }^\circ\text{C}$. Работоспособность тэна 500 см^3 , при взрыве 25 г тэна бризантность равна $14,5 \text{ мм}$, объем газов взрыва около 800 л/кг , теплота взрыва 5858 кДж/кг . Тэн применяется преимущественно флегматизированный, реже чистый, в тех же изделиях, что и гексоген.

6. ГРЕМУЧАЯ РТУТЬ

Гремучая ртуть представляет собой кристаллическое вещество белого или серого цвета. Изготавливаются две разновидности гремучей ртути — белая и серая. Обе разновидности имеют сходные взрывчатые качества, но практически применяется белая гремучая ртуть. Гремучая ртуть обладает металлическим вкусом, ядовита; плотность ее $4,5 \text{ г/см}^3$. Гремучая ртуть негигроскопична и мало растворима в воде (в 100 г воды при $12 \text{ }^\circ\text{C}$ растворяется $0,07 \text{ г}$ гремучей ртути), при увлажнении теряет свои взрывчатые свойства. При 5% -ной влажности она заметно снижает чувствительность к удару, а при 10% -ной делается малочувствительной к искре и не детонирует, а сторает. При содержании 30% влаги она не

взрывается ни от удара, ни от искры и даже не горит, но детонирует от заряда сухой гремучей ртути.

Гремучая ртуть хорошо растворяется в водных растворах аммиака и цианистого калия. Концентрированные щелочи и кислоты разлагают гремучую ртуть, а концентрированная серная кислота вызывает взрыв. С никелем, оловом и свинцом гремучая ртуть практически не взаимодействует; с медью в присутствии влаги взаимодействует медленно, образуя фульминат меди, более чувствительный к трению, чем гремучая ртуть. С алюминием она взаимодействует более энергично, с выделением значительного количества тепла и образованием невзрывчатых соединений, поэтому гремучую ртуть нельзя снаряжать в алюминиевую оболочку.

Химическая стойкость гремучей ртути достаточна для тех условий, в которых она применяется. При низких температурах она устойчива, а при длительном нагревании до 90 °С и выше — разлагается. Температура вспышки гремучей ртути около 170 °С. Из числа применяемых взрывчатых веществ она наиболее чувствительна. Чувствительность к удару при испытании на копре с грузом массой 690 г равна 85 мм (верхний предел) и 55 мм (нижний предел).

Иницирующая способность гремучей ртути достаточно высока. Скорость детонации ее 5400 м/с, температура взрыва 4810 °С.

7. АЗИД СВИНЦА

По внешнему виду азид свинца представляет собой тонкокристаллический порошок белого цвета; плотность его 4,7 г/см³.

Азид свинца негигроскопичен и не растворяется в воде. В отличие от гремучей ртути он не теряет способности детонировать в увлажненном состоянии. Разлагается при длительном кипячении в воде, кислотах и щелочах. Под действием углекислого газа, особенно в присутствии влаги, он постепенно переходит в углекислые соли, вследствие чего снижается его чувствительность. С никелем и алюминием азид свинца не взаимодействует, но взаимодействует с медью, образуя очень чувствительный основной азид меди. Азид свинца, как правило, запрессовывается в алюминиевые оболочки. Химическая стойкость его достаточна для тех условий, где он применяется.

Азид свинца без изменения своих качеств выдерживает длительное нагревание до 100 °С. Солнечный свет вызывает его потемнение, но образовавшийся тонкий слой потемневшего азид свинца сверху предохраняет от распространения процесса внутрь массы. Температура вспышки азид свинца около 310 °С, он воспламеняется от луча пламени слабее гремучей ртути. Азид свинца в 2—3 раза менее чувствителен к механическим воздействиям, чем гремучая ртуть. Чувствительность к удару на копре также ниже, чем у гремучей ртути. При грузе

массой 0,975 кг верхний предел чувствительности составляет 230 мм, нижний — 70 мм. В связи с этим азид свинца применяется в детонаторах вместе с другими, более чувствительными ВВ. Иницирующая способность малого количества азид свинца в 5—10 раз выше, чем у гремучей ртути.

Азид свинца имеет короткий период нарастания скорости взрывчатого превращения, поэтому он детонирует в самых небольших количествах от всех видов простого начального импульса. Скорость детонации азид свинца 5300 м/с, температура взрыва 4030 °С.

8. ТРИНИТРОРЕЗОРЦИНАТ СВИНЦА (ТНРС)

ТНРС, или стифнат свинца, — твердое кристаллическое вещество темно-желтого цвета, плотностью около 3,8 г/см³, не растворим в воде и органических растворителях, разлагается кислотами, с металлами не взаимодействует.

Стифнат свинца химически стоек и при нагревании выше 100 °С не разлагается; температура вспышки его около 275 °С. От лучей солнца он темнеет и разлагается. Стифнат свинца в 7 раз менее чувствителен к удару, чем гремучая ртуть, и в 2 раза меньше, чем азид свинца; по чувствительности к трению стифнат свинца занимает среднее место между гремучей ртутью и азидом свинца. Он более чувствителен к тепловому импульсу, чем азид свинца. Стифнат свинца обладает меньшей иницирующей способностью, чем гремучая ртуть. Преимущества стифната свинца заключается в его высокой чувствительности к тепловым воздействиям и в относительно малой чувствительности к удару и сотрясению. Поэтому он удобен для применения в капсулях-детонаторах и электродетонаторах в комбинации с азидом свинца, где первым принимает луч пламени и, детонируя от него, вызывает взрывчатое превращение азид свинца. Скорость детонации стифната свинца 4800 м/с, температура взрыва 2800 °С.

9. АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА

Аммиачная селитра имеет вид белого кристаллического вещества. Она обладает большой гигроскопичностью и свободно растворяется в воде; при 15 °С в 100 частях воды растворяется около 200 частей селитры. Вследствие разложения соли раствор имеет кислую реакцию и разрушает железные части аппаратуры. При хранении с меняющейся влажностью в атмосфере аммиачная селитра «слеживается», т. е. превращается с течением времени в комкообразную твердую массу. Неоднократные увлажнения и высыхания приводят также к комкованию или слеживанию селитры. Сухая аммиачная селитра плавится при температуре 169,9 °С (с разложением), а при содержании влаги около 2 % — при температуре около 140 °С (также

с разложением). Точка плавления аммиачной селитры изменяется в зависимости от ее увлажнения.

Аммиачная селитра имеет весьма слабо выраженные взрывчатые качества. Чувствительность ее ко всякого рода внешним воздействиям очень слабая. Для взрыва требуется довольно мощный начальный импульс в виде промежуточного детонатора из 50—200 г тетрила, тротила или другого ВВ. Скорость детонации аммиачной селитры около 2000 м/с. Температура вспышки близка к 300 °С.

Раньше селитру иногда применяли как самостоятельное ВВ при крупных массовых взрывах. Теперь ее используют только в смеси с горючими добавками (жидкими или твердыми) или с ВВ. В связи с низкой детонационной способностью (по условиям хранения и транспортирования) селитру не относят к ВВ.

10. АММИАЧНО-СЕЛИТРЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

Механические смеси аммиачной селитры с другими ВВ из группы нитросоединений с добавкой горючих невзрывчатых веществ представляют собой аммиачно-селитренные ВВ или аммониты. Взрывчатые нитросоединения вводят в состав аммонитов в качестве сенсibilизаторов для повышения чувствительности и мощности, а горючие невзрывчатые вещества — для улучшения структуры аммонитов против слеживаемости и как горючий материал. Соотношение компонентов в аммонитах подбирается так, чтобы их кислородный баланс был близок к нулевому. Водоустойчивость аммонитов увеличивают гидрофобными добавками.

Аммониты выпускают в порошкообразном, патронированном, прессованном и шнекованном виде. Чувствительность аммонитов к начальному импульсу зависит от количества и качества сенсibilизаторов, сроков и условий хранения. Горение аммонитов в закрытом пространстве может привести к взрыву.

Аммониты нормального качества свободно взрываются от капсуля-детонатора № 8 и хорошо передают детонацию от патрона к патрону. Скорость детонации аммонитов зависит от их состава и колеблется от 2000 до 7000 м/с. Температура взрыва аммонитов 1800—2670 °С, теплота взрыва 3980—5440 кДж/кг, объем газов 830—920 л/кг.

Плотность порошкообразных аммонитов колеблется в пределах 0,9—1,15 г/см³, а критическая плотность многих аммонитов — 1,15—1,4 г/см³. Аммониты с содержанием мощных ВВ имеют критическую плотность более 1,5 г/см³. Если плотность аммонитов и других ВВ превышает критическую, то они теряют способность к детонации. Однако аммониты с максимально допустимой плотностью обладают наиболее высокой мощностью. Плотность аммонитов повышается за счет прессо-

Взрывчатые свойства аммонитов

Аммонит	Плотность, г см ³	Энергия взрыва, кДж/кг	Бризант- ность, ми	Работоспо- собность, см ³	Скорость детонации, м/с
№ 6 ЖВ	1,00—1,10	4300	14—16	160—380	3600—4200
АП-5	1,00—1,15	4000	14—16	220—330	3500—3800
Скальный № 1, прессованный	1,45—1,50	5300	22—27	450—460	6000—6500
Скальный № 1, в патронах	1,45—1,50	5400	23—27	450—480	6000—6500

Примечание. Энергия взрыва вещества определяется теплотой, выделяемой при взрыве, и измеряется в кДж/кг. При прочих равных условиях наиболее сильным будет то ВВ, у которого больше объем газов при взрыве.

вания и шнекования составов. Взрывчатые свойства некоторых аммонитов приведены в табл. 10.

На основе гранулированной аммиачной селитры созданы новые разновидности ВВ — гранулиты (АС-8, АС-8В, АС-4В), игданиты, граммониты (50/50-В, 30/70, 79/21), граммоналы (А-50).

Все более широкое применение находят водосодержащие ВВ (акваниты, ифзаниты и др.), которые состоят из окислителя и горючего с добавкой воды. Вода растворяет окислитель и обеспечивает текучесть состава. Она является также поглотителем тепла и оказывает флегматизирующее действие на ВВ.

Все водосодержащие ВВ отличаются следующими свойствами: большой плотностью и подвижностью, обеспечивающими высокую плотность заряжения; низкой чувствительностью к внешним воздействиям, что позволяет механизировать ряд операций при ведении взрывных работ. Водоустойчивость, подвижность и плотность водосодержащих ВВ могут изменяться в широких пределах в зависимости от изменения состава и технологии изготовления. Значительная эффективность водосодержащих ВВ определяется высокой концентрацией и большой скоростью ее выделения.

Водосодержащие ВВ при понижении температуры твердеют, при повышении ее — размягчаются (разжижаются). При перемешивании загустевшая масса снова приобретает пластичность, а при перемешивании с нагреванием — текучесть.

Многие водосодержащие ВВ не чувствительны к обычным средствам инициирования и требуют применения мощного промежуточного детонатора.

Из класса водосодержащих ВВ особую важность представляют составы, способные детонировать от известных средств

взрывания (электродетонатора, ДШ). Такие водосодержащие взрывчатые составы являются в настоящее время одним из наиболее прогрессивных классов промышленных ВВ. Основные преимущества этих ВВ — низкая чувствительность к механическим воздействиям, высокая пластичность, возможность менять в широких пределах мощность состава при сохранении высокой детонационной способности. Среди этого класса для сейсмозаведки наибольший интерес представляют составы, обладающие высокой детонационной способностью, не содержащие мощных индивидуальных ВВ. Сенсибилизация таких составов осуществляется микропузырьками газа, которые вводятся в состав специально или вносятся в него вместе с порошкообразными компонентами, например алюминием. При прохождении ударной волны пузырьки сжимаются, приводя к возникновению очагов разогрева, инициирующих реакцию, энергия которой обеспечивает распространение детонации.

На этой основе Московским химико-технологическим институтом им. Д. И. Менделеева в содружестве с трестом «Куйбышевнефтегеофизика» разработан водосодержащий взрывчатый состав — акванал АМШ.

II. АКВНАЛ АМШ

Акванал АМШ представляет собой однородную гелеобразную массу серого цвета. В качестве окислителя в этом составе используется насыщенный раствор аммиачной и натровой селитры, желатинированный полиакриламидом, в качестве горючего — нитрат уротропина, сенсибилизация осуществляется введением алюминиевой пудры ПАП-2. Сравнительно большое (25 %) количество воды обеспечивает высокую пластичность состава на стадии изготовления и позволяет сваривать шланги длиной до 40 м, диаметром до 10 мм.

Основные характеристики акванала АМШ

Плотность, г/см ³	0,8—1
Теплота взрыва (расчетная), кДж/кг	2469
Удельный объем газов (расчетный), л/кг	950
Температура взрыва (расчетная), °С	1550
Кислородный баланс, %	-8
Тротиловый эквивалент по теплоте взрыва	0,6
Скорость детонации, м/с	3000—4000
Критический диаметр открытого заряда при плотности 1,0 г/см ³ , мм	7
Чувствительность к удару по ГОСТ 4545—80:	
нижний предел, мм	500
частота взрывов при испытании на чувствительность к удару, %	0

Заряд акванала (рис. 32) представляет собой полиэтиленовую трубку, заполненную составом и герметизированную с обоих концов клипсами, выполненными из медной или алюми-

ниевой проволоки или стального кольца. Диаметр заряда $21 \pm 2,5$ мм, длина заряда 25 ± 1 м. Масса заряда $8 \pm 2,7$ кг.

Для имитации возможности зажима заряда при его погружении были проведены опыты, в которых отрезки шланга диаметром 16 мм пережимали двумя дощечками длиной 50 см. Толщина шлангов в этих опытах 0,7 мм. Ширина зазора между

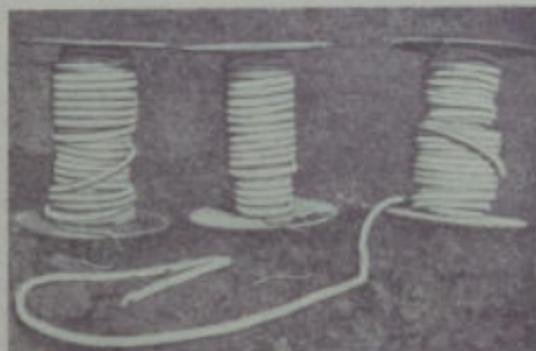


Рис. 32. Заряд акванала АМШ

дощечками менялась от 10 до 5 мм. Устойчивая детонация при пережатом шланге была получена при толщине слоя ВВ 4,4 мм.

Для имитации надежности детонации заряда, в котором могут находиться воздушные пробки, возникшие при некачественном заполнении шланга, были определены величины воздушного промежутка, через который передается детонация в шланге. Детонация в зарядах диаметром 16—18 мм надежно передавалась на расстояние до 90 мм, и лишь при величине воздушного промежутка 100 мм был получен отказ.

Акванал АМШ в шланговых зарядах может применяться при температурах до -10°C . Иницирование осуществляется от детонаторов.

Акванал АМШ не содержит взрывчатых компонентов. Его взрывчатые свойства определяются совокупностью соотношения компонентов и наличием микропузырьков воздуха, вносимых вместе с алюминиевой пудрой. Акванал не чувствителен к механическим воздействиям. Взрывчатое превращение в акванале может инициироваться исключительно ударной волной интенсивностью не менее 0,3 ГПа. Наличие большого количества воды (25 %) определяет крайне низкую горючесть акванала АМШ. При атмосферном давлении он сгорает по мере выкипания воды только в интенсивном пламени другого горючего. По степени опасности при хранении и транспортировании акванал относится ко 2-й группе, номер вещества по списку ООН — 0082, группа совместимости — D.

Дымные пороха

Дымные пороха представляют собой механическую смесь серы, древесного угля и селитры.

Сера служит связующим средством для угля и селитры. Кроме того, она является горючим веществом, ускоряющим воспламенение пороха, так как температура воспламенения серы ниже, чем угля. Для изготовления порохов применяется кристаллическая сера с температурой плавления $114,5^{\circ}\text{C}$.

Уголь играет роль горючего вещества. Он вырабатывается преимущественно из ольхи или крушины и содержит 72—80 % углерода. Чем больше углерода содержится в древесном угле, тем выше скорость горения пороха.

Селитра является носителем кислорода, необходимого для окисления горючих элементов — серы и угля. Для производства порохов широко применяют калиевую селитру, которая в наибольшей степени удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к окислителям.

Для промышленного применения выпускают дымные пороха следующих сортов: минный, охотничий и шнуровой.

Цвет дымных порохов зависит от процентного соотношения компонентов и изменяется от сине-черного до серо-черного с металлическим блеском.

Температура вспышки дымного пороха около 300°C . Он легко воспламеняется под действием пламени или искры. При этом по массе пороха протекает взрывное горение со скоростью 400 м/с. Если же дымный порох инициировать детонирующим шнуром, то взрывчатое превращение его происходит в виде детонации со скоростью 1000 м/с.

Плотность пороха изменяется в пределах 1,6—1,93 г/см³.

Дымный порох опасен в обращении. Он взрывается от удара молнии, прострела пуль (если скорость ее полета превышает 500 м/с), а также может вспыхнуть или взорваться при трении между поверхностями железа или камня.

Содержание влаги в дымном порохе не должно превышать 1 %. Порох трудно воспламеняется при наличии влаги свыше 2 %, а при достижении последней 15 % он полностью теряет способность к воспламенению.

Качественный дымный порох трудно раздавливается между пальцами, не пачкает рук и при высыпании его на бумагу с высоты до 1 м не оставляет на ней следов пыли.

Некоторые сорта из числа перечисленных дымных порохов употребляются: шнуровой — для снаряжения сердцевин огнепроводного шнура, минный — для взрывных работ. Эти сорта порохов можно использовать при сейсморазведке в методах шнуровых и линейных зарядов.

Бездымные пороха

Бездымные пороха (коллоидного типа) по внешнему виду представляют собой желатиноподобное роговидное вещество, прозрачное в той или иной степени. Они создаются на основе пластификации нитратов целлюлозы теми или иными растворителями (пластификаторами).

Целлюлоза (клетчатка) содержится в древесине различных пород деревьев (около 50 %) и в волокне хлопчатника (около 90 %). В качестве растворителей нитрата целлюлозы используются спиртоэфирная смесь, ацетон, нитроглицерин, нитродигликоль и некоторые другие нитросоединения.

В зависимости от применяемых растворителей (пластификаторов) для желатинирования пороха коллоидного типа разделяются на следующие группы: пироксилиновые — на летучем растворе (спиртоэфирных смесях), нитроглицериновые баллиститы — на слаболетучих растворителях (в основном нитроглицерине), нитроглицериновые кордиты, приготовляемые на смешанных растворителях (нитроглицерине с добавками ацетона или спиртоэфирной смеси). Цвет порохов коллоидного типа в зависимости от состава весьма разнообразен: серо-зеленый, светло-желтый, темно-желтый, темно-синий, черный, коричневый и др. Типы растворителей и составы пороховых элементов различны, поэтому разнообразны и наружные поверхности порохов. Пороха, приготовленные на труднолетучем растворителе, имеют наиболее гладкую поверхность с некоторым блеском, а на летучем растворителе — шероховатую поверхность. Флегматизированные и графитованные пороха отличаются наиболее блестящей поверхностью вследствие наличия графита.

Плотность порохов коллоидного типа колеблется в пределах 1,54—1,64 г/см³, пироксилиновых — 1,56—1,64 г/см³, нитроглицериновых — 1,54—1,62 г/см³. Плотность порохов оказывает влияние на характер и скорость их горения. Плотность зернистых порохов коллоидного типа изменяется в пределах 0,6—0,9 г/см³, а трубчатых и ленточных порохов — 0,6—0,8 г/см³.

Чувствительность коллоидных порохов к механическим воздействиям значительно выше чувствительности многих бризантных взрывчатых веществ, но ниже инициирующих. Чувствительность их к удару при стандартных условиях испытания (груз массой 10 кг, высота 0,25 м) дает 50—90 % взрывов. Она определяется их природой (составом) и температурой. При сильном трении коллоидные пороха могут воспламеняться.

Пороха могут детонировать при попадании в них летящих осколков со скоростью до 1000 м/с. От капсуля-детонатора № 8 или электродетонатора детонируют преимущественно ружейные пороха. Для детонации всех видов порохов коллоидного типа необходимо применять промежуточный детонатор из 50 г гексогена или прессованного тротила. Промежуточный де-

тонатор из прессованного тротила должен составлять 5—10 % от общей массы заряда пороха (это относится к порохам, применяемым для производства взрывных работ после гарантийного срока хранения). Скорость детонации коллоидных порохов составляет 3000—7500 м/с при температуре взрыва 2380—3150 °С. Пороха способны воспламеняться от теплового импульса, при этом температура вспышки различных порохов коллоидного типа 180—200 °С.

Бездымные пороха обладают меньшей химической стойкостью, чем другие ВВ, исключая динамиты. Это обусловлено меньшей химической стойкостью нитратов целлюлозы, составляющих основу всех порохов, и нитроглицерина в нитроглицериновых порохам. При постепенном разложении пороха изменяются его баллистические свойства и становится возможным самовоспламенение.

Порох, в состав которого входит дифениламин, при разложении быстро меняет окраску: вначале он коричневый, затем зеленоватый и, наконец, почти черный. Это происходит потому, что дифениламин, присоединяя окислы азота и одновременно окисляясь, меняет свою окраску от коричневого до черного цвета. Признаком разложения пороха является также появление на поверхности зерен расположенных желтоватых пятен, вздутий и трещин. Разложившийся порох способен слеживаться и слипаться. При значительном разложении порох становится настолько хрупким, что легко растрескивается между пальцами. Разложение также можно определить и по запаху окислов азота. В период энергичного разложения можно заметить невооруженным глазом выделение бурых паров окислов азота, а синяя лакмусовая бумажка, положенная на разложившийся порох, быстро краснеет.

В зависимости от назначения коллоидные пороха выпускаются заводами в зернах разной формы и размера. Известны следующие формы пороховых зерен: трубчатые, ленточные, кольцевые, пластинчатые, кубические, шарообразные, прутковые, брусчатые, цилиндрические, многоканальные и др.

Все пороха имеют определенные условные обозначения (маркировку), которые наносятся на бумажные этикетки и упаковки и позволяют судить о природе пороха, форме и размере зерен.

Существуют и другие условные обозначения, которые могут меняться вследствие изменения состава и названия порохов.

Все пороха для предохранения от действия атмосферной влаги, для сохранения в них остаточного растворителя и для удобства при транспортировке укупоривают в герметические короба из оцинкованного железа разных конструкций и размеров. Короба, подготовленные для укупорки и хранения пороха, необходимо проверять на чистоту и герметичность. После засыпки пороха в короб вкладывается ярлык с полным условным обозначением пороха и с фамилиями лиц, ответст-

венных за укупорку. Затем короб герметически закрывается крышкой и устанавливается в деревянный ящик. Укупорка должна обеспечивать сохранность физико-химических и баллистических свойств пороха, а также соответствовать требованиям техники безопасности при хранении и перевозках.

Коллоидные пороха могут быть использованы при производстве взрывных работ в сейсморазведке.

Коллоидные пороха перед выдачей на временные склады ВМ сейсморазведочных партий для производства взрывных работ должны подвергаться испытаниям с целью определения их физического и химического состояний. Разрешается выдавать коллоидные пороха, а также использовать их в сейсморазведочных партиях без испытаний, если до конца срока очередного испытания осталось не менее 6 месяцев. Применение коллоидных порохов в сейсморазведке связано с соблюдением ряда основных требований по перевозке, хранению и их взрыванию.

С временного склада ВМ пороха должны выдаваться только в заводской упаковке (коробках). При этом выдаваемое количество порохов ориентировочно не должно превышать сменной потребности сейсмической партии. При перевозке между зернами пороха происходит постепенное трение, в результате чего они могут наэлектризоваться до возникновения между ними искры, которой достаточно для воспламенения пороховой пыли. За счет наэлектризованности зерен сухого пороха искра может возникнуть при открывании короба, а также при пересыпании сухого пороха. Для предотвращения наэлектризованности зерен пороха и возникновения между ними искры пороха, полученный на складе ВМ для доставки к месту работы, необходимо замачивать водой в каждом коробе. Пороха коллоидного типа безотказно детонируют после нахождения под водой в течение 36 ч (это относится к порохам, гарантийный срок хранения которых истек). Вода в этом случае не только является «флегматизатором», но и повышает скорость детонации и удельную теплоту взрыва пороха.

Доставленные к месту работы короба с порохом следует установить на земле, заземлить с помощью общего медного пикета (штыря) и накрыть брезентом. Ящики и короба с порохом открывают инструментами из дерева и металла, не дающего искры (деревянный молоток, ломик из меди, латуни или бронзы и др.), при этом только на брезенте, «удаленном» от сменного запаса ВМ.

Перед расфасовкой на отдельные заряды или засыпкой пороха в шурф или скважину необходимо обильно увлажнять его водой и перемешивать мокрой деревянной лопатой. Сухие шурфы и скважины перед засыпкой в них пороха должны увлажняться водой. Для расфасовки пороха при зарядах малой массы взрывник обязан иметь выверенные мерки — кружки из дерева или металла, не дающего искры, а для

засыпки пороха в скважины — воронки в виде усеченного конуса.

После того как в шурф засыпан порох и введен промежуточный детонатор с электродетонатором, необходимо заряд закрыть бумагой и только тогда забивать грунтом. При подготовке накладных зарядов непосредственно на поверхности земли разрешается насыпать увлажненный порох на грунт без оболочек.

Заряды из пороха массой не более 10 кг, предназначенные для взрыва в скважинах, должны помещаться в водонепроницаемых оболочках. Если масса заряда превышает 10 кг, то порох засыпается на забой скважины без оболочки, и лишь часть пороха с промежуточным детонатором и электродетонатором заключается в оболочку и досыпается в скважину к основному заряду.

Бездымные пороха используют преимущественно в шурфах, скважинах глубиной до 5 м и шпурах. Они могут успешно применяться и в линейных зарядах, но с обязательным условием — предварительным заключением их в оболочки типа шлангов из различных пластичных материалов.

При работе с порохом необходимо соблюдать все меры предосторожности и, главное, не пользоваться огнем, а также инструментами, дающими искру, так как порох может воспалиться даже от небольшой искры.

13. СРЕДСТВА ВЗРЫВАНИЯ

Промышленные взрывчатые вещества способны детонировать от начального импульса, создаваемого в результате взрыва небольшого количества инициирующих ВВ. Последние используются заводами для изготовления детонаторов, которые легко взрываются от воздействия огня или искры. Начальным импульсом для взрыва основного ВВ также может служить взрыв детонирующего шнура.

К средствам взрывания (СВ) относятся:

- 1) капсулы-детонаторы;
- 2) электродетонаторы;
- 3) детонирующий шнур;
- 4) огнепроводный шнур;
- 5) средства для зажигания огнепроводного шнура.

Учитывая специфические особенности взрывных работ при сейсморазведке, более детально рассмотрим электродетонаторы и детонирующий шнур.

Капсулы-детонаторы снаряжаются двумя, а отдельные из них — тремя инициирующими ВВ. Эти ВВ разделяются на первичные (высокочувствительные) и вторичные (высокобризантные) инициаторы. Первичные инициаторы взрываются от теплового воздействия, а вторичные усиливают их начальный импульс.

Технические характеристики капсюлей-детонаторов

Тип капсюлей-детонаторов	Наружный диаметр, мм	Высота гильзы, мм	Материал		Масса ВВ в капсюле-детонаторе, г			
			гильза	чашечка	средней груты	авард свинца	топоросса	теоретич.
8-А	6,80—7,05	47±1,5	Алюминий	Алюминий	—	0,2	0,1	1,0
8-Б	7,35—7,65	49±2	Бумага	Медь	0,5	—	—	1,0
8-М	6,80—7,05	49±2	Медь	—	0,5	—	—	1,0

В настоящее время применяются капсюли-детонаторы № 8-А, 8-Б, 8-М и др. Основные размеры капсюлей-детонаторов, материалы гильз, составные части зарядов, а также их массы приводятся в табл. 11.

Капсюли-детонаторы № 8 (рис. 33) представляют собой комбинированный заряд инициирующих взрывчатых веществ массой 1,3—1,5 г, помещенный в металлическую или бумажную гильзу. Диаметр гильзы около 7 мм, средняя длина 49 мм. Дно гильзы имеет сферические (у металлических) или коническое (у бумажных) кумулятивное углубление. В донную часть гильзы запрессовываются сначала вторичный, а затем первичный инициаторы, которые занимают около $\frac{2}{3}$ длины гильзы. Свободная часть гильзы размером 17—23 мм предназначена для ввода огнепроводного шнура.

Запрессованный в гильзу заряд сверху прикрывается металлической чашечкой с отверстием в центре диаметром 2—2,5 мм. Отверстие чашечки предназначено для прохождения к заряду искр от огнепроводного шнура.

В зависимости от рода первичного инициатора капсюли-детонаторы подразделяются на гремучертутнотетриловые и азидотетриловые. Первые имеют медные, латунные и бумажные гильзы, вторые — алюминиевые или бумажные. Азидотетриловые капсюли-детонаторы отличаются от гремучертутнотетриловых своей способностью сохранять взрывчатые качества в увлажненном состоянии, а также значительной мощностью и большей надежностью в действии. Работоспособность азидотетриловых капсюлей-детонаторов (проба на расширение свинцовой бомбы) составляет 31—35 см³, в то время как гремучертутнотетриловых только 28—30 см³.

Капсюли-детонаторы весьма чувствительны к внешним воздействиям, поэтому обращаться с ними надо осторожно. Они легко взрываются от трения и слабого царапания по составу, от удара, действия искры или пламени. Капсюли-детонаторы нельзя ронять, а тем более ходить по ним. Запрещается вво-

дуть в их дульце посторонние предметы, а случайно попавшие соринки нужно удалять легким постукиванием торцевой частью дульца детонатора о ноготь большого пальца. Не рекомендуется удалять соринки выдуванием, чтобы не допустить увлажнения гремучей ртутью и сохранить работоспособность капсулы-детонатора.

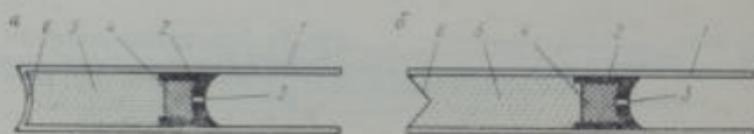


Рис. 33. Капсулы-детонаторы № 8:

а — в металлической гильзе; б — в бумажной гильзе; 1 — гильза; 2 — зарядки; 3 — отверстие в зарядках; 4 — первичные индикаторы; 5 — вторичные индикаторы; 6 — кумулятивные углубления

Хранить детонаторы разрешается в сухих помещениях с другими средствами взрывания, а на временных складах ВМ — в специально оборудованных ящиках на расстоянии не менее 2 м от взрывчатых веществ.

Распаковывать коробки с капсулами-детонаторами, проверять их, выдавать и принимать поштучно, а также снаряжать зажигательными трубками разрешается только на войлоке или на резиновом коврике. Переносить и хранить капсулы-детонаторы на местах работ допускается в специальных сумках из мягкого материала или в деревянных ящиках, обитых внутри войлоком.

Заводы-изготовители упаковывают капсулы-детонаторы в картонные коробки по 100 штук в каждую (внешер дульцами); пять коробок укладывают в один картонный футляр, а десять футляров укладывают в оцинкованную коробку, которая помещается в деревянный ящик. Всего капсулей-детонаторов в одном ящике 5000 шт.

Электродетонаторы состоят из капсулей-детонаторов, соединенных с электровоспламенителями.

В промышленности известны три вида электровоспламенителей: накаливания (малого сопротивления), щелевые (среднего сопротивления) и искровые (большого сопротивления). При взрывных работах применяют только электровоспламенители первого вида.

Электровоспламенитель накаливания (рис. 34) состоит из мостика накаливания, прикрепленного к концам двух изолированных проводников, которые в местах соединений на протяжении 10—12 мм очищены от изоляции и воспламенительного состава, расположенного вокруг мостика в виде затвердевшей капли. Для изготовления мостика накаливания используют проволоку из константана диаметром 0,05 мм или нихрома диа-

метром 0,035 мм и длиной 4—5 мм. Воспламенительный состав гремучертутнотетриловых и азидотетриловых электродетонаторов представляет собой смесь роданистого свинца и бертолетовой соли, скрепленных столярным клеем.

Заводы выпускают электродетонаторы мгновенного и замедленного действия.

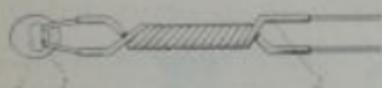


Рис. 34. Электровоспламенитель:
1 — мостик накаливания; 2 — воспламенительный состав; 3 — выводные провода

При ведении сейсморазведочных работ применяют только электродетонаторы мгновенного действия. Их серийно выпускает промышленность с кратким обозначением: ЭД-8-Э, ЭД-8-Ж, ЭД-8-ПМ, ЭД-1-8Т, ТЭД-2, ЭДВ-1, ЭДВ-2.

Перечисленные ЭД применяют при температурах не более 40 °С. При температурах до 250 °С применяют термостойкие ЭД.

Электродетонаторы с нормальной чувствительностью применяют в условиях отсутствия блуждающих токов. ЭД пониженной чувствительности безопасны к действию всех видов блуждающих токов, кроме грозových разрядов.

Электродетонатор мгновенного действия ЭД-8-Э (рис. 35) состоит из капсулы-детонатора, в дульце которого вставлен электровоспламенитель. Чтобы не допустить проникновения влаги и закрепить электровоспламенитель, в устье гильзы вводится пластиковая пробка, которая напрессовывается в горячем состоянии на выводные провода электровоспламенителя, после чего на дульце гильзы электродетонатора делают три кольцевых обжатия.

Мостик накаливания электровоспламенителя изготовляют из нихромовой проволоки диаметром 0,03 мм. Воспламенительный состав — двуслойный. Состав первого слоя: хлората калия и роданистого свинца по 50 весовых частей, свинцового сурика одна весовая часть. Этот слой воспламенительного состава замешивают на 4 %-ном нитролаке. Состав второго слоя: хлората калия 78 весовых частей и угля древесного 22 весовых части. Второй слой воспламенительного состава замешивают на водном растворе 20—26 %-ного костного клея. Воспламенительный состав покрывают нитролаком. Второй слой воспламенительного состава предназначен для воспламенения инициирующего ВВ капсулы-детонатора.

Основные параметры электровоспламенителя зависят от диаметра и материала мостика накаливания, а также от прилегающего к нему слоя воспламенительного состава.

Электродетонатор ЭД-8-Э обладает повышенной чувствительностью; время его срабатывания не превышает 12 ± 3 мс; он не воспламеняется от тока силой 0,15 А, пропускаемого в течение 5 мин. Электродетонаторы ЭД-8-Э безотказно взры-

ваются в группах от постоянного тока силой 1 А при последовательном соединении. Эти электродетонаторы предназначены для работ в сырых местах; они также пригодны для подводных взрывов. Проведенные испытания показали, что электродетонаторы ЭД-8-Э выдерживают давление до 0,5 МПа, по-

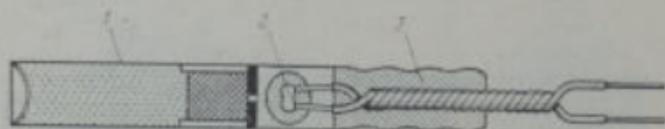


Рис. 35. Электродетонатор мгновенного действия ЭД-8-Э:
1 — капсюль-детонатор; 2 — электроспламенитель; 3 — пластиковая пробка

этому они могут применяться при взрывах в водоемах и неглубоких скважинах.

К электродетонаторам мгновенного действия относится также сейсмический электродетонатор ЭДС (рис. 36). Он отличается от обычных электродетонаторов мостиком накалывания и хорошей гидроизоляцией. Мостик накалывания изготовлен из более тугоплавкого материала с высоким сопротивлением (3—4 Ом). Детонаторные проводники от мостика накалывания более чем до половины пластмассовой колодки лишены изоляции и в таком виде запрессованы в колодку, а при выходе из нее и далее на всем протяжении имеют полихлорвиниловую изоляцию. Для создания герметичности на колодку и дульную часть гильзы электродетонатора надевают металлическую трубочку, а затем на трубочку и гильзу делают обшие зигп-кольцевые обжатия.

Хорошая герметичность ЭДС позволяет без дополнительной гидроизоляции производить взрывы в скважинах и водоемах на глубине до 150 м. Сейсмический электродетонатор может находиться под водой в течение 3 ч и более, после чего взрывается. Особенность конструкции мостика ЭДС, который не перегорает от тока силой в несколько ампер, а разрушается взрывом заряда ВВ, позволяет фиксировать момент взрыва с точностью до 0,001 с без наличия отдельной моментной магистральной. Это повышает точность отметки момента взрыва, ускоряет процесс работ и в значительной степени сокращает расход проводов.

Электродетонаторы всех видов выпускают с проводниками различной длины — от 30—40 до 150—250 см. Диаметр медных жил этих проводников равен 0,5 мм. Электродетонаторы, имеющие проводники с хлопчатобумажной изоляцией, применяются только в сухих местах, а с резиновой и полихлорвиниловой — в скважинах, водоемах и сырых выработках.

Сопротивление электродетонаторов с константановым мостиком накалывания колеблется в пределах 0,65—2,0 Ом, а с нихромовым достигает 3,0 Ом.

На заводах электродетонаторы упаковываются в картонные коробки, которые помещаются в железные запаянные короба,

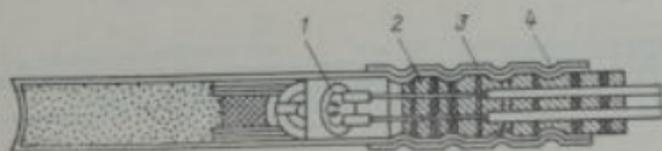


Рис. 36. Сейсмический электродетонатор ЭДС:

1 — мостик накалывания из тугоплавкого материала; 2 — пластмассовая колодка; 3 — металлическая трубка; 4 — общие кольцевые обмотки на трубку и гильзу

а последние — в деревянные ящики. Количество электродетонаторов в одном ящике составляет 400—1800 шт.

Перед введением в заряды ВВ все электродетонаторы следует подвергать наружному осмотру. Электродетонаторы не должны иметь в металлических гильзах сквозных трещин или раковин, а в бумажных гильзах — отслаивания бумаги и осколков тетрила у донной части. Кроме того, проводники не должны быть расшатанными.

Если электродетонаторы не удовлетворяют перечисленным выше требованиям, то они бракуются и уничтожаются.

Подрывание зарядов взрывчатого вещества с помощью детонирующего шнура более безопасно по сравнению с подрыванием при помощи электродетонаторов или капсулей-детонаторов.

Детонирующий шнур (ДШ) имеет сердцевину из бризантного взрывчатого вещества тэна, которая заключена в оболочку, состоящую из трех слоев нитяных оплеток и двух

Таблица 12

Водостойкость и температура применения детонирующих шнуров

Марка шнура	Глубина погружения, м	Время испытания	Температура применения, °С
ДШ-А	0,5	12 ч	—28—50
ДШ-Б	0,5	24 ч	—28—50
ДШ-В	1	24 ч	—35—60
ДШ-В высшей категории качества	—	—	—35—65
ДШЭ-6	30	30 сут	—50—65
ДШЭ-12	30	30 сут	—50—65

изолирующих слоев водоупорной мастики. Для равномерного распределения сердечники по центру шнура проходят направляющие нити (рис. 37).

Промышленность серийно выпускает различные марки ДШ, которые по конструкции, составу и массе навески могут изме-

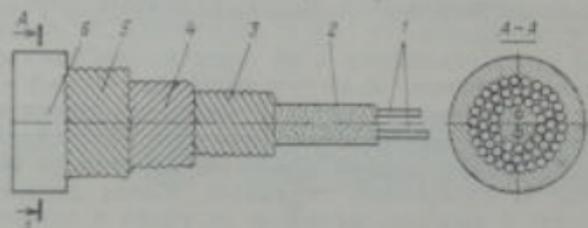


Рис. 37. Детонирующий шнур ДШ-А:

1 — направляющие нити; 2 — сердечник; 3 — первая спиральная оболочка; 4 — вторая спиральная оболочка; 5 — третья спиральная оболочка; 6 — внешняя изолирующая оболочка

няться с учетом потребностей промышленности, достижений науки и техники.

В данном случае рассматривается детонирующий шнур марок ДШ-А, ДШ-Б, ДШ-В, ДШЭ-6, ДШЭ-12. Цвет оболочки шнуров ДШ-Б, ДШ-В, ДШЭ-6 и ДШЭ-12 — красный с различными оттенками; ДШ-А — белый с желтым оттенком с одной или двумя красными отличительными нитями.

Водостойкость шнуров и температура применения их приведены в табл. 12.

При использовании шнуров в сырую погоду и под водой концы шнуров, не загерметизированных колпачками, необходимо надежно изолировать изоляционной лентой или клеем БФ.

Сети из шнура при температуре выше 30 °С должны прикрываться от воздействия солнечных лучей.

Шнур подрывается электродетонатором или капсулем-детонатором.

К одному электродетонатору или капсулю-детонатору можно присоединять до шести концов детонирующего шнура.

При большем числе концов шнуры следует привязать к шашке взрывчатого вещества, а шашку подорвать электродетонатором или капсулем-детонатором.

Электродетонатор или капсуль-детонатор, предназначенные для возбуждения детонации, располагают дном в направлении распространения детонации в начале сети на расстоянии 10—15 см от конца шнура, присоединяют к шнуру плотно по всей длине капсуля-детонатора или электродетонатора с помощью изоляционной ленты, тесьмы, шпагата.

При раскладке шнура не допускаются перегибы, острые углы и пересечения.

Два отрезка шнура соединяют морским узлом или анакладку на участке длиной не менее 100 мм.

Отрезки детонирующего шнура присоединяют к магистрали так, чтобы направление детонации по присоединенному отрезку совпадало с направлением детонации по магистрали.

Линии из детонирующего шнура, служащие ответвлениями, следует прокладывать от мест соединения к зарядам так, чтобы они не соприкасались и не пересекались одна с другой, не образовывали петель, были туго натянуты.

В случае соединения шнура с капсулем-детонатором загерметизированный конец шнура отрезают под прямым углом к оси шнура чистым острым ножом на деревянной подкладке без гвоздей и посторонних предметов. Конец детонирующего шнура вводят в капсуль-детонатор до упора в чашечку, осторожно, без вращения и нажима, и закрепляют таким образом, чтобы капсуль-детонатор плотно держался на шнуре.

Поврежденные участки шнура должны быть вырезаны и уничтожены.

При применении нескольких нитей шнура рекомендуется располагать их на расстоянии не менее 1 м.

Детонирующий шнур должен храниться в упакованном виде в сухих проветриваемых складских помещениях отдельно от капсулей-детонаторов.

Гарантийный срок службы с момента изготовления шнура, лет

ДШ-А в негерметичной упаковке	2
ДШ-Б в герметичной упаковке	5
ДШ-В, ДШЭ-6 и ДШЭ-12 в негерметичной упаковке	3
ДШ-А высшей категории качества в негерметичной упаковке	2,5
ДШ-В, ДШЭ-6 и ДШЭ-12 высшей категории качества в негерметичной упаковке	3,5
ДШ-В в герметичной упаковке	10

По истечении гарантийного срока хранения шнуры должны быть испытаны на соответствие установленным требованиям и при получении положительных результатов допущены к применению.

Запрещается проводить работы со шнуром вблизи открытого пламени. Несмотря на то что при зажигании открытым пламенем на воздухе шнур обычно не взрывается, в замкнутом объеме при давлении горение шнура переходит во взрыв, что наблюдается, например, при сжигании остатков ДШЭ-12 и ДШЭ-6, имеющих на концах герметизирующие колпачки из алюминия.

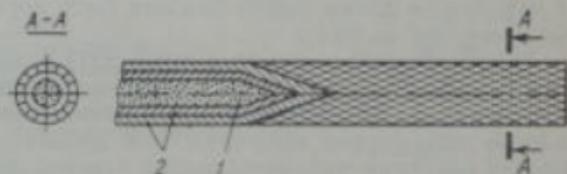
Уничтожать шнуры следует в специально отведенных местах в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах».

При сжигании отрезков шнура необходимо герметизирующие колпачки отрезать.

Уничтожать герметизирующие колпачки следует отдельно от отрезков шнура подрывом или сжиганием после выдержки в течение двух суток в дизельном топливе любой марки.

Огнепроводный шнур (рис. 38) предназначен для передачи огня горячей пороховой сердцевинкой на расчетное расстояние и в определенное время — для возбуждения взрыва

Рис. 38. Огнепроводный шнур:
1 — пороховая сердцевинка; 2 — льняные оплетки



инициирующего ВВ в капсуле-детонаторе или воспламенения порохового заряда. Он состоит из слабоспрессованной сердцевинки шнурового пороха, через которую проходит направляющая нить. Сердцевинка заключена в несколько слоев льняных или хлопчатобумажных оплеток, покрытых водонепроницаемой мастикой (за исключением внутренней). У огнепроводного шнура наружная оплетка черного или коричневого цвета; диаметр его 5—6 мм.

Огнепроводный шнур горит с определенной скоростью. Нормально горящий шнур имеет скорость горения 1 см/с, а медленно горящий — 0,5 см/с. В горном деле в СССР применяют в настоящее время только нормально горящие огнепроводные шнуры. По составу гидроизоляционного покрытия они разделяются на следующие сорта: асфальтированный — для работ в сухих и влажных местах; двойной асфальтированный, гуттаперчевый и полихлорвиниловый — для работ в мокрых местах и под водой.

Огнепроводный шнур выпускают в виде отрезков длиной по 10 м, которые свертывают в бухты. Затем 25 бухт складывают в одну и завертывают в бумагу. Эти бухты упаковывают по 12 в деревянные ящики.

Средства для зажигания огнепроводного шнура. При огневом взрывании нескольких зарядов используют зажигательный тлеющий фитиль, отрезок огнепроводного шнура с надрезами или специальный патрончик группового зажигания. Только при взрывании одиночного заряда разрешается зажигать шнур спичкой.

Зажигательный фитиль представляет собой пучок льняных или хлопчатобумажных нитей, которые пропитаны раствором калиевой селитры и заключены в оболочку из крученой хлопчатобумажной ткани. Наружная оболочка фитиля достаточно плотная и хорошо охватывает сердцевину. Допускаемая влажность фитиля — не более 7%. Сердцевина фитиля из льняных

нитей тлеет со скоростью 0,5—1 см/мин, а из хлопчатобумажных — 0,4—0,7 см/мин. Диаметр фитиля 6—9 мм.

Огнепроводный шнур, предназначенный для зажигания отрезков ОШ, идущих от зарядов, должен иметь косые надрезы до сердцевины пороха, из которых при горении выбрасываются искры и надежно поджигают шнуры. Число надрезов должно быть не менее числа поджигаемых отрезков шнуров, идущих к зарядам, а длина шнура должна быть короче трубок зарядов не менее чем на 60 см.

Зажигательным патроном типа ЭЗП-Б можно одновременно зажечь 10—30 отрезков ОШ. Чтобы произвести такое зажигание, отрезки ОШ собирают в пучок, помещают их в стаканчик, плотно обвязывают шпагатом или изолентой, затем в патрон вводят короткий воспламеняющий отрезок шнура.

Если своевременный отход взрывников в укрытие по различным причинам затруднен, огневое взрывание запрещается. В таких случаях производят электроогневое взрывание с помощью электрозажигателя ЭЗОШ-Б или электрозажигательного патрона ЭЗП-Б. Последним можно зажечь одновременно до 37 отрезков ОШ.

ГЛАВА V

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Оборудование для производства взрывных работ в сейсмо-разведке подразделяют на следующие основные группы: источники тока и проводники для электрического взрывания, контрольно-измерительные приборы, средства связи, системы управления сейсмическими источниками, передвижные станции взрывного пункта, погружатели линейных зарядов. Перечисленное оборудование должно соответствовать требованиям «Единых правил безопасности при взрывных работах».

1. ИСТОЧНИКИ ТОКА

В качестве источника, посылающего импульс тока во взрывную сеть, могут быть использованы только специальные взрывные машинки или взрывные устройства, входящие в комплект различных систем управления сейсмическими источниками взрывного возбуждения колебаний.

Наиболее работоспособными и перспективными системами радиоуправления сейсмическими взрывными источниками являются: система синхронизации возбуждения ССВ-1, разработанная Саратовским СКБ СП, и система управления взрывом по радио УВР-2, разработанная сотрудниками ВНИИГеофизики.

ССВ-1 в своем комплекте имеет взрывную машинку, а УВР-2 — взрывное устройство. Как взрывная машинка, так и взрывное устройство — источники конденсаторного типа, зарядка которых осуществляется от аккумуляторов транспортного средства.

Технические характеристики взрывной машинки ССВ-1

Емкость конденсаторов, мкФ	40
Напряжение заряда конденсаторов, В	600 ± 60
Максимальное число одновременно взрываемых детонаторов типа ЭДС, включенных последовательно	40
Сопротивление боевой линии для обеспечения допустимого разброса времени срабатывания электродетонаторов, Ом	≤ 150
Время заряда конденсаторов, с	≤ 10
Индикация заряда конденсаторов	Неоновая лампочка
Ток в боевой линии при проверке ее сопротивления, мА	≤ 5
Импульс тока в боевую линию, нагруженную на сопротивление 1 кОм, при опускании ключа на блоке дешифратора, мА	≤ 5
Ток в боевой линии из-за утечки тиристора, мА	0,5
Индикация сопротивления боевой линии	При сопротивлении боевой линии до 150 Ом стрелка индикатора не заходит за середину шкалы
Порог срабатывания схемы открывания тиристора при длительности импульса ≤ 100 мкс, В	≥ 1

В связи с тем что взрывная машинка может полноценно функционировать только в составе сложной системы синхронизации возбуждения, ее устройство и правила эксплуатации излагаются в разд. 5 данной главы.

2. ПРОВОДНИКИ

Проводники используются при электрическом взрывании для передачи электрического тока от источника к электродетонаторам. При монтаже электровзрывной цепи проводники подразделяют в зависимости от их назначения на детонаторные, концевые, участковые и магистральные (рис. 39).

Детонаторные проводники соединены непосредственно с мостиком накаливания электрозапала и входят в комплект электродетонатора.

Концевые используют для продления детонаторных проводников с выводом их на земную поверхность в тех случаях, когда заряд ВВ расположен в горных породах на глубине, превышающей длину детонаторных проводников.

Участковые или соединительные применяют для соединения между собой концевых или детонаторных проводников при групповых взрывах.

Магистральные используют для изготовления взрывных магистралей, идущих от заряда ВВ или группы зарядов до источника тока (взрывной машинки).

Лучшими проводниками электрического тока являются медь и алюминий. При одинаковых длине и диаметре стальной проводник имеет сопротивление в 7 раз большее, чем медный. Поэтому при выборе проводников для электровзрывных магистралей необходимо отдавать предпочтение тем проводникам, которые имеют в своем составе медные или алюминиевые жилы. Это относится к многожильным проводникам, в состав которых вводятся стальные жилы с целью придания им прочности и гибкости.

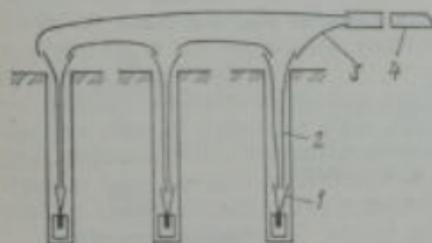


Рис. 39. Схема соединения проводников:
1 — детонаторных; 2 — концевых; 3 — учетных; 4 — магистральных.

При сейсмической разведке взрывы производят в различных условиях, в том числе на влажной поверхности и в воде, поэтому проводники должны иметь надежную гидроизоляцию. Пластикатовые или резиновые оболочки полностью предотвращают утечку электрического тока и короткие замыкания проводников. Сечение магистральных проводов должно соответствовать требованиям ГОСТа, а вся электровзрывная цепь должна обеспечивать поступление в каждый электродетонатор тока не менее 1 А при одновременном взрывании электродетонаторов (до 100). Взрывная магистраль должна состоять из двух проводов.

При работе на суше запрещается использовать в качестве одного из проводников воду или землю. Необходимо по возможности избегать наращивания взрывной магистрали отдельными отрезками проводников, так как лишние соединения уменьшают прочность взрывной магистрали и увеличивают ее электрическое сопротивление. Поэтому длина взрывной магистрали должна обеспечивать не только безопасное расположение от места взрыва, но и необходимый запас проводников для удаления поврежденных концов после взрывов.

При изготовлении взрывной магистрали следует также учитывать общее сопротивление предполагаемой электровзрывной цепи, чтобы обеспечить надежность взрыва одного или группы электродетонаторов используемой взрывной машинкой. Взрывная магистраль в условиях сейсмической разведки используется длительное время и поэтому должна обладать хорошей гидроизоляцией, гибкостью, прочностью на разрыв, устойчивостью к температурным изменениям воздуха и хорошей электропроводностью.

Сопротивление электровзрывной цепи должно быть минимальным, но не более 150 Ом. Оно зависит от сопротивления металла, площади поперечного сечения и длины проводника. Для определения сопротивления проводника пользуются формулой

$$R = \rho L_{\text{пр}} / S,$$

где $L_{\text{пр}}$ — длина проводника; S — площадь поперечного сечения проводника; ρ — удельное сопротивление металла, из которого изготовлен проводник.

Запрещается применять провода с нарушенной изолирующей оболочкой. Концы взрывной магистрали и места, где присоединяются детонаторные, концевые или участковые проводники, должны быть оголены от изоляции и зачищены до блеска, а соединения проводников хорошо изолированы. Включать взрывную магистраль в источник тока (взрывную машинку) разрешается только через специальные вилки. Для предотвращения несчастных случаев взрывную магистраль разделяют на две части, которые соединяют перед взрывом посредством специальных полевых вилок.

Проводники электродетонаторов типа ЭДС изготавливают из одной медной жилы, которую изолируют резиновой или пластикатовой оболочкой. В отдельных случаях детонаторные проводники перед основной изоляцией покрывают по металлу изолирующим лаком, что значительно улучшает гидроизоляцию. Концы детонаторных проводников необходимо зачищать до блеска перед их присоединением к магистральным или участковым проводникам. При взрывах в скважинах, водоемах, шурфах и на влажной поверхности соединения детонаторных проводников тщательно покрывают изоляционной лентой.

Соединить между собой участковые проводники и присоединить их к магистральным проводам разрешается только после окончания заряжания и забойки всех зарядов, взрываемых одновременно, и после удаления людей, не связанных с монтажом электровзрывной сети, на безопасное расстояние. Монтаж электровзрывной сети следует производить только от заряда (или группы зарядов) в направлении к источнику тока. После завершения монтажа электровзрывной сети нужно проверить ее исправность путем включения в сеть прибора с током не более 50 мА и продолжительностью не более 4 с, а затем концы электровзрывной сети замкнуть накоротко на все время до подсоединения их к взрывной машинке.

Проводники всех марок, используемые в сейсморазведке для электровзрывных сетей, должны соответствовать вышеизложенным требованиям.

3. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для проверки электровзрывных сетей и электродетонаторов используют контрольно-измерительные приборы: амперметры, вольтметры, омметры, линейные взрывные мостики, запальные пробники и другие приборы.

Проверка на проводимость и подбор электродетонаторов по сопротивлению, а также проверка исправности и измерение сопротивления электровзрывных сетей могут осуществляться приборами, допущенными для этой цели Госгортехнадзором союзной республики и дающими в цепь ток не более 50 мА.

Эти электронизмерительные и электронспытательные приборы должны проверяться в сроки, установленные техническим паспортом, но не реже одного раза в квартал и после каждой смены батарей.

Контрольно-измерительные приборы, выпускаемые промышленностью, по своей конструкции обладают различными возможностями.

Малый омметр ОК типа М-57Д предназначен для проверки электродетонаторов и электровзрывных сетей на проводимость тока, а также для приближенного измерения их сопротивления.

Омметр-классификатор электродетонаторов типа ОКЭД-1 предназначен для проверки ЭД на проводимость и подбора их по сопротивлению.

Испытатель взрывной цепи ИВЦ-2 — прибор с акустической индикацией сопротивления взрывной цепи, пределы измерения — от 1 до 5000 Ом.

Переносный мост Р-353 предназначен для измерения сопротивления электровзрывных линий и электродетонаторов. Он имеет пределы измерения: от 0,2 до 50 Ом с рабочей частью шкалы от 0,3 до 30 Ом; от 20 до 5000 Ом с рабочей частью шкалы от 30 до 3000 Ом.

Системы управления сейсмическими взрывами источниками (ССВ-1, УВР-2) оснащены специальными миллиамперметрами, позволяющими проверять проводимость тока в электровзрывной сети и приближенно определять короткое замыкание в цепи. Этими приборами целесообразно и удобно пользоваться в процессе производства взрывных работ.

Проверка электродетонаторов на проводимость и подбор их по сопротивлению при групповых взрывах должны производиться на складе ВМ до выдачи их взрывникам.

4. СРЕДСТВА СВЯЗИ

Для осуществления рабочей связи между взрывником (станцией взрывного пункта) и геофизиком-оператором (сейсмостанцией), а также с другими бригадами, работающими на профиле, используют следующие радиостанции: «Лен-В» 1Р 21В-3, «Гранит-М», «Полоса» и др.

Наиболее широко применяют радиостанцию «Лен-В» IP 21В-3, предназначенную для организации беспосредственной и беспосредственной двусторонней симплексной (простейшей) телефонной радиосвязи на передвижных объектах в условиях среднепересеченной местности.

При помощи радиостанции IP 21В-3 осуществляется телефонная радиосвязь с радиостанциями IP 21В-3, IP 21С-4, IP 21М или с радиостанциями других типов (например, комплексом «Гранит-М»), отвечающими соответствующим ГОСТам и имеющими одинаковые частоты связи и вызова.

Общий вид радиостанции показан на рис. 40.

Радиостанция состоит из приемопередатчика (ПП), громкоговорителя (ГР), антенно-согласующего устройства (САУ), штыревой антенны и кабеля питания для подключения аккумулятора. Блоки соединены между собой согласно схеме рис. 41. Органы управления и их назначение показаны на рис. 42 и 43.

Приемопередатчик конструктивно выполнен в едином литом каркасе из алюминиевого сплава. При снятии крышек открывается доступ к монтажу. Конструкция блоков обладает хорошей доступностью к монтажу и ремонтпригодностью ввиду наличия разъемных соединений. Навесным монтажом выполнены лишь органы управления и коммутации, а также соединительные разъемы.

Приемопередатчик защищен от воздействия внешней среды (брызги, пыль) с помощью резиновых уплотнений и имеет декоративное покрытие.

Блок громкоговорителя выполнен в корпусе из ударопрочного полистирола. Все элементы громкоговорителя, за исключением динамической головки, размещены на печатной плате и имеют свободный доступ.

Остальные устройства имеют сравнительно простую конструкцию, обеспечивающую защиту от механических воздействий и атмосферных влияний.

Подготовка радиостанции к работе производится в следующей последовательности. Перед включением радиостанции необходимо убедиться в качестве подключения к ПП кабелей питания, антенны и ГР. Включение осуществляется поворотом ручки потенциометра «Вкл. ГРМК» на лицевой панели ПП до получения щелчка. При этом должен загореться зеленый световой индикатор. Подавитель шумов (ПШ) включается поворотом ручки потенциометра «ПШ» вправо. При крайнем левом положении ПШ отключен, и чувствительность приемника максимальна. При повороте ручки «ПШ» вправо чувствительность приемника снижается, такое положение регулятора «ПШ» используется только при уверенном приеме близких и хорошо слышимых абонентов.

После проведения подготовительных операций радиостанция автоматически включается в режим дежурного приема.

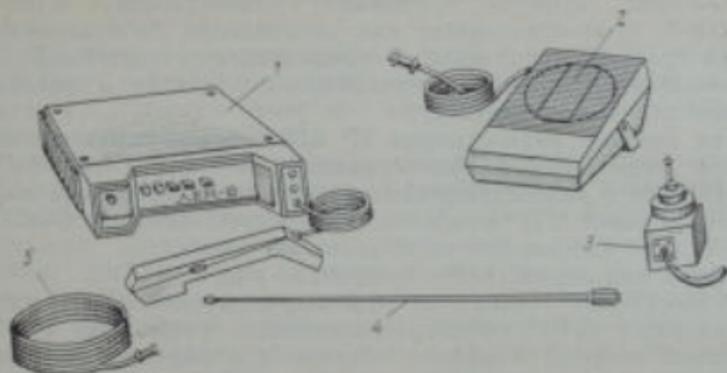


Рис. 40. Общий вид радиостанции IP 21B-3:

1 — приемопередатчик; 2 — громкоговоритель; 3 — корпус антенно-согласующего устройства; 4 — антенный штырь; 5 — кабель питания аккумуляторный

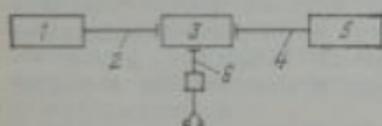


Рис. 41. Схема соединения радиостанции IP 21B-3:

1 — антенно-согласующее устройство; 2 — антенный кабель; 3 — приемопередатчик; 4 — кабель ИЧ; 5 — кабель питания с предохранителем и схемой защиты радиостанции от ошибочной переплюсовки

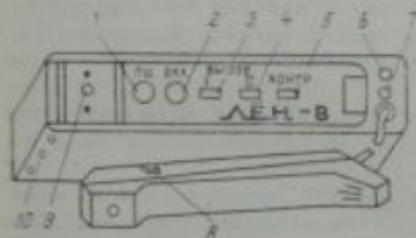


Рис. 42. Органы управления одноканального приемопередатчика р/с IP 21B-3:

1 — ручка потенциометра для регулировки порога срабатывания подзвонки шумов; 2 — ручка потенциометра для включения приемопередатчика и регулировки громкости звука громкоговорителя; 3 — кнопка включения генератора тонального вызова центральной р/с IP 21С-5; 4 — кнопка включения генератора тонального вызова абонентских р/с IP 21B-3 и IP 21С-4; 5 — кнопка для контроллера

вызова разговоров по радиосети в режиме «Дж. прием»; 6 — зеленый индикатор для контроля включения приемопередатчика; 7 — красный индикатор для контроля работы передатчика в режиме «Передача»; 8 — такта для перевода р/с в режим «Передача» при снятой микрофонной трубке; 9 — кнопка трубокдержателя, переключающая р/с в режим «Дж. прием» при снятой микрофонной трубке; 10 — отверстие для проверки частоты гетеродина приваивка



Рис. 43. Органы управления трехканального приемопередатчика р/с IP 21B-3:

1 — кнопка включения генератора тонального вызова центральной р/с IP 21С-5; 2 — кнопка включения генератора тонального вызова абонентских р/с IP 21B-3 и IP 21С-4; 3 — кнопка включения первого канала связи; 4 — кнопка включения второго канала связи;

5 — кнопка включения третьего канала связи (названия остальных органов управления соответствуют указанным на рис. 42)

В этом режиме (при включенной кнопке «Контроль III» для одноканальной радиостанции) радиостанция не реагирует на переговоры абонентов радиосети, шумы в ГР и телефоне МТ отсутствуют, возможен прием только сигнала группового тонального вызова частотой 1450 Гц.

При приеме сигнала вызова включается ГР радиостанции и слышен соответствующий тон, ГР остается включенным, пока вызывающий не окончит вызов абонента голосом и не перейдет в режим приема (отсутствует тангенту МТ). Если вызов относится к кому-то другому, никакие действия не предпринимаются, и дальнейшие переговоры в радиосети не прослушиваются. В противном случае снимают трубку МТ; радиостанция при этом переключается в режим приема и готова к ведению переговоров (режим «Переговоры»). Если к переговорам абонентов в радиосети проявляется интерес, можно, не снимая МТ, включить кнопку «Контроль III»; радиостанция при этом переходит в режим контроля (прослушивания) переговоров.

Ответ на вызов и передача осуществляются при снятой трубке МТ и нажатой тангенте МТ. Говорить в микрофон трубки нужно голосом нормальной громкости с расстояния 2—10 см.

При нажатии кнопки «ТАНГ» должен загореться красный световой индикатор, сигнализирующий о наличии выходной мощности.

Начинать говорить в микрофон следует, убедившись, что абонент перешел в режим приема (окончил передачу), после этого, нажав кнопку «ТАНГ», передавать информацию необходимо, по возможности завершая ее фразой об окончании передачи. Кнопку «ТАНГ» следует отпустить только после окончания передачи во избежание «проглатывания» части фразы.

При вызове абонента, входящего в режим дежурного приема, необходимо снять трубку МТ и проверить на слух, свободен ли радиоканал (отсутствие переговоров других абонентов). Если радиоканал свободен, необходимо нажать тангенту МТ и, не отпуская ее, на 1—2 с нажать кнопку «П», после чего назвать перед микрофоном нужного абонента или передать сообщение всем абонентам радиосети, затем необходимо отпустить кнопку «ТАНГ» и ждать ответа.

При тональном и последующем речевом вызове абонента необходима краткость, так как сигналом вызова автоматически включаются приемники всех абонентов радиосети.

При вызове абонента, находящегося в режиме приема (или при включенной у него кнопке «Контроль III» в одноканальной радиостанции), необходимо нажать кнопку «ТАНГ» снятой трубкой МТ, осуществить вызов абонента голосом, после чего отпустить кнопку «ТАНГ» и ждать ответа.

При отсутствии ответа на вызов необходимо его повторить, так как абонент может временно отсутствовать или находиться в неблагоприятных условиях (наличие радиопомех, вре-

менное экранирующее действие различных сооружений и т. д.).

Проведение переговоров между двумя абонентами, которые сняли трубку МТ, осуществляется последовательным переходом из режима передачи в режим приема.

При проведении переговоров необходимо быть кратким, не перебивать абонента (ведущий передачу абонент не слышит остальных абонентов), при ведении передачи не делать больших перерывов между фразами, так как абоненты могут принять перерыв за окончание передачи и перейти к передаче информации (несколько абонентов окажутся в режиме передачи одновременно, делая прием информации невозможным), предупреждать абонентов об окончании передачи интонацией или отдельной фразой, или словом, при организации «круглого стола» оговаривать очередность передачи информации абонентами.

По окончании работы необходимо выключить ПП радиостанции поворотом регулятора «Вкл.—Громкость» влево до щелчка.

Технические характеристики радиостанции «Лен-В» IP 21В-3

Внешняя температура, °С	—25—50
Диапазоны частот, МГц	33—46; 57—57,5
Разнос по частоте между соседними каналами связи одноканальной р/с, работающей на одной фиксированной частоте, кГц	25
Разнос по частоте между крайними каналами связи трехканальной р/с, работающей на одной из трех фиксированных частот, кГц	200
Соотношение длительностей прием/передача	3:1
Время непрерывной работы на передачу, мин	△15
Мощность несущей частоты передатчика, Вт	√8
Чувствительность модуляционного входа передатчика с низкочастотного разьема приемопередатчика, мВ	50±10
Максимальная девиация частоты передатчика в диапазоне модулирующих частот от 300 до 3400 Гц, кГц	△△△
Девиация частоты передатчика при передаче вызова, кГц	△△△
Коэффициент нелинейных искажений передатчика, %	△△△
Допустимое отклонение частоты передатчика в интервале температур —25—50 °С, Гц	△30·10 ⁻⁴
Чувствительность приемника при соотношении сигнал/шум на выходе приемника, равном 12, мкВ	△1.2
Выходная мощность приемника, Вт:	
на телефоне	√√0.001
на головке громкоговорителя	√√0.4
Отклонение частоты гетеродина приемника в интервале температур —25—50 °С, Гц	△30·10 ⁻⁴
Эффективность работы шумоподавителя приема, дБ	√10
Коэффициент нелинейных искажений приемника, %	△7
Чувствительность приемника по вызову в полосе срабатывания вызывной системы при расстройке на ±40 Гц от частоты 1450 Гц, мкВ	△1.2
Частота генератора вызова, Гц	1000±33; 1450±35
Интервал срабатывания шумоподавителя, мкВ	1.2—2.4

Мощность, потребляемая радиостанцией от аккумулятора при минимальном напряжении 12,6 В, Вт:

в режиме дежурного приема	.....	.....	.....
в режиме приема	.....	.....	.....
в режиме передачи	.....	.....	.....
Коэффициент бегущей волны антенно-фидерного устройства	.....	.....	.....
Габариты (без соединительных кабелей), мм:			
приемопередатчика	.....	250 × 270 × 60	
громкоговорителя	.....	200 × 130 × 80	
Масса блоков, кг:			
приемопередатчика	.....	3,5	
громкоговорителя	.....	1	

Контрольные проверки радиостанции, профилактические ремонты и устранение неисправностей производят специалисты геофизической лаборатории.

5. СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ССВ-1

Система ССВ-1 состоит из двух самостоятельных устройств — шифратора и дешифратора.

На сейсмостанцию устанавливаются шифратор, радиостанция, коробка согласующая (рис. 44).

На отдельную автомашину (станцию взрывного пункта) устанавливаются дешифратор, радиостанция, коробка согласующая (рис. 45). В дешифратор входит отдельным блоком взрывная машинка, соединяющаяся с остальными его элементами электрическим разъемом (рис. 46).

Вся система синхронизации возбуждения служит для осуществления связи по телефону или радиотелефону между геофизиком-оператором сейсморазведочной станции и взрывником станции взрывного пункта, синхронизации начала запуска сейсмической станции и запуска одного или нескольких источников возбуждения колебаний, инициирования взрывных источников возбуждения колебаний, формирования сигналов отметки момента взрыва и вертикального времени на пункте возбуждения колебаний, передачи сигналов отметки момента взрыва и вертикального времени с пункта возбуждения сейсмических колебаний на сейсмическую станцию.

Блок шифратора служит для связи геофизика-оператора с взрывником, кодирования и передачи на дешифратор команды «начало отсчета», управления началом записи сейсмических данных на цифровой сейсмической станции, для приема и формирования сигналов «отметка момента» и «вертикальное время», переданных с дешифратора, и передачи этих сигналов на сейсмическую станцию.

Шифратор в основном состоит из шасси, четырех печатных плат, размещенных в шасси на разъемах, передней панели (рис. 47) и кожуха. На четырех печатных платах размещены схемы шифратора, дешифратора, автоматики и усилителя НЧ.

На передней панели собраны все элементы управления шифратором, динамический громкоговоритель, разъем для под-

ключения к источнику питания, к радиостанции, к сейсмической станции.

Блок дешифратора служит для связи взрывника с геофизиком-оператором, приема и дешифрования команды «начало отсчета», переданной с шифратора, для управления источником возбуждения сейсмических колебаний, формирования сигналов

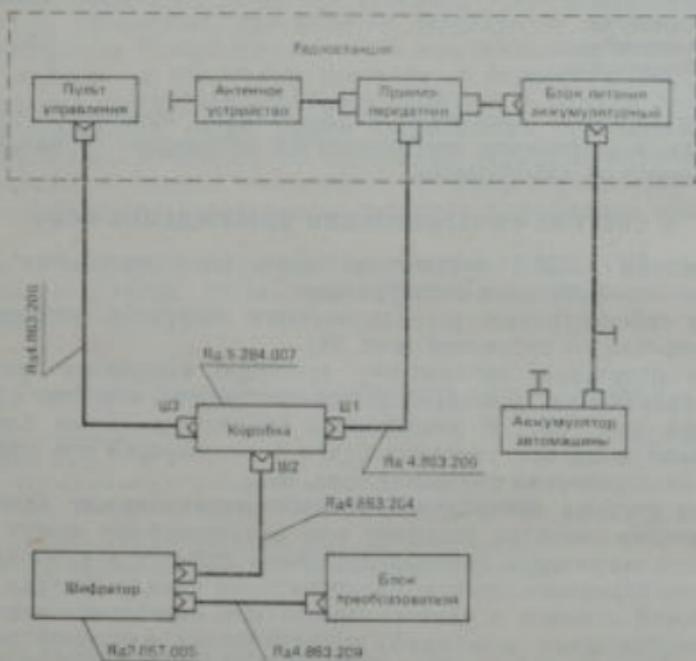


Рис. 44. Схема соединения шифратора с радиостанцией и сейсмостанцией

«отметка момента» и «вертикальное время», запоминания и многократной передачи их с интервалом в 200 мс на шифратор, проверки сопротивления боевой магистрали и цепи вертикального времени.

Дешифратор в основном состоит из шасси, пяти печатных плат и взрывной машинки, размещенных в шасси на разъемах, передней панели (рис. 48) и кожуха. На пяти печатных платах размещены схемы дешифратора, шифратора, делителя частоты, автоматике и усилителя НЧ. На передней панели собраны все элементы управления дешифратором, динамический громкоговоритель, разъемы для подключения к источнику питания,

Рис. 46. Функциональная схема шифратора и дешифратора

к радиостанции, клеммы для подсоединения боевой магистрали, цепи вертикального времени, петли и клемма заземления.

Взрывмашинка Яд3.220.001 ЭЗ предназначена для инициирования взрывов только при сейсморазведке.

Основным требованием, кроме естественных требований к удобству и безопасности работы, предъявляемым сейсмораз-

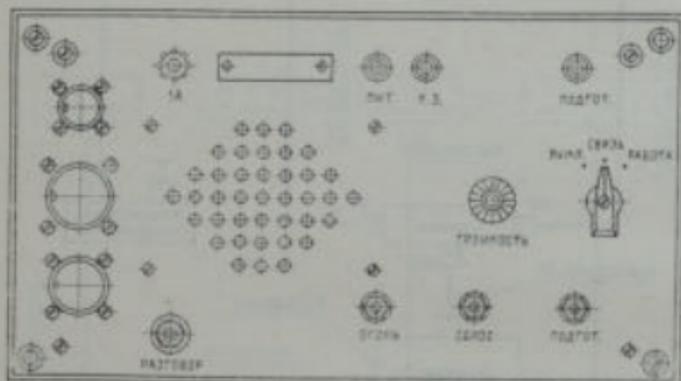


Рис. 47. Панель блока шифратора

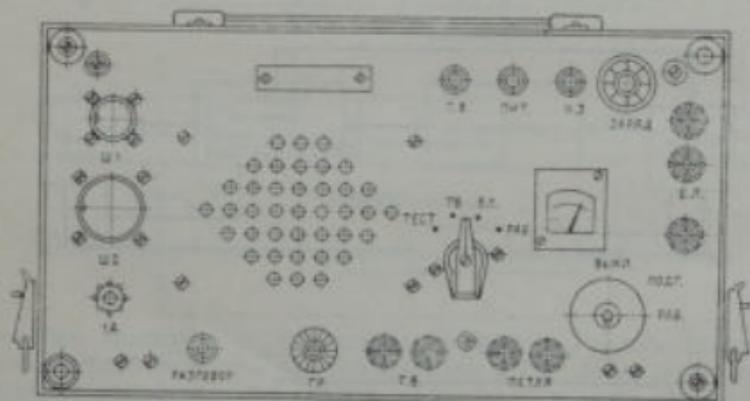


Рис. 48. Панель блока дешифратора

ведкой к взрывмашинке, являются малый разброс во времени между посылкой команды на возбуждение и самим возбуждением и точная регистрация отметки момента взрыва.

Предъявляемые требования к взрывмашинке удовлетворены увеличением емкости конденсаторов и применением тиристора для окончательного подключения ее конденсаторов к боевой линии. Этим в основном отличается настоящая взрыв-

машинка от взрывных приборов, которые в недостаточной степени удовлетворяют требованиям сейсморазведки.

Кроме инициирования взрыва, на взрывмашинке можно проверять сопротивление боевой линии, а также выделять сигнал отметки момента взрыва.

Взрывмашинка представляет собой отдельный блок, входящий в дешифратор, соединяющийся с остальными его элементами электрическим разъемом.

Отдельные элементы, участвующие в подготовке и производстве взрыва, — замок управления взрывмашинкой, индикатор омметра, лампочка индикации заряда конденсаторов и клеммы для подключения боевой линии — вынесены на переднюю панель дешифратора.

Функции всех элементов взрывной машинки изложены в технической инструкции ССВ-1 и пояснены схемами разрабочника.

Технические характеристики системы ССВ-1

Допустимое удаление между шифратором (сейсмостанция) и дешифратором (взрывпункт) при условии применения для связи радиостанций типов ИРМ-А2-4М, 50РТМ-А2-4М или «Лен-В» ИР 21В-3, ИР 21С-4, ИР 21С-5, км	0,01—10
Точность передачи команд и сигналов с шифратора на дешифратор, мс	±1
Время от начала автоматической передачи кода до выделения команды «начало отсчета» дешифратора, мс	204
Время от начала автоматической передачи кода до появления сигнала «командная отметка момента», мс	576
Задержка подачи тока в боевую линию после выделения сигнала «начало отсчета» дешифратором, мс	1023
Канал вертикального времени: полоса пропускания частот, Гц	≥50—150
чувствительность (в зависимости от подожжения переключателя), Гц	0,2—0,4, 1—2,2—4,3—6
Защита от синфазной помехи в диапазоне частот 100—4000 Гц, В	≤30
Минимальное регистрируемое вертикальное время, мс	4
Переговорное устройство: полоса пропускания частот, Гц	300—3400
чувствительность по входу с радиостанции, мВ	150
выходная мощность при нелинейных искажениях не более 10 %, Вт	≥1
Сигнал (импульс) с сейсмической станции на шифратор, включающий автоматическую передачу кода, В	2,4—5
Сигнал (импульс) командной отметки момента с шифратора на сейсмическую станцию, В	2,4—5
Сигнал (импульс), подтверждающий отметку (или отметку) момента с шифратора на сейсмическую станцию, В	2,4—5
Сигнал (импульс) вертикального времени с шифратора на сейсмическую станцию, В	2,4—5
Сигнал с радиостанции на шифратор и дешифратор, В	1
Сигнал с шифратора и дешифратора на радиостанцию, В	2

Сопротивление изоляции между корпусом шифратора и корпусом сейсмостанции, МОм	.....	>1
Питание шифратора (12 В), А:		
во время дежурного приема	.....	≤0,1
во время работы	.....	≤1
Питание дешифратора (12 В), А:		
во время дежурного приема	.....	≤0,1
во время заряда взрывной машинки	.....	≤2
Габариты, мм:		
шифратора	.....	300 × 165 × 295
дешифратора	.....	300 × 165 × 295
Масса, кг:		
шифратора	.....	6
дешифратора	.....	7,8

Шифратор и дешифратор могут транспортироваться в установленном состоянии любым видом автотранспорта. Они стабильно работают в установленном состоянии при температуре в кузове автомашины 10 ± 50 °С и влажности до 95 %.

Технические данные взрывной машинки изложены в разделе «Источники тока для электрического взрывания».

Управляющая часть ССВ-1 — шифратор — обслуживается и управляется геофизиком-оператором сейсмостанции, прошедшим инструктаж по работе с данной системой. Исполнительная часть ССВ-1 — дешифратор со встроенной в него взрывной машинкой обслуживается и управляется взрывником, имеющим «Единую книжку взрывника», прошедшим инструктаж по работе с данной системой и сдавшим экзамены.

Принцип и последовательность работы системы заключается в четком взаимодействии шифратора и дешифратора.

В установленное время геофизик-оператор сейсмической станции и взрывник станции взрывного пункта производят следующие работы.

Геофизик-оператор, соблюдая правила техники безопасности, устанавливает сейсмическую станцию так, чтобы обеспечить хорошие условия для радиосвязи, поднимает антенну и включает радиостанцию на прием. В это же время взрывник, с учетом правил техники безопасности, устанавливает станцию взрывного пункта так, чтобы был хороший обзор места взрыва и опасной зоны, включает радиостанцию на прием.

Когда шифратор и дешифратор подготовлены к автоматической работе, с шифратора начинается передача сигнала «начало отсчета», передающегося кодом, представляющим собой определенную последовательность посылок, передаваемых методом частотной модуляции поднесущей звукового диапазона.

После выделения сигнала «начало отсчета» на дешифраторе запускаются точные кварцевые часы, и, начиная с этого момента, шифратор и дешифратор управляются каждый своими собственными часами. Шифратор переключает свою радиостанцию с передачи на прием, дает на сейсмическую станцию командную отметку момента. Дешифратор переключает свою радиостанцию с приема на передачу, инициирует сейсмическое

возбуждение. Сигналы отметки момента и вертикального времени выделяются дешифратором и передаются на шифратор методом частотной модуляции поднесущей звукового диапазона. Шифратор выделяет сигналы подтверждающей отметки момента и вертикального времени от момента измерения поднесущей и передает их на сейсмическую станцию для регистрации. Для большей достоверности сигналы отметки момента и вертикального времени передаются многократно через определенные промежутки времени в течение всей сейсмической записи.

После окончания цикла работы шифратор и дешифратор устанавливают свои радиостанции в режим приема и подготавливаются для связи.

Одним из основных вопросов в системе синхронизации возбуждения является точная согласованность по времени работы шифратора и дешифратора. Этот вопрос в данной системе решен прежде всего благодаря тому, что передача команды осуществляется задолго до исполнения самой команды. В свою очередь, это дало возможность передавать команду сложным сигналом большой длительности, что и позволяет при сигналах сравнительно небольшой мощности точно определить время команды. Активная пауза в коде и кварцевая стабилизация поднесущих также служат повышению помехоустойчивости.

Выполняемая последовательная работа всей системой в целом, шифратором и дешифратором в отдельности (см. рис. 46) приводится ниже.

Геофизик-оператор вызывает по радиосвязи взрывника и дает ему указание подготовиться к работе. Взрывник проверяет сопротивление боевой магистрали, цепи вертикального времени и сообщает геофизику-оператору о готовности к работе.

Геофизик-оператор включает сейсмическую станцию, а взрывник заряжает конденсаторы взрывной машинки, слышит поднесущую подготовки, передаваемую с шифратора, что свидетельствует о начале работы шифратора.

Геофизик-оператор дает команду «работаем», устанавливает шифратор в режим автоматической работы, при этом начинает передаваться поднесущая подготовки. На дешифраторе начинается выделение кода «начало отсчета» из передаваемого с шифратора кода, при этом взрывник слышит код.

Сейсмическая станция дает команду на шифратор, по которой начинает передаваться методом манипуляции поднесущей код приведения к началу отсчета. На дешифраторе из кода выделяется команда «начало отсчета» и запускаются часы, которые управляют всей дальнейшей работой дешифратора. Дается команда на переключение радиостанции с приема на передачу. Передается поднесущая, предшествующая отметке момента. На шифраторе часы определяют команду «начало отсчета» для шифратора. На дешифраторе производится инициирование возбуждения колебаний.

На шифраторе дается команда на переключение радиостанции с передачи на прием. На дешифраторе формируются сигналы отметки момента и вертикального времени, запоминаются и для увеличения помехоустойчивости многократно с интервалом в 200 мс передаются на шифратор.

На шифраторе дается команда на запись сейсмических данных сейсмической станцией. Сигналы отметки момента и вертикального времени, принятые с дешифратора, выделяются и передаются на сейсмическую станцию для регистрации.

Для получения полевых сейсмических материалов хорошего качества необходимо регулярно проверять техническое состояние ССВ-1.

Проверка производится после монтажа, ремонта или длительного хранения системы. Для этого автомашину (СВП-6) с дешифратором устанавливают над сейсмическим кабелем без сейсмоприемников в 10 м от сеймостанции. Кабель подключают к сеймостанции и устанавливают на ней наибольшую чувствительность на запись.

Переключатель рода работ дешифратора устанавливают в положение «тест». Включают радиостанции шифратора и дешифратора и проверяют наличие связи. По команде геофизика-оператора включают дешифратор. Геофизик-оператор готовит сеймостанцию для записи тест-фильма, записывает тест-фильм, при котором система ССВ-1 работает в режиме «тест». При этом к дешифратору боевая магистраль и линия вертикального времени не подключаются. Воспроизводится тест-фильм. На воспроизведенной записи не должны наблюдаться взаимные влияния между ССВ-1 и сеймостанцией. На записи должны быть четко зарегистрированы сигналы «командная отметка момента», подтверждающая «отметка момента», сигнал «вертикальное время» в режиме «тест» и повторы сигналов — подтверждающая «отметка момента» и «вертикальное время». Повторы должны производиться через 200 мс. Задержки сигнала подтверждающая «отметка момента» относительно сигнала «командная отметка момента» и сигнала «вертикальное время» в режиме «тест» должны соответствовать установленным на данном дешифраторе с погрешностью ± 1 мс.

Автомашина (СВП-6) с установленным на ней дешифратором отъезжает от сеймостанции на 10 км. Вновь производится запись тест-фильма в изложенной выше последовательности. При работе на таком расстоянии допускаются отдельные сбои в работе системы. Тест-фильм воспроизводится. Задержки сигналов подтверждающая «отметка момента» относительно сигналов «командная отметка» и «вертикальное время» не должны отличаться от полученных (на расстоянии 10 м) более чем на ± 1 мс.

Ежедневно перед началом работы необходимо проверить состояние радиосвязи. Одновременно с записью тест-фильма идентичности каналов сеймостанции проверяют работу си-

стемы ССВ-1 в режиме «тест». При этом боевую магистраль и линию вертикального времени к дешифратору не подключают. На воспроизведенном тест-фильме должны быть четко зарегистрированы сигналы «командная отметка момента», «отметка момента» и «вертикальное время». Повторы должны производиться через 200 мс. Задержки сигналов «отметка момента» и «вертикальное время» должны соответствовать установленным на данном дешифраторе с погрешностью ± 1 мс.

При эксплуатации системы ССВ-1 взрывник обязан твердо знать и строго выполнять требования «Единых правил безопасности при взрывных работах» и ниженазложенные указания.

Категорически запрещается следующее.

Оставлять дешифратор на пункте взрыва без присмотра.

Передавать ключ другому лицу или оставлять ключ в замочном гнезде взрывной машинки при подготовке очередного заряда или при необходимости отлучиться от взрывной машинки; рекомендуется ключ закрепить на цепочке и прикрепить к поясному ремню взрывника.

Вскрывать дешифратор на взрывном пункте; вскрывать дешифратор с взрывной машинкой с целью их осмотра или ремонта можно только в специальных ремонтных подразделениях геофизических организаций, причем эта работа должна поручаться лицам, имеющим соответствующую квалификацию.

Запрещается работать на дешифраторе, который установлен на автомашине, не имеющей устройства для снятия статического заряда (цепочки или специальной ленты).

Запрещается устанавливать дешифратор на расстоянии ближе 30 м от любых линий электропередач и ближе 60 м от линий электропередач с напряжением 220 кВ и выше.

При работе вблизи линий электропередач необходимо обеспечить хорошую изоляцию боевой линии; следить за тем, чтобы провода боевой магистрали были свиты, а сама магистраль не располагалась вдоль линии электропередач.

Запрещается работать вблизи линии электропередачи, если возможен наброс проводов боевой магистрали на провода линии электропередачи в результате взрыва.

Устанавливать дешифратор с радиостанцией на расстоянии ближе 30 м от любых линий электропередач.

Использовать систему во время грозы; антенна в этих условиях должна прижиматься к кузову автомашины.

Переезжать с места на место с поднятой антенной.

Работать на радиостанции во время зарядки ВМ и прокладки боевой линии; взрывнику передавать кому-либо ключ от помещения радиостанции.

Работать на радиостанции на расстоянии ближе 30 м от местонахождения взрывматериалов.

Использовать систему в поле без предварительной проверки ее работоспособности.

Работать в режиме «тест» с подключенной боевой линией.

При проверке взрывашинки на перегорание проволочки работать без защиты глаз очками.

Следует иметь в виду, что в момент взрыва в боевую линию подается импульс напряжением 600 В, поэтому во избежание несчастного случая необходимо для боевой линии использовать провода с исправной изоляцией, рассчитанной на напряжение не менее 600 В. Необходимо постоянно следить за состоянием проводов боевой линии и содержать их в исправности.

6. СТАНЦИЯ ВЗРЫВНОГО ПУНКТА, ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Станция взрывного пункта СВП-6 предназначена для перевозки взрывчатых веществ, средств взрывания и бригады взрывников (4 чел.) к месту производства взрывных работ при геофизических методах разведки.

СВП-6 смонтирована в специальном геофизическом кузове на шасси автомобиля ГАЗ-66 (рис. 49).

Кузов СВП-6 разделен перегородкой на два отсека: отсек для размещения взрывчатых веществ (А) и отсек для бригады взрывников (Б). Для предотвращения искрообразования пол отсека для взрывчатых веществ покрыт резиной или линолеумом, остальные металлические части изолированы резиной. Окна отсека оборудованы решетками.

В отсеке для бригады взрывников установлены: ящик 1 для инструмента и принадлежностей, крышка которого служит мягким сиденьем; на передней стенке размещена медицинская аптечка 2; в ящике 1 закреплен специальный изолированный металлический контейнер для электродетонаторов, доступ в который осуществляется с внешней стороны кузова через люк, расположенный с правой стороны и обеспеченный замком. С наружной лобовой стороны кузова установлен радиодинамик 3.

СВП-6 оснащена двумя огнетушителями, из которых один (4) установлен на кабине водителя с левой стороны и второй (5) — в отсеке бригады взрывников.

Для подачи звуковых сигналов в период проведения взрывных работ станция оборудована сигнальной сиреной 6, которая включается с помощью тумблера, расположенного в кабине водителя на передней панели. В кабину водителя можно подавать сигналы. Сигнализатор (зуммер) включается с помощью кнопок, расположенных на пульте в отсеке взрывников и на заднем борту кузова автомобиля.

Для освещения рабочей площадки и запретной зоны при проведении работ в ночное время станция снабжена фарой поворотной 7, установленной с помощью кронштейна на заднем борту кузова.

Отопление в холодное время года отсека взрывников осуществляется обогревателем, который установлен на передней

стенке рядом с ящиком 1. Отопитель включается с помощью тумблера, расположенного на пульте управления в кабине водителя. Катанка с проводами и взрывной магистралью при работе устанавливается в кронштейне, расположенном с правой внешней стороны кузова.

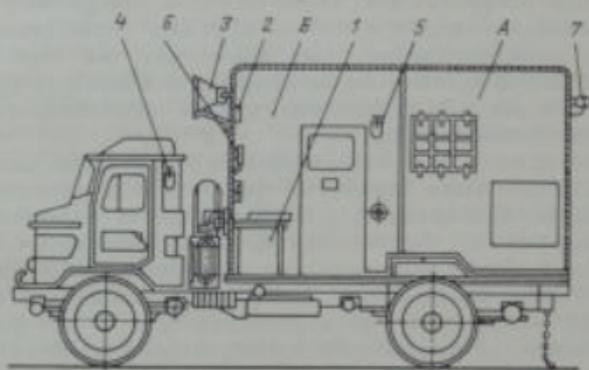


Рис. 49. Станция взрывного пункта СВП-6

Отсек для бригады взрывников обеспечен аварийным выходом размером не менее 640×600 мм.

Глушитель автомобиля оборудован выпускной трубой с выводом в сторону радиатора.

Топливный бак оборудован защитой (кожухом) со стороны днища и боков.

Станция обеспечена противооткатными упорами.

На боковых бортах кузова по диагонали нанесена красная полоса шириной 150 мм.

На переднем и заднем бортах кузова крупным шрифтом написано «Опасно!».

Станция укомплектована знаками опасности и таблицами информации.

Скорость движения станции при перевозке ВМ не должна превышать 40 км/ч, а в пыли, при тумане и во время пурги — 20 км/ч.

На станции разрешается перевозить 1000 кг взрывчатых веществ, 300 электродетонаторов. Масса станции в нагруженном состоянии составляет 5750 кг.

На станциях с установленными системами синхронизации возбуждения ССВ-1 перевозка ВМ запрещается.

До выезда из гаража водитель и автомеханик обязаны убедиться в полной технической исправности автомобиля, в наличии всего предусмотренного оборудования, приспособлений и медицинской аптечки для СВП-6. После проверки автомобиля

автомеханик должен в путевом листе записать: «Автомобиль проверен и пригоден для перевозки взрывчатых веществ».

Водитель допускается к управлению станцией взрывного пункта только после прохождения специального инструктажа о правилах перевозки ВМ и сдачи экзаменов. С момента подачи СВП-6 под погрузку ВМ и до полного завершения рабочей смены водитель входит в состав бригады взрывников и подчиняется непосредственно тому взрывнику, на имя которого выписана наряд-путевка на производство взрывных работ.

Загрузка станции взрывного пункта производится в следующей последовательности.

В первую очередь в отсек бригады взрывников укладывают в специальный ящик приборы, инструменты, приспособления и материалы, необходимые для производства взрывных работ. Затем укладывают в специальный отсек взрывчатые вещества так, чтобы в пути следования они не смещались. В последнюю очередь в деревянные ящики — с мягкой облицовкой внутри — осторожно укладывают электродетонаторы с закороченными проводниками, вставляют эти ящики в металлический контейнер и закрывают замком.

Разгрузка станции взрывного пункта производится в обратной последовательности.

В связи с тем что в последние годы произошли коренные изменения в методике и технологии проведения взрывных работ, а также в оснащении бригад взрывников новой техникой, перечень разрозненного вспомогательного оборудования резко сократился. Источники тока, контрольно-измерительные приборы, средства связи, линии из проводников для передачи на сеймостанцию вертикального времени объединены в одну компактную систему (ССВ-1), установленную постоянно на одной из станций взрывных пунктов в каждой сейморазведочной партии. Система ССВ-1, позволившая свести к минимуму необходимое для работы вспомогательное оборудование, привела и к перестройке функций и обязанностей бригад взрывников. Одна бригада постоянно находится только на отстреле уже подготовленных к взрыванию зарядов. В распоряжении бригады имеется система синхронизации возбуждений ССВ-1, в то же время полностью отсутствуют ВМ и какие-либо другие приспособления. Остальные бригады ведут с некоторым опережением зарядку пунктов возбуждения взрывчатыми веществами и осуществляют охрану их в рамках запретной зоны.

Бригады взрывников, занятые подготовкой зарядов и оснащением их электродетонаторами по мере отстрела, обеспечены радиостанциями для связи с геофизиком-оператором и между бригадами взрывников, кусачками, ножами, часами, лопатами, шпатель, лентой изоляционной, проводами, предупредительными знаками и всем необходимым для производства взрывных работ.

7. ПОГРУЖАТЕЛИ ЛИНЕЙНЫХ ЗАРЯДОВ

В настоящее время в сейсморазведке используются различные технические средства для укладки в грунт непрерывных линейных зарядов. Эти средства принято называть погружателями, укладчиками и взрывными устройствами. Они различаются по своей конструкции, технологии работ и условиям применения, поэтому их разделяют на фрезерные и ножевые.

Фрезерные устройства применяют для разрушения мерзлого и большой плотности грунта с удалением его на поверхность и образованием траншей, в которые укладывают линейные заряды с последующей засыпкой грунтом.

Ножевые устройства разрезают грунт без нарушения его структуры и погружают линейные заряды на заданную глубину, а также погружают заряды под снег и укладывают их на открытую поверхность земли.

Фрезерные погружатели имеют низкую производительность, а их фрезы быстро изнашиваются, они нарушают природную структуру грунта, перемешивая гумусный слой с неплодородным грунтом, и поэтому почти не находят применения в сейсморазведке.

Ножевые погружатели сохраняют плодородный слой почвы, обладают надежностью в работе и высокой производительностью.

Наиболее широкое применение получил ножевой погружатель детонирующего шнура ПДШ-1, разработанный опытно-методической партией треста «Грознефтегеофизика» под руководством В. К. Булаткина, выпускаемый серийно Геофизической ремонтно-комплектовочной конторой того же треста. Когда создавался ПДШ-1, предусматривалось использовать в качестве линейных зарядов только различные марки детонирующих шнуров, поэтому он и стал так называться. В настоящее время в линейных зарядах используется водосодержащее ВВ типа акванала АМШ, разрабатываются и другие ВВ для этих целей, поэтому будет более правильным называть его в дальнейшем погружателем линейных зарядов. Он используется шире, чем предсказано его создателями.

Основными узлами погружателя линейных зарядов являются: рама, нож, узел смотки, опорные колеса, катушка (рис. 50).

Рама (рис. 51) — сварной конструкции. Она состоит из трех прямоугольных труб — поперечин 1, соединенных щеками 2, 3. Щеки имеют отверстия для крепления ножей. К внешним щекам 2 крепятся также опорные колеса. К задней части щек приварена подставка 4 с отверстиями для крепления узлов смотки.

К раме приварен защитный экран, который предназначен для защиты обслуживающего персонала при случайном взрыве заряда. Защитный экран изготовлен из стального листа тол-

шиной 8—14 мм и имеет форму клина-рассекателя. К задней поперечине приварен уголок 5 с отверстиями для крепления доски.

Нож (рис. 52)— основной рабочий орган ПЛЗ. Осуществляет укладку заряда на определенную глубину. Он состоит из полотна 1, к которому крепятся долото 2, лезвие 3 и трубопро-

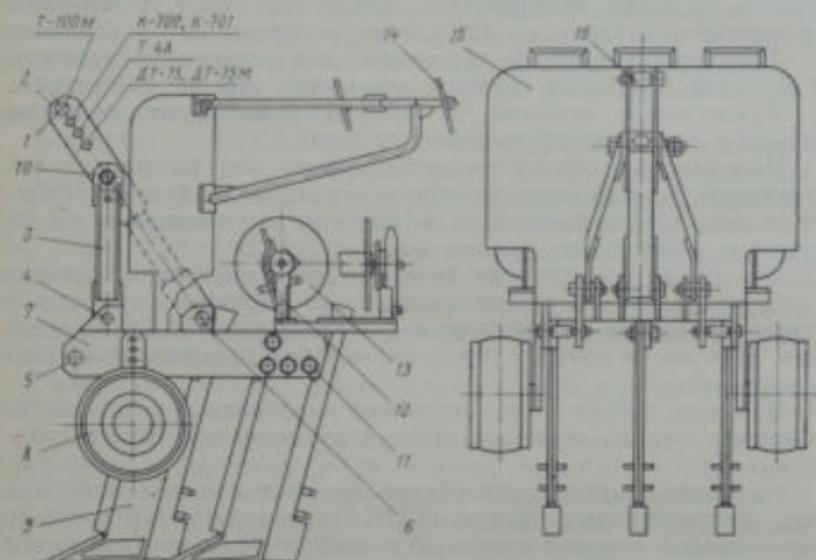


Рис. 50. Погружатель линейных зарядов:

1, 4—5 — пальцы; 2 — раскос; 3 — стойка; 7 — рама; 8 — колесо опорное; 9 — нож; 10, 11 — болты; 12 — узел смотки; 13 — катушка; 14 — зеркало; 15 — защитный экран; 16 — втулка

вод 4. Трубопровод прямоугольного сечения крепится сваркой к тыльной части полотна ножа. Верхняя часть трубопровода имеет форму воронки. Нижняя часть трубопровода оснащена съемным сектором 5, который крепится болтами. К тыльной части трубопровода приварены скобы — рыхлители грунта 6.

Узел смотки (рис. 53) предназначен для подачи линейных зарядов во время работы. Конструкция узла обеспечивает согласованность размотки заряда со скоростью движения трактора и не допускает его инерционной размотки при резком изменении скорости, а также в случае порыва заряда.

Узел смотки состоит из основания 6, к которому приварены две стойки 5. Щеки 7, приваренные к стойкам 5, имеют пазы, в которые устанавливается катушка. На осях, приваренных к стойкам 5, установлены тормозные рычаги 4, соприкасающиеся при работе с тормозными шкивами катушки. Усилие торможения регулируется натяжением пружины 1 за счет из-

Рис. 51. Рама.

I — одноножковой вариант; II —
двуножковой вариант; III — трех-
ножковой вариант;

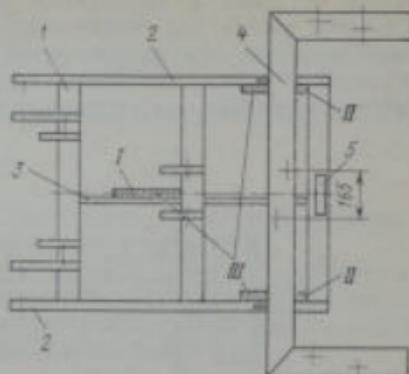


Рис. 52. Нож

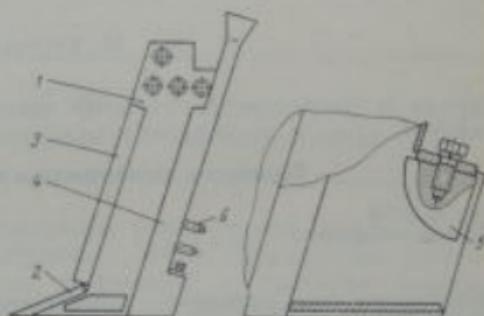
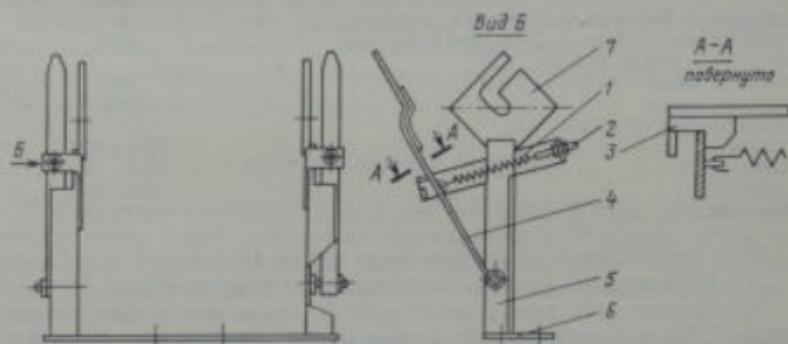


Рис. 53. Узел смотки



менения длины вылета шпильки 2. Упор 3 служит для удержания тормозного рычага 4 в нерабочем положении при снятии катушки.

Катушка (рис. 54) служит для установки в ней предварительно подготовленной бухты линейного заряда. Она состоит

из оси 1, щеки 2, сердечника 3, гайки 4 и съемной щеки 5. Катушка имеет два тормозных шкива, на наружную поверхность которых опираются тормозные рычаги узла смотки. Для установки бухты линейного заряда съемная щека 5 навинчивается по резьбе, из сердечник 3 надевается бухта линейного

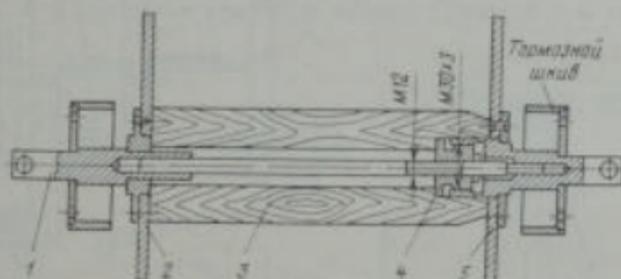


Рис. 54. Катушка

заряда и закрепляется съемной щекой 5 навинчиванием на гайку 4.

Технические характеристики погрузателя

Тип изделия	Навесное
Тяговые средства	Трактор ДТ-75, ДТ-75М, Т-4А, Т-100М, К-700, К-701
Максимальное число одновременно устанавливаемых ножей	3
Глубина укладки линейного заряда, мм	350, 400, 450, 500, 550, 600
Допустимая скорость укладки ЛЗ, км/ч	6
Оптимальная глубина погружения ножа, мм	400
Расстояние между ножами, мм:	
минимальное	380
максимальное	700
Габариты (без трактора), мм:	
длина	1540±100
ширина	1440±100
высота	1900±100
Масса, кг	800±50

При использовании погрузателя запрещается:

- производить работы в грунтах категории выше II;
 - производить какие-либо работы по ремонту или регулировке ПЛЗ в поднятом положении и при установленной катушке с линейным зарядом;
 - становиться на раму и рабочие органы во время работы.
- Все работы, связанные с заправкой ПЛЗ, следует производить при опущенном на грунт ноже.

Для перемещения ПЛЗ используется трактор с исправной гидравлической системой.

Трактор должен иметь:

а) искрогаситель на выхлопной трубе;

б) два красных флажка, закрепленных на наружной поверхности кабины;

в) два огнетушителя, расположенных в держателях на наружной поверхности кабины;

г) два зеркала заднего вида;

д) звуковой сигнал.

Детали ПЛЗ, пришедшие в негодность в процессе эксплуатации, должны быть заменены.

Трубопровод для линейных зарядов должен систематически осматриваться и прочищаться. При обнаружении износа сектора от протяжки зарядов он должен быть заменен во избежание заедания и обрыва заряда при укладке.

Правила укладки линейных зарядов в грунт излагаются в разд. 6 гл. VII.

ГЛАВА VI

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

В практике сейсморазведочных работ применяются следующие методы и способы взрывных работ: скважинные, шпуровые, шурфовые, наружные, водоемные и линейные заряды, группирование зарядов и способы их взрывания, основанные на использовании электродетонаторов. Все методы взрывных работ предназначены для возбуждения сейсмических волн в горных породах; они различаются между собой по условиям расположения зарядов, технологии работ и, частично, по форме зарядов. Преимущественно используются шпуровые, линейные и скважинные заряды.

1. СКВАЖИННЫЕ ЗАРЯДЫ

Метод скважинных зарядов заключается в том, что на пикете взрыва бурят скважину определенной глубины и на ее забой помещают заряд ВВ для взрывания (рис. 55). Метод является оптимальным и применяется для возбуждения сейсмических волн всех типов.

Если в горнорудной и строительной промышленности метод скважинных зарядов применяют для получения строительных материалов, добычи полезных ископаемых методом уступов или для производства взрывов на выброс при строительстве железных и шоссейных дорог в горных районах, то при сейсмической разведке этим методом достигается максимальное использование выделенной взрывом энергии для создания упру-

гих колебаний в твердых частицах пород. Последнее обеспечивается погружением заряда ВВ в скважину на большую глубину от земной поверхности и хорошей закупоркой водой или глинистым раствором. С глубиной скважины увеличивается давление жидкости на забой скважины и заряд, тем самым уплотняется закупорка заряда и соответственно повышается эффективность использования энергии, выделенной взрывом.

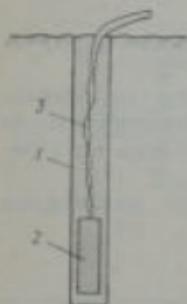


Рис. 55. Скважинный заряд.

1 — скважина; 2 — заряд ВВ; 3 — взрывная магистраль

Основными факторами, определяющими мощность упругой волны взрыва заряда ВВ, помещенного в скважине, являются: среда, в которой размещен заряд, его масса и состав ВВ, глубина и диаметр скважины, уровень жидкости, заполняющей ствол скважины, и форма заряда. При скважинных взрывах применяются заряды двух видов: сосредоточенные и удлиненные. Наибольшую эффективность имеют сосредоточенные заряды.

Для размещения зарядов бурят взрывные скважины в основном станками вращательного действия. Глубины скважин колеблются в пределах 5—100 м, а в отдельных случаях достигают 200 м при диаметре 88—150 мм.

2. ШПуровые заряды

Метод шпуровых зарядов основан на введении зарядов в цилиндрические углубления (шпур) диаметром менее 75 мм и глубиной менее 5 м (рис. 56) и получил применение в сейсморазведке при группировании 15 зарядов малой массы и более, располагаемых в шпурах на глубине 1,5—2 и реже 4,5 м. В редких случаях он используется для корчевания пней на линии профиля и других вспомогательных работ, связанных с решением основных задач сейсморазведки.

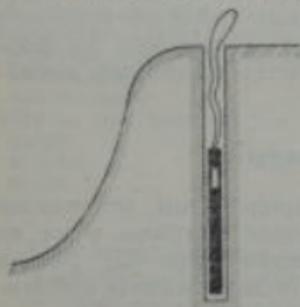


Рис. 56. Шпуровой заряд

3. Шурфовые заряды

При методе шурфовых зарядов в неглубокую вертикальную выработку, имеющую непосредственный выход на земную поверхность, помещают заряд ВВ для взрыва (рис. 57). Метод может быть применен при любых сейсмических наблюдениях, в основном для исследования зон малых скоростей.

Возбуждение упругих волн методом шурфовых зарядов производится на разведочных площадках, не доступных для

использования других более эффективных методов по условиям рельефа местности и характера грунтов. Широко применяется этот метод при изучении зон малых скоростей методом преломленных волн, когда масса заряда ВВ колеблется в пределах 0,3—3 кг. В этом случае метод шурфовых зарядов экономичен из-за простой технологии работ. Метод шурфовых за-

Рис. 57. Шурфовые заряды.

Выработка шурфа произведена: а — взрывками зарядов ВВ; б — экскаватором; 1 — взрывчатое вещество

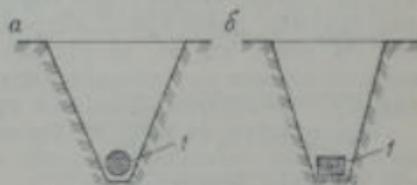
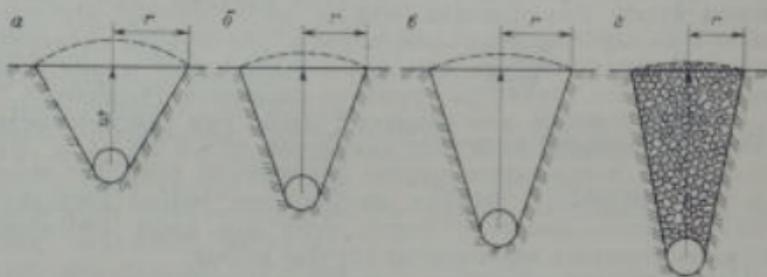


Рис. 58. Шурфы:

а — усиленный выброс; б — нормальный выброс; в — уменьшенный выброс; г — камуфлет



рядов может применяться и при других условиях сейсмических наблюдений, если он экономичнее и эффективнее других методов.

В горнорудной промышленности взрывы зарядов в шурфах используются для добычи полезных ископаемых. По результатам действия взрывов, дроблению и выбросу породы (горна) различают четыре основных вида выбросов: усиленный, нормальный, уменьшенный и выпирающего действия (камуфлет). Чтобы представить себе эти виды, следует расположить четыре заряда ВВ одинакового сорта и массы на разной глубине в шурфах с одинаковой крепостью пород и произвести взрыв (рис. 58).

Результат взрыва определяется прежде всего кратчайшим расстоянием от центра заряда до земной поверхности — линией наименьшего сопротивления ω (ЛНС). При постепенном увеличении ЛНС радиус выброса воронки сокращается и доходит до нуля. Отношение радиуса воронки к линии наименьшего сопротивления (r/ω) называется показателем действия взрыва (n).

При усиленном выбросе радиус воронки больше линии наименьшего сопротивления ($n=r/\omega > 1$). Нормальный выброс

характеризуется равенством радиуса воронки и линии наименьшего сопротивления ($n=1$). При уменьшении выброса радиус воронки меньше линии наименьшего сопротивления ($n<1$). Дальнейшее увеличение линии наименьшего сопротивления приводит к созданию камуфлета.

Сосредоточенный заряд ВВ, помещенный в однородной плотной среде, создает при взрыве волну давления и производит ударное, равномерно направленное во все стороны действие. В этом случае возрастает коэффициент использования энергии взрыва на создание упругих колебаний в горных породах. Он значительно выше, чем при взрывах наружных зарядов.

Как следует из рис. 58, увеличение линии наименьшего сопротивления позволяет полнее использовать энергию взрыва для создания упругих волн.

Выработка шурфов для помещения основных зарядов ВВ осуществляется взрывами небольших зарядов или механическим путем. Как правило, шурфы, выработанные взрывами небольших зарядов, менее эффективны, чем шурфы, сделанные механическим путем, так как при взрывах даже малых зарядов нарушается структура грунта и создаются трещины.

Размеры шурфов для взрывных работ при сейсморазведке достигают глубины 1—5 м с диаметром устья 1,5—4 м. Как исключение, встречаются шурфы значительно больших размеров. Для взрывов в шурфах применяются только сосредоточенные заряды, имеющие форму куба или шара, способные при взрыве создать интенсивные упругие волны.

Использование шурфовых зарядов целесообразно в пустынных и заболоченных районах.

4. НАРУЖНЫЕ ЗАРЯДЫ

Отличительная черта метода наружных зарядов заключается в том, что заряд ВВ помещают не внутри горной выработки, а на поверхности земли (рис. 59.) Метод может быть применен при любых сейсмических наблюдениях, за исключением метода поперечных волн.

Метод наружных зарядов применяется на разведочных площадях, где по различным условиям и, в частности, рельефом, нет возможности использовать более эффективный и экономически выгодный источник возбуждения.

Метод характеризуется простотой и быстрым производством работ, так как не требуется опускать заряд в скважину или



Рис. 59. Наружный заряд

размещать в шурфе. Однако расход ВВ при методе наружных зарядов увеличивается в 10—12 раз против метода скважинных зарядов, поэтому он применяется в исключительных случаях.

При методе наружных зарядов могут использоваться сосредоточенные, удлиненные, линейные и заряды различной формы, размещенные в воздухе или на поверхности земли.

5. ВОДОЕМНЫЕ ЗАРЯДЫ

Метод водоемных зарядов состоит в том, что заряд ВВ взрывают подвешенным в воде или погруженным на дно водоема — реки, озера, моря и т. п. (рис. 60). Этот метод применяется в исключительных случаях с разрешения Госрыбнадзора, когда полностью отсутствуют возможности использования других известных взрывных и невзрывных источников возбуждения.

При работе методом водоемных зарядов не требуется каких-либо горных выработок для размещения зарядов.

Вода является хорошим забоечным материалом, поэтому на глубине 5—7 м эффективность взрыва заряда возрастает в 5 раз по сравнению с методом наружных зарядов и более чем в 6 раз — с взрывами зарядов, размещенных в воздухе. В морской воде коэффициент взрыва заряда возрастает в зависимости от солености воды.

В методе водоемных зарядов применяются как одиночные, так и групповые заряды сосредоточенного действия, обладающие наибольшей мощностью для создания упругой волны.

При взрывах в водоемах поперечные волны не возбуждаются.

6. ЛИНЕЙНЫЕ ЗАРЯДЫ

Главной определяющей особенностью метода линейных зарядов является расположение в грунте одного или нескольких непрерывных линейных зарядов с одинаковой навеской на единицу длины и протяженностью от нескольких десятков до сотен метров, находящихся на одинаковой глубине относительно земной поверхности (рис. 61).

Метод линейных зарядов обладает направленным действием взрыва, что повышает

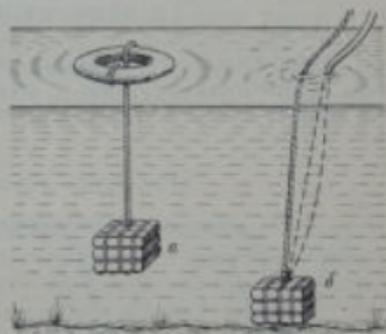


Рис. 60. Водоемные заряды:
а — подвешенный; б — погруженный на дно водоема.

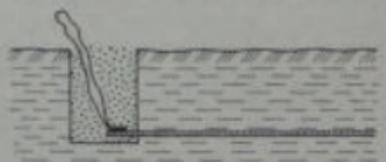


Рис. 61. Линейный заряд

интенсивность полезного сигнала и снижает уровень помех. Он позволяет возбуждать все типы сейсмических волн (продольные, поперечные, обменные) и является перспективным для развития многоволновой сейсморазведки.

Метод линейных зарядов экономически, обеспечивает получение полевых сейсмических материалов высокого качества, технологичен, высокопроизводителен и отвечает требованиям охраны окружающей среды.

7. ГРУППИРОВАНИЕ ЗАРЯДОВ

Группированием зарядов называется расположение нескольких одиночных зарядов в одинаковых условиях и соединение их между собой в одну или несколько групп с помощью дето-

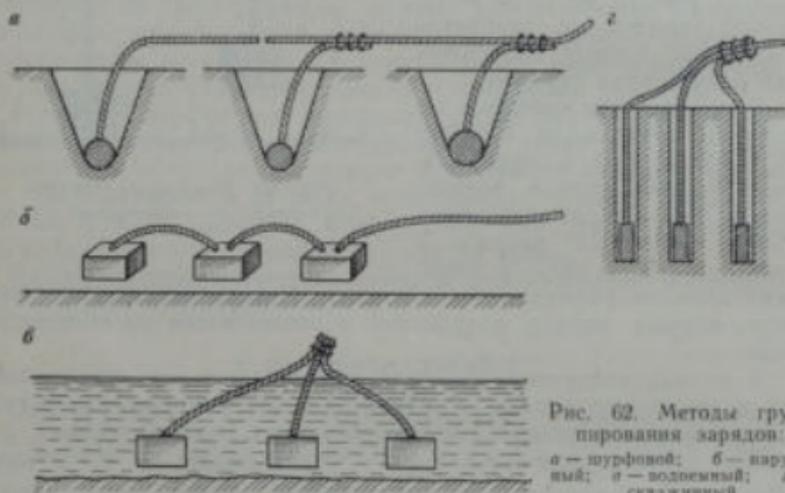


Рис. 62. Методы группирования зарядов:
 а — шурфовой; б — наружный;
 в — водоемный; г — скважинный

нирующего шнура или электродетонаторов мгновенного действия для одновременного взрывания (рис. 62). Группирование используется при взрывании скважинных, шпуровых, шурфовых, наружных, линейных и водоемных зарядов. Наиболее широкое применение в практике находит группирование шпуровых и скважинных зарядов. Нередко энергии взрыва одиночных зарядов не хватает для получения достаточно интенсивных полезных волн, а возможности повышения чувствительности сейсмической аппаратуры исчерпаны. В таких случаях группирование зарядов становится необходимостью и может оказаться единственным средством для решения поставленных геологических задач.

По возможным формам группирование зарядов относительно профиля работ подразделяют на продольное, поперечное, площадное и др.

В основном используется продольное группирование зарядов.

8. СПОСОБЫ ВЗРЫВАНИЯ ЗАРЯДОВ

В сейсмических партиях применяют следующие способы взрывания зарядов: электрический, детонирующим шнуром и с помощью промежуточного детонатора. Электрический способ взрывания является основным и используется самостоятельно, а взрывание детонирующим шнуром выполняется с помощью электродетонатора.

Электрический способ взрывания

Электрический способ взрывания осуществляется электродетонаторами только мгновенного действия, так как момент взрыва заряда ВВ регистрируется на сейсмограмме для определения прихода преломленной или отраженной волны с точностью до 0,001 с. Сущность электрического способа взрывания состоит в том, что в момент прохождения электрического тока через мостик накалывания электродетонатора капля воспламенительного состава мгновенно вспыхивает и воспламеняет инициирующее ВВ, которое возбуждает детонацию в основном заряде. При этом способе взрывания необходимо иметь электродетонаторы, проводники (взрывную магистраль), источник электрического тока (взрывную машинку) и контрольный прибор (миллиамперметр).

Электрический способ взрывания характерен тем, что группы зарядов можно взрывать одновременно. Этот способ позволяет осуществлять взрывание заряда или группы зарядов с расстояний, обеспечивающих безопасность взрывника; при этом гарантируется успешность производства взрыва, так как возможно проверить приборами пригодность электродетонатора и исправность электровзрывной и моментной сетей. Взрывы зарядов можно производить в точно установленное время, что необходимо для сейсмических наблюдений.

В комплекс электрического способа взрывания входят: работы по изготовлению взрывной магистрали и участков проводов при взрывании групповых зарядов, проверка и подбор по сопротивлению электродетонаторов, изготовление патронов-боевиков или введение в заряд электродетонаторов, размещение зарядов и закупорка их, проверка электросетей после отхода персонала в безопасное место и взрывание зарядов по команде геофизика-оператора.

Электродетонаторы, предназначенные для группового взрывания, перед выдачей взрывникам должны подвергаться тщатель-

ному наружному осмотру, проверяться на проводимость тока и подбираться по сопротивлению с помощью электронизмерительных и контрольных приборов. Вводить в заряды ВВ непроверенные электродетонаторы запрещается.

Проверять электродетонаторы на проводимость тока необходимо для того, чтобы в боевики или в заряды не были вставлены электродетонаторы с неисправным мостиком накаливания, а подбирать по сопротивлению, чтобы предотвратить включение в электрическую сеть группы зарядов электродетонаторов, резко различающихся по сопротивлению. Подбор по сопротивлению производится с таким расчетом, чтобы разница сопротивлений электродетонаторов в группе не превышала 0,3 Ом для электродетонаторов с константовым мостиком накаливания и 0,5 Ом — с нихромовым мостиком. Для электродетонаторов с константовым мостиком диаметром 50 мкм гарантийная величина переменного тока группового воспламенения равна 2,5 А, а постоянного тока — 1,8 А при продолжительности воздействия не менее 10 мс.

Электродетонаторы на проводимость тока проверяют миллиамперметром, входящим во взрывную машинку, а сопротивление измеряют линейным мостиком Р-353. Все контрольно-измерительные электроприборы, применяемые для проверки проводимости и сопротивления электродетонаторов, а также электровзрывной цепи, должны давать в сети ток не более 50 мА. В условиях сейсмической разведки электродетонаторы проверяются и подбираются до выдачи их взрывникам в специальном помещении на складе ВМ. Электродетонатор размещают за щитом из досок толщиной не менее 100 мм с противоположной стороны от взрывника или помещают в металлическую футерованную трубу. Расстояние от места расположения электродетонатора до проверяющего определяется длиной проводников электродетонатора.

При проверке у взрывника должно быть не более 100 электродетонаторов, размещенных в деревянном ящике, обитом внутри войлоком. Ящик помещается в стороне от места работы. Электродетонаторы с поврежденными мостиками накаливания уничтожаются в порядке, установленном «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» [5]. Электродетонаторы же с большей разницей в сопротивлении используются для одиночных взрывов зарядов. Не следует применять для одновременного взрывания в одной сети электродетонаторы из разных упаковок (коробок) и разных заводов-изготовителей, так как электродетонаторы резко различаются по сопротивлению, что может привести к отказам.

При электрическом способе взрывания используют главным образом специальные сейсмические электродетонаторы ЭДС. Электродетонаторы мгновенного действия ЭД-8-Э по качеству и устройству близки к ЭДС и также применяются в сейсморазведке.

По различным обстоятельствам (отсутствие ЭДС, нечеткость отметки момента и др.) некоторые сейсмические партии для регистрации момента взрыва применяют отдельную моментную магистраль, разрыв в которой происходит не от перегорания мостика накалывания электродетонатора, а непосредственно от взрыва заряда.

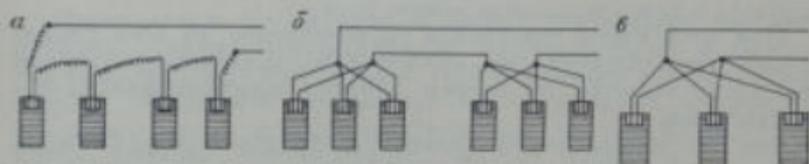


Рис. 63. Схемы соединений электрических взрывных сетей: а — последовательная; б — смешанно-групповая; в — параллельная

При взрывании группы зарядов электрическим способом применяются следующие основные схемы соединений электрических взрывных сетей: последовательная, смешанно-групповая и параллельная (рис. 63).

Наиболее приемлема схема последовательного соединения (см. рис. 63, а). При этой схеме требуется ток меньшей величины, чем при параллельной и смешанно-групповой. При последовательной схеме детонаторные проводники соседних электродетонаторов соединяют между собой, а оставшиеся два свободных конца крайних электродетонаторов присоединяют к взрывной магистрали, идущей к источнику тока (взрывной машинке). Эта схема удобна при большом расстоянии между зарядами и экономична в расходе проводников. Последовательному соединению предшествует тщательная проверка исправности мостиков накалывания и подбор электродетонаторов по сопротивлению, что гарантирует безотказный взрыв группы зарядов.

При последовательном соединении общее сопротивление взрывозрывной сети равно сумме отдельных сопротивлений проводников взрывной магистрали и электродетонаторов, иногда с наращенными участковыми проводами:

$$I = U / (R + R_1 n),$$

где I — сила тока, А; U — напряжение тока на выходе взрывной машинки, В; R — сопротивление взрывной магистрали и соединительных (участковых) проводников, подводящих ток к электродетонаторам, Ом; R_1 — сопротивление одного электродетонатора с проводниками, Ом; n — число электродетонаторов в сети.

При параллельной схеме соединений два пучка электродетонаторных проводников присоединяют к концам взрывной магистрали (см. рис. 63, в). При этом одни концы электроде-

тонаторов соединяют и подключают к одному концу взрывной магистрали, а другие также соединяют и подключают к другому концу взрывной магистрали. Если заряды располагаются далеко один от другого, то проводники электродетонаторов наращивают участковыми проводами. Параллельная схема в сейсморазведке может применяться только при небольшом числе электродетонаторов в сети, так как в противном случае необходим более мощный источник тока.

При этой схеме соединений сопротивление во всех параллельных ответвлениях сети должно быть одинаковым, так как ток распределяется по ветвям обратно пропорционально сопротивлению.

Ток при параллельном соединении определяется по формуле

$$I = \frac{U}{R + R_1/n}$$

Схема смешанно-группового соединения комбинируется из последовательной и параллельной схем и, в свою очередь, разделяется на две основные схемы — параллельно-последовательную и последовательно-параллельную (см. рис. 63, б).

В случае параллельно-последовательной схемы соединения электродетонаторы включаются в группы параллельно, а группы между собой — последовательно. При таком соединении ток в проводах взрывной магистрали и в группах участков проводов всегда одинаковой величины. Ток рассчитывают по формуле

$$I = \frac{U}{R + mR_1/n}$$

где n — число электродетонаторов в одной группе; m — число групп электродетонаторов в сети.

В каждый электродетонатор поступает ток, зависящий от увеличения или уменьшения числа электродетонаторов, соединенных в группе параллельно.

При схеме последовательно-параллельного соединения в каждой группе электродетонаторы соединяются между собой последовательно, а отдельные группы включаются в сеть параллельно. Ток рассчитывают по формуле

$$I = \frac{U}{Q + nR_1/m}$$

Приведенные выше формулы являются основными для расчета и определения тока при различных схемах соединения электровзрывных сетей.

Взрывы осуществляют специальными взрывными машинками, в паспортах которых указаны сила тока и напряжение, а также число электродетонаторов, которые возможно одно-

временно подорвать при определенном сопротивлении электро-взрывной цепи. При этом следует подсчитать только омическое сопротивление взрывной магистрали, которое не должно превышать сопротивления, указанного в паспорте машинки.

Взрывание детонирующим шнуром

Применением детонирующего шнура достигается одновременность подрыва группы зарядов, что гарантирует возбуждение качественных упругих волн. При взрывании детонирующим шнуром заряды ВВ детонируют непосредственно от введенных в них концов детонирующего шнура без капсулей-детонаторов. Отрезки детонирующего шнура, соединенные в единую сеть, детонируют от капсуля-детонатора или электродетонатора, а при сейсморазведке начальным импульсом для детонации является только электродетонатор, расположенный кумулятивной выемкой в направлении смонтированной сети детонирующего шнура по ходу детонации. Для обеспечения полной детонации необходимо вводить в заряды из порошкообразных ВВ отрезки детонирующего шнура с двумя-тремя узлами на концах, а при работе с прессованными ВВ в форме шашек следует делать шнуром три-четыре кольца вокруг шашки (боевика или заряда), а конец вставлять в отверстие шашки.

Взрывание детонирующим шнуром значительно сокращает опасность работ, которая существует при взрывании зарядов ВВ с введенным в них электродетонатором. Детонирующий шнур обеспечивает одновременный взрыв серии зарядов.

Комплекс работ при взрывании детонирующим шнуром включает: раскладку и соединение взрывной сети детонирующего шнура, изготовление патрона-боевика, зарядание, забойку и возбуждение детонации. Взрывание серии зарядов детонирующим шнуром осуществляется по основным схемам соединения: последовательной, параллельной и пучковой (рис. 64).

При последовательном соединении зарядов детонирующим шнуром (см. рис. 64, а) основная магистраль шнура одним концом вводится в первый заряд, а затем последовательно все заряды соединяются между собой отдельными отрезками детонирующего шнура. От взрыва электродетонатора детонирует основная магистраль детонирующего шнура, от которой взрывается первый заряд ВВ, а затем взрывается каждый последующий заряд от детонации соответствующего отрезка детонирующего шнура, вызванной взрывом предыдущего заряда. Такое соединение позволяет взрывать одновременно большое число зарядов при малом расходе детонирующего шнура. Оно применяется при методе воздушных и накладных зарядов для взрывания группы зарядов, размещенных в линейку.

При параллельном соединении зарядов (см. рис. 64, б) рядом с зарядами прокладывается основная магистраль шнура и к ней подсоединяются отдельные отрезки шнура, выведенные

из зарядов. Эта схема соединения группы зарядов может применяться при всех методах взрывных работ.

При пучковом соединении зарядов детонирующим шнуром (см. рис. 64, а) выходящие из зарядов отрезки детонирующего шнура собираются в один пучок и присоединяются к основному

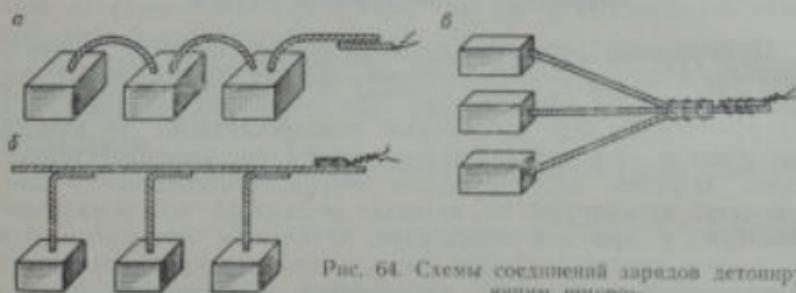


Рис. 64. Схемы соединений зарядов детонирующим шнуром

магистральному шнуру. Такое соединение можно рекомендовать при методе скважинных зарядов.

При всех схемах соединения зарядов детонирующим шнуром взрывание сети производится электродетонатором, прикрепленным к одному концу основной магистрали шнура (рис. 65, а). Детонирующий шнур работает безотказно, если правильно произведены соединение и раскладка шнура, согласно схеме рис. 65, б, без перегибов, петель, острых углов и пересечений.

Основной магистральный шнур следует прокладывать по прямой линии, а при необходимости изгибов его — полукругом (рис. 66). Отрезки детонирующего шнура, отходящие от зарядов ВВ, должны присоединяться к основному магистральному шнуру так, чтобы торцовая их часть лежала в направлении, противоположном детонации магистрального шнура, а продолжение отрезков к зарядам совпадало с направлением распространения детонации по шнуру основной магистрали. В местах пересечения отрезки детонирующего шнура должны разделяться между собой прокладками толщиной не менее 10 см. Участок соприкосновения двух отрезков детонирующего шнура при накладном соединении должен быть не менее 10 см по длине шнура (см. рис. 65, б). Шнур в местах накладывания скрепляют при помощи шпагата, веревки или изоляционной ленты, которые плотно затягиваются вокруг шнура витком к витку.

При взрывах в скважинах детонирующий шнур необходимо прочно крепить к зарядам. Опускать заряды ВВ с прикрепленным к ним детонирующим шнуром на забой скважины разрешается только с помощью шпагата, веревки или проводов. Концы детонирующих шнуров, выходящих от зарядов на земную поверхность, необходимо прикреплять к специальным ко-

лышкам, вбитым в грунт недалеко от устья скважины. Чтобы обеспечить полноту взрыва скважинного удлиненного заряда, нужно пропустить детонирующий шнур по всей длине заряда.

Сети детонирующего шнура при температуре воздуха 30 °С и более необходимо защищать от действия солнечных лучей. Чтобы не допустить флегматизации (потери чувствительности),



Рис. 65. Схемы присоединения электродетонаторов (а) и отрезков детонирующего шнура (б) к магистрали

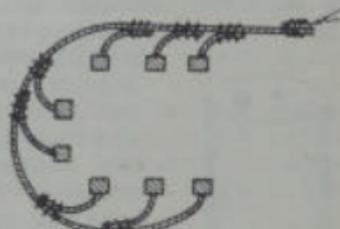


Рис. 66. Изгиб детонирующего шнура по направлению детонации

шнур покрывают расплавляющейся мастикой. При применении шнуров в пластмассовой оболочке покрывать их мастикой не требуется. Детонирующий шнур разрезают на отрезки нужной длины только до введения в заряды.

В одной взрывной сети не следует применять шнуры различных марок и разных заводов.

Взрывание детонирующим шнуром имеет следующие преимущества: уменьшается опасность работ по заряданию и особенно по ликвидации отказов из-за отсутствия в зарядах электродетонаторов, относительная простота работ, возможность одновременного взрывания больших групп зарядов, когда исчерпана мощность применяемой взрывной машинки, обеспечивается полнота детонации скважинных зарядов большой длины.

При взрывании детонирующим шнуром необходимо учитывать, что за 1 мс детонирует 6,5—7 м шнура. Поэтому для одновременного взрыва группы зарядов необходимо применять отрезки детонирующего шнура одинаковой длины, используя при этом способ пучкового соединения (см. рис. 64, а). Используя отрезки детонирующего шнура различной длины с учетом длины общего магистрального отрезка (от электродетонатора до каждого заряда ВВ), можно обеспечить требуемое время запаздывания взрывов при любой схеме соединений зарядов. Это находит применение при сейсмических исследованиях способом управляемого плоского фронта и обеспечивает последовательность взрывов через определенные промежутки времени.

В последнее время детонирующий шнур используется как основной заряд ВВ. Он закладывается в траншеи с помощью

специальных погрузателей и инициируется электродетонатором. Такой способ взрывания получил название метода линейных зарядов.

Взрывание с помощью промежуточного детонатора

При ведении взрывных работ нередко используют взрывчатые вещества, которые обладают слабой чувствительностью к детонации. Например, литой тротил, зерногранулиты и другие ВВ не детонируют от электродетонатора ЭД-8-Э или ЭДС.

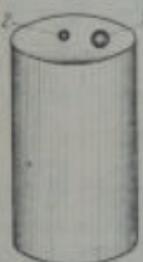


Рис. 67. Заряд из литого тротила с промежуточным детонатором:

1 — отверстие для электродетонатора в прессованном тротиле (промежуточном детонаторе); 2 — сквозное отверстие для соединения зарядов с помощью шпателя

В этих случаях для надежной детонации заряда ВВ применяется промежуточный детонатор, состоящий из ВВ, более восприимчивого к детонации, чем ВВ основного заряда. Масса промежуточного детонатора зависит от чувствительности ВВ основного заряда и мощности ВВ, используемого в качестве промежуточного детонатора. Она может составлять 2,5—25 % от массы основного заряда. Как известно, литой тротил не детонирует при инициировании от электродетонатора, но если в качестве промежуточного детонатора использовать тротил порокообразный или прессованный, то он безотказно детонирует. Заводы изготавливают для сейсморазведки специальные заряды из литого тротила с промежуточными детонаторами из прессованного тротила. Общая масса такого заряда 2,5 кг, в том числе масса детонатора составляет 50 г (рис. 67). Для возбуждения детонации в зарядах из гранулированных и водосодержащих ВВ используют

промежуточные шашки-детонаторы Т-400, ТСТ-150, ТГ-500, ПТ-300 и др. Для изготовления этих шашек используются тротил, тетрил, тротил с гексогеном, пентолит и другие ВВ. При плотности от 1,5 до 1,64 г/см³ шашки при инициировании детонируют со скоростью от 6,4 до 8,2 км/с. Применяя промежуточный детонатор, можно вызвать устойчивую детонацию у слежавшихся и увлажненных аммиачно-селитренных ВВ, не взрывающихся от электродетонатора ЭД-8-Э.

ГЛАВА VII

ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Все методы взрывных работ при сейсморазведке предназначены для возбуждения упругих колебаний в горных породах земной коры с целью изучения и разведки залежей полезных

ископаемых. Необходимо, чтобы в результате взрыва максимум его энергии затрачивался на создание упругих волн в твердых частицах пород. При выборе метода взрывных работ следует учитывать сейсмогеологические особенности изучаемого района, его рельеф, ассортимент применяемых взрывчатых материалов и в конечном счете возможности снижения стоимости разведочных работ. Самый мощный импульс взрывной волны достигается при методе скважинных зарядов за счет погружения их на достаточно большие глубины и качественной закупорки.

Качество сейсмических исследований в большой степени зависит от применяемого ВВ. Поэтому при выборе ВВ для той или иной конкретной цели необходимо учитывать взрывные свойства, зависящие от химических и физических свойств вещества, а также от его структуры.

Большое влияние на создание мощных взрывных волн оказывает и техника выполнения взрывных работ — приготовление зарядов, снаряжение их электродетонаторами или детонирующим шнуром, расположение зарядов в скважинах, шурфах и других выработках, закупорка зарядов водой или забойка грунтом и др.

1. МЕТОД СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ

По прибытии на скважину взрывник обязан проверить ее состояние: опустить шаблон на забой, установить глубину, уровень воды и отсутствие завалов в стволе скважины. Если скважина оказалась непригодной для производства взрывов, то об этом необходимо сообщить геофизику-оператору и получить от него указания о дальнейшей работе. Если скважина пригодна к работе, то бригада взрывника обозначает опасную зону красными флажками и плакатами «Стоять! Ведутся взрывы». Опасная зона устанавливается с учетом глубины скважины, предполагаемой массы зарядов, характера грунтов, пройденных скважиной, и условий рельефа окружающей местности, но не ближе 30 м в радиусе скважины. Если вблизи имеются здания и сооружения, то в каждом отдельном случае необходимо определить сейсмически безопасные расстояния при взрывах из скважины по формуле

$$r_c = k_c a^2 \bar{Q},$$

где r_c — расстояние от места взрыва, м; k_c — коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого сооружения; Q — полная масса заряда, кг; a — коэффициент, зависящий от показателя действия взрыва n (при камуфлете и $n \leq 0,5$ $a = 1,2$; при $n = 1, 2, 3$ коэффициент a соответственно равен 1; 0,8; 0,7; при взрыве на поверхности земли сейсмическое действие не учитывается).

Значения коэффициента k_c для различных грунтов
в районе расположения охраняемых сооружений

Скальные породы плотные	3
Скальные породы нарушенные	5
Галечниковые и щебенчатые грунты	7
Песчаные грунты	8
Глинистые грунты	9
Насыпные и почвенные грунты	15
Водонасыщенные грунты, плывуны и торфяники	20

При размещении заряда в воде и водонасыщенных грунтах коэффициент следует увеличить в 1,5—2 раза.

Определив безопасное расстояние для людей, зданий и сооружений, взрывник с наветренной стороны от скважины устанавливает станцию взрывного пункта (СВП). Бригада взрывника разматывает взрывную магистраль и линию вертикального времени в направлении скважины.

Закончив подготовительные работы, взрывник устанавливает телефонную радиосвязь с геофизиком-оператором сейсмостанции, докладывает ему результаты проверки скважины и получает задание на приготовление заряда ВВ. В это же время старший рабочий (помощник взрывника) проверяет исправность линии вертикального времени и взрывной магистрали. Зачищает концы взрывной магистрали до блеска и замыкает их накоротко.

Получив задание на приготовление заряда, взрывник вместе с рабочим подносят к отведенной площадке количество ВВ, нужное для приготовления заряда, кусачки, нож, изоляционную ленту и шпагат. На площадке для приготовления зарядов расстилают брезент и укладывают гладко выстроганную доску длиной 1,5—2 м и шириной 25—30 см. Если заряд ВВ готовится из шашек, то их укладывают на доску и скрепляют шпагатом. Для плотности увязки заряда его крепят к прямой деревянной рейке. Однако это связано с дополнительным расходом материалов и времени.

Значительно быстрее и плотнее можно увязать заряд ВВ из тротильовых шашек при наличии только одного шпагата (рис. 68). Для этого из тротильовых шашек на деревянной доске складывается заряд ВВ (рис. 68, а). В этот заряд вводят тротильовую шашку с отверстием в торце для электродетонатора. Отрезок шпагата соединяют для прочности в три-четыре нитки и несколько короче длины заряда делают петлю посредством двух-трех узлов. Производят излом заряда (рис. 68, б) в целях сокращения прямой между крайними точками, набрасывают петлю из шпагата на заряд и приводят его в исходное положение. При выпрямлении заряд удлиняется, а тротильовые шашки плотно стягиваются между собой петлей из шпагата (рис. 68, в). Если готовят заряд большой массы, то его составляют из малых зарядов, дополнительно укрепленных поперек одной-двумя нитями шпагата (рис. 68, г)

Более технологично, производительно с одновременным улучшением санитарно-гигиенических условий работы взрывников использовать сейсмические заряды ЗС, соединяющиеся в полиэтиленовой оболочке (разработчик — ВНИИ Геофизика). Сейсмический заряд представляет собой цилиндрический полиэтиленовый контейнер, наполненный литым тротилом или

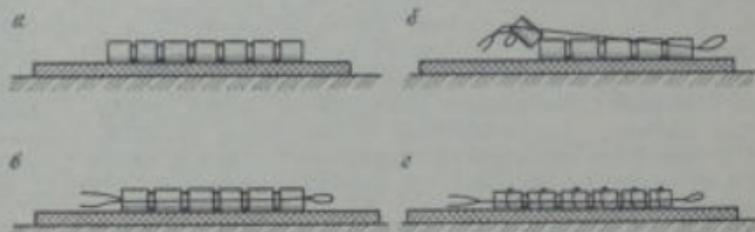


Рис. 68. Увязка шпагатом заряда ВВ из тротильных шашек:

а — заряд, подготовленный к увязке; б — начало увязки; в — заряд увязан; г — дополнительная увязка для больших зарядов

аммотолом. На торцах контейнера имеются замковые элементы, позволяющие быстро собирать гирлянды необходимой массы из нескольких зарядов. Торец, где имеется гнездо под электродетонатор, закрывают крышкой, в которой предусмотрены отверстия для ввода проводников взрывной линии. Масса отдельных зарядов составляет: с промежуточным детонатором из прессованного тротила — 1 кг и цельный литой — 2 кг.

После подготовки заряда ВВ его подносят к устью скважины. Взрывник берет электродетонатор и вводит его на всю длину в отверстие верхней части заряда без применения особых усилий. Концы проводников электродетонатора подсоединяются к взрывной магистрали и плотно обматываются изоляционной лентой, чтобы не допустить утечки тока и короткого замыкания. Нельзя обматывать проводники электродетонатора вокруг заряда, так как при опускании заряда в скважину они могут касаться твердых пород и других неровностей в стволе скважины, что приведет к их обрыву. Проводники нужно собрать вместе, разместить в заряде под крышкой или между шашками тротила и плотно обмотать шпагатом или изоляционной лентой.

Взрывная магистраль крепится к заряду шпагатом так, чтобы усилие тяжести передавалось не на проводники электродетонатора, а только на взрывную магистраль. Приготовленный и подсоединенный к взрывной магистрали боевой заряд взрывник обязан немедленно опустить в скважину; заряд опускается под тяжестью собственной массы на грузовом канате. Если заряд не идет в скважину под тяжестью собственной массы из-за незначительных препятствий в стволе скважины, то его следует опустить при помощи грузила или шестов.

Когда в большом количестве одновременно применяются специальные заряды цилиндрической формы из литого тротила массой по 2,5—2,6 кг, то они размещаются вверх промежуточными детонаторами в сторону боевика и крепятся между собой шпагатом через имеющиеся по центру отверстия. В приготовленный заряд вводится электродетонатор, соответственно подсоединяется взрывная магистраль, а затем стержень грузила или наконечник шеста вставляется в отверстия соединенных зарядов. При пользовании этим видом ВВ заряд опускается в скважину на грузовом канате, а корпус грузила лишь оказывает постоянное давление на заряд сверху. В этом случае кабель, прикрепленный к проушине грузила, опускается в скважину по мере продвижения заряда и затем служит для отсоединения стержня от заряда и подъема грузила на поверхность.

При изготовлении заряда из прессованных шашек тротила внизу делают петлю из шпагата, которая вставляется в прорезь шарика, закрепленного на конце стержня грузила. В этом случае стержень грузила под давлением массы корпуса продвигается на забой скважины и тянет за собой заряд ВВ. Если ослабить провода грузового каната, то заряд ВВ может продвинуться под тяжестью своей массы впереди грузила и отсоединиться от стержня. Поэтому необходимо кабель грузила и грузовой канат держать в натянутом положении и опускать в скважину одновременно. При опускании зарядов с помощью шестов следует соблюдать те же условия, что и при работе с грузилом.

Опустив заряд на заданную глубину, взрывник плавным движением вверх отсоединяет грузило (или шесты) от заряда и извлекает его на поверхность. По пути от скважины взрывник удаляет за пределы опасной зоны рабочих своей бригады, соединяет разъем взрывной магистрали, а затем с помощью миллиамперметра взрывной машинки проверяет исправность цепи взрывной магистрали.

Заключив все подготовительные работы, взрывник докладывает по радио геофизику-оператору о готовности взрывпункта и сообщает, на какую глубину опущен заряд, массу заряда и уровень воды в скважине.

Как только геофизик-оператор будет готов принять взрыв и записать вызванные им колебания на магнитную ленту, взрывник дополнительно должен убедиться в отсутствии людей в опасной зоне.

Порядок осуществления взрыва с использованием системы синхронизации возбуждения ССВ-1 изложен в гл. V.

Если вблизи скважины расположены сейсмоприемники, взрывник обязан запретить в пределах пункта взрыва движение людей и транспорта, следует соблюдать тишину в момент взрыва и после него в течение 8—10 с. После взрыва заряда в скважине взрывник немедленно отсоединяет вилки верти-

кального времени и взрывной магистрали и сообщает оператору о качестве произведенного взрыва (полная детонация, неполная, отказ), а также получает указание о времени выхода на связь.

По истечении 10 мин после взрыва один из рабочих бригады взрывника извлекает из скважины провода взрывной магистрали, проверяет их концы и при необходимости откусывает кусочками поврежденные отрезки. После этого рабочий удаляет изоляцию и зачищает концы магистральных проводов до блеска, а затем под контролем взрывника, наблюдающего за стрелкой миллиамперметра, проверяет отсутствие внутренних обрывов и коротких замыканий в проводах.

Убедившись в исправности проводов, взрывник производит разъем взрывной магистрали и закорачивает ее вторую часть, находящуюся около скважины. Наряду с этим рабочий проверяет глубину скважины после взрыва и наличие в ней воды.

В назначенное время взрывник связывается по радио с геофизиком-оператором и докладывает о состоянии взрывной скважины после взрыва. Проверив полученную сейсмограмму первого взрыва и осведомившись о состоянии скважины, геофизик-оператор дает взрывнику заказ на изготовление очередного заряда для взрыва в этой скважине или на переезд на следующую скважину.

В такой же последовательности проходят очередные взрывы в скважине и взаимосвязь взрывника с геофизиком-оператором.

Порядок и техника выполнения работ при каждом последующем взрыве соответствуют приведенным выше.

2. МЕТОД ШПУРОВЫХ ЗАРЯДОВ

Метод шпуровых зарядов используется при линейном группировании для усиления направленности взрыва, повышения интенсивности полезного сигнала и снижения уровня помех. С этой целью на пункте возбуждения располагают 15 шпуров и более глубиной от 1,5 до 4,5 м. Масса одиночного заряда ВВ составляет от нескольких десятков до сотен граммов.

Метод характеризуется сложным технологическим процессом при заряджании шпуров и монтаже электровзрывной сети. Взрывник обязан иметь концевые, участковые и магистральные проводники, помимо всего того, что необходимо при взрывах одиночных зарядов в скважинах.

Перед опусканием боевого заряда в шпур необходимо к детонаторным проводникам присоединить концевые провода, заизолировать их соединения и замкнуть накоротко. При глубине шпуров до 2 м разрешается опускать заряды на провода взрывной магистрали, а выше этой глубины — на грузовом канате. Каждый опущенный в шпур заряд тут же засыпают выбуренным грунтом, а его верхнюю часть заполняют на 50 см плодородным слоем почвы. Так же заряжается вся группа

шпуров, предназначенных для одновременного взрывания. Затем шпуровые заряды соединяют в последовательную сеть с помощью концевых или участковых проводов и по завершении этого подключают их к магистральным проводам. Остальная работа, связанная с проверкой электровзрывной сети, производством взрыва, охраной опасной зоны и др., аналогична выполняемой в методе скважинных зарядов.

При одновременном электрическом взрывании большого числа шпуровых зарядов является трудоемким и ответственным обнаружение отказавших зарядов. Причинами отказов могут быть: некачественные ВВ и СВ, неполноценные источники тока, различные отступления от установленной технологии работ. Последняя причина, одна из главных, обусловлена неправильными заряданием шпуров, изготовлением боевиков, плохим монтажом электровзрывной сети и другими нарушениями технологии работ.

После взрыва группы шпуровых зарядов необходимо определить отсутствие отказавших зарядов, а также извлечь концевые провода из шпуров. В связи с малой массой зарядов на поверхности земли в области шпуров не произойдет каких-либо изменений типа камуфлетов. Следовательно, по внешнему осмотру решить поставленную задачу невозможно. Для этого нужно использовать автономный миллиамперметр, с помощью которого проверить проводимость сети каждого шнура в отдельности. При обнаружении в сети одного из шпуров проводимости возникают предположения: первое — короткое замыкание; второе — не сработал электродетонатор. При этом надо знать, что сопротивление мостика накаливания электродетонатора значительно выше, чем короткое замыкание концевых проводов, что и будет отмечено на шкале прибора. Установив короткое замыкание, нужно извлечь из шнура проводники и по их концам еще раз убедиться в полной детонации заряда ВВ, так как от высокой температуры взрыва ВВ они потемнеют, а изоляция обгорит.

Наиболее технологично и безопасно производить групповые взрывы в шпурах с помощью детонирующего шнура, используя параллельную схему соединения зарядов.

3. МЕТОД ШУРФОВЫХ ЗАРЯДОВ

До начала производства взрывов в шурфах необходимо определить безопасное для людей и механизмов расстояние по поражающему действию осколков и обломков породы, образующихся при взрыве. Разлет осколков зависит от показателя действия взрыва заряда λ (показатель выброса) и длины ЛНС ω . Чем больше λ и ω , тем больше радиус опасной зоны. Определив радиус опасной зоны по разлету осколков и обломков, взрывник располагает за ее пределами свой взрывпункт, но не ближе 100 м от точки взрыва, а при взрывании на косо-

рах в направлении вниз по склону величина радиуса опасной зоны должна быть не менее 150 м. Дальнейший распорядок работы взрывника остается таким же, как и при взрывах в скважинах. Опасная зона ограждается красными флажками, а на проезжих и пешеходных дорожках выставляются плакаты «Стоять! Ведутся взрывы». Если окружающая местность имеет даже небольшие перелески и холмы, то необходимо выставить посты охраны и лишь тогда приступить к производству взрывных работ. Завершив работы по ограждению опасной зоны, взрывник сообщает по радио геофизику-оператору расположение шурфов на местности относительно профиля работ, глубину этих шурфов и их число.

В это время взрывник получает заказ на приготовление заряда и размещение его в определенном шурфе. Техника приготовления шурфовых зарядов, их размещение и забойка грунтом коренным образом отличаются от выполнения работ при взрывах в скважинах. В большинстве случаев шурфовые заряды в несколько раз больше скважинных и достигают иногда нескольких сотен килограммов. Для приготовления заряда большой массы взрывник подвозит необходимое количество взрывчатых веществ на автомашине и разгружает их с помощью рабочих в 3 м от шурфа.

Если шурф имеет глубину более 2 м, то ящики или мешки ВВ опускаются рабочими при помощи веревок, а взрывник, находясь в шурфе, производит плотную укладку заряда в форме куба. Плотность укладки заряда необходима не только для усиления мощности взрыва, но и для полной детонации заряда. Возможные попадания забойки (грунта) в середину заряда и расчленение его на отдельные секции могут привести к неполной детонации заряда и потере мощности взрыва. Это нужно учитывать постоянно и приготовленный заряд покрывать сверху упаковочной бумагой из-под ВВ, чтобы предохранить попадание забойки в середину заряда. Закончив укладку заряда, взрывник выходит из шурфа, и рабочие под его руководством засыпают заряд грунтом, оставляют незасыпанной лишь небольшую часть по центру для боевика.

Окончив основную забойку заряда, рабочие удаляются за пределы опасной зоны, а взрывник приносит с места хранения ВМ проверенный электродетонатор и вдали от шурфа готовит боевик. Для безопасной дальнейшей забойки заряда и надежности взрыва электродетонатор вводится в ВВ на всю свою длину. Приготовленный боевик вставляется по центру заряда сверху, так как детонация ВВ распространяется от детонатора по направлению боевика и заряда, что создает некоторую направленность взрыва. После этого взрывник окончательно засыпает заряд грунтом.

Вначале заряд засыпают порошкообразным или мягким грунтом без толчков и ударов, чтобы не допустить преждевременного взрыва, а затем имеющимся грунтом. Чем плотнее

и больше слой забойки заряда, тем выше коэффициент использования мощности взрыва для создания упругих колебаний. При забойке желательнее обозначить расположение боевика в заряде небольшой вешкой для осторожности на случай ликвидации отказа.

Подсоединение детонаторных проводников к взрывной магистрали производится после окончания забоечных работ.

Дальнейшие работы, связанные с соединением разьема взрывной магистрали, проверкой электроцепи, докладом геофизик-оператору о готовности к работе и с производством взрыва, осуществляются так же, как в методе скважинных зарядов.

Осмотр шурфа взрывником разрешается производить не ранее чем через 30 мин после взрыва. Это относится к шурфам большой глубины. В каждом отдельном случае взрывник должен подойти к шурфу после взрыва с наветренной стороны и лично убедиться в полном отсутствии отравляющих газов, так как зафиксированы случаи, когда газы не выветриваются из шурфа в течение нескольких часов. Влажная атмосфера и полное отсутствие ветра способствуют задержке газов в шурфе.

Взрыв, произведенный в шурфе, как и в других горных выработках, создает зону разрушения, которая отрицательно сказывается на мощности последующего взрыва заряда в этом же шурфе. Эффективность взрыва сокращается за счет беспрепятственного ухода газов через множество трещин, созданных первым взрывом. Это положение не распространяется на сыпучие пески и болотистые грунты, так как составные частицы этих грунтов способны немедленно возвращаться в исходное состояние.

При взрывах в более плотных грунтах желательнее использовать шурф только для одного взрыва. Однако выработка новых шурфов требует затраты дополнительных средств и времени, а эффективность передачи импульса взрыва через нарушенную среду нередко можно восстановить и даже повысить за счет небольшого увеличения массы заряда и его хорошей забойки сверху. Стоимость добавочного расхода ВВ меньше, чем дополнительная выработка новых шурфов.

При работе в болотистых грунтах и песках выработка шурфов производится взрывами, которые регистрируются сейсмостанцией. После первых взрывов размеры шурфа увеличиваются, а в дальнейшем при одинаковой массе зарядов они остаются неизменными, т. е. объем воронки сохраняет свою величину за счет подвижки (плывуна, неска) грунта. При работе в плотных грунтах иногда выработка шурфов осуществляется экскаватором по заранее разбитому профилю работ. В большей части случаев в плотных грунтах выработка шурфов производится взрывами. Как было указано, мощность взрыва восстанавливается за счет увеличения массы заряда ВВ при повторных взрывах.

В сухих шурфах широко применяются аммониты всех марок и пороха, а из средств взрывания — электродетонаторы с картонными гильзами, что значительно удешевляет производство взрывных работ.

4. МЕТОД НАРУЖНЫХ ЗАРЯДОВ

Взрывные работы при методе наружных зарядов характеризуются простотой и быстротой выполнения. Прежде чем приступить к обозначению запретной зоны, расположению взрывного пункта, взрывник обязан определить безопасное для людей расстояние по действию воздушной волны. Это расстояние (м) находят по формуле

$$r_n = k_n \sqrt{Q},$$

где Q — масса заряда ВВ, кг; k_n — коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий расположения заряда и характера повреждения охраняемых объектов (значение k_n принимается равным 5—10).

В остальном техника и порядок выполнения взрывных работ при методе наружных зарядов остаются такими же, как и при взрывах в скважинах.

Как правило, при сейсмической разведке заряды располагаются на поверхности земли. В основном применяются заряды сосредоточенной формы, реже плоские. Толщина плоских зарядов должна быть не менее 4 см, так как очень тонкие заряды не дают практического эффекта.

Для приготовления наружного заряда нужно определенное количество ВВ расположить на земле и придать ему соответствующую форму. Сверху заряда по центру вводится электродетонатор. Для повышения мощности взрыва поверхность наружного заряда по возможности должна быть плотно прикрыта со всех сторон тонким слоем песка или глины без примеси гальки, щебня и других плотных пород.

Завершив подготовительные работы, взрывник в установленном порядке производит взрыв наружного заряда.

5. МЕТОД ВОДОЕМНЫХ ЗАРЯДОВ

Сейсмические работы в естественных водоемах осуществляются при наличии разрешений на право производства взрывных работ, выданных контролирующими организациями Госгортехнадзора и Госрыбнадзора. Работы на водных магистралях согласовываются с ближайшим портом речного или морского флота и с управлением гидрографической службы. Пуск в эксплуатацию, установление пригодности и переоборудование судов для речных и морских сейсмических работ с целью установки сейсмической аппаратуры и устройства хранилищ для взрывчатых материалов производится комиссией

с участием инспекции речного и морского регистра, представителей Госгортехнадзора, Госпожнадзора, управления внутренних дел, сейсмической экспедиции (партии).

Взрывники, зачисленные в речную или морскую сейсмическую разведку, должны пройти специальную переподготовку по новому виду работ и сдать дополнительные экзамены квалификационной комиссии. Комиссия должна сделать отметку о сданном экзамене в «Единой книжке взрывника»: «Допущен к проведению взрывных работ на реках и морях». Персонал сейсмической партии и состав команд судов, обслуживающих сейсмические работы, должны пройти минимум по обращению с ВМ и сдать экзамены квалификационной комиссии сейсмической экспедиции (партии). Персонал сейсмической партии и команда судна, на котором установлен взрывной пункт, в период производства взрывных работ выполняют через оператора распоряжения взрывника.

Взрывные пункты, устроенные на самоходных судах (катерах, баркасах) или на гребных лодках, разрешается буксировать судном-сейсмостанцией. На всех судах сейсмической партии должны быть индивидуальные спасательные средства по числу находящихся на них лиц.

Во время взрывов в естественных водоемах (на реке, озере и на море) взрывной пункт должен находиться на безопасном по действию ударной волны расстоянии r_6 (м), которое определяется по формуле

$$r_6 = 15Q,$$

где Q — масса взрываемого заряда, кг.

Во всех случаях это расстояние должно быть не меньше 50 м при взрывах на реке и 150 м — на море. Подход других судов к плавучему взрывному пункту во время его работы в море разрешается только по сигналу взрывника при полном прекращении на это время взрывных работ и других операций с ВМ.

Перегрузка ВМ с одного судна на другое в открытом море допускается при условии пришвартования судов друг к другу и волнении моря не более 4 баллов. Во время производства взрывных работ на пункте взрыва разрешается находиться только бригаде взрывника, персоналу технического руководства или контроля и команде плавучего взрывного пункта. Если взрывной пункт устроен на гребной лодке, то общий состав бригады не должен превышать пяти человек. Посторонним лицам находиться в лодке запрещается.

В рабочее время должна быть обеспечена надежная радиотелефонная связь между взрывным пунктом и судном-сейсмостанцией.

Взрывчатые материалы на плавучем взрывном пункте хранятся в специальных ларях, отдельно от взрывного и другого оборудо-

дования. Взрывное оборудование должно быть предохранено от попадания воды.

Форма заряда должна быть такой, чтобы, погружаясь в воду, заряд свободно опускался на дно. К зарядам, опускаемым на дно, при больших глубинах дополнительно привязывается груз. В таких случаях заряды опускают через закрепленный на якорь резиновый кольцевой поплавок. Все подвесные заряды при взрывах в море крепятся к буйкам или поплавкам. Для подвесных зарядов, которые опускаются на глубину не более 3 м, разрешается применять только резиновые буйки или поплавки. При работе на реках к одиночным зарядам без изолирующей оболочки прикреплять буйки необязательно. Крепятся заряды к буйкам или поплавкам шпагатом или веревкой так, чтобы взрывная магистраль была совершенно свободна от растягивающих усилий. Если на дно реки погружено несколько зарядов для одновременного взрывания, то их соединяют между собой веревками, которые предохраняют участковые электровзрывные провода от разрыва силой течения. При больших глубинах и быстром течении необходимо применять якоря.

Проверить исправность электровзрывной сети, присоединять ее к взрывной машинке и взрывать заряды разрешается только после того, как плавучий взрывной пункт будет отведен от места взрыва на безопасное расстояние.

Необходимо отметить, что за последние годы сейсморазведочные работы в естественных водоемах с использованием ВВ резко сократили. Широкое применение, особенно в морской сейсморазведке, нашли невзрывные источники.

В отдельных случаях профили сейсмических наблюдений пересекают естественные водоемы (реки и озера), в которых приходится располагать точки взрыва. Встречаются разведочные площади, где затруднительно или совершенно невозможно проводить сейсмическую разведку на суше по условиям рельефа: множество рек, болот, сильная залесенность и др. В таких случаях организуют речную сейсморазведку.

Началу работ речной сейсморазведки предшествует ряд организационных мероприятий, значительно отличающихся от работ на суше. Прежде всего к проекту сейсмической разведки должна быть приложена детальная карта разведочных профилей и точек взрыва в водоемах. Копия карты с обозначением точек взрыва прилагается к заявлению, которое представляется Госрыбнадзору. В заявлении указывают наименование сейсмической партии, сроки проведения работ, административные районы водоемов, где будут проводиться взрывы, минимальные и максимальные величины одиночных и групповых зарядов ВВ. На основании заявления начальника сейсмической экспедиции (партии) Госрыбнадзор выдает разрешение на производство взрывов в обозначенных точках водоемов. В местах скопления рыб, особенно осетровых, взрывные работы запрещаются. Разрешение на право производства взрывных работ (от Госгортех-

надзора) и на хранение ВМ (от управления внутренних дел) оформляются в обычном порядке.

Особое внимание уделяется подбору плавсредств под хранилища ВМ и пункты взрыва, а также оборудования, приспособлений, индивидуальных спасательных средств и противопожарного инвентаря для обеспечения взрывных работ. Пуск в эксплуатацию плавсредств под хранение ВМ и устройство взрывных пунктов с определением их грузоподъемности осуществляются с участием представителя инспекции речного регистра.

На плавучих складах ВМ и взрывных пунктах в обязательном порядке устанавливаются якоря и грозовая защита. Если суда несамостоятельны, то применяются надежные буксирные и причальные канаты с учетом запасных комплектов. Индивидуальные спасательные средства выделяются на каждого человека, находящегося на борту плавучего склада ВМ или пункта взрыва. Перечень противопожарного инвентаря устанавливается непосредственно контролирующей инспекцией Госпожнадзора.

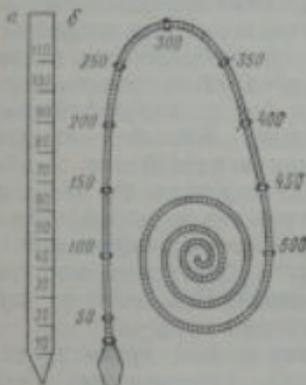


Рис. 69. Приспособления для замера глубины реки: а — наметки; б — шнур с грузом

К основному оборудованию пункта взрыва относится система синхронизации возбуждения. Удобнее осуществлять связь по радио. Взрывная магистраль должна изготавливаться из проводов с хорошей изоляцией (резиновой, хлорвиниловой и др.). Это обеспечивает надежность взрыва.

Для замера глубины реки применяются наметки и шнур с грузом (рис. 69). Эти приспособления необходимы для точного определения глубины погружения заряда ВВ в воду.

Взрывные работы в водоемах (реках и озерах) в зависимости от условий расположения пункта взрыва на местности можно выполнять двумя способами. При первом способе пункт взрыва располагается на суше, при втором — на плавсредствах (катере, лодке и др.). В обоих случаях заряды ВВ помещаются в воде.

При первом способе взрывник и его бригада с комплектом оборудования, приспособлений и запасом ВМ могут быть доставлены к месту работ любым видом транспорта (гидросамолетом, вертолетом, катером, на гребной лодке, автомобиле) при условии соблюдения правил перевозки ВМ. Прибыв на место работ, взрывник размещает ВМ, оборудование и приспособления, ограждает запретную зону на земле красными флажками и плакатами. Запретная зона в водоеме при групповых взрывах охраняется дополнительно выделенной бригадой взрывника, находящейся на лодках. Судовой ход закрывается, для чего на

сигнальных маяках и ниже места взрыва вывешиваются предупредительные сигналы, установленные «Правилами плавания на внутренних водных путях».

Обеспечив ограждение запретной зоны условными знаками и в случае необходимости постами охраны, взрывник налаживает связь с геофизиком-оператором и получает задание на приготовление одного или группы зарядов. Одновременно устанавливается время очередной связи по радио с учетом полной готовности взрывника к производству взрыва. С помощью рабочих взрывник готовит один или группу зарядов для одновременного взрывания.

Приготовив заряд или несколько зарядов, взрывник может опустить их на дно реки с берега или с лодки. Если заряды должны быть опущены с лодки, то взрывник обязан лично погрузить их в кормовую часть лодки так, чтобы они не смещались при толчках во время плавания. Общая масса зарядов и находящейся в лодке бригады не должна превышать установленную грузоподъемность лодки. Перевозка в лодке других грузов, кроме зарядов, запрещается. При использовании группы зарядов участковая электровзрывная сеть должна монтироваться на берегу и затем грузиться целиком или отдельными линиями в лодку для опускания в воду вместе с зарядами. К каждому опускаемому групповому заряду прочно прикрепляется буюк. Лодка с зарядами должна направляться несколько навстречу течению, и заряды должны опускаться с одной стороны по течению лично взрывником. Отход лодки от заряда, опущенного в воду, до погружения его на заданную глубину, а также буксировка его или волочение по дну запрещаются. После опускания зарядов лодка должна отойти вверх по течению и возвратиться к берегу.

При взрывании заряда до 50 кг людям запрещается находиться в воде в радиусе 1 км, а при зарядах более 50 кг — в радиусе 2 км. Суда, идущие вверх по течению, останавливаются не менее чем за 1,8 км от места взрыва, а суда, идущие вниз, — за 1—1,5 км в месте, удобном для разворота и стоянки. Убедившись в отсутствии людей и водного транспорта в указанных выше границах, взрывник имеет право произвести взрыв по команде геофизика-оператора. Если взрывник обнаружил, что заряд, расположенный на дне реки, сорвался с места быстрым течением и его понесло, то он обязан без команды геофизика-оператора немедленно произвести взрыв.

Перед установлением связи с геофизиком-оператором сейсмической станции взрывник должен в установленном порядке подготовить все к производству взрыва. После взрыва рабочие взрывника извлекают из воды взрывную магистраль, проверяют ее исправность и зачищают концы для присоединения следующего заряда. В это время взрывник получает задание от геофизика-оператора о приготовлении следующего заряда или группы зарядов с указанием их массы и глубины погружения.

При втором способе производства взрывных работ пункт взрыва располагается на плавсредствах, которые разделяются на самоходные и несамоходные.

Самоходное судно, катер или моторная лодка, предназначенные под пункт взрыва, должны соответствовать всем требованиям техники безопасности для хранения ВВ. Команда самоходного судна, оборудованного под плавучий пункт взрыва, в течение рабочего времени выполняет распоряжения взрывника, относящиеся к производству взрывных работ. Прибыв к месту назначения, взрывник дает капитану указание поставить судно на якорь. В обычном порядке, как и на суше, взрывник устанавливает связь с геофизиком-оператором сейсмостанции и получает задание на приготовление заряда ВВ. Рабочие пункта взрыва осматривают границы запретной зоны и готовят взрывную магистраль к работе. Команда судна может выполнять обязанности рабочих пункта взрыва.

Заряды, боевики и участковые провода электровзрывной сети готовятся непосредственно на судне. Их можно опускать с гребной лодки или с судна. При работе на плавучих пунктах взрыва рекомендуется обозначать буйками все заряды ВВ (одиночные и групповые, подвесные и опущенные на дно реки), чтобы ошибочно не произвести взрыв вблизи судна. Для сохранения постоянной точки взрыва заряд ВВ следует спускать через отверстие кольцевого буйка, установленного на якорь.

Отход судна плавучего пункта взрыва от заряда, опущенного в воду, до погружения его на заданную глубину, а также буксировка заряда или волочение его по дну запрещаются. После погружения заряда на заданную глубину судно-взрывпункт отходит вверх по течению тихим ходом, а взрывник в это время опускает в воду взрывную и моментную магистрали. Отойдя на безопасное расстояние, судно встает на якорь. Убедившись в отсутствии людей и водного транспорта в запретной зоне, взрывник устанавливает связь с геофизиком-оператором и по его команде производит взрыв.

В речной сейсморазведке производят взрывы подвесных, накладных и заглубленных в грунт зарядов. Для заглубления зарядов в грунт используют гидромониторный способ (рис. 70).

Работники Тюменского геологического управления внедрили в производство гидромонитор простейшей конструкции, но большой мощности, обеспечивающий быстрое и безопасное погружение заряда ВВ в грунт. Размеры гидромониторной насадки определяются по размерам стандартных специальных зарядов из литого тротила (масса зарядов 2,5—2,6 кг).

Приготовленный к взрыву заряд надевается на ствол насадки и удерживается на ней в вертикальном положении с помощью натяжения взрывной магистрали или страхового канатика из шпагата при большой массе заряда. Взрывная магистраль крепится к заряду так, чтобы усилия натяжения не распространялись на проводники электродетонатора. Свеча

Рис. 70. Заглубление зарядов гидромониторным способом: 1 — соединительная муфта; 2 — буровая штанга; 3 — головка гидромонитора; 4 — резиновая прокладка; 5 — гидромониторная насадка; 6 — заряд ВВ; 7 — взрывная магистраль.



буровых штанг с насадкой и закрепленным на конце зарядом опускается на грунт дна реки, и затем включается насос. При большом давлении струя воды размывает забой под зарядом, и заряд погружается в грунт под тяжестью массы штанг. В процессе погружения заряда в грунт взрывник обеспечивает вертикальное направление свечи штанг. Как только заряд погружен на заданную глубину, насос выключается. Оседающий шлам производит забойку заряда, и при подъеме свечи штанг с насадкой заряд остается на забое.

В качестве насосов для гидромониторов применяются установки УКБ-2-100, закрепленные на понтонах, и мотопомпы М-600. Примерная скорость погружения зарядов ВВ в грунт на глубину 10 м установкой УКБ-2-100 составляет 1 м/мин, мотопомпой М-600 — 2,5 м/мин. Способ гидромониторного погружения зарядов в грунт при работе на реках дает большую экономию времени и средств, значительно улучшает эффективность взрыва и позволяет получить более качественные сейсмические материалы.

6. МЕТОД ЛИНЕЙНЫХ ЗАРЯДОВ

Технология ведения взрывных работ методом линейных зарядов определяется назначением метода, условиями работ и применяемым оборудованием.

Назначение метода — возбуждение воли всех типов, в том числе продольных и поперечных. Однако технология ведения взрывных работ при возбуждении поперечных воли имеет свои особенности и в значительной степени отличается от технологии работ при возбуждении продольных воли. Эти особенности необходимо знать при производстве взрывных работ.

В зависимости от условий применения в методе линейных зарядов в летнее и зимнее время используют погружатели зарядов различной конструкции.

В данном разделе освещается производство взрывных работ методом линейных зарядов при возбуждении продольных воли в грунтах I—II категорий и под снегом и при возбуждении поперечных воли в грунтах I—IV категорий.

Для производства взрывных работ методом линейных зарядов в распоряжение взрывника выделяют трактор с гидравлической системой (К-700, Т-4А или др.) и погружатель линейных зарядов. Тракторист включается в состав бригады взрывника.

Взрывник и его бригада проходят обучение по специальной программе правилам механизированной укладки линейных зарядов в грунт и безопасной эксплуатации применяемых погружателей, затем сдают экзамен комиссии предприятия и получают соответствующие удостоверения на право ведения взрывных работ.

К механизированному заряданию допускаются взрывчатые вещества, относящиеся по степени опасности при хранении к подгруппе IV группы D и не содержащие в своем составе нитроэфиров, гексогена или тэна. Временно допущены к механизированному заряданию различные марки ДШ [9].

При использовании в качестве линейных зарядов ДШ существует два способа приготовления зарядов. Первый — с катушки погружателя свинчивают съемную шеку, берут бухту ДШ и надевают ее на сердечник катушки, затем закрепляют съемной шекой путем навинчивания последней. Через воронку и трубопровод пропускают конец ДШ, при выходе из трубопровода его крепят к поверхности земли и нож врезают в грунт. Одновременно можно три катушки оснастить бухтами ДШ, концы которых пропустить через один или три трубопровода и также закрепить их на поверхности земли. Общая масса ВВ на катушках не должна превышать 10 кг. После завершения подготовительных работ взрывник садится в кабину трактора и дает указание трактористу производить укладку зарядов в грунт, а сам через зеркало заднего вида наблюдает за ходом укладки ДШ. В случае появления каких-либо неполадок (ДШ закрутился, порвался и др.) взрывник немедленно останавливает трактор, ликвидирует неполадки в технологии работ и только после этого продолжает укладку зарядов в грунт. Завершив укладку, взрывник удаляет трактор за пределы опасной зоны и приступает к оснащению зарядов электродетонаторами. Вначале с помощью рабочих взрывник заглубляет в грунт оставшиеся на поверхности концы ДШ, затем крепит к ним электродетонаторы и засыпает грунтом. В установленном порядке производят взрыв.

Этот способ имеет существенные недостатки. Многие бухты ДШ состоят из нескольких отрезков (3—5 и более), что не всегда можно установить при внешнем осмотре. При укладке таких бухт в грунт часто случаются, когда взрывник не успевает заблаговременно определить приближение конца отрезка ДШ и остановить трактор, чтобы соединить его с концом другого отрезка. Отрезок ДШ погружается в грунт, и целостность заряда прерывается. Возникают сложные ручные работы по обнажению уложенного конца ДШ в грунт с целью соединения его с другим отрезком и последующей засыпкой обнаженной части заряда грунтом.

Второй способ предусматривает приготовление зарядов из ДШ нужной длины и массы, намотку их на катушки с обозначением учетных данных на специальной этикетке, прикреплен-

ной к каждому заряду. Эти работы производятся до выдачи ВВ взрывникам на кратковременном складе ВМ под руководством кладовщика. Процесс подготовки зарядов обеспечен малой механизацией, которая расположена в отведенном месте запретной зоны склада ВМ.

Линейные заряды из акванала АМШ (см. рис. 32) поставляются потребителю заводом-изготовителем в готовом к использованию виде с обозначением общей массы заряда с учетом оболочки.

Второй способ приготовления линейных зарядов из ДШ аналогичен заводскому изготовлению зарядов из акванала АМШ, поэтому их использование при производстве взрывных работ будет рассмотрено совместно.

При наличии готовых линейных зарядов руководитель взрывных работ перераспределяет обязанности среди бригад взрывников. В этом случае один взрывник получает со склада по наряду-путевке ВМ (линейные заряды на катушках и электродетонаторы) и доставляет их на профиль работ.

На пунктах возбуждения профили в местах начала погружения линейных зарядов заранее создают механическим путем узкие траншеи необходимой глубины и определенных размеров, несколько превышающих размеры той части ножа, которая погружается в грунт. Создание одной траншеи производится механизмом типа легкого экскаватора с узким ковшом в два приема. Вначале снимается плодородный слой почвы и высыпается отдельно, а затем вторым приемом углубляется траншея с подъемом и укладкой грунта по другую сторону траншеи.

Бригада взрывников, прибывшая на профиль работ с ВМ, приступает к укладке линейных зарядов в грунт. Устанавливает погружатель над траншеей и вводит в нее нож. Под наблюдением взрывника старший рабочий берет со станции взрывного пункта катушку с линейными зарядами, устанавливает ее на погружатель и закрепляет. С катушки конец первого заряда пропускается через воронку, трубопровод и с помощью шпагата и деревянного пикета фиксируется на дне отверстия. Деревянный пикет выходит на земную поверхность, на верхней части его закреплен красный флажок, обозначающий обнаженный конец заряда для последующего оснащения электродетонатором. Рабочие удаляются в безопасную зону, а взрывник садится в кабину трактора и дает указание трактористу начинать укладку заряда в грунт. Процесс укладки заряда взрывник контролирует через зеркало заднего вида. После выхода второго конца заряда из трубопровода производят подъем ножа на поверхность и переезжают на очередной пункт возбуждения для укладки в грунт следующего заряда. В изложенной выше последовательности производят укладку линейных зарядов в грунт на очередных пунктах возбуждения.

Вторая бригада взрывников берет под охрану уложенные в грунт заряды и по мере взрывания их третьей бригадой осна-

щает заряды электродетонаторами, замыкает накоротко детонаторные проводники и выводит их на земную поверхность. Рабочие под наблюдением взрывника засыпают отверстия грунтом, а верхнюю часть заполняют плодородным слоем почвы.

Третья бригада взрывников оснащена системой синхронизации возбуждения ССВ-1 и всем необходимым для электрического взрывания боевых зарядов по команде геофизика-оператора. По условиям техники безопасности бригада не имеет в кузове станции взрывного пункта взрывчатых материалов. В исключительно редких случаях, когда по каким-либо техническим причинам необходимо повторить взрыв на одном из пунктов возбуждений (ПВ), геофизик-оператор дает указание руководителю взрывных работ зарядить повторно нужный ПВ. Эта работа осуществляется в изложенной выше последовательности.

Второй способ приготовления линейных зарядов на кратковременном складе ВМ до выдачи их взрывникам, перераспределение обязанностей среди бригад взрывников, а также новая технология укладки зарядов в грунт, разработанные в тресте «Куйбышевнефтегеофизика» (В. Д. Карпов, А. Т. Казаков, Б. В. Иоффе, В. И. Рихтер), создали в комплексе большие резервы повышения производительности, улучшили условия труда и безопасности персоналу бригад взрывников, повысили интенсивность возбуждаемых сигналов и качество полевых сейсмических материалов.

В зимний период производят механизированную укладку линейных зарядов под снег на поверхность почвы специальными укладчиками, которые снабжены ножами, имеющими в передней части овальную форму в направлении движения, с приспособлениями для укупорки зарядов снегом. Закупорка линейных зарядов снежными валками снимает с сейсмических записей помехи — звуковую волну — и увеличивает интенсивность полезных сигналов. Наиболее широко применяется укладчик детонирующего шнура, разработанный в Волгоградской геофизической экспедиции НВ НИИГГ [4]. Производство взрывных работ методом линейных зарядов в зимнее время осуществляется по технологии летних работ.

Для возбуждения поперечных волн методом линейных зарядов в летнее время в грунтах I—IV категорий крепости используют трехножевые погружатели типа ПДШ-1. Однако эти погружатели рассчитаны для работы в грунтах I—II категорий, поэтому необходимо усилить их конструкцию и прежде всего раму и ножи. После усиления конструкции они становятся пригодными для работы в грунтах I—IV категорий.

Два крайних ножа погружают линейные заряды, а центральный нож рыхлит грунт и создает зону асимметрии (рис. 71). Глубина погружения центрального ножа в грунт должна быть на 10—15 см больше, чем крайних ножей. Для лучшего рыхления грунта центральный нож с обеих сторон снабжен рыхли-

телями, а на крайних ножах рыхлители закреплены только с внутренней стороны. Более рыхлая зона асимметрии способствует поглощению воли-помех и улучшает выделение поперечных волн.

Линейные заряды желательнее укладывать на 10 см выше основания ножей (рис. 72). Оптимальными параметрами можно



Рис. 71. Укладка линейных зарядов в грунт для возбуждения поперечных волн

считать: $h_{1,2} = 60$ см, $h_3 = 50$ см, $b = 76$ см.

Одновременно укладывают в грунт два параллельных заряда, которые взрывают поочередно. Вначале взрывают по ходу профиля правый заряд, затем — левый. В такой последовательности необходимо производить взрывы постоянно.

Существует другой способ расположения линейных зарядов в грунте при возбуждении поперечных волн. Он заключается в том, что линейные заряды располагают по разные стороны от зоны асимметрии так, чтобы проекция базы одного заряда на линию профиля совпадала с проекцией начала другого заряда (рис. 73). При этом суммарная база пары соседних зарядов не должна превышать базы, принятой в методе поперечных волн при группировании источников. При таком расположении — против рабочих источников, создающих однонаправленное воздействие, отсутствуют рабочие источники, создающие противоположное воздействие. Такое расположение зарядов создает одинаковые по интенсивности и степени поляризации противоположные воздействия ($-y$, $+y$) за счет исключения влияний на характер последующих рабочих воздействий камуфлетных полостей или зон рыхления, созданных предыдущими взрывами.

Способ обеспечивает эффективное выделение поперечных волн при вычитании и продольных — при сложении пары воз-

Способы взрывания зарядов детонирующим шнуром и электродетонаторами, а также схемы соединения зарядов приведены в гл. VI.

При группировании зарядов отрезки детонирующего шнура и электродетонаторы не должны воспринимать усилия тяжести соединенных зарядов. Эти заряды должны опускаться в скважины, шурфы, водоемы, подвешиваться при воздушных взрывах на приспособлениях с помощью шпагата или веревок.

Во всякой группе одиночные заряды должны обладать одинаковой массой, располагаться на равной глубине или высоте, а также иметь равные расстояния по горизонтали от одного заряда до другого. При построении группы по вертикальной линии расстояния между зарядами должны быть равными. Симметричным расположением группы зарядов достигаются: направленность взрыва, позволяющая возбуждать упругие волны в нужных направлениях; улучшение статистического эффекта (увеличение отношения амплитуд полезных и случайных колебаний, вызванных взрывом); усреднение условий взрыва, позволяющее снизить влияние местных особенностей в области источника на форму и интенсивность сейсмических колебаний.

Монтаж электроцепи и соединение зарядов детонирующим шнуром должны производиться в направлении к источнику тока — взрывной машинке.

В настоящей главе изложена техника приготовления одиночных зарядов при каждом методе. Число подготовленных к взрыву зарядов на пикете взрыва должно соответствовать числу зарядов, которое будет взорвано за один прием. Подготовительная группа зарядов должна строго охраняться до момента взрыва. Если группа зарядов расположена в водоеме, воздухе или на поверхности земли, то геофизик-оператор обязан немедленно принять взрыв. Это необходимо для безопасного ведения взрывных работ.

8. МИКРОТОРПЕДИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

Для изучения скорости распространения упругих волн в породах, вскрытых взрывной скважиной, применяется микроторпедирование (обратный микросейсмокаротаж). Микроторпедирование взрывных скважин проводится с помощью косички (рис. 74). Косичка проста по устройству и удобна в работе. Для изготовления косички используется многожильный провод в хлорвиниловой оболочке. На рис. 75 приводится принципиальная схема косички для микроторпедирования взрывных скважин, рассчитанной на 24 электродетонатора при вертикальном шаге между ними 2 м. Косичка состоит из одного общего провода *a*, соединенного на забое скважины электродетонатором *b*, а на поверхности (за пределами устья скважины) — фишкой *в* от источника тока — взрывной машинки и многоконтактным тумблером *г*. В результате создается замкнутая электроцепь.

При пропускании по цепи тока электродетонаторы взрываются. Как правило, очередность взрывов электродетонаторов идет от забоя скважины к устью, для чего взрывозрывная цепь соединяется поочередно с помощью контактов через тумблер 1—24. Как видно из принципиальной схемы, все участковые провода подсоединены к основной магистрали и включаются



Рис. 74. Общий вид косички для микроторпедирования взрывных скважин: 1 — грузило; 2 — косичка; 3 — электродетонаторы; 4 — распределительная панель

в цепь с помощью тумблеров (переключателей ГВ-2), установленных на распределительной панели косички (рис. 76).

К концу косички, направленному к забою, прикрепляется грузило 1 (см. рис. 74) для опускания косички в скважину. К выведенным концам участковых проводов подсоединяются электродетонаторы б (см. рис. 75), а их соединения плотно покрываются изоляционной лентой. Кумулятивные выемки

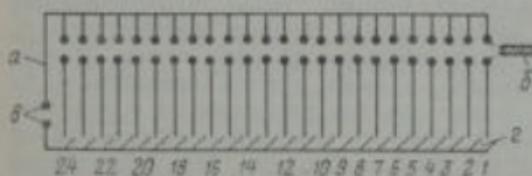


Рис. 75. Принципиальная схема косички для микроторпедирования взрывных скважин

электродетонаторов должны быть направлены к стенкам скважины под прямым углом для усиления эффекта взрыва. Если недостаточно одного электродетонатора, то можно соединить вместе два-три, что позволяет увеличить интенсивность взрыва.

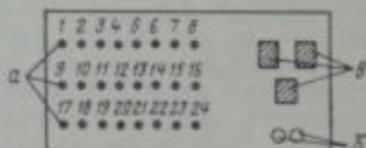
Подобная косичка, исходя из потребностей сейсморазведки, может изготавливаться на любое нужное число электродетонаторов с различным вертикальным шагом между ними. При микроторпедировании электродетонаторами с помощью косички взрывные скважины необходимо заливать водой, так как вода способствует эффективности взрыва и предохраняет косичку от повреждений осколками электродетонаторов. Кроме того, в местах вывода участковых проводов для подсоединения электродетонаторов «косичку» можно заключить в резиновые трубки (шланги), чтобы предотвратить повреждение ее проводов при взрывах. Можно всю косичку разместить в резиновом шланге, а для подключения электродетонаторов сделать

выводы; это увеличит прочность косички и предохранит ее от повреждений.

Перед присоединением электродетонаторов косичка должна проверяться на проводимость электрического тока при помощи миллиамперметра по методу проверки взрывной магистрали. Убедившись в исправности косички, взрывник отключает ее

Рис. 76. Распределительная панель косички:

а — переключатель ГВ-2 (1—24); б — гнезда для включения в цепь взрывной магистрали; в — фишки в штырьковые для отключения в панель косички посредством ответных фишек (вставка).



от источника тока и подносит к площадке в направлении скважины для подключения электродетонаторов. Предназначенные к разовому подсоединению электродетонаторы должны располагаться не ближе 3 м от места соединения их с косичкой в деревянном ящике, обитом внутри войлоком. Электродетонаторы подключаются поочередно от груза косички в направлении распределительной панели.

По мере подключения электродетонаторов (5—10) взрывник плавно опускает косичку в скважину, затем осуществляет дальнейшее подсоединение электродетонаторов. В таком порядке косичка с небольшим числом подключенных электродетонаторов в несколько приемов опускается в скважину, а при полном подсоединении электродетонаторов опускается до забоя скважины или на необходимую глубину. При подобной технике выполнения работ создаются безопасные условия труда, так как подключенные к косичке электродетонаторы находятся в скважине. Когда косичка с электродетонаторами оказывается в скважине, взрывник идет к взрывной машинке и проверяет с помощью миллиамперметра исправность электрической цепи. Для этого необходимо иметь отрезок двужильного провода с закрепленными на концах вилками, из которых одна вставляется в гнезда миллиамперметра, а вторая — в гнезда распределительной панели косички. Затем поочередно, начиная с первого и кончая 24-м гнездом, электродетонаторы следует включать в цепь переключателем ГВ-2 и немедленно выключать. Если при включении каждого электродетонатора в цепь стрелка миллиамперметра будет отклоняться вправо, значит цепь исправна. Залив скважину водой и убедившись в исправности электрической цепи в косичке, взрывник в назначенное время связывается по радио с геофизиком-оператором и докладывает о готовности к работе.

В то время когда взрывник подсоединяет электродетонаторы и опускает косичку в скважину, рабочие сейсмической бригады под руководством техника-оператора разматывают по профилю

косы, устанавливают сейсмоприемники и с помощью специальных колодок подключают косы к сеймостанции. К назначенному времени сеймостанция готова к приему взрывов, и геофизик-оператор дает указание взрывнику о начале микроторпедирования взрывной скважины.

Перед взрывом каждого очередного электродетонатора взрывник включает его в электрическую сеть с помощью переключателя ГВ-2, в такой последовательности производит взрывы до последнего электродетонатора.

Косичка позволяет при одном спуске произвести микроторпедирование взрывной скважины от забоя до устья с большой экономией рабочего времени. Эта экономия создается за счет резкого сокращения спуско-подъемных операций. Основные работы, связанные с микроторпедированием (подноска электродетонаторов, подсоединение их к выводам косички и гидроизоляция соединений, а также опускание косички в скважину и производство взрывов), должны выполняться только лицами, имеющими право на ведение взрывных работ.

Все вспомогательные работы — заливка скважины водой, охрана сменного запаса ВМ и границ опасной зоны, погрузка и разгрузка оборудования, размотка и смотка применяемых проводов — выполняются рабочими под руководством взрывника.

9. ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Заведующий кратковременным складом обязан выдавать взрывникам только проверенные и пригодные к работе взрывчатые материалы в установленном порядке. Однако не исключена возможность попадания в отдельных ящиках (мешках) и коробках, не пригодных к применению ВМ. Поэтому взрывник обязан знать элементарные правила проверки качества взрывчатых материалов в полевых условиях.

В сейсморазведке преимущественно применяются нитропроизводные ВВ ароматического ряда (тротил), аммиачно-селитренные ВВ (аммониты различных марок), водосодержащее ВВ (акванал АМШ), а из средств взрывания — ЭДС, ЭД-8-Э и детонирующие шнуры различных марок.

Заводы-изготовители производят порошкообразный, прессованный и литой тротил, который затаривается в деревянные ящики или бумажные мешки. При вскрытии ящика непосредственно на профиле работ взрывник обязан осмотреть взрывчатое вещество и убедиться в его пригодности к работе. Тротил легко и довольно быстро разлагается под действием солнечных лучей, в результате чего теряет светло-желтый цвет и приобретает темно-красный. Кроме того, тротиловая шашка, подвергающаяся солнечному облучению и имеющая темно-красный цвет, при толчках, ударах и других внешних воздействиях

распадается в порошок и теряет способность к детонации. Это один из признаков непригодности тротила к работе, определяющийся в результате внешнего осмотра и механического воздействия.

Большинство аммонитов обладает свойствами гигроскопичности (увлажнения) и слеживаемости, унаследованными от аммиачной селитры. Увлажненные и слежавшиеся аммониты очень плохо детонируют от электродетонатора, и вместо взрыва часто происходит слабое их разложение — дефлаграция. Перед началом работы в поле влажность аммонита может быть определена простым способом. Следует вскрыть мешок или ящик и взять в горсть аммонит, а затем сжать его в кулаке; от легкого нажима сухой аммонит рассыпается в порошок, а влажный, не пригодный для применения, остается в куске или разваливается на комья. Слежавшийся аммонит взять в горсть невозможно, потому что он уплотнился и затвердел; его необходимо разбивать деревянным молотком и превращать в порошок.

Акванал АМШ поставляется в прозрачных шлангах, свернутых в бухты. При внешнем осмотре необходимо установить отсутствие значительных воздушных пробок в заряде (разрыв состава на несколько сантиметров). При обнаружении разрыва состава необходимо острым ножом вырезать пустую часть шланга и состыковать заряд, скрепив его изоляционной лентой.

Каждый электродетонатор перед введением в заряд подвергается наружному осмотру. При этом устанавливается отсутствие на гильзе зеленых пятен, раковин, сквозных трещин, вмятин и проверяется целостность мостика накалывания на проводимость тока. Если обнаружен хоть один из приведенных дефектов, электродетонатор запрещается вводить в заряд, его нужно уничтожить.

Детонирующий шнур также подвергается наружному осмотру перед введением в заряды. При осмотре устанавливаются целостность оболочки, отсутствие разлохмачивания концов, высыпания состава, переломов, утонений и утолщений, а также наличие сердцевинки. Бухты детонирующего шнура, имеющие какой-либо брак, уничтожаются. Порядок уничтожения негодных ВМ изложен в разд. II данной главы.

10. ЛИКВИДАЦИЯ ОТКАЗАВШИХ ЗАРЯДОВ

Применительно к условиям сейсморазведки под отказавшим зарядом следует понимать отсутствие взрыва или прекращение детонации в одном или нескольких зарядах после подачи в сеть электрического тока. Отказавшие заряды разделяют на одиночные и групповые.

Появление отказавших зарядов зависит от технических и технологических причин.

К техническим относятся причины, связанные с низким качеством ВМ (переуплотненные литых зарядов, утонение и разрыв сердцевин ВВ детонирующего шнура) и вредным воздействием окружающей среды на ВМ (увлажнение аммиачно-селитренных ВВ). К технологическим относятся причины, связанные с неправильным заряданием скважин, шпуров, неправильной укладкой в грунт линейных зарядов и оснащением их боевиками или электродетонаторами, неправильным расчетом и монтажом электрической сети или неисправностью источника тока (взрывной машинки).

Как технические, так и технологические причины возникают вследствие недостаточного контроля со стороны инженерно-технических работников и прямых исполнителей при изготовлении и использовании ВМ.

Выяснение причин отказа и ликвидацию отказавшего заряда производят в следующей последовательности.

Если не произошел взрыв заряда ВВ после того, как в электросеть был подан электрический ток от взрывной машинки ССВ-1, следует немедленно отключить вилку взрывной магистрали от источника тока, извлечь ключ из взрывной машинки и сообщить геофизику-оператору о наличии отказавшего заряда, после чего приступить к выяснению причин отказа. Прежде всего необходимо подключить вилку взрывной магистрали к миллиамперметру взрывной машинки и проверить состояние электровзрывной цепи. Если стрелка миллиамперметра отклонилась вправо, значит электровзрывная цепь исправна или замкнута накоротко. При исправной электровзрывной цепи не последовало взрыва заряда ВВ лишь по одной причине — отсутствие в цепи тока (неисправна взрывная машинка). В таких случаях необходимо заменить взрывную машинку.

Короткое замыкание электровзрывной цепи проверяется по направлению от источника тока. Взрывная магистраль разъединяется в разъеме, и находящийся около машинки конец магистрали включается посредством вилки в цепь миллиамперметра. Если стрелка миллиамперметра не отклонилась вправо, значит этот отрезок магистрали исправен, а отклонившаяся стрелка свидетельствует о коротком замыкании. С помощью миллиамперметра отыскивается короткое замыкание в отрезке магистрали, состоящем из двухжильного провода, а при пользовании одножильными проводами короткое замыкание определяется наружным осмотром магистрали.

Если взрывная машинка и первая часть магистрали до разъема оказались исправными, необходимо проверить вторую часть магистрали, к которой подсоединен заряд ВВ. Для этого следует отсоединить взрывную магистраль от заряда ВВ (если заряд на поверхности), концы электродетонатора замкнуть накоротко и проверить вторую часть магистрали так же, как первую. Если поврежденная часть магистрали находится в сква-

жине, то ее нужно извлечь вместе с зарядом на поверхность и, отсоединив заряд, приступить к проверке.

Если взрывная магистраль исправна, а электроцепь разорвана, значит непригоден электродетонатор. В таких случаях следует уничтожить заряд в установленном порядке.

Более часто наблюдаются отказы зарядов по вине взрывника, когда взрывается электродетонатор и не детонирует основной заряд ВВ. Причиной этого является увлажнение заряда ВВ из-за плохой гидроизоляции или неправильное соединение электродетонатора с зарядом (подсоединение электродетонатора сбоку заряда, неплотное прилегание электродетонатора к стенкам отверстия заряда, в результате чего свободное пространство заполняется водой или глинистым раствором, что препятствует детонации заряда).

Случается, что сгорает только мостик накаливания электродетонатора. При этом инициирующие ВВ в результате увлажнения могут не воспринимать огня воспламенительной капли, или даже сама капля по этой же причине не воспламенится. В таких случаях, когда взрывается электродетонатор и не детонирует заряд ВВ, или сгорает только мостик накаливания электродетонатора, не производя взрыва инициирующих веществ, заряд должен быть уничтожен как отказавший, непригодный для дальнейшего использования.

Порядок ликвидации отказавших зарядов зависит от применяемого метода работ.

При работе в скважинах отказавший заряд необходимо извлечь на поверхность и уничтожить. Если нет возможности извлечь заряд на поверхность, нужно около устья скважины разъединить с помощью кусачек взрывную магистраль и концы ее, идущие к заряду, замкнуть накоротко, закрепив их на кольшике около устья скважины. Следует смонтировать новую магистраль или на оставшейся части имеющейся магистрали (если позволяет длина) дослать в скважину дополнительный заряд вплотную к отказавшему и по команде геофизика-оператора произвести взрыв. Однако необходимо помнить, что если нельзя извлечь отказавший заряд из скважины, то почти всегда невозможно дослать к нему вплотную другой заряд. Для ликвидации таких зарядов требуется значительно больше времени и труда. В ту же рабочую смену взрывник обязан вызвать через геофизика-оператора буровую бригаду и пробурить на расстоянии не ближе 3 м вторую скважину параллельно той, в которой находится отказавший заряд. После удаления буровой бригады взрывник опускает в новую скважину заряд массой в 2 раза больше отказавшего и производит взрыв. После уничтожения отказавшего заряда взрывник продолжает работу в обычном порядке.

Ликвидация отказавших зарядов в шпурах имеет одну отличительную особенность, связанную с тем, что забойка зарядов производится грунтом, не позволяющим извлекать отказав-

шие заряды на поверхность. Поэтому для ликвидации отказавшего заряда необходимо пробурить параллельный шпур на расстоянии не ближе 30 см, зарядить его и произвести взрыв в установленном порядке.

Ликвидация отказавших зарядов в шурфах происходит несколько иначе. Вначале взрывная магистраль отсоединяется от участковых проводников или непосредственно от проводников электродетонатора, которые замыкаются накоротко. Как известно, расположение электродетонатора в шурфовых зарядах обозначается вешкой (палочкой). Взрывник обязан отступить от вешки не менее чем на 0,5 м, произвести выборку грунта (забойки) до поверхности заряда ВВ, наложить на обнаженную полость дополнительный заряд, ввести в него электродетонатор, смонтировать электроцепь и произвести взрыв.

Ликвидация отказов при методе наружных зарядов характеризуется простотой и быстротой выполнения, однако взрывник должен быть максимально осторожен. Как и при других методах, необходимо отключить взрывную магистраль от источника тока (машинки) и от заряда ВВ, а также извлечь ключ из взрывной машинки ССВ-1. Цепь электродетонаторов в группе зарядов или в одном заряде должна быть накоротко замкнута. Порядок проверки взрывной магистрали тот же, что и при ликвидации отказавших зарядов в скважинах. Однако в этом случае выяснение причины отказа следует начинать не с проверки взрывной магистрали, а непосредственно с заряда ВВ. При внешнем осмотре взрывник может обнаружить, что электродетонатор взорвался и раздробил только боевик, а заряд ВВ не сдетонировал. Взрыв электродетонатора свидетельствует об исправности электроцепи (взрывной магистрали), поэтому ее не следует подвергать проверке.

В этом случае нужно придать соответствующую форму заряду, ввести в него новый боевик с электродетонатором и подключить к взрывной магистрали для последующего взрыва. Если внешние заряды ВВ в полном порядке, то из них следует извлечь электродетонаторы и проверить их на проводимости мостиков накаливания. При отсутствии в электродетонаторах проводимости их необходимо заменить пригодными. Если в дальнейшем будет разорвана электроцепь, то необходимо проверить магистральные провода (взрывную магистраль) и взрывную машинку. Невзорвавшиеся в водоемах заряды должны извлекаться на поверхность и тщательно проверяться. Не рекомендуется опускать в водоемы дополнительные заряды для ликвидации отказавших. Отказавшие заряды должны уничтожаться на поверхности земли, чтобы не оставлять на дне водоема остатков ВВ (неполная детонация, разброс заряда), так как это может привести к тяжелым последствиям при корчевке пней, дноуглубительных и других работах.

Все отказавшие заряды взрывник обязан регистрировать в журнале записи отказов при взрывных работах и времени их

ликвидации (см. прил. 1). Ликвидация отказавших зарядов должна производиться под надзором руководителя взрывных работ.

11. УНИЧТОЖЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Взрывчатые материалы приходят в негодность при длительном их хранении, под действием влаги и солнечных лучей. Они теряют свои качества при механическом смешении с посторонними материалами, неоднократных погрузочно-разгрузочных работах и длительных перевозках автомобильным транспортом.

Все ВМ, пришедшие в негодность, должны быть уничтожены. Уничтожение ВМ в полевых условиях производится взрывником с разрешения геофизика-оператора, а на базе партии — заведующим складом с разрешения начальника партии или руководителя взрывных работ. Во всех случаях уничтожение ВМ оформляется актом. В акте должно быть указано количество и наименование уничтоженных ВМ, причины и способы уничтожения. Акт составляется в двух экземплярах, которые предназначаются складу ВМ и бухгалтерии предприятия.

Уничтожение сметок ВВ и остатков непригодных средств взрывания производится взрывником по мере необходимости, но не реже 1 раза в 10 дней, в присутствии руководителя взрывных работ. Составление акта в этом случае не требуется.

Перед уничтожением ВМ взрыванием или сжиганием должна быть подготовлена специальная площадка, предотвращающая распространение огня, и предусмотрены меры предосторожности для людей и техники, наличие укрытий или безопасных мест для лиц, проводящих уничтожение.

Взрывчатые материалы разрешается уничтожать следующими способами: 1) взрыванием, 2) сжиганием, 3) потоплением, 4) растворением в воде.

В условиях сейсмической разведки уничтожение ВМ взрыванием производится только электрическим способом; при этом могут быть уничтожены электродетонаторы, детонирующий шнур и другие ВМ, способные к полной детонации. Уничтожение ВМ взрыванием осуществляется по методу производства взрывных работ в шурфах, когда в зависимости от величины заряда устанавливается опасная по всем показателям зона. Предназначенные к уничтожению электродетонаторы укладываются в их упаковке в шурф, а сверху накладывается боевик из качественного ВВ (масса ВВ зависит от числа уничтожаемых электродетонаторов). Смонтированный заряд осторожно засыпается грунтом, и после окончания всех подготовительных работ производится взрыв. Так же уничтожаются взрыванием и другие ВМ. В целях полноты детонации уничтожаемых ВВ производство взрывов на поверхности методом наружных зарядов не рекомендуется.

Для уничтожения ВВ сжиганием расчищается специальная площадка, и на ней укладываются сухие дрова. От дров против ветра прокладывается «дорожка» из легковоспламеняющихся материалов (стружек, бумаги, мелких щеп, хвороста, соломы и др.) длиной не менее 5 м, которая служит для разжигания костра. Перед сжиганием все ВВ извлекаются из тары, тщательно осматриваются, чтобы убедиться в отсутствии в них детонаторов, и укладываются на дрова. Как только закончена укладка ВВ на дрова, взрывник, предварительно проверив, нет ли людей в опасной зоне, поджигает «дорожку», идущую к дровам, и уходит в укрытие или на безопасное расстояние. «Дорожка» должна обеспечить хорошее загорание дров, а костер из дров — полное сгорание ВВ. Взрывник возвращается к месту сжигания ВВ после того, как совершенно погаснет костер.

Необходимо проверить полноту сгорания ВВ путем тонкослойного разгребания золы деревянной лопатой. Одному взрывнику с точки зрения безопасности разрешается одновременно поджигать не более трех «дорожек».

При уничтожении сжиганием больших количеств ВВ целесообразно разложить на площадке дрова и ВВ на несколько куч, под каждую из них поместить сухие стружки и по 50 г черного пороха. В порох следует ввести мостики накалывания из тонких проводников (как в электродетонаторах), подсоединить их к участковым проводам, а затем включить в цепь взрывной магистрали. Таким образом готовится несколько куч ВВ для одновременного поджигания с помощью электричества. Этот метод весьма безопасен и экономичен по времени.

Освободив опасную зону от людей и техники, взрывник подключает электромагистраль к гнездам взрывной машинки и как бы производит взрыв. В результате начинается одновременное горение стружек, дров, а затем и ВВ. Такое загорание весьма удобно даже при одиночных кучах и особенно при сжигании порошкообразных ВВ, энергично горящих. Как правило, порошкообразные ВВ, предназначенные к сжиганию, рассыпаются дорожками шириной не более 30 см и толщиной не более 10 см при расстоянии между дорожками не менее 5 м. Этим достигается полное и равномерное сгорание ВВ без детонации.

Метод поджигания уничтожаемых ВВ с помощью электричества гарантирует безотказное загорание ВВ, безопасность взрывника (даже при переходе горения в детонацию ВВ) и ускоряет общий процесс работы.

Электрический способ поджигания следует применять для уничтожения труднозагорающихся взрывчатых веществ и динамитов, которые разрешается сжигать на одном костре в количестве не более 5 кг и уложенными так, чтобы патроны ВВ не касались один другого. Сжиганием уничтожаются те взрывчатые вещества, которые не обладают свойством детонации (огнепроводный шнур и средства загорания) или потеряли способность детонировать. Необходимо помнить, что ВВ, по-

терявшие способность к детонации, как исключение, по различным причинам могут сдетонировать при сжигании, поэтому следует вести расчет безопасной зоны для людей как при взрывных работах методами шурфовых и наружных зарядов, исходя из количества одновременно сжигаемых ВВ. Категорически запрещается уничтожать сжиганием средства взрывания (электродетонаторы и детонирующий шнур).

В условиях морской сейсморазведки разрешается уничтожать потоплением гигроскопичные ВВ — аммониты и дымный порох. Для этого к таре (мешкам или ящикам) прочно привязывают тяжелый груз малого объема и в открытом море на глубоком месте ВВ опускают в воду.

При наземных работах уничтожению растворенным подвергаются только аммониты и дымный порох. Для этой цели готовят яму соответствующего размера, верх которой застилают досками. По центру ямы на доски ставят деревянную бочку или другую емкость с краном или пробкой в нижней ее части для спуска растворенного ВВ. Под краном или пробкой емкости в досках настила делают отверстие для стока раствора в яму. Емкость заполняют горячей водой, а затем засыпают ВВ (на 1 л воды 200 г ВВ) и помешивают деревянной палкой (мешалкой). При перемешивании ускоряется процесс растворения ВВ; для этого по центру емкости устанавливают стержень с двумя — четырьмя крыльчатками, который приводится в движение с помощью простой шестеренчатой передачи при вращении колеса вручную. С применением малой механизации процесс растворения ВВ ускоряется более чем в 2 раза. Если на растворение 25 кг ВВ при помешивании мешалкой требуется 1 ч, то при малой механизации на эту же работу затрачивается только 20—25 мин, и труд взрывника значительно облегчается. Весь процесс повторяется 3—4 раза. Затем открываются кран емкости и раствор сливается в яму. Остатки нерастворившихся ВВ извлекают из емкости и уничтожают сжиганием.

Уничтожение ВВ растворенным связано со значительными затратами технических средств и времени, поэтому этот способ редко используют в условиях сейсморазведки.

12. ЛИКВИДАЦИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Существуют различные способы возбуждения упругих колебаний в горных породах с помощью взрыва, в том числе взрывы в скважинах, шпурах и шурфах.

С целью правильного подхода к ликвидации буровзрывных последствий необходимо кратко охарактеризовать каждую горную выработку в отдельности.

В условиях сейсморазведки бурят скважины двух типов, преимущественно вращательным способом. К первому типу относятся оптимальные скважины, глубина которых соответ-

ствует зоне малых скоростей (ЗМС) и составляет 10—20 м, а иногда достигает 100 м и более. Бурение таких скважин осуществляется в основном с промывочной жидкостью посредством использования циркуляционной системы (зумпфов). Скважины второго типа бурят шнековым способом в ЗМС, глубина их не превышает 6 м. Эти скважины используют группами по 10 и более скважин на одном пункте возбуждения.

Шнуры бурят шнековым способом на глубину от 1,5 до 4,5 м. Их назначение соответствует скважинам в ЗМС. Шнуры отличаются от этих скважин меньшим диаметром и меньшей глубиной.

Шурфы для размещения зарядов ВВ используют только в районах с однородным поверхностным грунтом, мощность которого составляет несколько метров (например, в условиях барханных песков).

Ликвидация использованных взрывных скважин, пробуренных в ЗМС, и шнуров производится в основном до взрыва. Скважины или шнуры после размещения в них зарядов засыпают выбуренным шламом, а их верхнюю часть заполняют на 50 см плодородным почвенным слоем, который существует в данной местности. После взрыва группы зарядов ВВ проверяют полноту их детонации и отсутствие отказавших зарядов. Затем удаляют концевые проводники из скважин или шнуров и проверяют надежность их забойки. Если будут обнаружены скважины или шнуры с осевшим грунтом после взрыва, то их дополнительно заполняют почвой и утрамбовывают. Категорически запрещается оставлять на поверхности земли разбуренную глину или другие породы.

Использованные шурфы засыпают однородным грунтом и производят планировку местности.

Особое внимание следует уделять ликвидации оптимальных скважин, пробуренных с промывочной жидкостью на глубину мощности ЗМС. Этими скважинами часто разбуривают подземные водоносные горизонты верховодки и грунтовых вод, тем самым нарушается их естественная циркуляция.

Перед началом бурения оптимальной скважины, в зависимости от глубины, готовят для промывочной жидкости циркуляционную систему, которая состоит из одного или двух зумпфов и рабочей скважины. В процессе бурения вокруг скважины и циркуляционной системы нарушается естественная структура почвы, и эти земельные участки становятся частично или полностью непригодными для посевов сельскохозяйственных культур. Причиной этого является снятие растительного слоя почвы и перемешивание его в процессе бурения скважины с выносимым шламом, представленным глинами, известняками и другими породами. После производства взрывов еще больше нарушается естественная структура почвы; дополнительно к этому создается опасность для людей, животных и наземных транспортных средств. Характер разрушений грунта взрывами

зависит от его состава и механических свойств, массы зарядов ВВ, способов и глубин их погружения.

В практике взрывных работ методом скважинных зарядов встречаются следующие виды разрушений:

1) на забое скважины возможно образование камеры, а ее ствол сохраняется без изменений; это самый распространенный вид разрушений, встречающийся у 90 % скважин, используемых в сейсморазведке;

2) диаметр скважины сильно увеличивается или в скважине образуется камуфлетная полость, что создает на поверхности опасность провала грунта;

3) происходит выброс породы, и образуется воронка типа усеченного конуса с наличием вала из разрушенной породы по ее окружности на поверхности земли.

С целью максимального сохранения и восстановления нарушенной структуры растительного почвенного слоя и обеспечения безопасности для людей, животных и наземных транспортных средств все использованные взрывные скважины и зумпфы должны ликвидироваться немедленно по завершении взрывных работ.

Ниже излагаются наиболее распространенные способы ликвидации использованных взрывных скважин.

После завершения взрывных работ собирают вокруг скважины вынесенные на поверхность разбуренные породы и засыпают ими скважину и зумпф. С помощью ручного приспособления расширяют устье скважины до глубины 0,7—0,8 м и опускают на уступ цементную пробку. Затем оставшуюся часть скважины (не менее 0,5 м) и зумпф заполняют растительным грунтом.

Широко применяется способ ликвидации использованных взрывных скважин, у которых сохранился без изменений ствол и возможны камеры на забое [3].

Когда бурение взрывной скважины находится в стадии завершения и до ее проектной глубины остается 1,5—2 м, останавливают вращение колонны труб и ниже ротора буровой установки на квадратную штангу закрепляют специальный расширитель—режущее устройство (рис. 77) для разбуривания верхней части ствола скважины. После закрепления устройства продолжают бурение скважины с использованием одновременно двух режущих инструментов, из которых нижний добуривает скважину обычным диаметром, например 140 мм, а верхний, начиная с устья скважины, разбуривает ее ствол на глубину 1,5—2 м до диаметра 240 мм. По завершении бурения колонну бурильных труб приподнимают от забоя до выхода на поверхность расширителя, после чего фиксируют остановку инструмента и снимают расширитель. Затем скважину окончательно промывают и демонтируют инструмент. При окончательной промывке скважины на имеющийся в ее верхней части уступ будет частично оседать шлам, который

впоследствии улучшает закрепление пробки, предназначенной для герметического перекрытия ствола скважины. Для этого могут быть использованы пробки из цемента, битума и других материалов. Диаметр пробки (d) должен соответствовать диаметру верхней части ствола

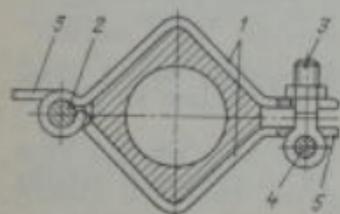


Рис. 77. Расширитель—режущее устройство

скважины, а ее высота должна составлять $(\frac{2}{3}+1)d$. Такой размер пробки позволяет надежно установить ее на уступе и перекрыть ствол скважины.

Расширитель—режущее устройство (см. рис. 77) для разбуривания верхней части ствола скважины— может быть различной конструкции. В рассматриваемом варианте оно состоит из шек расширителя 1, пальца шарнира 2, болта 3, оси 4 и режущих кромок 5.

При применении указанного способа ликвидации взрывных скважин все буровые бригады обеспечиваются расширителями для разбуривания верхней части ствола скважины, а бригады взрывников— необходимым числом пробок на всю рабочую смену. После использования взрывной скважины, т. е. завершения в ней взрывов, взрывник или подчиненное ему лицо с помощью шеста досылает пробку на уступ скважины и вдавливает ее в шлам. Затем скважину засыпают разбуренной породой и периодически плотно утрамбовывают. Верхнюю часть ствола скважины засыпают на 50 см растительным грунтом и также плотно утрамбовывают. Так ликвидируется каждая использованная скважина, у которой сохранился ствол и на забое возможно наличие камеры.

В имеющиеся зумфы закладывают остатки шлама разбуренных пород, а их верхнюю часть засыпают растительным грунтом.

При этом способе ликвидации использованных взрывных скважин верхнюю часть ствола можно также расширять долотом большего диаметра. В таком случае начальное бурение скважины на глубину до 2 м необходимо производить долотом, диаметр которого превышает диаметр дальнейшего бурения скважины на 80—100 мм. После достижения глубины 2 м приподнимают квадратную штангу и производят замену долота. Затем в обычном порядке продолжается бурение взрывной скважины.

Если после взрывов сильно увеличился диаметр скважины или образовалась камуфлетная полость, грозящая провалом с поверхности земли, то скважину ликвидируют в следующем порядке. С помощью взрывов подвесных или накладных зарядов ВВ обрушают грунт к забою скважины до образования воронки. Воронку засыпают с помощью бульдозера, после чего покрывают ее поверхность растительным слоем грунта толщи-

ной 40—50 см. Взрывными работами руководит старший техник-взрывник в соответствии с требованиями «Единых правил безопасности при взрывных работах» [9].

В последние годы в связи с внедрением цифровых сейсмических станций, новых систем наблюдения и совершенствованием методики взрывных работ значительно сократилось бурение скважин до подошвы ЗМС и за ее пределы.

Несмотря на это, с целью сохранения естественной циркуляции грунтовых вод необходимо усовершенствовать ликвидацию подобных скважин. Для этого после засыпки скважины разбуренным грунтом нужно от забоя до уступа заполнить ее цементным раствором, после чего установить на уступе пробку и в обычном порядке завершить засыпку оставшейся части ствола скважины.

Все меры по ликвидации последствий буровзрывных работ с целью восстановления естественной структуры верхней части почвы и сохранения грунтовых вод должны предусматриваться проектами и сметами сейсморазведочных партий.

ГЛАВА VIII

ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

Сейсморазведочные работы осуществляют в различное время года на профилях, которые нередко пересекают леса, болота, ледяные покровы озер и рек, пески, сельскохозяйственные угодья и другие сложные участки. При определенных условиях их также проводят в темное время суток и в сложных метеорологических условиях. Проведение взрывных работ в особых условиях регламентируется требованиями «Единых правил безопасности при взрывных работах».

1. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

С каждым годом увеличивается объем сейсморазведочных работ, выполняемых в зимнее время. Это связано с рядом причин, основными из которых являются: организация круглогодичных работ с целью повышения коэффициента использования оборудования и спецтехники; разведка в перспективных районах с наличием большого количества рек, болот, озер, лесов и других препятствий на местности в летнее время; исключение помех для специальной техники в районах с интенсивным сельским хозяйством.

В южных и западных районах страны применяемые в сейсморазведке устройства, оборудование, аппаратура и специальная техника используются зимой в летнем исполнении. В цент-

ральных районах устраивают обогревы на автоцистернах и буровых установках. В северных районах сейсморазведка оснащается специальными вездеходами и специальными будками с обогревом, что создает нормальные условия для работы аппаратуры.

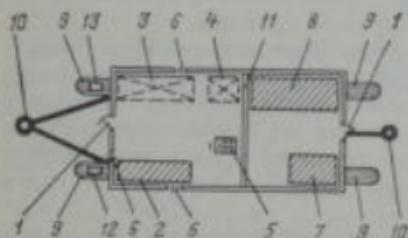


Рис. 78. Балок-взрывпункт:

- 1 — двери; 2 — ящики для аппаратуры; 3 — полка откидная; 4 — столик откидной; 5 — чугунная печь; 6 — окно; 7 — ящики для СВ; 8 — ящики для ВВ; 9 — полозья тракторных саней; 10 — жесткие привалы; 11 — перегородки; 12 — катушка для проволоки магистраль; 13 — катушка для проводов связи и линии вертикального времени

Порядок работы в зимнее время на открытом воздухе в зависимости от силы ветра и температуры воздуха отдельных климатических зон регламентируется постановлениями местных Советов народных депутатов. Бригады взрывников сейсмической разведки в зимнее время обеспечиваются специальными передвижными балками-взрывпунктами, лыжами, теплой спецодеждой, спецобувью и меховыми перчатками.

Балок-взрывпункт (рис. 78) изготавливают из деревянного каркаса и обшивают с двух сторон досками, пространство между которыми заполняют паклей, строительной кошмой или войлоком для сохранения тепла. Каркас скрепляют металлическими угольниками. Готовый балок устанавливают на тракторные сани и закрепляют на них стяжными болтами с металлическими пластинами, которые удерживают головки болтов и шайбы с гайками от врезания в дерево. Балок-взрывпункт разделяется деревянной перегородкой на два помещения, одно из которых — рабочее место, а второе используют для хранения ВМ.

Ящик для аппаратуры разбит на несколько секций, предназначенных для установки системы синхронизации возбуждения ССВ-1 и других инструментов, а его крышка служит для расположения аппаратуры в рабочие часы и местом отдыха бригады в свободное от работы время. На откидной полке готовят и увязывают заряды ВВ, а по окончании работы ее очищают от пыли влажной тряпкой и используют для отдыха. Столик откидной необходим для оформления документов в рабочее время и для еды в часы отдыха. Печь чугунная предназначена для обогрева балка. Она прочно прикрепляется к листке кровельного железа к полу и отделяется огнеупорным материалом от деревянной перегородки и стенки балка. Для предохранения от загорания потолок отделяется от трубы прокладкой из огнеупорного материала (асбеста и др.), а на вершину трубы устанавливается искрогаситель. Разрешается отапливать

балок-взрывпункт, когда заряды ВВ готовятся на открытом воздухе. Топить печь запрещается при движении балка-взрывпункта и при наличии ВВ на рабочем месте. Старший техник-взрывник перед началом работ накладывает пломбы на топку печей.

В помещении для хранения ВМ деревянный ящик 7 разделяется на две секции и внутри обивается войлоком, а сверху железом. В нем хранятся средства взрыва (электродетонаторы и детонирующий шнур). Деревянный ящик 8 предназначен для хранения ВВ. Оба ящика прочно прикрепляются к полу балка, закрываются крышками и запираются на замки.

Балок может служить не только передвижным пунктом взрыва, но и складом для кратковременного хранения 5-дневного запаса ВМ при наличии круглосуточной вооруженной охраны и после соответствующего оформления в органах МВД.

Балок-взрывпункт перемещают по профилю работ трактором. Он располагается на безопасном расстоянии от мест взрыва зарядов так, чтобы из окон можно было наблюдать за границами опасной зоны. Перед началом работ, пользуясь лыжами, рабочие взрывпункта ограждают опасную зону красными флажками и плакатами, разматывают взрывную магистраль и линию вертикального времени, готовят необходимые инструменты и материалы. Заряды готовят в рабочем помещении балка-взрывпункта, а электродетонаторы вводятся непосредственно у места взрыва (около скважины, шурфа и др.). Если заряды опускаются в скважину с помощью шестов, то муфтовые соединения необходимо погружать на несколько секунд в ведро с горячей водой, чтобы намерзшая жидкость не препятствовала соединению шестов. Вода транспортируется в специальных автоцистернах, обеспеченных вакуумной системой и обогревом за счет выхлопных газов двигателя. Конструкции обогревов различны, но все они служат для повышения температуры легкозамерзающих узлов и металлической емкости с водой. При полном бездорожье емкости с водой обеспечиваются вакуумной и отопительной системами, буксируются тракторами на гусеничном ходу. Соединение вакуумной системы и обогрева от трактора с емкостями на прицепе осуществляется отрезками гибких шлангов.

После того как заряд опущен в скважину, взрывник присоединяет концы провода к взрывной магистрали, устанавливает сейсмоприемник и подключают его к линии для регистрации вертикального времени, возвращаясь к балку-взрывпункту, соединяет разъемы взрывной магистрали и линии вертикального времени. При работе в летнее время разъем делается только на взрывной магистрали, а зимой — и на линии вертикального времени. Это необходимо в связи с применением балка-взрывпункта. В стенку балка-взрывпункта, прилегающую к ящику для аппаратуры, устанавливается рабочая панель (рис. 79).

Перед взрывом вилка боевой (взрывной) магистрали вставляется в розетку 1, а вилка вертикального времени — в розетку 2 с внешней стороны балка. Вторые части магистралей (взрывной и вертикальной) соответственно вставляются в те же розетки с внутренней стороны балка, в результате чего получается замкнутая цепь, готовая к взрыву. После производства

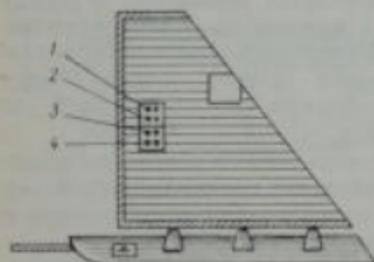


Рис. 79. Рабочая панель:

1 — двусторонняя розетка взрывной магистрали; 2 — двусторонняя розетка линии вертикального времени; 3, 4 — короткозамкнутые розетки

взрыва магистрали немедленно извлекаются из розеток; первая часть магистралей подвешивается на изолятор внутри балка, а вторая часть, идущая от балка к скважине, вставляется в короткозамкнутые розетки 3 и 4 с внешней стороны.

Как с внешней стороны, так и внутри балка над розетками имеются соответствующие надписи: 1 — «взрывная», 2 — «вертикальная», 3 и 4 — «закорочено». Кроме того, розетка 1 и вилка взрывной магистрали окрашиваются в красный цвет, а розетка 2 и вилка вертикального времени — в синий или другой цвет. Контакты во всех розетках должны систематически проверяться и содержаться в хорошем состоянии.

2. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В ЛЕСУ

При залесенной местности бригада, подчиненная топографу, прорубает просеку на протяжении профиля или на отдельных его участках для прохождения сейсмостанций, буровых станков, взрывпунктов и другого транспорта. С целью очистки просек применяются специальные «кусторезы», смонтированные на тракторах, и ручные бензопилы. После подготовки просеки топограф отмечает на линии профиля точки установки сейсмографов и пункты взрыва. На обозначенных пунктах могут производиться взрывы скважинных, шурфовых, накладных, воздушных и других зарядов.

Взрывник размещает оборудование и устанавливает запретную зону, учитывая намеченную методику взрывных работ. Сменный запас ВМ располагается за пределами опасной зоны, в стороне от проезжей части (просеки). Место расположения ВМ должно обозначаться красным флажком и находиться под постоянным наблюдением взрывника. Запрещается располагать средства взрывания под зависшими, сухими и подгнившими деревьями, которые от колебаний почвы и воздушной ударной волны при взрыве могут упасть и вызвать взрыв сменного за-

паса ВМ. Во всех случаях подступы к запретной (опасной) зоне охраняются постами проинструктированных рабочих.

Заряды ВВ разрешается готовить только на брезенте или плащ-палатке, а вводить в них боевики или электродетонаторы следует непосредственно у места, предназначенного для взрыва. Переносить электродетонаторы от места хранения сменного запаса ВМ к месту расположения зарядов разрешается только в специальном деревянном ящике, обитом внутри войлоком. Перед началом работ поверхность земли вблизи устья скважины должна быть расчищена от обломков деревьев и растительности в радиусе не менее 0,7 м. При взрывах накладных и воздушных зарядов не исключена возможность возникновения пожара даже в зимнее время. Для предотвращения лесного пожара и уничтожения возможных очагов огня в зимнее время взрывник обязан иметь на пункте взрыва достаточное количество огнетушителей и противопожарного инвентаря, а летом — ручную пожарную машину или мотопомпу с запасом воды.

Персонал сейсмической партии при работах в лесу должен знать элементарные правила тушения лесного пожара, тушение пожара считать своим прямым долгом. В отдельных случаях в зимнее время разрешается разводить открытый огонь для оттаивания муфтовых соединений шестов и других приспособлений в подготовленных ямах не ближе 100 м от расположения ВМ. Оставлять без наблюдения открытый огонь запрещается.

При взрывах накладных и воздушных зарядов большой массы возможны зависания подорванных, но неупавших деревьев. Размещать очередные заряды ВВ следует лишь после полной ликвидации зависших деревьев. Производить взрывные работы при сильном ветре, тумане и с наступлением темноты запрещается.

3. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ НА БОЛОТАХ

До начала сейсморазведочных работ на болоте необходимо провести детальную разведку силами топографического отряда при участии геолога: установить тип болота, его размеры, глубину, характер поверхности, состав толши и прочность покрова. На основании полученных данных определяют направления профилей и методику буровых и взрывных работ.

Персонал сейсмической партии в период работ на болоте должен следить за микрорельефом и растительностью. На открытых местах бывает ярко-зеленая трава. В лесных болотах на более толстых местах деревья значительно ниже, среди них много сухостоя. Возвышенности плоского характера покрыты болотным мхом (сфагнумом), менее устойчивым, чем промежуточные, более низкие места. В лесных моховых болотах места под ягелем значительно крепче, чем под другими видами мха. Особенно слабы кочки и подушки из сфагновых мхов. В райо-

нах вечной мерзлоты участки, покрытые травой, прочнее, чем покрытые мхом.

Высокогорные и тундровые болота на Крайнем Севере обычно неглубоки вследствие незначительного оттаивания вечной мерзлоты, но они могут представлять серьезную опасность. Особенно опасны торфяные болота, которые нередко прикрывают своей толщей мощные плавучины. При работе на солончаках весной и осенью необходимо остерегаться трясины, так называемых соров. На окраинах соров растет ковыль голубоватой окраски, а тонкие места, как правило, выделяются розоватой солончаковой растительностью.

Сейсморазведочные работы на болотах проводятся преимущественно в зимнее время, так как лишь незначительная часть болот доступна для работ летом.

При взрывных работах на болотах допускается использование взрывчатых веществ только второй группы и бездымного пороха. Электродетонатор погружается в заряд ВВ на всю длину. Порошкообразные ВВ должны патронироваться в плотные оболочки так, чтобы при нажатии на заряд грузилом или шестами давление не передавалось на электродетонатор.

Взрывные скважины в болотах неустойчивы и заливывают в короткий промежуток времени после извлечения бурового инструмента. В таких случаях необходимо заряжать скважины немедленно по окончании бурения. Не рекомендуется расчленивать заряд и опускать его в скважину частями; это может привести к созданию промежуточных пробок, препятствующих полной детонации заряда ВВ.

С особой осторожностью должны производиться взрывы зарядов в шурфах, а также накладных зарядов на мерзлых покровах болот в тех местах, где мощность покрова мерзлоты незначительна и последний находится в зоне разрушения взрыва. При взрывах зарядов в таких местах сильно разрушается покров мерзлоты, и доступ людей к этим точкам становится опасным. Поэтому размещать заряды для повторных взрывов в шурфах и на поверхности разрушенной мерзлоты разрешается с доски, трапа или связки хвороста. При этом необходимо соблюдать следующий порядок операций: взрывник закрепляет один конец веревки у себя на поясе, а второй находится у рабочего взрывника, стоящего за пределами опасной зоны на пути отхода взрывника. Затем взрывник настигает к воронке взрыва доски, трапы или связки хвороста. Убедившись в безопасном передвижении по настилу, он подносит заряд ВВ и размещает его в воронке взрыва, производит последовательно остальные работы и удаляется к месту расположения взрывника.

Для обеспечения качественного и безопасного проведения взрывных работ на болотах следует создать комплексную бригаду, т. е. персонал, обслуживающий буровой агрегат, включить в состав бригады взрывника. Все лица комплексной бригады обязаны пройти инструктаж по методу безопасного обращения

с ВМ и сдать экзамены квалификационной комиссии на право допуска к работам на пункте взрыва. В комплексной бригаде возможно сокращение рабочих за счет овладения смежными профессиями.

При методе скважинных зарядов взрывчатые вещества подносятся к месту заряжания одновременно с началом бурения скважины. Параллельно с бурением скважины ведется приготовление заряда ВВ, а введение электродетонатора в заряд осуществляется немедленно после окончания бурения.

4. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ НА ЛЬДУ

Бригада взрывника, работающая на льду, должна иметь веревки, ломы, пешни, багры, топоры, лопаты, шесты, тралы и спасательные круги. Запретная зона устанавливается при взрывах из лунок и прорубей радиусом не менее 200 м, а из скважин — не менее 30 м. Производить взрывные работы на льду и бурить скважины разрешается при наличии определенной толщины льда. Грузоподъемность ледяного покрова определяется в зависимости от расчетной толщины льда (см):

$$H = (h_1 + 0,5h_2) k_1 k_2.$$

Здесь h_1 — толщина прозрачного «чистого» льда, см; h_2 — толщина «мутного» льда, см; k_1 — коэффициент структуры, равный при раковистой структуре единице, а при игольчатой — $2/3$; k_2 — коэффициент температуры (при температуре воздуха ниже 0°C $k_2 = 1$, а при температуре выше 0°C $k_2 = 4/5$).

Например, расчетная толщина льда раковистой структуры с «чистым» слоем 28 см и с «мутным» слоем 12 см при температуре -5°C , см,

$$H = (28 + 0,5 \times 12) 1 \times 1 = 34.$$

При таких же значениях толщины слоев льда, но при температуре $+5^\circ \text{C}$ и игольчатой структуре расчетная толщина льда, см,

$$H = (28 + 0,5 \times 12)^{2,3 \times 4,5} = 18,1.$$

Если по ширине реки толщина и структура льда различны, то при определении расчетной мощности ледяного покрова переходят из наименьшей измеренной толщины, и в основу принимается игольчатая структура. Чтобы определить структуру льда на месте, следует вырубить кусок ледяного покрова до воды размером 30×30 см и расколоть его топором. При игольчатой структуре лед раскалывается в виде пчелиных сот, а при раковистой излом имеет разнообразную неправильную форму. Зная расчетную толщину льда, можно определить максимальную нагрузку на лед.

Приближенная грузоподъемность ледяного покрова определяется следующим образом. Значение толщины «чистого» (кри-

сталлического) слоя льда в сантиметрах делят для гусеничного транспорта на 9, а для колесного транспорта — на 12. Полученное число возводит в квадрат и получают допустимую массу груза в тоннах. Таким образом, фактическая грузоподъемность льда с толщиной «чистого» слоя 72 см будет, т:

для гусеничного транспорта

$$72 : 9 = 8; \quad 8^2 = 64;$$

для колесного транспорта

$$72 : 12 = 6; \quad 6^2 = 36.$$

Для обеспечения безопасного проведения буровых и взрывных работ на льду необходимо иметь запас грузоподъемности льда на 30 % выше расчетного. Например, общая масса бурового агрегата на гусеничном ходу составляет 25 т, а взрывного пункта на колесном ходу — 4 т. Для обеспечения грузоподъемности бурового агрегата на гусеничном ходу общей массой 25 т требуется расчетная толщина льда 45 см, а для взрывного пункта на колесном ходу общей массой 4 т требуется толщина льда 24 см. С целью получения гарантийного запаса грузоподъемности ледяного покрова необходимо фактическую толщину льда увеличить на 30 %, что составит, см:

для гусеничного транспорта

$$13,5 + 45 = 58,5;$$

для колесного транспорта

$$7,2 + 24 = 31,2.$$

Убедившись в достаточной грузоподъемности льда по всему профилю, проложенному по льду, буровые и взрывные бригады приступают к выполнению работ.

При бурении взрывных скважин на льду проходка осуществляется в следующем порядке. Прорезав толщу льда, буровой инструмент опускают на дно водоема и, углубившись далее на одну штангу, производят обсадку скважины трубами, которые перекрывают лед, воду и часть грунта. При дальнейшей проходке обсадка необязательна, если скважина устойчива. Пункт взрыва располагают на льду и обозначают опасную зону в обычном порядке. При этом учитывают возможность размещения станции взрывного пункта со сменным запасом ВМ за пределами ледяного покрова (на земле). Приготовление зарядов, их присоединение к взрывной магистрали, опускание зарядов в скважину и производство взрывов осуществляют в том же порядке, что и при работе на суше. При вырубке лунок и прорубей для размещения или опускания зарядов рабочие должны пользоваться трапами или досками длиной не менее 1,5—2,5 м и шириной 0,2—0,3 м, укладываемыми под ноги.

Можно производить взрывы зарядов как погруженных на дно водоема, так и подвешенных на определенной глубине. За-

ряды, опускаемые под лед, нужно прочно связывать шпагатом, чтобы не допустить их расчленения подо льдом. Опускать и подвешивать заряды следует на прочном шпагате или на веревке, прикрепленной к палке (рис. 80).

При групповых взрывах подвесные заряды следует хорошо укреплять и располагать на расстоянии, обеспечивающем сохранность случайно отказавшего заряда. Для гарантии полного взрыва группы подвесных зарядов необходимо предназначенные к заряджанию электродетонаторы подвергнуть тщательному наружному осмотру, проверить с помощью миллиамперметра взрывной машинки исправность мостиков накаливания и на линейном мостике соответствие величины сопротивления значению его для группового взрывания. Проверять и подбирать электродетонаторы для группового взрывания должен заведующий складом ВМ по правилам, изложенным выше, до выдачи электродетонаторов взрывникам.

После взрыва группы подвесных зарядов взрывник обязан лично убедиться в отсутствии отказавших зарядов и при обнаружении полыней и разрыхленного льда дать указание рабочим о немедленном обозначении опасных мест отличительными знаками. Разрыхленный лед и полынь в дневное время ограждаются красными флажками и плакатами («Стойте! Полынья!», «Стойте! Рыхлый лед!»), а в ночное время — красными фонарями. Подобные ограждения необходимы не только для персонала взрывных работ и сейсмической партии, но и для местного населения, так как после окончания рабочей смены эти места не охраняются бригадой взрывника. Руководитель взрывных работ обязан оповестить ближайшие населенные пункты через местные Советы народных депутатов о предстоящих взрывах на льду.

При взрывах зарядов большой массы в проточных водах запрещается пользоваться водой для питья вниз по течению реки на расстоянии 500 м от места взрывов до полного окончания рабочей смены. Эта предосторожность вызвана выделением при взрыве большого количества отравляющих газов, основная часть которых продолжительное время остается в воде. При взрыве 1 кг взрывчатых веществ (применяемых в промышленности) образуются газы, которые в охлажденном виде имеют

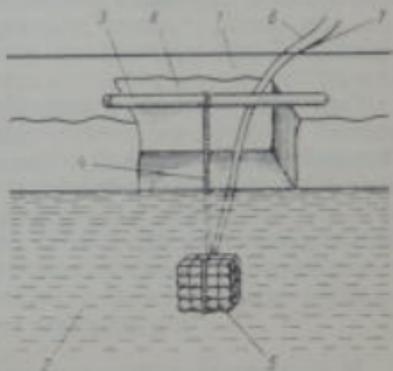


Рис. 80. Заряд, расположенный подо льдом:

1 — лед; 2 — вода; 3 — палка; 4 — шпагат (веревка); 5 — заряд ВВ; 6 — кабельная магистраль; 7 — стальной канатик; 8 — прорубь.

объем 600—1000 л, а с учетом теплоты, выделенной взрывом 1 кг взрывчатого вещества, образуется 3300—16 500 л раскаленных и сжатых газов. При взрывах выделяются углекислый газ, азот, окись углерода, окислы азота, сероводород и сернистый газ. Ядовиты окись углерода (CO), окислы азота (NO_2 , N_2O_4), сернистый газ (SO_2) и сероводород (H_2S).

Опускать заряды в полинья разрешается с трапов или досок, при этом взрывник должен быть обязан за пояс веревкой, конец которой прикреплен к передвижному взрывпункту или находится в руках рабочего, стоящего у выхода на берег.

При обнаружении в проруби отказавшего заряда его необходимо извлечь на поверхность, прикрепить к нему дополнительный заряд массой не менее 25 % массы отказавшего заряда, оснастить электродетонатором и опустить в прорубь; смонтировать взрывную сеть и в установленном порядке по команде геофизика-оператора произвести взрыв.

Разряжать отказавшие заряды запрещается.

5. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В ПЕСКАХ

В пустынных районах часто встречаются песчаные барханы и песчаные покровы. Барханы представляют собой материковые дюны в виде холмов, созданных ветром. Создаваемые ветрами барханы на поверхности имеют различные формы. Они бывают волнообразными в направлении ветра, серповидными с отрогами, направленными в подветренную сторону, и продольными, представляющими длинные гряды, ориентированные параллельно направлению господствующего ветра.

Форма барханов зависит от количества песка, скорости, направления и продолжительности ветра, а также от наличия или отсутствия растительности.

Встречаются поперечные барханы в местах, где имеется достаточное количество песка, а ветер преимущественно умеренный.

В пустынных районах встречаются мощные покровы сухого песка и тонкие покровы вплоть до обнажения горных пород.

Поверхностные условия в песчаных пустынях регламентируют производство взрывных работ с целью сейсморазведки. Прежде всего сейсморазведочные профили целесообразно прокладывать между продольными барханами, а при других формах барханов выбирать менее пересеченные поверхности.

Бурение скважин или шпуров в сухих песках большой мощности практически затруднено, поэтому необходимо выбрать другой, наиболее эффективный метод взрывных работ в данных условиях. В этом случае можно рекомендовать к использованию шурфовые, линейные и наружные заряды.

В местах с тонким песчаным покровом, вплоть до обнажения горных пород, возможно бурение скважин или шпуров. Однако в этих условиях часто встречаются породы большой плот-

ности (высокой категории по буримости), и бурение проходит медленно, с быстрым износом инструмента. Такие обстоятельства снижают экономическую эффективность и производительность сейсморазведочных работ. Поэтому используют наружные заряды в виде отдельных непрерывных линий, а при необходимости параллельное их группирование. Для снижения интенсивности звуковой волны заряды следует накрывать песком или удалить их от сейсмоприемников.

При ведении взрывных работ в песках необходимо выполнять следующие требования:

а) ВВ и СВ хранить в специальных закрытых ящиках, исключающих попадание в них песка;

б) перед изготовлением боевика проверить шаблоном отверстие в патроне или заряде и убедиться в отсутствии в нем песка, только после этого вводить электродетонатор.

В комплект станции взрывного пункта должны входить две ленты плотного брезента длиной 5 м и шириной 0,5 м каждая. Это необходимо для выезда из сыпучего песка в случае пробуксовки.

6. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК

Взрывные работы в темное время суток наиболее часто производят при сейсмокаротаже структурных и разведочных скважин. Продолжительность сейсмокаротажных работ определяется глубиной каротируемой скважины, которая может составлять от нескольких сот до нескольких тысяч метров. Непрерывное время проведения работ зависит также от качества скважины, принятого интервала сейсмических наблюдений, решаемой геологической задачи и условий среды, в которой производятся взрывы. Кроме того, проведение сейсмокаротажных работ лимитируется простом оборудования и бригад буровиков. Исходя из этих условий, сейсмокаротаж скважин необходимо проводить в сжатые и непрерывные сроки независимо от времени суток. Если недостаточно светового времени, то работы проводятся и в темное время суток.

Производство взрывных работ в темное время суток должно удовлетворять требованиям правил безопасности, а продолжительность рабочего дня взрывников не должна превышать норм, установленных кодексом законов о труде. Для этого до наступления темноты нужно обеспечить достаточное электрическое освещение участка работ и подступов к запретной зоне. Для прокладки осветительной линии следует использовать провода только с хорошей водоустойчивой изоляцией — типа резины, полихлорвинила и т. п. Источники тока, предназначенные для освещения, и все провода должны располагаться за пределами опасной зоны и площадок хранения сменного запаса ВМ. При освещении нужно пользоваться электролампочками дневного света или прожекторами с матовым стеклом.

Если общая продолжительность работ превышает нормы времени установленного рабочего дня, то на каждом пункте взрыва создается по две бригады взрывников. В каждой бригаде назначается старший взрывник, который получает по наряду-путевке ВМ и руководит всем комплексом взрывных работ в своей смене. Начало и конец смены работы взрывников устанавливает руководитель взрывных работ или геофизик-оператор.

В случае приближения грозы взрывные работы должны быть прекращены. Станция взрывного пункта с запасом ВМ охраняется бригадой взрывников из укрытия или с безопасного расстояния.

7. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В СЛОЖНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Взрывные работы при сейсморазведке производятся на земной поверхности в различных метеорологических условиях, что сопряжено с рядом трудностей, а в отдельных случаях даже временным прекращением работ. Особенно препятствуют выполнению работ атмосферные осадки в виде дождя или мокрого снега, сильный туман и ветер; грозовые разряды, ливни и бури вызывают на период своего действия полную остановку работ.

Дождь и мокрый снег в известной степени препятствуют передвижению автовзрывпункта с одной стоянки на другую. Условия переноски ВМ, их хранение на местах работ становятся более сложными. Приготовление зарядов ВВ и особенно введение в них боевиков или электродетонаторов, а также опускание в скважины или размещение зарядов в других местах — ответственные операции. Сильный туман и ветер также препятствуют производству работ.

В период, когда идет мокрый снег или дождь, а также после прекращения выпадения атмосферных осадков поверхность грунта продолжает оставаться скользкой. Автовзрывпункт с ВМ и бригадой взрывников должен передвигаться по скользкому грунту только с приспособлениями против скольжения, а скорость движения в зависимости от дороги должна сокращаться до скорости пешехода.

По прибытии к месту работ взрывник обязан установить автовзрывпункт за пределами опасной зоны на более плотном грунте, определить место для изготовления боевиков и оснастить его всем необходимым для безопасной работы.

Приготавливать заряды ВВ и вводить в них боевики или электродетонаторы следует непосредственно около скважин, шурфов и других мест расположения зарядов. Это условие исключает переноску боевых зарядов по скользкому грунту. К месту приготовления зарядов взрывчатые вещества подносятся небольшими дозами в специальных сумках, а электродетонаторы — в деревянных ящиках, обитых внутри войлоком и разделенных на отдельные секции (в каждую секцию помещается один

электродетонатор). Большую осторожность необходимо проявлять при опускании боевых зарядов в скважины и особенно при размещении воздушных зарядов на приспособлениях.

При сильном тумане главным образом нарушается видимость, в результате чего плохо обозреваются участки работ и подступы к запретной зоне. Для предотвращения несчастных случаев подступы к запретной зоне должны охраняться хорошо пронинструментированными рабочими. Каждый раз перед подготовкой к взрыву взрывник обязан проверить состав своей бригады и удалить людей в безопасное место.

Особую опасность создает сильный ветер при работе на реках, морях, в лесу и при ведении взрывов зарядов, размещенных в воздухе над поверхностью земли. Производство взрывов зарядов, размещенных в воздухе, в сильный ветер возможно лишь при наличии устойчивых приспособлений для подвешивания зарядов и хорошего их закрепления на этих приспособлениях.

Перед началом грозы, ливня (сильного дождя) или бури взрывные работы должны быть прекращены. Лицо, ответственное за ведение взрывных работ (взрывник или техник-взрывник), сообразуясь с условиями местности, обязан принять меры к безопасному расположению станции взрывного пункта со сменным запасом ВМ. Люди и техника должны быть удалены в укрытие на безопасное расстояние от места расположения СВП с ВМ, откуда за последними необходимо вести постоянное наблюдение.

После прекращения грозы и дождя можно приступить к производству взрывных работ только после того, как просохнет поверхность земли и передвижение взрывников с ВМ станет безопасным.

8. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В РАЙОНАХ С ИНТЕНСИВНЫМ СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ

Большой объем сейсморазведочных работ с использованием взрывов производится на сельскохозяйственных угодьях. К числу этих угодий относятся массивы зерновых культур, овощей, плодово-ягодных насаждений, лесозащитных полос, многолетних трав и многих других сельскохозяйственных культур, представляющих народное богатство. Сейсморазведочные, буровзрывные и другие вспомогательные работы на подобных площадях должны проводиться с особой осторожностью так, чтобы уберечь от уничтожения максимальное количество посевов, насаждений и естественных растений. Для осуществления этой важной и сложной задачи сейсморазведчики используют различные способы движения и расстановки спецтехники на профилях работ, обеспечивающие минимальную порчу сельскохозяйственных угодий.

В основном на сельскохозяйственных угодьях проводятся сейсморазведочные работы с использованием трех видов взрывных источников: скважинных на оптимальной глубине, шпуровых и скважинных в зоне малых скоростей и линейных.

Первый след на сельскохозяйственных угодьях прокладывается автомашинной топографов с левой стороны по ходу разби-

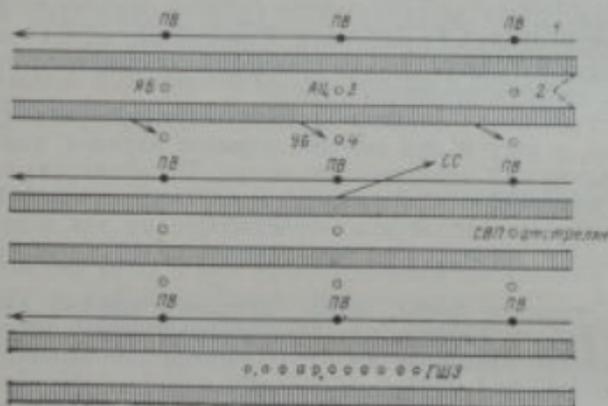


Рис. 81. Схема движения и расстановки спецтехники при работе на сельхозкультурах:

1 — профили; 2 — колея; 3 — зумфы; 4 — скважина; УБ — ямобур; УБ — установка буров; АЦ — автоцистерна; СС — сейсмостанция; СВП — станция взрывного пункта; ГШЗ — группирование шпуровых зарядов; ПВ — пункт взрыва

ваемого профиля на расстоянии 50 см от последнего (рис. 81). Эта колея является главной, на которой в дальнейшем будут проводиться все остальные виды работ, связанные с сейсморазведкой.

Для возбуждения сейсмических волн скважинными зарядами с оптимальной глубины производят следующие работы. За 1—2 дня до начала бурения скважин по имеющейся колее движется ямобур, который на пунктах возбуждения производит бурение зумфов под циркуляционную систему, не съезжая с колеи. Затем по этой же колее прибывают на точки бурения самоходные буровые установки, располагающиеся с левой стороны зумфов, съезжая с колеи задним ходом. За каждой буровой установкой следует автоцистерна с водой, которая останавливается впереди зумфа и обеспечивает промывочной жидкостью процесс бурения скважины. После завершения бурения скважины переезжают по профилю на очередной пункт возбуждения в первоначальной последовательности.

Размотка кос и установка на профиле сейсмоприемников производится до начала бурения скважин или после их завершения. Смоточные машины идут по основной колее, а косы укладываются с правой стороны колеи по ходу движения.

Сейсмическую станцию устанавливают на точку приема путем съезда задним ходом с основной колеи на несколько метров.

Станцию взрывного пункта располагают на основной колее на безопасном расстоянии от точки взрыва.

Вся спецтехника движется в одном направлении по ходу работ на профиле. Выезд с профиля разрешается на его конце или на пересечениях с дорогами и на свободных от посевов участках. При аварийных ситуациях разъезд автомашины на профиле разрешается при условии съезда одной из них в имеющуюся колею от автомобиля буровой установки или сейсмостанции.

Для возбуждения сейсмических волн шпуровыми или скважинными зарядами в ЗМС производят шнековым способом бурение линейных групп шпуров или скважин по центру основной колеи (см. рис. 81). При этом способе ямобур и автоцистерны не используются. Движение и расстановка остальной спецтехники соответствуют вышеизложенному способу. В данном случае категорически запрещается проезд по колее транспорту любого вида через оснащенные зарядами ВВ шпуров или скважины.

При работе методом линейных зарядов на профиле используют трактор с навесным погрузителем и станции взрывных пунктов. Минимальное число спецтехники упрощает условия движения и расстановки ее на профиле работ. При навеске линейного заряда не более 36 г ВВ на 1 м заряды укладывают по центру основной колеи, как при группировании шпуров. Если масса навески больше 36 г, то укладку зарядов в грунт несколько смещают влево, параллельно профилю. Это необходимо для уменьшения влияния волн-помех. Движение и расстановка спецтехники (моточных машин, станций взрывных пунктов, сейсмостанции) производится по схеме, изложенной выше.

При работе в районах с интенсивным сельским хозяйством принимаются и другие меры, позволяющие свести до минимума порчу посевов. Это особенно удается при поисковой сейсморазведке, когда допустимы отклонения и прокладка сейсмических профилей производится вдоль дорог, лесопосадок, на пахоте, участках, свободных от посевов, и по менее ценным культурам.

Особое внимание уделяется сбережению сельхозкультур в период их созревания и уборки. В этот период времени сейсморазведочные работы в основном проводятся на убраных и свободных от посевов участках.

При решении важных геологических задач, связанных с детализацией перспективных месторождений или структур, проектные профили должны обрабатываться без малейших отклонений, если даже они проходят через весьма ценные культуры. Отклонение от проектных профилей может привести к ошибкам в интерпретации сейсмических данных и выдаче недо-

верных рекомендаций на постановку разведочного бурения, что приведет к убыткам в сотни тысяч рублей.

Ущерб, причиняемый сельскому хозяйству при выполнении сейсморазведочных работ, возмещается своевременно и в полном размере. Несмотря на это, работники сейсморазведочных партий должны с исключительной ответственностью подходить к работам на посевах и принимать меры к минимальной их порче.

При использовании данных схем движения и расстановки спецтехники на профилях, работ, проходящих через сельхозкультуры, должны выполняться все требования «Единых правил безопасности при ведении взрывных работ» и, прежде всего, безопасных расстояний.

ГЛАВА IX

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНОЙ ПАРТИИ

Взрывные работы в условиях сейсморазведки носят сезонный и передвижной характер, что нередко приводит к смене персонала взрывников, особенно вспомогательных рабочих. Это накладывает особую ответственность на руководящих работников геофизических предприятий и сейсморазведочных партий при оформлении всех документов, связанных с проведением взрывных работ, подборе кадров взрывников и вспомогательных рабочих, организации труда в бригаде взрывников и осуществлении контроля за соблюдением должностных обязанностей работниками, связанными с ведением взрывных работ.

1. ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ПРОВЕДЕНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

До начала сейсморазведочных работ с использованием взрывчатых материалов необходимо оформить ряд документов, которые по времени подготовки должны соответствовать трем периодам: организационному, производственному и ликвидационному.

Перед началом организационного периода и в его процессе подлежат оформлению следующие документы: проект на взрывные работы, акт о готовности склада ВМ, разрешение на право производства взрывных работ, разрешение на право хранения ВМ, свидетельство на приобретение и перевозку ВМ, разрешение на приобретение ВМ, разрешение на перевозку ВМ, наряд-накладная, книга учета прихода и расхода ВМ.

Производить взрывные работы в сейсмической партии разрешается при наличии проекта. Как правило, такой проект не является отдельным, а представляет собой составную часть общего проекта на сейморазведочные работы экспедиции или партии. Однако следует отметить, что до настоящего времени раздел «Взрывные работы» в общих проектах сейсмических партий освещается недостаточно полно.

Проект на взрывные работы при сейсмической разведке должен быть полным и исчерпывающим. При необходимости в него вносят изменения, связанные с изменениями условий производства сейморазведочных работ по ходу их выполнения. Полноценный проект производства взрывных работ дает возможность взрывникам качественно подготовиться к производству взрывов в период организации сейсмической партии и с меньшими затратами средств и времени достигнуть высокой производительности труда в полевой период.

В проекте на выполнение сейсмической разведки должны содержаться следующие сведения, необходимые для производства взрывных работ:

1) план разведываемой площади с нанесенной на нем сетью рабочих профилей, описание рельефа и растительности, обозначение на плане жилых и промышленных строений, линий электрических передач и телефонной связи государственного значения, железных дорог, мостов, центральных шоссе дорог, фруктовых, плодово-ягодных и лесных питомников, всех наземных и подземных коммуникаций и других объектов важного значения;

2) методы взрывных работ и техника их выполнения (скважинные, шпуровые, шурфовые, наружные, линейные и водоемные заряды);

3) масса отдельных зарядов и группы зарядов, применяемые ВВ и СВ, а также общая потребность в ВВ и СВ на полный объем работ;

4) наименование выработок, их диаметр и глубина;

5) применяемое оборудование (источники тока, средства связи, аппаратура, инструменты, приспособления, материалы и транспорт);

6) условия хранения ВМ (на базе сейсмической партии и на местах производства взрывных работ); если ВМ будут храниться на местах работ после рабочей смены, то дается описание передвижных складов ВМ; приводится подробное описание кратковременного склада ВМ на базе сейсмической партии с учетом его емкости и применяемых для строительства материалов;

7) техника безопасности производства взрывных работ при проектируемых методах, способы хранения ВМ на местах работ и перевозки, безопасные расстояния и охрана запретной зоны в залесенных участках;

8) при речной и морской сейсмических разведках обязательно указываются особенности хранения ВМ, техника и методика производства работ, а также условия техники безопасности;

9) при ведении сейсмических работ в зимних условиях особое внимание уделяется устройству утепленных передвижных взрывпунктов с учетом всех требований «Единых правил безопасности при взрывных работах», а также правил перевозки и хранения ВМ на местах работ.

При составлении проекта на взрывные работы в сейсмической партии учитываются только основные положения, однако в каждом отдельном случае необходимо принимать во внимание особенности геологического разреза, рельефа, климата и другие специфические условия разведываемых участков.

Акт о готовности кратковременного склада ВМ сейсмической партии свидетельствует о выполненном объеме строительных работ и является одним из основных документов для получения разрешения на хранение ВМ от управления внутренних дел.

Кратковременный склад ВМ принимается комиссией, состоящей из представителей сейсморазведочной партии, местной милиции, Госпожнадзора, Госгортехнадзора или горнотехнической инспекции (ГТИ). Представитель контролирующего органа может не участвовать при приемке склада.

Приемка склада комиссией оформляется актом (прил. 2), в котором должны быть освещены местонахождение, принадлежность, емкость склада ВМ в целом и каждого хранилища в отдельности, наличие противопожарного щита, забора, ворот и калитки. Указываются объекты, расположенные за пределами ограды склада (караульное помещение и площадка для складирования тары из-под ВМ). Дается описание строительных материалов, употребленных на изготовление хранилищ (фундаменты, стены, потолки, крыши, полы, окна и двери). Если хранилища устроены из палаток, то указывается, что фундамент, полы и двери — деревянные. Приводятся сведения о противопожарном инвентаре, снятии дерна вокруг хранилищ, состоянии запретной зоны (рельеф и растительность), состоянии территории склада с учетом противопожарных условий и качестве подъездных путей к хранилищам, наличия и названий средств сигнализации и связи вооруженной охраны с администрацией, пожарной охраной и районным отделом внутренних дел (РОВД), а также о состоянии подъездных путей к территории склада от центральных дорог, число постов вооруженной охраны и общая численность состава караула. В заключение комиссия должна отметить соответствие сооружений склада и его оборудования требованиям «Единых правил безопасности при взрывных работах».

Акт составляется в трех экземплярах, из которых один хранится в личном деле склада, второй сдается в областное или

республиканское управление внутренних дел при получении разрешения на хранение ВМ и третий хранится в делах РОВД.

Кратковременные склады ВМ регистрируются в органах Госгортехнадзора или ГТИ.

Сейсмическая партия (экспедиция) до начала полевых работ обязана получить непосредственно от контролирующей организации Госгортехнадзора или ГТИ разрешение на право производства взрывных работ (прил. 3). Для получения этого разрешения сейсмическая партия (экспедиция) подает заявление непосредственно контролирующей организации Госгортехнадзора (прил. 4).

В заявлении указывается следующее:

1) название сейсмической партии и ее подчиненность (экспедиция, тресту, главку или министерству);

2) характер и методы взрывных работ (скважинных, шпуровых, шурфовых, линейных, наружных, водоемных, воздушных зарядов);

3) сведения о руководителе взрывных работ (фамилия, имя, отчество, занимаемая должность);

4) сведения о складе, на котором будут храниться ВМ (название склада, его принадлежность).

К заявлению должны быть приложены следующие документы:

1. Выписка из проекта сейсмической разведки — взрывные работы (паспорт на взрывные работы).

2. Копия диплома или удостоверение руководителя взрывных работ, дающие право руководить взрывными работами при сейморазведке.

3. Выкопировка из плана местности в двух экземплярах, где нанесены:

а) сеть сейморазведочных профилей и границ опасной зоны;

б) окружающие жилые и технические сооружения, железные и шоссейные дороги, линии электропередач, расположенные в пределах опасной зоны или на ее границах, все подземные и наземные коммуникации.

Разрешение выдается на срок, предусмотренный проектом сейсмических работ. При смене руководителя взрывных работ выданное разрешение должно быть заменено.

Разрешение на право производства взрывных работ хранится в личном деле склада ВМ.

Разрешение на право хранения ВМ выдается управлением внутренних дел области или республики на имя начальника сейсмической партии. Для получения разрешения на право хранения ВМ начальник сейсмической партии (экспедиция) обязан представить в соответствующее управление внутренних дел заявление (прил. 5).

В заявлении указываются: наименование взрывчатых веществ и их количество (прописью), наименование склада, его

принадлежность и почтовый адрес. Заполняются сведения о лице, ответственном за хранение взрывчатых материалов (начальнике сейсмической партии): указываются наименование сейсмической партии, фамилия, имя и отчество ответственного лица, занимаемая им должность, год и место рождения, национальность, партийность, данные паспорта, служебный и домашний адреса, номер телефона.

К заявлению прилагаются следующие документы:

1) акт комиссии о готовности склада ВМ;
2) копия разрешения Госгортехнадзора на право производства взрывных работ;

3) план расположения склада с кратким описанием окружающей его местности, а для передвижных складов — чертеж склада с указанием маршрута передвижения;

4) сведения о лицах, связанных с хранением, учетом и расходованием взрывчатых материалов (прил. 6);

5) дислокация постов охраны склада (прил. 7).

Разрешение на право хранения ВМ в кратковременных складах выдается на срок до одного года и хранится в личном деле склада.

Свидетельство на приобретение и перевозку ВМ выдается непосредственно контролирующей организацией Госгортехнадзора. Оно является основным документом для получения от местного учреждения МВД разрешения на приобретение или перевозку ВМ. Для получения ВМ от завода-изготовителя или предприятия другого ведомства, а также для получения и перевозки ВМ от ведомственной вышестоящей организации, расположенной на территории другой области, начальник сейсмической партии (экспедиции) должен подать заявление в контролируемую организацию Госгортехнадзора (прил. 8). В заявлении указывается следующее:

1) полное наименование сейсмической партии и ведомства, в которое она входит; вид транспорта, которым будут перевозиться ВМ, их наименование и количество, а также цель проведения взрывных работ;

2) на какой срок нужны ВМ и когда будут израсходованы;

3) на каком складе будут храниться ВМ и их принадлежность;

4) какой имеется на складе остаток ВМ к моменту подачи заявления и в какой срок ожидается доставка следующей партии ВМ;

5) ежемесячный расход ВМ (ориентировочно);

6) разрешенная емкость склада ВМ.

На основании заявления выдается свидетельство по установленной форме (прил. 9).

Для получения разрешения на приобретение ВМ начальник сейсмической партии должен подать заявление в тот орган внутренних дел, в районе которого располагается склад (прил. 10). В заявлении должны быть указаны:

1) название сейсмической партии и вышестоящего ведомства, в которое она входит (треста, главка или министерства); наименование приобретаемых ВМ и их количество прописью);

2) у какого завода или у какой организации будут приобретены ВМ;

3) кем, когда, за каким номером и на какой срок выдано разрешение на право хранения ВМ;

4) где располагается склад ВМ, его принадлежность с указанием почтового адреса.

К заявлению прилагается свидетельство на приобретение ВМ, выданное Госгортехнадзором. Разрешение на приобретение ВМ выдается сроком до 6 месяцев.

На основании заявления начальника сейсмической партии и прилагаемых документов местный орган внутренних дел выдает разрешение на перевозку ВМ сроком действия до 6 месяцев.

Для получения разрешения на перевозку ВМ начальник сейсмической партии должен подать заявление в тот орган внутренних дел, в районе которого находится склад взрывчатых материалов (см. прил. 10). В заявлении должно быть указано следующее:

1) каким видом транспорта будет перевозиться ВМ, название населенных пунктов, где будут получены ВМ и когда будут доставлены, название сейсмической партии, а также в маршруте название промежуточных населенных пунктов, через которые будет следовать транспорт, наименование перевозимых ВМ, их количество (прописью);

2) со склада какой организации или завода будут получены ВМ;

3) ответственное лицо за получение и перевозку ВМ, его должность, фамилия, имя, отчество и данные паспорта.

К заявлению прилагаются свидетельство на приобретение и перевозку ВМ, выданное непосредственно контролирующей организацией Госгортехнадзора, список лиц вооруженной охраны, сопровождающих ВМ в пути следования, и свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке взрывчатых материалов (прил. 11).

Наряд-накладная является основным документом для отпуска ВМ с одного склада на другой. Она составляется по форме 3 (прил. 12) и подписывается руководителем (начальником, главным инженером) и главным (старшим) бухгалтером предприятия.

При получении ВМ со склада завода-изготовителя или другого ведомства требуется разрешение органа МВД на приобретение и перевозку взрывчатых материалов, а при получении со склада того же ведомства, но находящегося на территории другой области, требуется разрешение органа МВД только на перевозку. Бухгалтерия предприятия не имеет права выписывать

наряд-накладную без разрешения органа МВД на приобретение и перевозку ВМ.

Наряд-накладная выписывается бухгалтерией предприятия в четырех экземплярах и регистрируется в специальном журнале бухгалтерии с указанием порядкового номера, даты выдачи и наименования получателя. Наряды-накладные вместе с пропуском и доверенностью предъявляются получателем заведующему складом для получения ВМ.

После отпуска ВМ заведующий складом выдает получателю один экземпляр наряда-накладной для сопровождения груза, один экземпляр хранит в делах склада, а два экземпляра (в том числе подлинник наряда-накладной) передает с доверенностью получателя в бухгалтерию. Подлинный экземпляр наряда-накладной является основанием для списания ВМ со склада, а второй экземпляр направляется получателю при счете или авизо для оплаты полученного ВМ.

На основании наряда-накладной получатель доставляет и сдает ВМ на склад, а заведующий складом немедленно приходит материалы в книге учета прихода и расхода ВМ.

Доставленные на склад сейсмической партии (экспедиции) взрывчатые материалы должны быть немедленно оприходованы в книге учета прихода и расхода ВМ.

Книга учета прихода и расхода ВМ составляется по форме 1 (прил. 13). Она должна быть пронумерована, прошнурована и скреплена сургучной печатью непосредственно контролирующей организации Госгортехнадзора. На последнем листе указываются число пронумерованных, прошнурованных и скрепленных сургучной печатью листов в книге, а также должность представителя Госгортехнадзора, дата и подпись.

Книга должна быть оформлена до поступления ВМ на склад. Она ведется заведующим складом и предназначена для количественного учета ВМ. В ней открываются отдельные счета для каждого вида и сорта ВМ. Для этого отводится такое число листов, которое обеспечит запись движения ВМ на необходимый период времени. Расход и остаток подсчитываются отдельно по каждому виду ВМ на конец суток. Книга учета прихода и расхода ВМ хранится на складе и предъявляется заведующим складом по первому требованию проверяющих.

Запрещается вносить в книгу исправления, подтирать в ней, вырывать листы. В случае арифметической ошибки необходимо зачеркнуть спорчившую строку одной тонкой линией красными чернилами и запись произвести в обычном порядке на следующей строке. Каждая поправка оговаривается в конце листа и подписывается лицом, внесшим ее.

В период организации создается основная база для производства взрывных работ при сейсмической разведке. Производство взрывных работ состоит из комплекса практических действий, сопровождающихся текущим оформлением документов. Основными текущими документами являются образцы подписей:

лиц, участвующих в отпуске и получении ВМ, пропуска, наряд-путевка, книга учета выдачи и возврата ВМ, акты о снятии остатков ВМ, расходе ВМ, об уничтожении ВМ, уничтожении тары из-под ВМ и материальный отчет.

Запрещается проводить работы без правильного и своевременного оформления перечисленных документов.

На кратковременном складе должны быть образцы подписей лиц, имеющих право подписывать наряды-путевки и наряды-накладные. Образцы подписей должны быть заверены начальником сейсмической партии в двух экземплярах, из них первый находится в караульном помещении охраны, а второй — в делах склада. Отпуск ВМ по нарядам-путевкам или нарядам-накладным, подписанным другими лицами, запрещается.

Перед выдачей ВМ заведующий складом обязан сличить подписи на предъявленных нарядах-путевках с утвержденными образцами. Подписывать наряды-путевки и наряды-накладные разрешается только чернилами.

Пропускной режим вводится на всех складах ВМ и включает следующие мероприятия:

1) прохождение на склад рабочих, взрывников и других лиц;

2) въезд на территорию склада транспорта и вывоз ВМ;

3) устройство служебных помещений, обеспечивающих пропускной режим (караульных помещений, контрольно-проходных и проездных пунктов).

За правильную организацию пропускного режима и его осуществление отвечают начальник сейсмической партии и начальник охраны или лицо, заменяющее его (заведующий складом ВМ, старший охраны и др.).

Проход и проезд на территорию склада и обратно, а также вынос и вывоз ВМ разрешаются только при наличии пропуска установленного образца, подписанного начальником партии или его заместителем. Начальник сейсмической партии разрабатывает мероприятия пропускного режима и оформляет их приказом, который объявляется персоналу взрывных работ (бригадам взрывников, охране склада, заведующему складом, руководителю взрывных работ и другим лицам, связанным с производством взрывных работ).

Образцы пропусков устанавливаются постоянные.

Постоянный пропуск выдается заведующему складом, руководителю взрывных работ, бригаде взрывников и работникам органов внутренних дел, осуществляющим контроль за охраной склада ВМ. Разовый пропуск выдается лицам, посещающим склад с целью проверки или получения ВМ.

Лицу, имеющему постоянный или разовый пропуск, не разрешается посещать территорию склада или хранилища во время отсутствия заведующего складом.

Образцы пропусков вывешиваются в караульном помещении в рамках под стеклом; количество их не должно превышать

трех. Срок действия, хранения и уничтожения пропусков устанавливается начальником сейсмической партии.

Наряд-путевка на производство взрывных работ составляется по форме 4 (прил. 14) и служит основанием для отпуска ВМ взрывникам. Подписывается наряд-путевка лицами, образцы подписей которых утверждены начальником. В сейсмической партии наряды-путевки подписываются техническим руководителем, геофизиком-оператором или руководителем взрывных работ.

На основании предъявленной наряд-путевки заведующий складом выдает затребованное количество ВМ, отмечает это в графе «Всего выдано» по каждому сорту и наименованию ВМ в отдельности и подтверждает своей подписью выдачу ВМ. В это же время заведующий складом записывает о выдаче ВМ в книгу учета выдачи и возврата ВМ, где взрывник расписывается в получении материалов. Все одиночные и групповые взрывы записываются в наряд-путевку по мере их выполнения в течение смены. По окончании рабочей смены лицо технадзора (геофизик-оператор или руководитель взрывных работ) подтверждает правильность фактического расхода ВМ у каждого взрывника. На основании этого взрывники отчитываются в израсходовании ВМ и при наличии остатков сдают их на склад, оформляя соответствующим образом наряд-путевку.

Возвращение остатков ВМ на склад взрывник подтверждает подписью в наряде-путевке и в книге учета выдачи и возврата ВМ, а заведующий складом в этих же документах расписывается в получении ВМ. Взрывникам не выдаются ВМ, если они не сдали нарядов-путевок и не отчитались в израсходовании ранее полученных ВМ.

Заполненные наряды-путевки являются основанием для списания ВМ по книге учета прихода и расхода ВМ при условии, что все взрывники по окончании работ отчитались в израсходовании ВМ и сдали остатки их на склад.

Наряд-путевка — основной документ для составления материального отчета и списания ВМ со склада сейсмической партии.

Книг учета выдачи и возврата ВМ составляется по форме 2 (прил. 15). Она должна быть пронумерована, прошнурована и скреплена сургучной печатью непосредственно контролирующей организации Госгортехнадзора. Книга ведется заведующим складом или раздатчиком ВМ и предназначена для расходных складов. В книге ежедневно записывают о выдаче ВМ взрывникам и возврате остатков, на основании чего в конце суток подсчитывают общий расход ВМ по каждому виду и сорту отдельно и результат записывают в книгу учета прихода и расхода ВМ по форме 1.

В книге отводится необходимое число листов для учета выдачи каждого вида и сорта ВМ отдельно и возврата их. Книга

должна храниться на складе ВМ и предъявляться проверяющим по первому их требованию.

Для ежемесячной проверки правильности учета, хранения и наличия ВМ на складе начальник сейсмической партии своим приказом создает комиссию в составе техрука партии (председатель комиссии), бухгалтера и старшего техника-взрывника — руководителя взрывных работ (члены комиссии), которые в присутствии заведующего складом снимают остатки взрывчатых материалов и составляют акт о снятии остатков ВМ (прил. 16). Наряду с этим комиссия проверяет правильность оформления всех учетных документов (нарядов-путевок, нарядов-накладных), а также правильность записей в книге учета прихода и расхода ВМ и в книге учета выдачи и возврата ВМ, в которых делаются отметки о проведенной проверке.

Акт составляется в двух экземплярах: первый прилагается к месячному материальному отчету по ВМ и сдается в бухгалтерию сейсмической партии (экспедиции), а второй хранится в делах склада ВМ.

Количество взрывчатых материалов, использованных по прямому назначению, подтверждается актом о расходе ВМ (прил. 17).

Акт о расходе ВМ составляется ежемесячно и подписывается руководителем взрывных работ, геофизиком-оператором и взрывником. В акте указываются номера отработанных профилей и количество израсходованных взрывчатых материалов по каждому наименованию в отдельности.

Акт составляется в двух экземплярах: первый прилагается к месячному материальному отчету по ВМ и сдается в бухгалтерию сейсмической экспедиции для списания израсходованных ВМ, а второй хранится в делах склада.

Из-за длительных и частых переездов автовзрывников, неоднократных погрузок и разгрузок ВВ, а также после приготовления зарядов образуются крошки и сметки ВВ, а при использовании детонирующего шнура — отдельные обрезки. Систематическое оставление взрывником крошек и сметок ВВ, а также обрезков детонирующего шнура свидетельствует о его плохой работе и нарушении правил перевозки. Крошки ВВ должны быть использованы при взрывах в обычном порядке в течение рабочей смены. Уничтожение сметок ВВ и непригодных остатков СВ производится в присутствии руководителя взрывных работ. Составления акта в этом случае не требуется.

Уничтожение непригодных ВМ производится по письменному распоряжению начальника сейсмической партии или руководителя взрывных работ, а на профиле — по устному распоряжению геофизика-оператора. Каждый случай уничтожения ВМ оформляется актом об уничтожении ВМ (прил. 18). В акте указываются:

- 1) кто производил уничтожение;

2) кто дал письменное распоряжение на уничтожение ВМ, дата документа;

3) место уничтожения ВМ и время;

4) наименование уничтоженных ВМ, единица измерения, количество прописью, способ и причины уничтожения.

Акт составляется в двух экземплярах и утверждается начальником сейсмической партии. Первый экземпляр акта сдается в бухгалтерию сейсмической экспедиции для списания ВМ, а второй хранится в делах склада ВМ.

Пригодная тара из-под ВМ обрабатывается в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» и отправляется заводу-изготовителю. Тара, не пригодная для дальнейшего использования, должна быть сожжена. Уничтожение тары из-под ВМ оформляется актом об уничтожении тары из-под ВМ (прил. 19).

Осмотр и уничтожение тары производится руководителем взрывных работ, заведующим складом ВМ и взрывником. В акте указывают наименование тары, количество и причины уничтожения. Акт составляется в двух экземплярах, которые предназначены для отчетности склада ВМ и бухгалтерии экспедиции (партии) для списания тары.

Акты утверждаются начальником сейсмической экспедиции (партии).

Заведующий складом взрывчатых материалов обязан за истекший месяц составить материальный отчет о движении ВМ (прил. 20). Дата представления отчета устанавливается приказом начальника сейсмической экспедиции (партии) в соответствии с распоряжением вышестоящего ведомства. В отчете указываются:

1) остаток ВМ на 1-е число истекшего месяца по всем наименованиям и количество тары;

2) дата и номер документа, по которому поступили на склад ВМ по всем наименованиям, количество тары;

3) общее количество ВМ, поступивших за истекший месяц по всем наименованиям, и количество тары;

4) всего наличия ВМ с остатком на 1-е число по всем наименованиям и количество тары за отчетный месяц;

5) количество израсходованных ВМ по нарядам-путевкам от №... по №..., включительно по всем наименованиям ВМ и количество тары за отчетный месяц;

6) итого израсходовано на работу за отчетный месяц по всем наименованиям ВМ и количество тары;

7) по каким документам и сколько передано и отправлено другим организациям ВМ по всем наименованиям и количество тары;

8) весь расход ВМ и тары за месяц с учетом израсходованных на производство работ и переданных или отправленных другим организациям;

9) остаток ВМ и тары по всем наименованиям на 1-е число следующего за отчетным месяца.

Пункты 6 и 9 подтверждаются актами.

При составлении материального отчета по складу взрывчатых материалов за основу берутся наряды-путевки, наряды-накладные и книга учета прихода и расхода ВМ. К материальному отчету прилагаются:

- 1) наряды-накладные;
- 2) наряды-путевки;
- 3) акт о расходе ВМ;
- 4) акт о снятии остатков ВМ;
- 5) акт об уничтожении ВМ (если уничтожались ВМ);
- 6) акт об уничтожении тары из-под ВМ (если уничтожалась тара).

Материальный отчет составляется в двух экземплярах и подписывается руководителем взрывных работ и заведующим складом. Первый экземпляр отчета с приложением подлинных документов представляется в бухгалтерию сейсмической партии (экспедиции) для списания ВМ, а второй хранится в отчетности склада ВМ.

После окончания полевых сейсморазведочных работ и прекращения производства взрывов начальник сейсмической партии или лицо, уполномоченное им, совместно с руководителем взрывных работ должны проверить места взрывов на профилях работ для определения возможности безопасного ведения в дальнейшем сельскохозяйственных работ на этих площадях, прохождение людей, животных и техники. Если будут обнаружены ямы, образовавшиеся в результате буровых и взрывных работ, сейсмическая партия обязана выделить людей и технику для их ликвидации.

Наряду с этим начальник сейсмической партии или лицо, уполномоченное им, вместе с руководителем взрывных работ принимают меры к своевременной ликвидации остатков ВМ и склада, а также приводят в порядок и сдают на склад взрывное оборудование и приспособления.

По окончании взрывных работ остатки взрывчатых материалов должны быть возвращены на склад вышестоящей организации или переданы другой организации в установленном порядке (при наличии разрешения на приобретение ВМ, выданного управлением внутренних дел). Если возврат ВМ нецелесообразен вследствие небольшого количества и сложности транспортирования, а также отсутствия потребителя на месте, то ВМ уничтожаются в порядке, установленном «Едиными правилами безопасности при взрывных работах», и списываются бухгалтерией сейсмической партии (экспедиции) по представлении акта об уничтожении ВМ.

После полной отправки ВМ, их передачи или уничтожения разбираются основные и вспомогательные сооружения склада взрывчатых материалов (хранилища ВМ, противопожарный

шит, ограда склада и караульное помещение) и ликвидируется вспомогательное оборудование. Пригодные стройматериалы и оборудование должны быть сданы на материальный склад сейсмической партии.

Ликвидация взрывчатых материалов и склада оформляется актом.

После ликвидации взрывчатых материалов и склада начальник сейсмической партии обязан представить документы следующим контролирующим организациям:

1) органу внутренних дел, на территории которого находился склад ВМ, вернуть разрешения на хранение ВМ, перевозку ВМ, неиспользованные разрешения на приобретение ВМ и на право хранения и ношения оружия, а также представить акт о ликвидации ВМ и склада;

2) непосредственно контролирующей организации Госгортехнадзора вернуть разрешение на право производства взрывных работ, неиспользованные свидетельства на приобретение и перевозку ВМ, а также представить акт о ликвидации ВМ и склада;

3) вышестоящей ведомственной организации представить акт о ликвидации ВМ и склада, а также документы на возвращенные или переданные другому ведомству взрывчатые материалы.

2. ПЕРСОНАЛ ДЛЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Для общего руководства взрывными работами по согласованию с начальником сейсморазведочной экспедиции или партии приказом вышестоящей организации (конторой, трестом) назначается инженер — руководитель взрывных работ.

К руководству взрывными работами допускаются лица, имеющие законченное горнотехническое образование или окончившие специальные учебные заведения либо курсы, дающие право ответственного ведения горных или взрывных работ. В отдельных случаях руководство взрывными работами разрешается возлагать по совместительству на начальника экспедиции (партии), технического руководителя или главного инженера, начальника буровых и взрывных работ, геофизика-оператора и на других инженерно-технических работников, имеющих право ответственного ведения горных или взрывных работ. Руководитель взрывных работ, подтверждающий расход ВМ взрывниками, не имеет права непосредственно выполнять взрывные работы и заведовать складом ВМ. Если руководитель взрывных работ не подтверждает расход ВМ взрывниками, то он в отдельных случаях может непосредственно производить взрывные работы. Когда руководитель работ лично не производит взрывы и не подтверждает расход ВМ взрывниками, он может по совместительству заведовать кратковременным складом ВМ.

Основные кадры взрывников и техников-взрывников для сейсмических партий готовятся на курсах преимущественно из проверенных и зарекомендовавших себя в полевой период рабочих. Подобная практика укомплектования курсов взрывников дает хорошие результаты. Курсовая подготовка взрывников осуществляется силами и средствами геофизических организаций по типовой программе. К сдаче экзаменов на получение права производства взрывных работ допускаются лица не моложе 19 лет, имеющие образование не ниже 10 классов.

К производству взрывных работ допускаются лица, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и имеющие «Единую книжку взрывника». Они могут быть допущены к самостоятельной работе в сейсмической партии только после практической работы в течение одного месяца под руководством опытного взрывника и сдачи дополнительных экзаменов по технике безопасности. При переходе взрывников с одного вида взрывных работ на другой они должны пройти переподготовку по новому виду работ и сдать дополнительные проверочные экзамены квалификационной комиссии, которая должна сделать отметку о сданном экзамене в «Единой книжке взрывника».

Взрывники, привлекаемые для производства взрывных работ после перерыва в работе свыше одного года, могут быть допущены к самостоятельному выполнению взрывных работ только после сдачи повторного экзамена и практической работы в течение декады. При переходе на работы с новыми ВМ или новой аппаратурой взрывники также должны сдать дополнительные проверочные экзамены квалификационной комиссии.

Для хранения ВМ в сейсморазведке используются кратковременные склады.

Заведующими складами ВМ разрешается назначать лиц, имеющих право руководства взрывными работами, а также лиц, окончивших вузы или техникумы по специальности «Технология ВВ».

Заведующими складами ВМ также могут назначаться лица, имеющие право производства взрывных работ, прошедшие дополнительную подготовку по специальной программе и имеющие соответствующее удостоверение.

Состав квалификационной комиссии для приема экзаменов на присвоение права заведования складом (раздатчиков, лаборантов) утверждается руководителем предприятия (конторы, треста), которому подчинена полевая экспедиция или партия.

Обязанности заведующего складом могут быть возложены по совместительству на руководителя взрывных работ или другое лицо технического персонала, имеющее право руководства взрывными работами, но не производящее взрывные работы и не подтверждающее расхода ВМ.

На передвижных складах ВМ обязанности заведующего складом могут быть возложены по совместительству на лицо охраны, шофера, тракториста и других, прошедших специаль-

ную подготовку по программе для заведующих складами ВМ и сдавших экзамены.

Практикуется подготовка заведующих кратковременными складами ВМ (кладовщиков) из числа опытных рабочих и взрывников силами и средствами организаций, проводящих сейсморазведочные работы.

Специальные программы для подготовки взрывников, заведующих складами ВМ разрабатываются в установленном порядке Государственным комитетом Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию, министерствами и ведомствами и согласовываются с Госгортехнадзором СССР.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ БРИГАДЫ ВЗРЫВНИКОВ

Первоначальным звеном организации производственных процессов является рабочее место. Это место в условиях сейсмической разведки подвижно. В частности, к рабочему месту бригады взрывников относятся автовзрывпункты, оборудованные всем необходимым для производства взрывных работ, и территория опасной зоны, прилегающая к одной или нескольким точкам для размещения зарядов ВВ (скважинам, шурфам и др.). Основной и постоянной частью рабочего места является передвижной автовзрывпункт. Территория опасной зоны — переменная часть рабочего места, так как бригада взрывников в течение рабочей смены по мере завершения взрывов на одном пикете пересезжает вдоль профиля работ на другой пикет взрыва.

К организации рабочего места относится большой круг вопросов, связанных с его планировкой, оснащением и обслуживанием. От правильности решения этих вопросов зависят производительность и интенсивность труда персонала взрывной бригады, структура и полнота использования рабочего времени, степень утомляемости исполнителей работ, их стремление работать творчески.

Бригада взрывников обязана постоянно содержать передвижной автовзрывпункт в чистоте и полной готовности к передвижению и производству взрывных работ. Стабильность выполнения поставленных задач возможна при четком распределении трудовых обязанностей между членами взрывной бригады. Например, шофер автовзрывпункта обязан: постоянно следить за исправностью двигателя автомашины, системы питания, электрооборудования, трансмиссии, ходовой части, автомобильных шин, рулевого управления, тормозной системы и дополнительного оборудования, своевременно производить технический осмотр и ремонт автомашины, строго соблюдать правила движения по улицам населенных пунктов и полевым дорогам, четко выполнять указания техника-взрывника (взрывника), в распоряжении которого находится автовзрывпункт, содержать в чистоте автомашину и дополнительное оборудование, оказывать помощь бригаде в выполнении работ, не от-

носящихся к взрывным (ограждение запретной зоны красными флажками, разгрузка и погрузка оборудования и др.).

Помощник взрывника следит за состоянием взрывного оборудования и содержит его в чистоте и рабочем состоянии. К этому оборудованию относятся: взрывные шести, грузила, устройства для опускания зарядов в скважины, приспособления для подвешивания зарядов в воздухе, взрывные магистрали и контактные фишки к ним для подключения к источнику тока, разъемы и соединения взрывных магистралей, провода для регистрации вертикального времени, инструменты (кусачки, плоскогубцы, отвертки и др.), материалы (шпагат, изолента, бумага и др.). Оборудование, инструменты и материалы должны размещаться на автовзрывпункте в строго отведенном месте. Это позволяет выработать стабильность рациональных движений при погрузочно-разгрузочных работах и пользовании необходимыми предметами.

Помощник взрывника в момент движения автовзрывпункта следит за сохранностью оборудования, а по прибытии к месту взрывных работ размещает оборудование, инструменты, материалы по схеме, указанной техником-взрывником (взрывником). Для различных условий местности и разных методов ведения взрывных работ должны быть стандартизированы несколько схем размещения оборудования с учетом правил техники безопасности. Помощник взрывника помогает взрывнику разгружать ВВ, определять и обозначать радиус запретной зоны, разматывать взрывную магистраль, линию вертикального времени, замерять глубину скважины, а также выполняет другие работы по указанию взрывника.

Техник-взрывник (взрывник) руководит организацией рабочего места, лично погружает и разгружает СВ, содержит в исправном состоянии ССВ-1. На каждом новом пикете взрыва он осматривает местность и принимает решение, по какой схеме расположить оборудование, инструменты и материалы.

Организация рабочего места бригады взрывников может меняться в зависимости от условий местности и применяемого метода взрывных работ, поэтому здесь освещены основные ее детали, наиболее часто встречающиеся в практике работ.

Необходимо помнить, что основой правильной организации рабочего места является прежде всего его рациональная специализация, определение четкого производственного направления рабочего места и закрепление за каждым членом бригады определенных стандартизированных действий. Это позволяет своевременно оснастить бригаду взрывников наиболее производительным оборудованием, сократить время на подготовку к работе и широко применить наиболее эффективные методы труда. Например, для работы в водоемах требуются специальные плавсредства, а при работе на суше используются автовзрывпункты или балки-взрывпункты. Соответственно этому меняется номенклатура взрывного оборудования и вспомога-

тельных материалов. Становятся иными и обязанности каждого члена взрывной бригады по организации рабочего места, однако принципы ее остаются теми же.

Четкая организация рабочего места возможна лишь на базе его комплексного оснащения основным и вспомогательным оборудованием, а также специальными материалами, т. е. соответствующим транспортом, оборудованием, инструментами, взрывчатыми материалами, средствами связи и сигнализации и др.

Большую роль в организации рабочего места играет правильное пространственное размещение оборудования, инструментов и материалов — планировка. Полнота использования производственных площадей (автовзрывпункта, корабля — плавучего пункта взрыва, балка-взрывпункта и территорий запретных зон на суше) — это условия труда бригады взрывников, структура рабочего времени и рациональность использования оборудования.

Планировка рабочего места, помимо соответствия применяемых оборудования, приспособлений, инструмента и рабочей мебели, должна удовлетворять психологическим и физиологическим особенностям работающих людей. Одновременно с выполнением требований к пространственной планировке рабочего места необходимо учитывать физические усилия каждого члена бригады и распределять их равномерно. Наряду с этим каждый член бригады должен регулировать физическую нагрузку на свой организм и распределять ее равномерно на различные мышцы и органы тела. Равномерное распределение физической нагрузки на организм первоначально достигается с помощью специально расписанного графика, а затем это становится привычкой, жизненной необходимостью.

Установлено, что мышцы человека меньше утомляются при динамической работе, сопровождающейся периодическим напряжением и сокращением, чем при статической. Для статической работы характерно длительное напряжение мышечной системы. Такие напряжения часто возникают при изготовлении зарядов ВВ, опускании их в скважины и ожидании команды геофизика-оператора на взрыв у пульта взрывной машинки, когда приходится удерживать на весу заряд ВВ большой массы или продолжать длительное время находиться в неудобном положении на полусогнутых ногах. Однако имеются возможности сократить эти операции до минимума за счет применения простейших приспособлений и рабочей мебели, например, используя раскладной стул, можно в сидячем положении ждать команду оператора у пульта взрывной машинки.

Сокращение статической работы позволяет организовать труд более производительно, ликвидировать возможную физическую усталость бригады взрывников и предостеречь их от ошибок в работе, приводящих к возникновению несчастных случаев на производстве.

При переходе на динамическую работу необходимо учитывать следующие особенности, связанные с физиологией человека. Например, усилия нагрузки шофера при управлении автовзрывпунктом или взрывника при пользовании лебедкой не должно превышать 15 кг для рук и 25 кг для ног, так как дальнейшее увеличение нагрузки ведет к значительному утомлению организма. При этом следует учитывать, что большей силой обладают главным образом молодые люди в возрасте 25—30 лет и что женщины приблизительно на 30 % слабее мужчин. Поднятие и перемещение грузов массой до 6 кг можно отнести к легкой физической нагрузке, 6—15 кг — к умеренной, 15—30 кг — к средней, 30—50 кг — к тяжелой и очень тяжелой. Поднимать и перемещать грузы большой массы следует механизированно.

Работа бригады взрывников связана не только с большими физическими нагрузками, но и с напряженным вниманием и памяти. Обращение со взрывчатыми материалами, изготовление патронов-боевиков и введение их в основные заряды ВВ, размещение зарядов в местах для взрывания, монтаж электро-взрывной цепи и пользование источником тока — все это требует внимания. Гарантией успешного выполнения перечисленных операций являются уравновешенные и тактичные отношения в коллективе взрывной бригады, правильная организация рабочего места, строгое соблюдение правил техники безопасности и технологических процессов от начала изготовления зарядов ВВ до их взрывания, а также использование оборудования, устройств, приспособлений и аппаратов по прямому назначению.

В организации рабочего места и всех технологических процессов бригады взрывников большое значение имеют общая санитария и защитная спецодежда. Своевременное и правильное применение защитных средств сохраняет ритм в работе и высокую производительность труда. Необходимо помнить, что пыль тротила и других ВВ может проникать в кровь человека через кожу, дыхательные пути и пищеварительный тракт, вызывая серьезные заболевания. Для предотвращения заболевания нужно пользоваться спецодеждой, спецовку, перчатками, а при расфасовке порошкообразных ВВ — респираторами. После работы и перед употреблением пищи все члены взрывной бригады обязаны тщательно вымыть руки с водой и мылом. Все защитные приспособления входят в комплект рабочего места и должны содержаться в чистоте и пригодном к использованию состоянии.

Научный подход к организации рабочего места и дальнейшая разработка наиболее рациональных трудовых процессов на основе достижений науки и техники способствуют повышению производительности труда и эффективности работ. При этом особое внимание должно уделяться культуре производства и повышению качества работ.

4. ДОЛЖНОСТНЫЕ ОБЯЗАННОСТИ РАБОТНИКОВ, СВЯЗАННЫХ С ВЕДЕНИЕМ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Должностные лица геофизических предприятий (контор, трестов), а также сейсморазведочных экспедиций и партий, связанных с ведением взрывных работ, несут личную ответственность за соблюдение «Единых правил безопасности при взрывных работах» и за действия подчиненного им персонала. Выдача должностными лицами указаний или распоряжений, принуждающих подчиненных нарушать правила безопасности и инструкций к ним, самовольное возобновление работ, остановленных органами Госгортехнадзора или технической инспекцией профсоюзов, а также неприятие этими лицами мер по устранению нарушений, которые допускаются в их присутствии подчиненными им должностными лицами или рабочими, являются грубейшими нарушениями правил.

В зависимости от характера нарушений и их последствий указанные выше лица несут ответственность в дисциплинарном, административном или судебном порядке.

Рабочие (взрывники и их помощники) несут ответственность за нарушения, относящиеся к выполняемой ими работе, требований правил безопасности или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка на предприятии и уголовными кодексами союзных республик.

Инженер — руководитель взрывных работ сейсморазведочной партии — контролирует соблюдение подчиненными порядка хранения, учета, расхода, испытания и транспортировки ВМ. Он несет ответственность за допуск лиц к производству взрывных работ, заведованию складом, испытанию и перевозке ВМ.

Руководитель взрывных работ осуществляет контроль за своевременной отчетностью взрывников и сдачей ими остатков ВМ на склад, правильной выдачей ВМ, организацией регулярного надзора по содержанию склада ВМ и за работой обслуживающего склад персонала и вооруженной охраны. Особую ответственность руководитель взрывных работ несет за организацию безопасного проведения взрывных работ, их качество, правильное расходование, учет и хранение ВМ на местах работ, за допуск к работе на взрывных пунктах только тех лиц, которые прошли инструктаж по технике безопасности и сдали экзамены квалификационной комиссии.

Руководитель взрывных работ готовит документы для оформления разрешения на право производства взрывных работ, а также на приобретение, перевозку и хранение ВМ. Перед началом полевых сейсморазведочных работ он руководит строительством временного склада ВМ, следит за сдачей его в эксплуатацию, завозом ВМ на склад и оформлением всех необходимых документов для учета ВМ. По окончании полевого

периода руководитель взрывных работ обязан провести ликвидационный период в установленном порядке.

Взрывник и техник-взрывник сейсмической экспедиции или партии несут ответственность за:

1) обеспечение постоянного надзора за полученными ими ВМ, не допуская передачи их другим лицам, потери, использования не по назначению, самовольного уничтожения или оставления в выработках или на поверхности;

2) производство взрывных работ в соответствии с техническим проектом и с соблюдением массы зарядов, установленной геофизиком-оператором;

3) производство взрывных работ только при наличии ограждения опасной зоны предупредительными знаками, а при необходимости — за выставление постов охраны, а также соблюдение всех правил безопасности;

4) своевременную сдачу на склад остатка неиспользованных ВМ в конце работы и за правильное показание расхода ВМ в наряде-путевке;

5) своевременный осмотр скважин, шурфов, шурфов, площадок и других объектов после взрывания, чтобы убедиться в полном взрыве зарядов, а в случае обнаружения невзорвавшихся зарядов — за своевременную их ликвидацию;

6) немедленное сообщение руководителю взрывных работ и геофизику-оператору о невозможности срочной ликвидации невзорвавшихся зарядов и обеспечение их постами охраны;

7) ликвидацию обвалившихся скважин и других выработок, опасных для жизни людей и животных, или за ограждение их предупредительными знаками в конце рабочей смены;

8) соблюдение правил транспортирования ВМ от склада до места работ и обратно;

9) подачу сигналов и правильность разрешенного ими допуска рабочих к месту взрыва для последующих работ;

1) правильную установку, включение и сохранность контрольного сейсмоприемника вертикального времени.

Заведующий складом ВМ несет персональную ответственность за:

1) соблюдение установленных правил учета, испытания, хранения, размещения, приема и выдачи ВМ;

2) своевременное оприходование ВМ;

3) недопущение порчи, недостачи или излишков ВМ на складе;

4) правильное оформление приходно-расходных документов на ВМ;

5) хранение печати, ключей от хранилищ и пломбировочных штифтов, не допуская их утери или передачи другим лицам;

6) выдачу ВМ только взрывникам, отчитавшимся своевременно по окончании работы за израсходованные ВМ и сдавшим их остаток;

7) хранение ВМ в количествах, которые не превышают установленной емкости склада;

8) правильное содержание противопожарных средств, территории склада, ограды и запретной зоны;

9) состояние охраны склада ВМ и содержание оружия, а также за систематический контроль постов вооруженной службы;

10) своевременную проверку исправности мостиков накалывания электродетонаторов и подбор их по сопротивлению для групповых взрывов.

ГЛАВА X

ХРАНЕНИЕ, УЧЕТ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ

Все взрывчатые материалы по степени опасности при хранении разделяются на четыре группы совместимости, а при перевозке автомобильным транспортом они относятся к классу I и разделяются на пять подклассов.

При хранении ВМ каждая группа совместимости (В, С, D, Р) представлена следующими наименованиями ВВ и изделий.

В — капсулы-детонаторы, электродетонаторы (кроме высоковольтных), пиротехнические реле типа КЗДШ.

С — пороха и содержащие их изделия, огнепроводный шнур, средства зажигания ОШ, сигнальные и пороховые патроны.

D — разделяется по степени опасности ВВ и изделий на четыре подгруппы, определяющие их массу при хранении на базисных складах и отдельных хранилищах:

взрывчатые вещества с содержанием жидких нитроэфиров более 15 %, нефлегматизированный гексоген, тэн, тетрил (разрешается хранить на базисном складе в отдельном хранилище не более 60 т, масса нетто);

детонирующий шнур, электродетонаторы высоковольтные (не более 120 т, масса брутто);

взрывчатые вещества с содержанием жидких нитроэфиров не свыше 15 %, тротил и сплавы его с другими нитросоединениями, флегматизированный гексоген, взрывчатые вещества, не содержащие жидких нитроэфиров (порошкообразные, рассыпные, патронированные, листовые, шнуровые, шланговые, а также пластичные и водосодержащие), изделия, содержащие ВВ без средств инициирования и метательных зарядов (не более 240 т, масса брутто);

рассыпные гранулированные ВВ, допущенные Госгортехнадзором к механизированному растариванию и заряданию механизированным способом (не более 420 т, масса нетто).

При хранении в одном хранилище взрывчатых материалов группы D общая емкость этого хранилища должна быть принята не более установленной емкости для наиболее опасного компонента.

Р — снаряженные взрывчатыми веществами торпеды, протрелочные аппараты и другие изделия, содержащие ВВ и средства инициирования (не более 120 т, масса брутто).

Огнепроводный шнур (ОШ), средства его зажигания и пороха, сигнальные и пороховые патроны допускается хранить совместно с ВМ групп В и D.

При перевозке автомобильным транспортом взрывчатых веществ к классу I относят:

взрывчатые вещества твердые и жидкие или смеси веществ, которые способны к химической реакции с выделением газов с такой интенсивностью, температурой и давлением, что вызывают повреждения окружающих предметов, за исключением тех веществ, которые не допускаются к транспортированию (особо опасные взрывчатые вещества, т. е. слишком чувствительные к внешним воздействиям или легко подвергающиеся саморазложению), или тех, преимущественный вид опасности которых соответствует другому классу;

изделия, содержащие одно или несколько взрывчатых веществ, кроме устройств, содержащих взрывчатые вещества в таких количествах или с такими свойствами, что их случайное воспламенение или инициирование в процессе транспортирования не приведет к таким проявлениям, как разбрасывание, огонь, дым, тепло или звуковой эффект вне упаковки;

пиротехнические вещества или содержащие их изделия, т. е. вещества или смеси веществ, предназначенные для производства внешних эффектов (огня, звука, газа или дыма либо их комбинации) в результате недетонирующих экзотермических реакций.

ВМ класса I разделяют на пять подклассов:

1 (ВВМ) — вещества или изделия, способные взрываться всей массой с одновременным охватом всего груза;

2 (ВВР) — вещества или изделия, не взрывающиеся общей массой, но имеющие опасность разбрасывания и существенного повреждения окружающих предметов;

3 (ВВП) — вещества и изделия, выделяющие при горении большое тепловое излучение или загорающиеся один за другим с незначительным эффектом взрыва или разбрасывания или того и другого вместе;

4 (ВВНО) — вещества и изделия, представляющие незначительную опасность взрыва во время перевозки только в случае воспламенения или инициирования; действие взрыва большей частью ограничивается самой упаковкой, а разбрасывание эле-

ментов упаковки или изделия значительного размера на существенные расстояния не ожидается; внешний огонь не должен вызвать мгновенного взрыва содержимого;

5 (ВВНЧ) — вещества, которые настолько нечувствительны, что при нормальных условиях транспортирования инициирование или переход от горения к детонации маловероятны.

Погрузка, разгрузка и передвижение транспортных средств должны производиться с максимальной осторожностью.

Перевозимый груз должен быть уложен таким образом, чтобы исключить его падение, соударение ящиков и удары о борта кузова транспортного средства.

Упаковка или тара должна обеспечивать безопасность транспортировки и исключать просыпание или загрязнение продукта в пути следования.

2. СКЛАДЫ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

При производстве взрывных работ с целью сейсморазведки допускается хранение ВМ на кратковременных складах.

В состав кратковременного склада ВМ могут входить одно или несколько хранилищ ВМ, противопожарные щиты или сарай с инвентарем, ограждение, караульное помещение и площадка для хранения тары на-под ВМ. Кратковременные склады ВМ разрешается устраивать поверхностные, полууглубленные и подземные. Для этой цели могут быть использованы палатки, дощатые сооружения, автомашины, плавучие и технические суда, баржи, лодки, шалаши, пещеры, нежилые строения, землянки и другие подобные помещения. При получении разрешений на повторный и последующие сроки кратковременного хранения ВМ наиболее целесообразно использовать для этих целей ранее оборудованные помещения с предварительной приемкой их комиссией в установленном порядке.

Кратковременные склады ВМ относятся к числу расходных складов со сроком службы до одного года. Срок хранения исчисляется с момента завоза ВМ. На кратковременных складах разрешается распаковывать ВМ и выдавать их взрывникам.

В общих или отдельных хранилищах ВМ для выдачи и приема электродетонаторов должен быть стол с краинами, обитый брезентом по войлоку или резиновым ковриком толщиной не менее 3 мм, и стол для резки детонирующего шнура. При кратковременном хранении количество ВМ в одном хранилище не должно превышать 3 т ВВ и 10 000 шт. электродетонаторов с соответствующим количеством детонирующего шнура. При совместном хранении с ВВ электродетонаторы размещаются в отдельном деревянном ящике, обитом изнутри войлоком, а снаружи — металлическими листами. Ящик устанавливается на расстоянии не ближе 2 м от складирования ВВ и запирается на замок. Если ВВ и СВ размещаются в отдельных хранилищах, то

в каждом хранилище разрешается хранить до 18 т ВВ или до 25 000 шт. электродетонаторов. Общее количество при этом не должно превышать 54 т, а количество детонаторов — 75 000 шт. На кратковременном складе ВМ разрешается хранение до 400 км детонирующего шнура.

Во время ремонта хранилищ или оборудования они должны освобождаться от ВМ. На этот период ВМ располагаются внутри ограды склада на деревянных настилах, высота которых от земли должна быть не менее 20 см, и покрываться брезентом. Если одновременно с ВВ в ограде склада находятся СВ, то между ними должно быть обеспечено безопасное расстояние.

Взрывчатые материалы, находящиеся в кратковременных хранилищах, не должны подвергаться порче вследствие попадания в них влаги и проникновения солнечных лучей. Все поверхностные хранилища необходимо проветривать через открытые двери, летом — в сухую, ясную и тихую погоду, а зимой — в ясную, морозную погоду, причем разность температур внутри хранилищ и на воздухе не должна превышать 10 °С.

Территория кратковременных складов должна отвечать следующим требованиям:

1. Места для расположения хранилищ необходимо выбирать несколько возвышенные, на плотных и сухих грунтах, по возможности за холмами или лесом, на безопасном расстоянии от населенных пунктов, промышленных зданий и сооружений, электрических линий высокого напряжения и других объектов.

2. Подъездные пути и дороги на территории склада должны быть благоустроены так, чтобы не представляли опасности для транспорта в сырую и дождливую погоду, а в зимнее время — при заносах снегом.

3. Расположение хранилищ на территории склада должно обеспечивать свободный подход и подъезд к каждому из них в отдельности.

4. Расстояния между отдельными хранилищами должны соответствовать расстояниям, приведенным в «Единых правилах безопасности при взрывных работах».

5. Территорию поверхностных складов необходимо обнести оградой из жердей, плетней, гладкой или колючей проволоки, досок и других материалов; при этом высота ограды должна быть не менее 1,5 м, чтобы предотвратить проникновение на территорию склада людей и животных.

6. Запретная зона вокруг ограды склада в радиусе 50 м обозначается плакатами.

На территории склада можно располагать следующие здания и сооружения:

- 1) хранилища взрывчатых веществ;
- 2) хранилища средств взрывания;
- 3) сарай или щит для противопожарного инвентаря;
- 4) сторожевые будки для собак (если склад охраняется собаками).

Караульное помещение и площадка для хранения тары должны находиться за пределами ограды склада напротив калитки и ворот: караульное помещение не ближе 15 м от ограды склада, площадка для тары в 25 м от ограды (покрывается брезентом). Расстояние от ограды до противоположной стены ближайшего хранилища ВМ должно быть не менее 20 м.

Территорию склада следует очистить от легковоспламеняющихся материалов (хвороста, сухих зарослей и травы). Лиственные и хвойные деревья разрешается оставлять в запретной зоне склада ВМ.

На территории кратковременного склада ВМ не обязательно устраивать грозозащиту, освещение, сигнализацию, телефонную связь, водоемы и каналы вокруг ограды.

При строительстве кратковременных складов должны быть строго соблюдены безопасные расстояния между хранилищами ВМ и расстояния, отделяющие хранилища от населенных пунктов, зданий и сооружений государственного значения.

Безопасные расстояния можно разделить на внутренние и внешние. Внутренняя безопасность достигается строгим соблюдением норм и правил хранения ВМ и точным определением безопасных расстояний по передаче детонации между хранилищами, находящимися на территории склада. Внешняя безопасность обеспечивается правильным расположением склада по отношению к окружающим зданиям и сооружениям и верным определением опасных зон по действию сейсмической и воздушной волн и разлету осколков.

Разрушительные действия сейсмической волны при взрывах открытых зарядов незначительны, поэтому для поверхностных хранилищ сейсмически безопасные расстояния не определяются. Однако взрыв открытого заряда создает большую воздушную волну, что учитывается при поверхностном расположении хранилищ. По мере углубления заряда возрастает сейсмическая опасная зона и сокращается радиус действия воздушной волны. Формулы для расчета сейсмически безопасных расстояний и расстояний, безопасных по действию воздушной волны, приведены в гл. VII.

Расстояния, (в метрах) гарантирующие невозможность передачи детонации от заряда к заряду, определяются по формуле

$$r_a = \sqrt[3]{k_{a1}^3 q_1 + k_{a2}^3 q_2 + \dots + k_{an}^3 q_n} \cdot \sqrt[4]{\bar{D}},$$

где $k_{a1}, k_{a2}, \dots, k_{an}$ — коэффициенты, зависящие от рода ВВ и условий взрыва (приведены в табл. 13); q_1, q_2, \dots, q_n — массы различных ВВ, составляющих заряд, кг. Сумма всех q , очевидно, равна массе всего заряда (полной массе ВВ в хранилище, штабеле); \bar{D} — эффективный размер пассивного заряда — наименьший линейный его размер, принимаемый равным ширине заряда или удвоенной высоте его, м.

Коэффициенты k_d для расчета расстояний, безопасных по передаче детонации

Активный заряд	Род ВВ	Местоположение: открытое — о, углубленное — у	Пассивный заряд							
			Аммиачно-селитренные ВВ с содержанием нитроэфиров 40 %		ВВ с содержанием нитроэфиров 40 % и более		Тротил		Детонаторы	
			о	у	о	у	о	у	о	у
Аммиачно-селитренные ВВ и ВВ с содержанием нитроэфиров до 40 %	о	0,65	0,40	0,90	0,65	1,00	0,80	0,65	0,40	
	у	0,40	0,25	0,65	0,40	0,80	0,50	0,40	0,25	
ВВ с содержанием нитроэфиров 40 % и более	о	1,30	0,80	1,80	1,30	2,00	1,60	1,30	0,80	
	у	0,80	0,50	1,30	0,80	1,60	1,00	0,80	0,50	
Тротил	о	1,00	0,75	1,30	1,00	1,50	1,10	1,00	0,75	
	у	0,75	0,50	1,00	0,70	1,10	0,65	0,75	0,54	
Детонаторы	о	0,35	0,20	0,60	0,40	0,55	0,45	0,35	0,20	
	у	0,20	0,15	0,40	0,30	0,45	0,30	0,20	0,15	

При определении безопасных расстояний по передаче детонации для складов ВМ, согласно табл. 13, необходимо приравнивать: обвалованные хранилища — к зарядам, углубленным в грунт, а необвалованные, расположенные на поверхности хранилища, и площадки с ВМ — к открытым зарядам.

Безопасные расстояния определяют для каждого из зарядов (хранилищ, штабелей) в отдельности, причем в качестве безопасного для смежных зарядов выбирают наибольшее из расчетных расстояний.

Если пассивный заряд составляется из ВВ разного рода, то при расчете безопасных расстояний значение коэффициента k_d выбирается для того ВВ из числа входящих в состав заряда, которое обладает наибольшей чувствительностью к детонации.

При хранении 1 м детонирующего шнура приравнивается к пяти детонаторам [9].

При устройстве кратковременных складов ВМ необходимо учитывать, что все взрывчатые материалы по степени опасности при хранении разделяются на четыре группы совместности (В, С, D, P).

Кратковременные хранилища ВМ можно устраивать из досок, бревен, глины, земли, брезента, палаток и т. п. Для кратковременных хранилищ разрешается использовать нежилые строения, сараи, землянки, пещеры и т. п. Эти помещения должны быть хорошо защищены от попадания в них дождя и снега. Если в помещениях, приспособленных для хранилищ ВМ, имеются топки печей, то их следует замуровать кирпичом.

В приспособляемых помещениях сохраняются двери и окна. Стекла окон, выходящих на солнечную сторону, покрываются белой масляной краской или известью, чтобы прямые лучи солнца не попадали на ВМ. Внутренние стены и потолок хранилища должны быть побелены. Полы могут быть дощатые или глинобитные, но ровные, гладкие и без щелей. В хранилищах для дымных порохов полы должны быть устланы матами. Двери хранилищ ВМ должны запираются на замок и опломбироваться или опечатываться.

Хранилища оборудуются стеллажами, устройство которых должно отвечать следующим требованиям:

1. Высота от пола до верхней полки не должна превышать 2 м для таких взрывчатых материалов, как аммониты, тротил и сплавы его с другими нитросоединениями, ВВ с содержанием нитроэфиров не свыше 15 %, флегматизированный гексоген, взрывчатые вещества, не содержащие жидких нитроэфиров (порошкообразные, рассыпные, патронированные, листовые, шнуровые, шланговые, а также пластичные и водосодержащие), рассыпные гранулированные ВВ, допущенные к механизированному заряданию, и другие, им подобные.

2. Ящики с гексогеном нефлегматизированным, тетрилом, с ВВ, содержащими нитроэфиров более 15 %, дымным и бездымным порохами, электродетонаторами укладываются на стеллажах только в один ряд.

3. Расстояние от стены хранилища до стеллажей должно быть не менее 20 см, а ширина прохода между стеллажами — не менее 1,3 м.

4. Между каждыми двумя полками расстояние должно быть таким, чтобы между ящиками с ВМ и полками над ними оставались зазоры не менее 4 см. По ширине полки запрещается ставить ящики более чем в один ряд.

5. Доски полок, за исключением нижней, должны настлаться с разрывами 2,5—3 см.

6. Стеллажи должны изготавливаться из качественного пиломатериала и обладать достаточной прочностью, чтобы при загрузке не иметь перекосов и провисаний.

7. Стеллажи следует соединять шипами и скреплять нагелями. Их можно скреплять железными гвоздями и болтами при условии утопления их головок в дерево на 5 мм и последующей зашпаклевки.

При хранении ВВ штабелями в хранилище необходимо иметь деревянные настилы высотой 20 см от земли. Высота

штабеля не должна превышать 2 м. По ширине штабеля должно укладываться не более двух ящиков или мешков. Разрешается хранить в одном штабеле ящики или мешки только одинаковой массы и сорта, сложенные трафаретами в сторону, удобную для просмотра. Штабеля ВВ должны располагаться не ближе 20 см от стен хранилища и иметь между собой проходы шириной не менее 1,3 м.

Все территориальные и передвижные кратковременные склады должны снабжаться следующими противопожарными средствами: лопаты — две, топоры — два, багры — два, ломы — два, огнетушители — два (на каждое хранилище), ведра — два, ящики с песком — два и бочки с водой — две. Номенклатура и количество противопожарных средств установлены органами пожарной охраны, однако в каждом отдельном случае при сдаче склада в эксплуатацию противопожарные средства просматриваются представителем местной пожарной охраны. В караульном помещении каждого склада вывешивается инструкция о порядке пользования противопожарными средствами и мерах на случай возникновения пожара.

В зимний период огнетушители следует хранить в утепленном караульном помещении или заряжать незамерзающим составом. Вокруг каждого хранилища снимается дерн на расстоянии не менее 5 м.

Запрещается в запретной зоне и на территории склада находиться лицам в нетрезвом состоянии. Категорически запрещается на территории склада и в запретной зоне разводить костры и курить. Курить следует только в специально оборудованном месте за пределами запретной зоны. Лица, идущие на территорию и в хранилище склада ВМ, обязаны по требованию охраны оставить в караульном помещении спички, зажигательные приборы, патроны к огнестрельному оружию и курительные принадлежности.

Караульное помещение строится с учетом противопожарных норм, при этом особое внимание уделяется устройству отопительной системы, чтобы не допустить загорания караульного помещения и разлета искр из дымовой трубы.

При возникновении пожара в запретной зоне и на территории склада необходимо принять меры для немедленного его тушения, одновременно вызвать пожарную команду, известить заведующего складом и местный орган внутренних дел. Если невозможно предотвратить распространение огня на ящики с ВМ, которые могут взорваться от огня, то все люди должны немедленно укрыться в безопасное место на случай взрыва ВМ.

Заведующий складом ВМ и старший охраны проверяют ежедневно исправность пожарного инвентаря и оборудования и несут за это персональную ответственность. Они также должны следить за строгим соблюдением подчиненным им персоналом всех установленных мер предосторожности.

Все кратковременные склады ВМ (территориальные и передвижные) относятся к категории особо важных объектов со строгим режимом и круглосуточно охраняются вооруженной охраной. Передвижные склады ВМ на автомашинах могут охраняться вооруженными шоферами, а плавучие — матросами судов, на которых организованы склады. Личный состав охраны подбирается начальником сейсмической партии (экспедиции) из числа проверенных лиц, морально устойчивых, грамотных, физически здоровых, хорошо знающих службу охраны и владеющих оружием. Численность охраны и дислокация постов устанавливаются начальником сейсмической партии (экспедиции) по согласованию с местным органом внутренних дел; при этом необходимо исходить из расчета — шесть единиц вооруженной охраны на круглосуточный пост.

Обязанности и права постового по охране склада ВМ, пропускной режим, проверка караула, вооружение и порядок применения оружия постовым изложены в «Инструкции о порядке охраны складов взрывчатых материалов предприятий министерств и ведомств» и в «Единых правилах безопасности при взрывных работах».

На кратковременных складах ВМ устанавливают элементарные средства сигнализации (звуковая — отрезок стали или небольшой колокол для подачи тревоги при пожаре и нападении на склад). О наличии на складе ВМ звуковой сигнализации и способах ее подачи на случай тревоги извещается весь коллектив сейсморазведочной партии (экспедиции) с целью оказания практической помощи охране по знаку тревоги.

Как уже отмечалось выше, кратковременное хранение ВМ разрешается в строениях различных типов.

В палатках разрешается кратковременное хранение ВМ при условии предохранения их от действия атмосферных осадков и солнечных лучей. Палатка устанавливается на деревянном основании и каркасе. При этом низ палатки прикрепляется к деревянному основанию. До размещения ВМ все окна палатки должны быть опечатаны или опломбированы. Дверь палатки изготавливается из досок, запирается на замок и также опечатывается или пломбируется.

В зависимости от размера палатки в ней можно хранить до 3 т ВВ и 10 000 детонаторов. Ящик с детонаторами должен располагаться в стороне от общего прохода и не ближе 2 м от ВВ. При совместном хранении разных видов ВМ сначала выдаются ВВ, а затем, удалив из хранилища всех вспомогательных рабочих, взрывник, на которого выписана наряд-путевка, получает СВ. Если ВВ и СВ размещаются в разных палатках, то в каждом хранилище (если позволяют размеры палаток) можно помещать до 18 т ВВ и до 25 000 детонаторов.

Как при совместном хранении ВМ, так и при хранении в отдельных палатках детонаторы должны размещаться в де-

ревянном ящике, обитом изнутри войлоком, а снаружи — металлическими листами, и закрываться на замок.

Безопасные расстояния между хранилищами ВМ и окружающими объектами устанавливаются так, как указано в «Единых правилах безопасности при взрывных работах».

Склады для кратковременного хранения ВМ могут быть построены из отдельных досок и дощатых щитов (разборные щитовые склады). Размеры дощатых хранилищ должны соответствовать расчетной емкости. Порядок устройства настилов и стеллажей, а также определения безопасных расстояний между хранилищами и окружающими сооружениями изложен в работе [9]. Двери хранилищ должны быть сплошными, шириной не менее 1,4 м и высотой не менее 2,25 м. Стены, потолок и перегородки хранилищ с внутренней стороны должны быть побелены известью; наружные стороны крыш покрыты огнезащитной краской.

При совместном хранении в дощатых складах может храниться 3 т ВВ и 10 000 детонаторов, при раздельном — до 18 т ВВ или до 25 000 детонаторов.

При значительном удалении сейсморазведочных профилей разрешается устраивать передвижные кратковременные склады ВМ на специально оборудованных автомашинах. На автомашине, предназначенной для хранения ВМ, должно быть следующее основное снаряжение:

1) противопожарный инвентарь (два огнетушителя, закрепленных с наружной стороны по краям переднего борта кузова, два ящика с песком, две лопаты и два ведра, закрепленные под кузовом автомашины, два багра и два лома укладываются под кузовом на раму автомашины и крепятся к ней зажимами);

2) цепи или другие приспособления против скольжения;

3) глушитель, оборудованный искрогасителем и выведенный вперед двигателя.

Кроме того, необходимы все отличительные знаки опасности и информационные таблицы.

Передвижной склад должен представлять собой прочный фургон, установленный и капитально закрепленный на автомобиле. Фургон сооружается из дюралюминия или из теса, обшитого снаружи кровельной сталью и покрытого со всех сторон огнезащитным составом. В передней и боковых стенках должны быть окна размером 30×30 см, закрытые стальными решетками, в задней стенке — обитая снаружи кровельной сталью дверь с металлическими затворами.

В правом переднем углу фургона устанавливается и закрепляется ящик для хранения детонаторов, который изнутри со всех сторон обивается войлоком. Ящик должен закрываться.

На автомобиль, предназначенный под передвижной склад ВМ, необходимо иметь следующие документы:

1) свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке взрывчатых материалов, подписанное начальником Госавтоинспекции местного органа внутренних дел;

2) аварийную карточку системы информации об опасности, подписанную начальником сейсморазведочной партии;

3) маршрут перевозки взрывчатых материалов, подписанный начальником сейсморазведочной партии и согласованный с начальником Госавтоинспекции местного органа внутренних дел.

К управлению автомашиной, на которой размещен передвижной склад ВМ, может быть допущен шофер, только что прошедший специальный инструктаж о правилах перевозки ВМ и сдавший экзамены квалификационной комиссии. Перед выходом в рейс автопередвижного склада ВМ заведующий гаражом или автомеханик обязан тщательно проверить двигатель и ходовую часть автомашины и после этого сделать в путевом листе запись: «Автомашинна проверена, вполне исправна и пригодна для перевозки взрывчатых материалов». Без такой записи передвижение автовзрывсклада запрещается.

Во время стоянки автопередвижного склада ВМ должен располагаться не ближе 200 м от места взрывных работ и жилых строений, а также не ближе 100 м от проезжих дорог.

При длительной стоянке склада ВМ на одном месте необходимо:

1) привести в боевую готовность противопожарный инвентарь, расположив его на брезенте около склада;

2) оградить запретную зону плакатами и красными флажками;

3) снять дерн (в летнее время) вокруг склада на расстоянии 5 м;

4) убрать легковоспламеняющиеся предметы (сухую траву, хворост и др.) с окружающей территории в радиусе 40 м вокруг склада.

Скорость движения автопередвижного склада ВМ при хорошей видимости допускается не более 20 км/ч; при движении в пыли, тумане и во время пурги скорость движения сокращается в 2 раза.

На автопередвижном складе разрешается хранение ВВ, масса которых составляет не более $\frac{2}{3}$ грузоподъемности автомашины. Одновременно с ВВ разрешается хранить до 5000 детонаторов и нужное количество детонирующего шнура. Мешки или ящики с ВВ укладываются за перегородкой в задней части кузова так, чтобы во время движения они не могли сместиться.

На передвижных автоскладах ВМ обязанности заведующего складом могут быть возложены по совместительству на лицо из охраны или шофера, прошедших специальную подготовку и сдавших экзамены квалификационной комиссии в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах».

Выполнение сейсморазведочных работ на реках, озерах и водохранилищах связано с организацией кратковременных плавучих складов ВМ. Для этой цели разрешается использовать специально приспособленные плавучие суда, емкость которых не превышает:

1) $\frac{1}{4}$ грузоподъемности судна, но не более 6 т ВВ, 10 000 детонаторов и 1000 м детонирующего шнура при совместном хранении ВВ и СВ;

2) $\frac{1}{2}$ грузоподъемности судна, но не более 10 т ВВ или 30 000 детонаторов и 2000 м детонирующего шнура при раздельном хранении СВ и ВВ.

Допускается кратковременное хранение ВМ (не более 20 сут) в лодках, оборудованных специальными ларями, покрытыми брезентом. При этом общее количество ВМ не должно превышать 400 кг ВВ и 600 детонаторов. Для хранения ВМ могут использоваться исправные, соответствующие оборудованные несамходные суда, располагающие отдельными помещениями. Пригодность судна под кратковременное хранилище ВМ определяется комиссией в составе представителей речного регистра, инспекции пароходства, местного органа внутренних дел и сейсморазведочной партии (экспедиции).

Судно, предназначенное для совместного хранения ВМ, должно иметь отдельные помещения для ВВ и СВ, разделенные сплошной каркасной перегородкой толщиной не менее 24 см с засыпкой внутри шлаком. Каждое помещение оборудуется отдельной входной дверью.

Судно для хранения ВМ должно быть очищено от остатков ранее перевозимых грузов и особенно тщательно от кислот, бертолетовой соли и нефтепродуктов. После перевозки этих грузов трюмы судна должны промываться щелочной водой.

До размещения ВМ судно должно быть оборудовано:

1) грозозащитой согласно «Единым правилам безопасности при взрывных работах»;

2) противопожарным инвентарем (лопатами, баграми, топорами, кирками, ломями, огнетушителями, ведрами с водой или мотопомпой, ящиками с песком и швабрами) по нормам, установленным Госпожнадзором;

3) щитом «Опасно», размер букв на котором должен быть не менее 200 мм; щит размещается над крышей помещения для хранения ВМ на высоте 3 м. В ночное время на этой же высоте устанавливаются два фонаря красного цвета;

4) будкой для вооруженной охраны.

Запрещается иметь на судне помещения для людей, печи и очаги огня. Имеющиеся печи должны быть опечатаны или опломбированы.

При погрузочно-разгрузочных работах, отпуске и приеме ВМ разрешается пользоваться на судне переносными аккумуляторными фонарями. Если пароход, буксирующий судно с ВМ,

отапливается твердым топливом, то его трубы снабжаются искроуловительными сетками.

Взрывчатые материалы должны размещаться в хранилищах судна на стеллажах, имеющих бортики, которые предохраняют мешки или ящики с ВМ от падения на пол во время качки, крена и толчков. Мешки или ящики с ВМ следует укладывать и закреплять так, чтобы они не могли удариться один о другой и о стены хранилища во время возможных толчков судна при движении.

Запрещается ходить по ящикам с ВВ при погрузочно-разгрузочных работах. На судах, имеющих ВМ, запрещается хранить другие грузы, а также боеприпасы и огнестрельное оружие, исключая оружие и боеприпасы вооруженной охраны плавучего склада ВМ.

Стоянка плавсклада ВМ (судна) разрешается вне судового хода на расстоянии не менее 150 м от места взрывных работ, пристаней, жилых и промышленных строений. Расстояние (при движении) между буксирующим судном и плавскладом ВМ должно быть не менее 20 м. Одновременно с плавскладом ВМ разрешается буксировать брандвахту, которая берется на буксирный трос первой, а плавсклад ВМ—вторым. В этом случае топка печей на брандвахте запрещается, а расстояние между плавскладом ВМ и брандвахтой должно быть не менее 20 м.

При начинающемся пожаре на буксирном судне, за которым идет на сиэти плавсклад ВМ, последний должен немедленно отдать буксир и встать по возможности в укрытое место (в затоне, за выступом берега и т. п.), а при отсутствии таких мест — как можно дальше от фарватера в районе суводи или у берега с медленным течением воды. Так же следует поступать и при пожаре на плавущих или на стоящих выше по течению реки судах и плотам или в прибрежных строениях и складах.

Если судну с ВМ (плавскладу) угрожает пожар или он уже начался, необходимо использовать противопожарные средства и ликвидировать очаг огня. Когда это уже невозможно, надо стремиться потопить все ВМ в воде, и в первую очередь детонаторы. Чтобы ускорить затопление ВМ, в дне судна необходимо сделать несколько пробоин, тогда судно с ВМ погрузится в воду. Место потопления ВМ нужно отметить буйком или вехой для последующего извлечения груза.

При длительной стоянке судна с ВМ у берега подступы к нему необходимо перекрыть на суше в радиусе 50 м от судна оградой из колючей проволоки, жердей или каната. Концы ограды должны входить в воду не менее чем на 3 м от берега. Ограда должна предотвращать проникновение к судну животных и людей.

До появления шуги и ледостава ВМ следует выгрузить с судна на берег и отправить для хранения в наземный склад ВМ.

На технических судах, выполняющих сейсморазведочные работы на море, озерах, водохранилищах и реках, разрешается устройство судовых хранилищ ВМ, размещаемых на корабле вместе с оборудованием и другими грузами. Устройство и оборудование помещений технических судов под хранилища ВМ допускается только по проектам, согласованным с инспекцией морского или речного регистра. Хранение ВМ на технических судах разрешается в специально отведенных каютах, трюмах, а также на палубе в специальных ларях, надежно закрепленных и покрытых брезентом.

Хранить ВМ в каютах и трюмах разрешается в течение всего рейса судна, а в ларях на палубе — только на речных судах или на судах, выходящих в море, в течение 3 сут. При хранении в ларях общее количество ВМ не должно превышать 1500 кг ВВ, 6000 детонаторов, 1200 м детонирующего шнура, 6000 м огнепроводного шнура, 200 перфораторных снарядов. Число зажигательных приспособлений не ограничено.

Выход из отдельного судового хранилища ВМ должен располагаться в трюмном коридоре или на палубе, но не в жилых и служебных помещениях. Загрузка судового хранилища ВМ не должна превышать 100 кг ВВ или 1000 детонаторов на 1 м³ помещения, отведенного под хранилище.

При устройстве отдельных помещений для хранения ВВ и СВ между ними нужно оставлять свободным промежуточное помещение, из которого устраиваются входы в оба хранилища и где выдаются ВМ взрывникам. При отсутствии промежуточного помещения хранилища ВВ и СВ должны разделяться сплошной каркасной перегородкой толщиной 25 см, засыпанной внутри шлаком.

Взрывчатые материалы в судовое хранилище грузятся после того, как погружены все другие грузы, при этом детонаторы складываются в последнюю очередь.

Электрическое освещение судовых хранилищ ВМ разрешается при условии расположения проводки, осветительной арматуры и выключателей вне хранилищ. В качестве аварийного освещения могут применяться аккумуляторные лампы.

В пути следования судовые хранилища должны находиться под постоянным наблюдением вахт взрывников, а на стоянках судна в порту у хранилищ ВМ должна быть выставлена вооруженная охрана. При заходе в промежуточные порты место стоянки и порядок догрузки судна отдельными грузами определяются руководством этих портов.

В случае пожара или другой возникшей для судна опасности возможность дальнейшего хранения ВМ на борту судна решается капитаном; если будет принято решение ликвидировать имеющиеся на судне ВМ, то уничтожение их производится взрывниками под наблюдением руководителя взрывных работ.

Требования, предъявляемые к техническим судам по их оборудованию, на борту которых устроены хранилища ВМ, а также

порядок погрузки, размещения и хранения ВМ, сведения о безопасных расстояниях при стоянках судов и меры предосторожности те же, что и на плавучих судах.

Запрещается использовать несамоходные суда под хранилища ВМ для взрывных работ на море.

По окончании сейсмических работ и возвращении технического судна из рейса все остатки ВМ должны быть немедленно выгружены на берег и сданы на расходный склад.

При сейсморазведке в условиях зимнего бездорожья разрешается хранить ВМ в передвижных складах, смонтированных на тракторных саях.

Передвижной склад ВМ (рис. 82) представляет собой деревянную будку 1, прочно закрепленную на тракторных саях 2. Будка состоит из двух смежных помещений 3а и 3б, обеспеченных отдельными входами 4. Будка изготавливается из деревянного каркаса достаточной прочности и обшивается досками. Пол будки настилается из 40-миллиметровых досок в два слоя. Будка должна быть разделена на два помещения сплошной каркасной перегородкой 5 толщиной 25 см, засыпанной внутри шлаком. Помещение 3а служит для хранения ВВ, 3б — для хранения СВ. Взрывчатые вещества укладываются в хранилище штабелем так, чтобы при движении мешки или ящики не смещались с места, не ударялись один о другой и о стены хранилища.

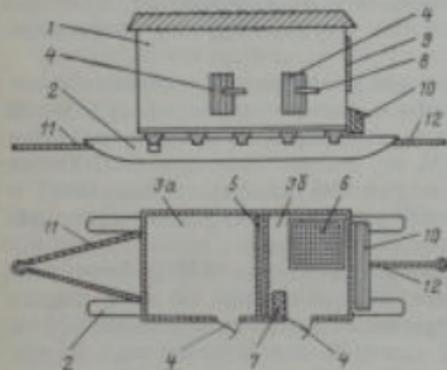


Рис. 82. Передвижной склад ВМ

Помещение для хранения СВ оборудуется деревянным, внутри обитым войлоком, ящиком 6, снабженным запором и надежно прикрепленным к полу хранилища. В этом же помещении закрепляется деревянный, обитый войлоком и имеющий закрывающийся столик 7, который служит для выдачи и приема электродетонаторов.

Хранилища имеют отдельные входы, обеспеченные сплошными дверями 4 и запорами 8. Двери хранилищ должны быть постоянно закрыты на замки и опломбированы или опечатаны.

На задней стенке передвижного склада ВМ закрепляется щит 9 с противопожарным инвентарем, а под щитом на тракторных саях устанавливается ящик с песком 10, имеющий достаточные высоту и длину по ширине тракторных саней. В ящике с песком укладывается противопожарный инвентарь во время передвижения.

Склад ВМ покрывается огнеупорным составом.

Передвижение склада ВМ осуществляется трактором (Т-100М, Т-130 или Т-75, в зависимости от грузоподъемности саней), который соединяется с санями жестким прицепом 11; кроме того, имеется аварийный прицеп 12, закрепленный с противоположной стороны саней.

На передвижном складе разрешается хранить следующие ВМ: взрывчатые вещества, масса которых составляет не более $\frac{2}{3}$ грузоподъемности тракторных саней, 5000 электродетонаторов и детонирующий шнур по потребности.

В пути следования и при стоянках на передвижной склад ВМ распространяются те же ограничения безопасных расстояний, что и для автогужевого транспорта при перевозках ВМ. Передвижной склад должен располагаться на расстоянии не менее 200 м от места производства взрывных работ.

Передвижением склада ВМ непосредственно руководит ведущий складом. К управлению трактором при перевозке склада ВМ допускаются опытные трактористы, прошедшие инструктаж по правилам перевозки ВМ и сдавшие экзамены квалификационной комиссии.

3. ПРИЕМ, ВЫДАЧА И УЧЕТ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Доставленные на склад взрывчатые материалы (изделия со взрывчатыми веществами) должны быть помещены на места хранения и оприходованы в книге учета прихода и расхода (см. прил. 13) на основании отправочных заводских или транспортных документов, либо наряда-накладной (см. прил. 12), или наряда-путевки (см. прил. 14). Порядок приема, выдачи и учета ВМ изложен в гл. IX.

Партии взрывчатых материалов должны расходоваться в порядке их поступления на склад и с учетом гарантийного срока хранения ВМ различных наименований.

Порядок использования взрывчатых материалов, возвращенных на склад ВМ, устанавливается руководителем взрывных работ сейсморазведочной партии. Как правило, возвращенный остаток ВМ с профиля работ и распакованные ящики с ВМ подлежат использованию в первую очередь.

Помимо своего основного назначения — искусственного создания упругих колебаний — взрывчатые материалы используются при следующих подсобных работах, ускоряющих общий процесс сейсморазведки: разрушении взрывами небольших зарядов очень крепких пород, встречающихся при бурении взрывных скважин, взрывании весьма крепкого грунта для устройства циркуляционной системы (зумифов и отстойников) при бурении скважин, очистке проезжей части просеки от пней на залесенных профилях и устройстве дорог для переезда через отдельные участки, разработке глинистых карьеров для

приготовления глинистого раствора, а также ликвидации отработанных шурфов и скважин.

Использование взрывчатых материалов на подсобных работах должно быть включено в раздел «Взрывные работы» проекта сейсмической партии или в дополнение к нему. На основании выписки из проекта или дополнения начальник сейсмической партии (экспедиции) должен получить в непосредственно контролирующей организации Госгортехнадзора или ГТИ разрешение на право использования ВМ на подсобных работах. Оформлять эти документы можно как перед началом сейсморазведочных работ, так и в их процессе. Взрывчатые материалы должны использоваться только по прямому назначению в соответствии с разрешением Госгортехнадзора или ГТИ на право производства взрывных работ.

4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Порядок оформления и получения документов на право приобретения и перевозки ВМ изложен в гл. IX. Сейсморазведочные партии (экспедиции) получают ВМ преимущественно со складов вышестоящих ведомств и в отдельных случаях непосредственно с заводов-изготовителей. Взрывчатые материалы с заводов-изготовителей доставляются к месту работ сейсморазведочной партии в основном по железной дороге (до ближайшей станции), а затем автомашинами. В отдельных случаях ВМ перевозятся с завода-изготовителя к месту работ автотранспортом. Не исключена возможность доставки ВМ к месту работ водным, гужевым, автомобильным транспортом и ручной кладью.

Для получения и перевозки ВМ начальник сейсморазведочной партии (экспедиции) назначает ответственное лицо (руководителя взрывных работ, заведующего складом ВМ или опытного взрывника), которому вручает доверенность на получение ВМ и разрешение на право приобретения и перевозки ВМ (если это требуется). В распоряжение ответственного лица выделяются оборудованный транспорт, вооруженная охрана и грузчики.

Персонал, связанный с перевозкой, охраной, погрузкой и разгрузкой ВМ, проходит специальный инструктаж по технике безопасности. Если погрузка и выгрузка ВМ производятся на станции железной дороги, на пристани речного или морского флота либо в аэропорту, то выделяются специальные погрузочно-разгрузочные площадки, удаленные на безопасные расстояния от железнодорожных путей, водных магистралей и взлетно-посадочных площадок. На протяжении всего периода погрузочно-разгрузочных работ площадки должны быть ограждены предупредительными знаками (красными флажками в дневное время, фонарями красного света ночью) и охраняться вооруженной охраной.

На территорию погрузочно-разгрузочной площадки запрещается доступ лицам, не связанным с погрузкой и выгрузкой ВМ. Во время ночных работ площадки погрузки и выгрузки ВМ должны хорошо освещаться разрешенными источниками света: стационарным электроосвещением, рудничными аккумуляторными светильниками. Рубильники в нормальном исполнении разрешается в этих случаях располагать на расстоянии не менее 50 м от места погрузки или выгрузки ВМ.

В момент приема ВМ от представителей железнодорожного, водного и воздушного транспорта ответственное лицо сейсморазведочной партии (экспедиции) обязано тщательно проверить качество тары и правильность массы груза, принимаемого для транспортирования к месту взрывных работ. При обнаружении неисправной тары или расхождения при определении массы груза ответственное лицо обязано немедленно создать комиссию из представителей местного органа внутренних дел, транспортного ведомства, сейсморазведочной партии и составить рекламационный акт в четырех экземплярах. Один экземпляр акта направляется поставщику (заводу-изготовителю) и по одному экземпляру остается в делах организаций, представители которых приняли участие в составлении акта.

Взрывчатые материалы, получаемые с базисных и расходных складов вышестоящего ведомства, разрешается перевозить к кратковременным складам только в исправной заводской упаковке. Если на базисном складе из отдельных мешков или ящиков пробы ВМ отбирались для испытания, а на расходном складе выдавались для производства работ взрывникам, то упаковка таких мешков и ящиков должна иметь пломбы соответствующего склада и надпись на трафарете об оставшейся массе или количестве ВМ. При повреждении тары в момент разгрузки, погрузки, переноски и в пути следования ВМ должны быть переложены в исправную тару и хорошо упакованы.

Запрещается перевозить ВМ в одном отсеке или трюме судна, самолете, автомашине и на иных видах транспорта вместе с легковоспламеняющимися и другими грузами, за исключением особых случаев (к месту работ ВМ разрешается перевозить вместе со взрывным оборудованием, необходимым для производства работ). При неисправности транспортных средств (судна, автомашины и др.) разрешается перегружать ВМ в пути следования при условии соблюдения безопасных расстояний, достаточного освещения в ночное время и вооруженной охраны места перегрузки. Эта работа проводится под руководством ответственного лица.

Каждая группа ВМ должна перевозиться отдельно. В исключительных случаях, связанных с производственной необходимостью, по разрешению руководителя взрывных работ или начальника (главного инженера) партии (экспедиции) допускается совместная перевозка ВМ различных групп в количествах

не более 1500 кг ВВ, 6000 детонаторов, 1200 м детонирующего шнура, 6000 м огнепроводного шнура, тлеющего фитиля, патронов группового зажигания или электровоспламенителей без ограничения, 200 перфораторных снарядов.

При совместной перевозке детонаторы должны укладываться в специальный плотно закрывающийся ящик, обитый войлоком с наружной и внутренней сторон и закрепленный на передней части кузова автомашины, катера, лодки или на другом транспорте. Взрывчатые вещества укладываются в конце кузова автомашины, катера, лодки и отделяются от ящика с детонаторами ящиками с огнепроводным шнуром и другими зажигательными принадлежностями, а также брезентом, войлоком и другими подобными прокладками.

Пороха и перфораторные снаряды при совместной перевозке должны быть в заводской упаковке или затарены в специальные ящики, исключающие трение и удары; при этом ящики с порохом и снарядами должны укладываться на расстоянии не менее 0,5 м от других ВМ и прочно закрепляться с помощью мягких прокладок и увязки веревками. Когда перевозятся детонаторы не целыми ящиками, то отдельные коробки заводской упаковки плотно укладываются в ящик с войлочными прокладками, который закрывается крышкой с помощью шурупов. Если в ящике осталось пустое пространство, то оно должно быть заполнено прокладками из войлока.

Взрывчатые материалы могут перевозиться специализированными транспортными средствами или транспортными средствами общего назначения, приспособленными для этих целей.

Техническое состояние транспортных средств, предназначенных для перевозки ВМ, должно отвечать требованиям существующих инструкций.

Специализированные автомобили, предназначенные для перевозки ВМ, и автомобили общего назначения, используемые для этих целей более 2 раз в неделю, оборудуются выпускной трубой глушителя с выводом ее в сторону радиатора с наклоном выпускного отверстия вниз.

На автоприцепах запрещается перевозка детонаторов и дымного пороха.

Металлические кузова всех типов автомобилей и автоприцепов оборудуются деревянными настилами.

Топливный бак должен быть удален от двигателя, электрических проводов и выпускной трубы и расположен таким образом, чтобы (по мере возможности) предохранить его от повреждения в случае дорожно-транспортного происшествия.

Топливный бак должен быть удален также и от аккумуляторной батареи или отделяться от нее перегородкой. Кроме того, со стороны днища и боков он оборудуется защитой (кожухом).

Электрическое оборудование транспортных средств, перевозящих ВМ, должно удовлетворять следующим требованиям:

номинальное напряжение электрооборудования не должно превышать 24 В;

электропроводка должна быть рассчитана таким образом, чтобы полностью предотвратить ее нагревание;

электросеть должна предохраняться от повышенных нагрузок при помощи плавких предохранителей (заводского изготовления) или автоматических выключателей;

электропроводка должна иметь надежную изоляцию, исключаящую короткое замыкание, прочно крепиться и располагаться таким образом, чтобы не могла пострадать от ударов и трения о части автомобиля и была защищена от тепла, выделяемого выпускной системой;

провода электропроводки должны предохраняться оболочкой, не подвергающейся коррозии.

Транспортное средство должно иметь приспособление для отключения аккумулятора от всей цепи с помощью двухполюсного выключателя, расположенного в кабине водителя.

Запрещается устанавливать на транспортном средстве лампы, имеющие цоколь с резьбой.

Транспортные средства для перевозки ВМ должны находиться в исправном и чистом состоянии.

Перед выходом в рейс автомобиля, предназначенного для перевозки ВМ, заведующий гаражом или старший инженер-механик обязан сделать в путевом листе запись: «Автомобиль проверен, исправен и пригоден для перевозки взрывчатых материалов». При отсутствии такой записи выдача ВМ для перевозки запрещается.

Запрещается перевозить ВМ при наличии в кузове автомобилей посторонних предметов или другой продукции. Это не распространяется на станции взрывного пункта (СВП), специально предназначенные для взрывных работ методом сейсморазведки.

На время погрузо-разгрузочных работ мотор автомобиля должен быть выключен, а водитель обязан покинуть кабину.

Груженные автомобили не должны задерживаться возле производственных зданий.

Автомобиль должен быть оборудован зеркалами заднего вида с обеих сторон. Лицо охраны должно находиться в кабине автомобиля и через зеркало заднего вида наблюдать за кузовом автомобиля. Нахождение людей в кузове автомобиля во время перевозки ВМ запрещается.

У транспортного средства с кузовом типа «фургон», перевозящего ВМ, кузов должен быть полностью закрытым, прочным, не иметь щелей, внутренней электропроводки и разделяться от кабины водителя промежутком не менее 150 мм. Деревянные доски, применяемые для изготовления кузова, необходимо пропитывать огнезащитным составом. Для внутреннего покрытия должны использоваться материалы, не вызывающие искр. Запрещается применять материалы,

способные образовывать опасные соединения с перевозимым грузом.

Дверь фургона должна располагаться с правой стороны автотранспортного средства. Допускается устройство двери в задней стенке фургона при наличии сигнализации, выведенной в кабину автомобиля и срабатывающей в момент открытия двери. Дверь должна запирается на внутренний замок; кроме того, она должна оборудоваться приспособлением, препятствующим ее открытию в случае внезапного выхода из строя замка во время движения автомобиля. Внутри фургон освещается светильником, плафон которого устанавливается в верхней части передней стенки кузова, снабженной наружной электропроводкой в защитном кожухе.

Если в качестве покрытия открытых кузовов, предназначенных для перевозки ВМ, используется ткань, она должна быть трудновоспламеняющейся, непромокаемой, хорошо натянутой и перекрывать борта кузова не менее чем на 200 мм. Ткань закрепляют на специальных крюках или ветлях, установленных на всех бортах кузова.

Для закрепления грузовых мест с ВМ запрещается использовать легковоспламеняющиеся материалы.

Каждое транспортное средство, предназначенное для перевозки ВМ, комплектуется:

- набором инструмента для мелкого ремонта;
- огнетушителем, предназначенным для тушения пожара на транспортном средстве, и одним-двумя огнетушителями для тушения загоревшегося перевозимого груза;
- противооткатными упорами, размеры которых должны соответствовать типу транспортного средства;
- мигающим фонарем красного света или знаком аварийной остановки;
- двумя знаками «Остановка запрещена»;
- комплектom цепей противоскольжения;
- антечкой.

В случае перевозки пиротехнических изделий транспортное средство комплектуется лопатой и запасом сухого песка в количестве не менее 50 кг.

К управлению транспортным средством, на котором перевозятся ВМ, допускается водитель, имеющий стаж непрерывной работы в указанной должности не менее трех лет, удостоверение на право управления транспортным средством соответствующей категории и прошедший специальную подготовку по правилам перевозки ВМ.

Водитель, осуществляющий перевозку ВМ, кроме документов, перечисленных в «Правилах дорожного движения», обязан иметь при себе:

- аварийную карточку системы информации об опасности;
- свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке ВМ;

маршрут перевозки:

свидетельство о допуске водителя к перевозке ВМ.

В графах 20 и 21 типового путевого листа указывается маршрут перевозки, а в графе 22 — номер вещества по списку Организации Объединенных Наций. В верхнем левом углу путевого листа красным цветом выполняется отметка «Опасный груз».

При перевозке ВМ водителю запрещается отклоняться от установленного маршрута перевозки, мест стоянок и превышать установленную скорость движения.

В случае вынужденной остановки транспортного средства с ВМ водитель обязан обозначить место остановки согласно «Правилам дорожного движения», а также принять меры к эвакуации транспортного средства за пределы дороги. При невозможности съезда с дороги разрешается остановка на обочине дороги, но не ближе 200 м от населенных пунктов.

При вынужденной остановке транспортного средства из-за повреждения тары или упаковки с ВМ место остановки дополнительно обозначается двумя знаками «Остановка запрещена», устанавливаемыми спереди и сзади на расстоянии 100 м от транспортного средства.

При поломке автомобиля и невозможности устранения технической неисправности своими силами водитель должен сообщить о месте своей вынужденной стоянки в Госавтоинспекцию и вызвать машину технической помощи.

В случае дорожно-транспортного происшествия (ДТП) водитель действует в соответствии с «Правилами дорожного движения». Кроме того, он обязан:

при необходимости принять меры для вызова пожарной охраны и скорой медицинской помощи;

в соответствии с указаниями аварийной карточки принять меры по первичной ликвидации загорания ВМ;

оказать первую медицинскую помощь пострадавшим;

сообщить о ДТП в органы внутренних дел;

обозначить место ДТП установленными знаками;

по возможности не допускать посторонних лиц к месту ДТП; по прибытии на место ДТП представителей органов внутренних дел и здравоохранения проинформировать их об опасности и принятых мерах и предъявить транспортные документы на перевозимый груз.

При управлении транспортными средствами водителю запрещается: резко трогать транспортное средство с места; резко тормозить; ездить с выключенными сцеплением, коробкой передач и двигателем; курить в транспортном средстве и на расстоянии менее 100 м от него; отлучаться от транспортного средства без крайней необходимости.

При перевозке ВМ должны быть назначены сопровождающие лица: ответственное лицо за перевозку ВМ, имеющее право на руководство или производство взрывных работ, и

охрана. При перевозке ВМ на одном транспортном средстве ответственное лицо может совмещать функции охраны.

Сопровождающие транспортные средства лица — ответственное лицо за перевозку ВМ и работники охраны — обязаны иметь свидетельства, удостоверяющие право на участие в перевозках ВМ по данному маршруту. В путевом листе указываются фамилии, имена и отчества сопровождающих транспортных средства лиц.

Выбор маршрута перевозки осуществляется предприятием-потребителем, организующим перевозку ВМ, при этом необходимо руководствоваться следующим:

маршрут перевозки, по возможности, не должен проходить через населенные пункты и вблизи архитектурных памятников; в случае перевозки ВМ внутри крупных населенных пунктов маршрут перевозки, по возможности, не должен проходить вблизи зрелищных, культурно-просветительных, учебных, дошкольных и лечебных учреждений;

в маршруте перевозки отмечаются места стоянок, заправок топливом и опасные участки дороги, указываемые Госавтоинспекцией при утверждении маршрута.

При перевозке ВМ скорость транспортных средств ограничивается «Правилами дорожного движения» и не должна превышать 60 км/ч. При перевозке ВМ колонной между входящими в нее транспортными средствами соблюдаются следующие дистанции: при движении по горизонтальному участку дороги — не менее 50 м; в горной местности — не менее 300 м.

При движении по грязной, вязкой и скользкой дороге, во избежание буксования, на колеса транспортного средства должны быть надеты цепи противоскольжения или другие приспособления.

Транспортное средство, перевозящее ВМ, обеспечивается топливом на весь путь следования без дозаправки. В случае необходимости заправка автомашин, перевозящих ВМ, производится на специально оборудованной площадке, расположенной на расстоянии не менее 25 м от территории АЗС. При этом нефтепродукты получают на АЗС в металлические канистры или заправляют автомобиль от специально выделенной передвижной автозаправочной станции.

При перевозке ВМ запрещается:
останавливаться под линиями электропередач;
устраивать стоянки для отдыха в населенных пунктах.

Стоянки для отдыха указываются в маршруте перевозки и должны быть расположены не ближе 200 м от жилых строений и мест скопления людей.

При наступлении грозы транспорт останавливают на открытом месте на расстоянии не менее 200 м от лесного массива и жилья. Автомашины располагают одну от другой на расстоянии не менее 50 м. Людей, кроме необходимой охраны, на

время грозы удаляют от транспорта на расстояние не менее 200 м. Если невозможно выполнить эти требования, то ответственное лицо за перевозку ВМ принимает вариант наиболее безопасного решения по своему усмотрению.

Запрещается стоянка автомобилей с ВМ в гаражах.

Автомобили, подготовленные для перевозки ВМ, подаются к местам погрузки по одному. Нагруженные и ожидающие погрузки автомобили должны находиться от места погрузки на расстоянии не менее 100 м.

При переправах на паромов через реки и озера транспортные средства с ВМ должны перевозиться в первую очередь, при этом присутствие на пароме других грузов и пассажиров запрещается.

Не разрешается проезд автомобилей с ВМ на расстоянии менее 300 м от встречающихся пожаров и менее 50 м от «факелов» на нефтегазовых промыслах.

При отсутствии железных, шоссеиных и проселочных дорог, а также водных путей сообщения ВМ перевозят самолетами или вертолетами. Кроме того, перевозка ВМ самолетами осуществляется в аэросейсмических партиях (экспедициях) и при работах срочного характера (сейсмокаротаж глубоких скважин) в отдаленных районах Севера.

Для перевозки ВМ самолетами начальник сейсморазведочной партии (экспедиции) должен подать заявку в территориальное управление Гражданского воздушного флота (ГВФ), в которой указывает следующее:

- 1) наименование ВМ, вид упаковки и массу брутто;
- 2) название аэропортов (где будет производиться погрузка ВМ и пункт доставки);
- 3) дату перевозки.

На основании полученной заявки начальник отдела перевозок управления ГВФ дает указание соответствующему аэропорту о выделении самолета для перевозки ВМ; копия указания вручается подателю заявки.

С вехом отдела перевозок аэропорта-отправителя ВМ поочередно грузятся в самолеты на резервных взлетных дорожках, удаленных на безопасное расстояние от сооружений аэропорта и стойки самолетов. Мешки или ящики с ВМ укладываются в самолет по указанию командира экипажа, а затем прочно укрепляются веревками. Для сопровождения ВМ владелец груза назначает в каждый самолет своего представителя, имеющего право руководить взрывными работами, заведовать складом или производить взрывные работы.

Запрещается хранить ВМ в аэропортах до погрузки в самолет и после выгрузки из самолета. Взрывчатые материалы доставляются в аэропорт к моменту погрузки в самолет, а по прибытии в аэропорт назначения ВМ должны выгружаться из самолета в подготовленный транспорт и отправляться на склад. Командир экипажа самолета несет ответственность за

правильность погрузки и выгрузки ВМ, а также за соблюдение правил их перевозки.

Перевозка ВМ по водным магистральным путям не на средствах предприятий производится согласно действующим правилам Министерства морского флота СССР, Министерства речного флота СССР и МВД союзных республик. Транспортировать ВМ на судах предприятий, ведущих взрывные работы, необходимо с соблюдением следующих требований:

1) трюмы судов, предназначенные для перевозки ВМ, должны быть тщательно осмотрены и полностью очищены от мусора и остатков других грузов;

2) если ранее перевозились кислоты, щелочи, известь, горюче-смазочные материалы и другие нефтепродукты, то трюмы должны быть очищены от остатков этих грузов, промыты и проветрены; проводка заранее выключается, а разрыв электропроводки выводится наружу и надежно изолируется.

4) стенки трюмов, соприкасающиеся с машинным отделением, должны иметь изоляцию, снижающую их теплопроводность;

5) полы и стеллажи не должны иметь щелей, а люки, ведущие в трюмы, должны плотно закрываться;

6) паропроводы необходимо надежно термозолировать;

7) суда должны иметь особые отличительные сигналы, установленные правилами морского и речного флота.

Кроме того, предназначенные для перевозки ВМ грузовые суда, моторные катера, загоходы, лодки, завоины и паромы должны быть оборудованы:

1) грозозащитой с использованием для этой цели мачты в качестве молниеотвода;

2) исправными противопожарными средствами;

3) искроуловителями на трубах судна при отоплении твердым топливом;

4) щитами с хорошо видимыми надписями «Опасно!» (высота шрифта надписи должна быть не менее 20 см) на корме и в носовой части судна.

После завершения работ по оборудованию и подготовке судна к перевозке ВМ создается приемная комиссия в составе представителей морского или речного регистра, инспекции пароходства, органа внутренних дел, сейсморазведочной партии (экспедиции) и капитана судна. Комиссией определяется пригодность судна для перевозки ВМ, и в акте указывается наименование и количество ВМ, разрешенных к его транспортировке. Погрузку, разгрузку и стоянку судов, груженых ВМ, следует производить на пристанях и в портах не ближе 250 м от жилых и производственных строений, стоянки судов и расположения других грузов и не ближе 25 м от судового фарватера.

При появлении тумана на реках суда, идущие с ВМ, должны пристать к берегу, соблюдая указанные выше безопас-

ные расстояния. Если невозможно сохранить эти расстояния, то в интервале видимости выставляются посты вооруженной охраны, которые не допускают людей и транспорт в запретную зону.

До погрузки судна и после его разгрузки запрещается хранить ВМ в общих складских и кладовых помещениях пристани. В исключительных случаях (отсутствие специальных хранилищ ВМ) разрешается оставлять ВМ на срок не более пяти дней в пределах полосы отчуждения на открытом воздухе не ближе 25 м от судового фарватера. Взрывчатые материалы складываются штабелями на деревянные подкладки, покрываются брезентом и круглосуточно охраняются вооруженной охраной. На местах хранения ВМ должны быть необходимые противопожарные средства.

При погрузке и разгрузке ВМ автомашины или подводы должны подъезжать к судну поодиночке. Ящики или мешки с ВМ равномерно укладывают по всему полу трюма и надежно укрепляют, чтобы при качке и толчках они не смещались, не ударялись один о другой и о стенки трюма. Затаренные ВМ размещаются в несколько ярусов с таким расчетом, чтобы при дальнейшей погрузке не ходить по таре с ВМ.

Погрузка ВМ групп совместимости В, С, D производится подъемно-погрузочными приспособлениями, не образующими при ударе искры (деревянные парашюты, пеньковые и минильские сетки и др.). Запрещается применять захватывающие приспособления из стальных стропов, сеток и т. п. При погрузке ВМ с помощью подъемно-погрузочных приспособлений разрешается использовать их объемную мощность не более чем на 50 %. Подъем и спуск ВМ производится медленно и плавно с соблюдением всех правил предосторожности. В период погрузки и выгрузки ВМ разрешается освещать трюмы предохранительными бензиновыми или рудничными аккумуляторными лампами, но зажигают и тушат их вне трюма.

Перевозка ВМ на лодках разрешается только в заводской упаковке или в деревянных ларях, запирающихся на замок, покрытых брезентом и увязанных веревками. На самоходных лодках, предназначенных для перевозки ВМ, к глушителям придают искроуловители, а моторные отделения отделяются от грузовых перегородками. При перевозке ВМ в лодках необходимо постоянное наблюдение сопровождающих лиц.

Судам, моторным катерам и газоходам, груженным ВМ, запрещается буксировать другие плавсредства. На моторных катерах, газоходах, лодках и паромх запрещается перевозить людей и посторонние грузы вместе с ВМ. Запрещается перевозить ВМ на плотках.

Для перевозки ВМ групп совместимости В и Р в летнее время используются рессорные повозки, а в зимнее время — сани с подстилкой из мягкого материала (войлока, кошмы, рогожи, опилок, стружек и т. п.). Количество перевозимых

гужевым транспортом ВМ с учетом массы тары не должно превышать: 500 кг ВМ подгруппы IV группы D и огнепроводного шнура при перевозке однокошней повозкой и 800 кг — пароконной повозкой; 300 кг ВМ групп B, C, P при перевозке однокошней повозкой и 500 кг — пароконной повозкой.

Ящики с ВМ групп B, C, P необходимо укладывать по высоте не более чем в два ряда, чтобы они не выступали по длине и ширине за края повозки; при этом на дне повозки и между рядами ящиков нужно класть мягкие прокладки из войлока или кошмы. На каждой повозке ВМ покрываются брезентом и надежно увязываются веревками.

Гужевого транспорт при перевозке ВМ должен двигаться только шагом. Соблюдаются следующие интервалы между повозками: 20 м — при движении по ровной дороге и во время остановки, 100 м — при спуске с горы и подъеме на гору.

Для перевозки ВМ используются лишь лошади, подкованные на четыре ноги и хорошо обученные езде в упряжке. Охрана, сопровождение и условия техники безопасности при перевозке ВМ гужевым транспортом такие же, как и при всех других видах перевозок.

Доставка ВМ в небольших количествах на склады организаций с заводов-изготовителей или к временному месту работ со складов организаций допускается ручной кладью в пассажирских судах и поездах. Ручной кладью ВМ перевозятся только при наличии разрешения соответствующего органа внутренних дел в отдельной каюте судна или в отдельном купе вагона. К перевозкам ВМ ручной кладью допускаются лица, имеющие право руководить взрывными работами. Если продолжительность перевозки на судне или в поезде превышает 12 ч, то число лиц, сопровождающих ручную кладь, должно быть не менее двух.

В случае возникновения на транспорте пожара или повреждения судна, представляющего угрозу для перевозимого груза, лицо, ответственное за перевозку, обязано использовать все возможности и меры предосторожности для сохранения груза и, при необходимости, удалить его из вагона или судна.

Запрещается перевозить ВМ ручной кладью на самолетах общего пользования и отправлять багажом в пассажирских поездах.

При ведении сейсморазведочных работ с помощью взрыва доставка ВМ к месту работы производится на специальных станциях взрывного пункта СВП-6 (автовзрывпунктах) под охраной взрывника и членов его бригады. На СВП-6 разрешается перевозить 1000 кг взрывчатых веществ, 300 электродетонаторов. При работе линейными зарядами из различных марок ДШ, акванала АМШ или других ВВ, помещенных в оболочку расчетным путем определяют допустимую к транспортировке на СВП-6 массу ВВ с учетом объема кузова (фургона) и «Единых правил безопасности при взрывных работах».

Если сменный расход ВМ превышает указанный выше, то проектом на сейсморазведочные работы предусматривается дополнительное число станций взрывных пунктов СВП-6.

Получение и доставка ВМ к месту работ производится по наряду-путевке из расчета сменной потребности.

ГЛАВА XI

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ

Взрывные работы — работы повышенной опасности в связи с использованием ВМ, чувствительных к внешним воздействиям.

Для обеспечения эффективной и безопасной работы на взрывных участках сейсморазведочной партии от рабочих и инженерно-технических работников требуются умелые, слаженные действия при выполнении всех видов работ, знание своего дела и строгое соблюдение правил техники безопасности. Необходимо помнить, что нарушение правил безопасности при ведении взрывных работ недопустимо. Самые незначительные нарушения резко снижают производительность труда и могут привести к несчастным случаям.

1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

1. Производство взрывных работ в сейсморазведочных партиях, а также перевозка, хранение, использование, уничтожение и учет взрывчатых материалов должны осуществляться в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах», а также изданными на их основе ведомственными положениями и инструкциями. Все главы настоящей книги изложены с учетом упомянутых выше правил, положений и инструкций.

2. Рабочие, служащие, инженеры и техники при поступлении или переводе на работы, связанные с перевозкой, хранением, использованием, уничтожением и учетом взрывчатых материалов, должны пройти медицинское освидетельствование и получить заключение врачебно-консультативной комиссии о допуске к работе.

3. вновь принятые в сейсморазведочные партии рабочие, не имеющие профессии или меняющие ее, должны пройти профессионально-техническую подготовку в установленном порядке.

4. Обучение рабочих и инженерно-технических работников безопасным методам работы должно проводиться на всех участках, связанных со взрывчатыми материалами, независимо от

характера и степени опасности выполняемой работы, а также стажа работы и квалификации работающих.

5. Руководители геофизических трестов и начальники сейсморазведочных партий обязаны обеспечить своевременное и качественное обучение всех работающих безопасным приемам и методам работы на специальных курсах и непосредственно на рабочих местах.

6. Общее руководство и ответственность за правильную организацию и проведение обучения работников безопасным методам работы возлагается на руководителя и главного инженера геофизического треста.

7. Руководство и ответственность за своевременное и квалифицированное обучение рабочих и инженерно-технических работников безопасным методам и приемам работы в экспедициях, партиях и отрядах возлагается на начальников, главных или старших инженеров-геофизиков этих подразделений.

8. Допуск вновь поступившего в сейсморазведочную партию работника к самостоятельной работе разрешается только после прохождения им инструктажа по технике безопасности, стажировки на рабочем месте и проверки знаний.

9. Порядок обучения и формы документации по обучению персонала взрывных работ должны соответствовать требованиям соответствующих правил.

10. На основе правил и типовых инструкций по технике безопасности и производственной санитарии в сейсморазведочных партиях должны быть разработаны и соответствующим образом оформлены инструкции для рабочих с учетом конкретных условий производства и специфики работ. Такие инструкции и их перечень утверждаются главным инженером геофизического треста по согласованию с комитетом профсоюза.

11. Ответственность за изучение инструкций по технике безопасности и обеспечение ими работающих возлагается на начальников отрядов и участков сейсморазведочной партии.

12. Контроль за своевременной разработкой необходимых инструкций по технике безопасности и обеспечением ими работающих возлагается на отдел охраны труда и техники безопасности геофизического треста.

13. Для проведения квалифицированного обучения работников безопасным методам и приемам работы, а также пропаганды передовых методов труда при каждом геофизическом тресте должны быть организованы кабинеты техники безопасности.

14. Контроль за своевременным и качественным проведением обучения рабочих и инженерно-технических работников безопасным методам работы в целом по тресту, конторе или экспедиции возлагается на работников службы техники безопасности, которые в сейсморазведочных партиях должны проверять:

а) наличие инструкций по технике безопасности и порядок их хранения;

б) наличие журналов инструктажа и проверки знаний, правильность их заполнения;

в) своевременность проведения инструктажа и полноту охвата им всех работающих;

г) качество проведения инструктажей путем периодического присутствия на них, а также выборочного опроса работников.

2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ВБЛИЗИ КОММУНИКАЦИЙ

Наземные и подземные коммуникации (воздушные линии электропередач, кабельные линии, подстанции, нефте- и газопроводы, железные дороги, амникопровода и т. п.) относятся к объектам повышенной опасности.

Сейсморазведочные работы вблизи объектов, имеющих охраняемые зоны, должны производиться по согласованию с организациями, эксплуатирующими соответствующие объекты, и по специальному наряду (допуску), в котором должны быть указаны меры безопасности.

Запрещается производство работ без принятия соответствующих мер предосторожности вблизи объектов, опасных для жизни и здоровья работающих. Исполнителям работ должны выдаваться планы (схемы) участка работ с указанием опасных зон, с которыми должны быть ознакомлены все работающие. Кроме того, при эксплуатации самоходных буровых установок, сейсмостанций, автовзрывпунктов и другой геофизической спецтехники вблизи указанных объектов в путевом листе водителя должна быть отметка «Работа в охранной зоне объекта запрещена!».

Передвижение спецтехники, а также перевозка оборудования и различных грузов под воздушными линиями электропередачи любого напряжения допускается лишь в том случае, если габариты перемещаемых машин, механизмов, транспорта с грузом имеют высоту от отметки дороги не более 5 м при передвижении по шоссе и дорогам и 3,5 м — при передвижении по дорогам без твердого покрытия и без дорог. При превышении указанных габаритов необходимо письменное разрешение представителя, ответственного за эксплуатацию данной воздушной линии, и соблюдение дополнительных мер безопасности (отключение воздушной линии, проезд в местах с более высокой подвеской проводов и др.). Расстояние от проводов воздушных линий электропередачи до перемещаемых машин (оборудования, грузов) в зависимости от напряжения должно быть не менее 1, 1,5, 2, 3 м при напряжении в линии соответственно 110, 150, 220, 500 кВ.

При разбивке профилей и выносе на местность точек расположения скважин, шурфов и других выработок для производства взрывов на участках работ, представляющих угрозу для жизни и здоровья работающих (воздушные линии электро-

передачи, кабельные линии, крутые обрывы, заболоченные участки и др.), они должны быть нанесены на рабочие планы и доведены до сведения работающих. На местности эти объекты должны быть обозначены ясно видимыми предупредительными знаками.

Охранные зоны электрических сетей устанавливаются:

а) вдоль воздушных линий электропередачи в виде земельного участка и воздушного пространства, ограниченных вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних проводов при неотклоненном их положении на расстоянии L в зависимости от напряжения в линии U :

U , кВ	≤ 20	≤ 35	≤ 110	150	220	330	500	750	1150
L , м	.....	10	15	20	25	30	40	55		

б) вдоль подземных кабельных линий электропередачи в виде земельного участка, ограниченного вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних кабелей на расстоянии l м;

в) вдоль подводных кабельных линий электропередачи в виде водного пространства от поверхности до дна, ограниченного вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних кабелей на расстоянии 100 м;

г) вдоль переходов воздушных линий электропередачи через водоемы (реки, каналы, озера и др.) в виде воздушного пространства над поверхностью водоемов, ограниченного вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних проводов при неотклоненном их положении для судоходных водоемов на расстоянии 100 м, для несудоходных водоемов на расстоянии, предусмотренном для установления охранных зон вдоль воздушных линий электропередачи.

Запрещается производство взрывных работ, независимо от веса заряда, на расстоянии менее 100 м от линий электропередачи. При длине боевой магистрали более 80 м скважина смещается от линии электропередачи на расстояние, равное длине боевой магистрали плюс 50 м.

На участках прохождения подземных коммуникаций и нефтегазопроводов разрешается производить взрывы с целью сейсморазведки на расстоянии не менее 200 м от их расположения.

Взрывные работы разрешается производить на расстоянии не менее 100 м от железных дорог и жилых строений и не менее 50 м — от шоссе и дорог и нежилых строений.

Особые меры предосторожности должны быть приняты при сейсморазведочных работах вблизи прохождения аммиакопроводов. Для успешного решения этой задачи необходимо знать свойства аммиака, способы защиты от его воздействия и безопасные расстояния для производства взрывов.

При атмосферном давлении и комнатной температуре аммиак — бесцветный газ с резким раздражающим запахом нашатырного спирта.

В жидком и газообразном состоянии он раздражающе воздействует на дыхательные пути, слизистые оболочки и кожу человека.

При появлении запаха аммиака (или извещении о возникшей опасности вследствие аварии на трубопроводе) необходимо как можно быстрее удалиться от трассы в направлении, перпендикулярном к направлению ветра (под прямым углом к линии перемещения аммиачного облака).

При безветренной погоде пары аммиака распространяются из мест утечки медленно по кольцу. В этом случае необходимо удалиться в любую сторону от аварийного участка на расстояние 1 км, а если нет поблизости жилья, то и дальше.

При появлении сильного запаха аммиака следует прижать к носу и рту ткань, обильно смоченную водой, и, по возможности, укрыться в помещении, плотно закрыв окна, двери и дымоходы; заткнуть щели мокрыми тряпками, защитить органы дыхания любой мокрой тканью. Не следует покидать помещение до тех пор, пока не поступит сообщение о том, что содержание аммиака в атмосфере снизилось до безопасных пределов.

Если облако аммиака застало Вас в поле и Вы не успели удалиться из опасной зоны, следует закрыть нос и рот тканью, лучше всего смоченной водой, лечь на землю, прижавшись к ней лицом, стараться вдыхать воздух от самой земли.

После выхода из загазованной зоны следует вдыхать свежий воздух, теплые водяные пары (лучше с добавлением уксуса или нескольких кристаллов лимонной кислоты); после длительного пребывания в загазованной зоне необходимо обратиться к врачу или фельдшеру.

При попадании жидкого аммиака на кожу или в глаза прежде всего необходимо обильно обмыть эти участки водой и немедленно обратиться за медицинской помощью.

При работе вблизи аммиакопроводов необходимо соблюдать следующие требования:

а) до начала работ в защитной зоне (до 1000 м от аммиакопровода) провести со всеми работниками сейсморазведочной партии, и особенно с бригадой взрывников, инструктаж по безопасному ведению работ вблизи аммиакопровода;

б) зарядку скважин, шурфов и укладку линейных зарядов в грунт производить на расстоянии не менее 300 м от аммиакопровода;

в) для отдыха и принятия пищи все работники сейсморазведочной партии должны удалиться от аммиакопровода на расстояние не менее 1000 м.

3. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности в сейсморазведочных партиях возлагается на начальников и их заместителей по хозяйственной части, а также на начальников отрядов и бригадиров.

Перед началом полевых работ приказом начальника сейсморазведочной партии назначаются ответственные лица за пожарную безопасность на всех объектах, в том числе на кратковременном складе ВМ, в пути следования при доставке ВМ на профиль работ и непосредственно на участках производства взрывных работ.

Для усиления работ по предупреждению пожаров и борьбы с ними на объектах хранения, транспортирования и использования ВМ организуются добровольные пожарные дружины (ДПД).

Члены ДПД, а также лица, включенные в боевой расчет, должны четко знать, соблюдать правила пожарной безопасности и требовать того же от других, следить за готовностью к действию первичных средств пожаротушения и пожарных установок, а в случае возникновения загорания принять меры к его ликвидации.

Все ИТР, рабочие и служащие (в том числе и временные) должны проходить специальную противопожарную подготовку путем проведения инструктажей и практических занятий.

Руководитель взрывных работ сейсморазведочной партии обязан:

а) не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности;

б) обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действия в случае загорания или пожара;

в) осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими и служащими противопожарного режима, а также за своевременным выполнением противопожарных мероприятий;

г) следить, чтобы все объекты работ (склад ВМ, доставка ВМ на станциях взрывных пунктов к местам работ, участки производства взрывных работ) содержались в чистоте и безопасном состоянии;

д) следить за исправностью станций взрывных пунктов, приборов отопления, электрических сетей и электропроводки на складе ВМ и принимать меры к устранению неисправностей;

е) назначать лиц, ответственных за топку печей и эксплуатацию других нагревательных приборов, в караульном помещении охраны склада ВМ, а также следить за соблюдением правил пожарной безопасности при их эксплуатации;

ж) обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию имеющихся средств пожаротушения, а также средств пожарной связи и сигнализации;

з) при возникновении пожара принять меры к его ликвидации.

Перечень противопожарных средств (оборудование, огнетушители, инструменты, вода, песок и др.) и их количество на каждом объекте взрывных работ устанавливаются по согласованию с местными органами Госпожнадзора.

До начала производства сейсморазведочных работ в лесу с применением взрывных и невзрывных источников необходимо зарегистрировать в лесхозах места работ и назначить ответственных лиц за соблюдение правил пожарной безопасности в лесу.

Отряды и бригады, работающие в лесу, должны принять меры к ликвидации очагов возникновения лесных пожаров (даже не связанных с выполнением их работ) и немедленно сообщить о пожаре по инстанциям для передачи этих сведений ближайшему лесному ведомству.

В каждой сейсморазведочной партии должны ежесезонно разрабатываться оргтехмероприятия по пожарной безопасности на основе утвержденного плана экономического и социального развития коллектива.

По каждому пункту оргтехмероприятий устанавливаются сроки и назначаются работники, ответственные за их выполнение, а также предусматриваются проектом работ и сметой необходимые материальные и финансовые ресурсы для их реализации. Особое внимание уделяется объектам повышенной опасности — складам ВМ и ГСМ.

На каждом складе должна быть вывешена «Инструкция о порядке действия персонала склада ВМ (охраны) на случай возникновения пожара».

При устройстве караульного помещения должны быть выполнены все противопожарные нормы и, кроме того, на дымовых трубах установлены искроуловительные сетки.

Запрещается на территории склада разводить огонь и курить. Сотрудники охраны должны следить за тем, чтобы лица, входящие на территорию склада, не имели при себе спичек, зажигательных приборов, курительных принадлежностей и огнестрельного оружия.

Меры пожарной безопасности учтены при изложении всех видов взрывных работ методом сейсморазведки.

4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОХРАННОСТИ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

В условиях сейсморазведки взрывные работы имеют передвижной характер, поэтому особое значение придается сохранности взрывчатых материалов.

Организация хранения должна исключать хищение ВМ, а условия хранения — их порчу.

Взрывчатые материалы должны храниться только в специальных кратковременных складах в соответствии с требованиями «Единых правил безопасности при взрывных работах».

Хранение электродетонаторов допускается в заводской либо в специальной металлической упаковке.

Полученные из кратковременного склада взрывчатые материалы доставляются к местам производства взрывных работ в специальных станциях, взрывных пунктах или на других транспортных средствах, оборудованных и допущенных для этих целей органами Госгортехнадзора или ГТИ по согласованию с Госавтоинспекцией. Безопасность и сохранность ВМ при их перевозке должны обеспечиваться при любом виде транспортных средств.

В пути следования и на местах производства взрывных работ взрывчатые материалы должны охраняться взрывником и рабочими, входящими в состав его бригады.

На протяжении рабочей смены ВВ должны находиться в специальном отсеке, а СВ — в металлическом ящике станции взрывного пункта (СВП-6).

К местам изготовления зарядов доставляют поочередно в специальных сумках необходимое количество ВВ, а затем СВ. Зарядку скважин, шпуров, укладку линейных зарядов в грунт производят под контролем руководителя взрывных работ, который в конце рабочей смены подтверждает фактический расход ВМ.

После окончания рабочей смены взрывники должны отчитаться в израсходовании ВМ и при наличии остатков сдать их на склад.

Ежедневно после завершения рабочей смены руководитель взрывных работ и геофизик-оператор обязаны проверить отработанную часть профиля и определить на каждом пикете взрыва отсутствие крошек ВВ, отрезков ДШ и других непригодных остатков взрывчатых веществ.

Проверка правильности учета, хранения и наличия ВМ в кратковременных складах должна производиться в конце каждого месяца начальником сейсморазведочной партии, руководителем взрывных работ и старшим бухгалтером. Периодическая проверка как на складе, так и на местах работ производится представителями непосредственно контролирующих органов Госгортехнадзора или ГТИ. Результаты проверки склада ВМ заносятся в книгу учета. В случае выявления при проверке недостачи или излишков ВМ об этом немедленно сообщается начальнику сейсморазведочной партии и следственным органам для принятия мер.

Перед началом полевых сейсморазведочных работ составляется план организационно-технических мероприятий, в который включаются вопросы хранения ВМ, исключаящие их пор-

чу, утраты и хищения как на складе, так и на участках работ, с указанием сроков исполнения и ответственных лиц. Как правило, исполнителями мероприятий являются лица, имеющие право руководства взрывными работами или право на их производство.

Помимо качественной подготовки хранилищ и специальных транспортных средств для хранения и доставки ВМ к местам работ, план оргтехмероприятий предусматривает дополнительное обучение персонала, занятого на взрывных работах, по законодательным актам, связанным с ответственностью при хранении и использовании ВМ. В зависимости от местных условий и возможностей устраивается освещение запретной зоны склада ВМ в ночное время, а в караульном помещении устанавливается телефонная связь.

5. ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА ВЗРЫВНЫМИ РАБОТАМИ

Порядок технического надзора и контроля за взрывными работами определен «Едиными правилами безопасности при взрывных работах». В сейсморазведочной партии эти функции выполняются руководителем взрывных работ, старшим техником-оператором, геофизиком-оператором или начальником сейсмического отряда, техническим руководителем и начальником партии. Все перечисленные должностные лица обязаны иметь «Единую книжку взрывника» и право руководства взрывными работами.

Периодический контроль за практическими действиями инженерно-технических работников и взрывников сейсморазведочных партий осуществляют специалисты вышестоящих ведомств, а также представители Госгортехнадзора или ГТИ.

Главная роль в постоянном контроле и оказании практической помощи взрывникам отводится инженерно-техническим работникам сейсморазведочных партий. От этого звена контроля зависит успех сейсморазведочных работ.

К основным задачам технического надзора и контроля относятся следующие:

- 1) производство взрывных работ в строгом соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах»;
- 2) наличие в каждой сейсморазведочной партии утвержденной в установленном порядке документации на право производства взрывных работ, проекта (паспорта), склада для хранения ВМ, специально оборудованного транспорта для перевозки ВМ, а также подготовленного персонала взрывников и рабочих;
- 3) строгое соблюдение технологии взрывных работ, правил обращения с ВМ, безопасных расстояний по действию воздушной волны, разлету отдельных кусков породы и сейсмически безопасных расстояний для зданий и сооружений;

4) соблюдение правил транспортирования ВМ и хранения их на местах работ, переноски ВМ от СВП-6 до мест изготовления зарядов и размещения их в грунт;

5) соблюдение правил пользования оборудованием, аппаратурой, инструментами, приспособлениями;

6) контроль за порядком работы вблизи наземных и подземных коммуникаций;

7) соблюдение правил производства работ в особых условиях;

8) строгое соблюдение порядка хранения, использования и учета взрывчатых материалов.

Особое значение придается контролю за соблюдением персоналом взрывников «Правил внутреннего распорядка», трудовой дисциплины и норм поведения в коллективе и обществе.

6. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ

Должностные лица и инженерно-технические работники сейсморазведочных партий, связанные с производством взрывных работ, виновные в нарушении правил техники безопасности, несут личную ответственность независимо от того, привело ли это нарушение к аварии или несчастному случаю. Они отвечают также за нарушения, допущенные их подчиненными. Приказы или распоряжения должностных лиц, принуждающие подчиненных нарушать правила техники безопасности и дополнения к ним, самовольное возобновление работ, оставленных органами Госгортехнадзора или технической инспекцией профсоюзов, а также неприятие этими лицами мер по устранению нарушений, которые допускаются в их присутствии подчиненными им должностными лицами или работниками, являются грубейшими нарушениями.

В зависимости от состава допущенных нарушений и их последствий все указанные лица несут ответственность в дисциплинарном, административном или судебном порядке.

Рабочие, не выполняющие требований по технике безопасности, изложенных в инструкциях по безопасным методам работ по их профессиям, в зависимости от характера и тяжести допущенных нарушений привлекаются к дисциплинарной или уголовной ответственности в порядке, установленном уголовными кодексами союзных республик.

Все инженерно-технические работники, рабочие и служащие, связанные с производством взрывных работ, предупреждаются (под расписку) об ответственности за нарушения правил безопасности.

ГЛАВА XII ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Биосфера, по определению академика В. И. Вернадского, — это область распространения жизни на Земле, включающая в себя населенную организмами верхнюю часть земной коры, воды рек, озер, водохранилищ, морей и океанов и нижнюю часть атмосферы (тропосферу). Биосфера (окружающая среда) представляет собой равновесную систему, в которой процессы обмена веществ и энергии происходят главным образом за счет жизнедеятельности организмов. Антропогенное загрязнение биосферы (загрязнение, обусловленное жизнедеятельностью человека) до определенного периода сглаживалось процессами, происходящими в биосфере, однако в последние десятилетия масштабы преобразовательной деятельности человека неизмеримо возросли и достигли глобального уровня. Биосфера постепенно разрушается — отравляются атмосфера и водоемы, уничтожаются фауна и флора. Проблема усложняется демографическим взрывом, проявляющимся в экспоненциальном росте народонаселения планеты, а также его урбанизации (сосредоточения промышленности и населения в крупных городах).

Научно-технический прогресс, ставший возможным в результате великих открытий в биологии, физике, химии и других науках, охватил во второй половине XX в. многие страны мира. Однако блага, которые принес прогресс людям, сопровождались, к сожалению, и серьезными теневыми явлениями. Это — загрязнение атмосферы, морских акваторий и пресноводных водоемов, нарушение почвенного покрова и ценных ландшафтов, истощение в ряде районов водных и лесных ресурсов, уменьшение численности животных. Атмосфера во многих местах земного шара в возрастающей степени загрязняется оксидами серы и азота, оксидом углерода, пылевидными частицами. В водоемы и реки непрерывно поступают нефть, отходы нефтепродуктов, химической промышленности и других производств. Почвенный покров наполняется различными пестицидами, засоряется промышленными отходами, мусором.

Проблема защиты окружающей среды — одна из главных задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра на современном этапе развития достигли таких масштабов, что в ряде районов земного шара, особенно в крупных промышленных центрах, уровни загрязнений существенно превышают допустимые санитарные нормы. Множество разработанных во второй половине XX в. технологических процессов

и появление новых видов продукции, особенно в химической промышленности, привели не только к увеличению количества загрязнений, но и к существенному увеличению числа токсичных примесей, поступающих в окружающую среду.

Загрязненная атмосфера отрицательно действует на организм человека. Например, высокое загрязнение атмосферы Англии обусловило распространение среди населения хронического бронхита, что является причиной многочисленных смертельных случаев.

Вредные выбросы промышленных предприятий и других источников загрязнений оказывают отрицательное воздействие не только на окружающую среду, но и в ряде случаев значительно влияют на процесс эксплуатации технических средств. Например, оборудование электростанций, расположенное вне помещений, и воздушные линии электропередач в значительной мере подвержены воздействию выбросов продуктов сгорания органического топлива. Частицы пыли оседают на поверхности изоляторов, при этом количество накопившихся загрязнений достигает нескольких десятков миллиграммов на 1 см² поверхности, что приводит к образованию на поверхности изоляторов электропроводного слоя. В результате разрядные напряжения загрязненной изоляции при увлажнении могут снижаться в несколько раз.

В определенных условиях возможно «загрязнение» окружающей среды тепловыми выбросами, электромагнитными полями, ультрафиолетовыми, инфракрасными световыми и ионизирующими излучениями.

В отдельных случаях при поиске и разведке полезных ископаемых может быть нанесен заметный ущерб окружающей среде. Например, среди геофизических методов наиболее широко используется сейсмическая разведка, которая выполняется на значительных территориях с применением взрывных и невзрывных источников. В целом сейморазведочные работы сопровождаются перемещением тяжелого оборудования — самоходных буровых установок, тракторов на гусеничном и колесном ходу, тяжелых автомобилей повышенной проходимости в другого оборудования. К наиболее вероятным источникам опасности для окружающей среды при полевой сейморазведке можно отнести следующие виды работ.

1. Подготовку циркуляционных систем и бурение скважин с промывочной жидкостью до оптимальных глубин. При выполнении этих работ загрязняется продуктами бурения и технологическими отходами почва, изменяется ее структура, нарушается исторически сложившаяся циркуляция подземных грунтовых вод, а взрывы зарядов в водоносных горизонтах на определенное время насыщают воду токсичными газами.

2. Варьны зарядов ВВ в естественных водоемах приводят к частичному уничтожению флоры и фауны, а также насыщают воду токсичными газами на несколько минут.

3. Недопустимы взрывы зарядов большой массы в шурфах, расположенных на плодородных почвах, так как это приводит их к длительной непригодности под посевы.

4. Перемещение тяжелой техники по профилям работ в дождливое время, особенно в осенний и весенний периоды, приводит к созданию глубокой колеи в почве и нарушению ее структуры.

Вышеперечисленные источники, вредные для окружающей среды, могут быть сокращены до минимума, а в большинстве своем ликвидированы полностью.

При бурении взрывных скважин до оптимальной глубины с промыточной жидкостью следует использовать известные передвижные наземные устройства, заменяющие циркуляционные системы, изготовленные в грунте. В исключительных случаях можно вырыть в грунте зумпф, который рекомендуется располагать ближе к скважине, а после завершения бурения очистить его от шлама и засыпать почвой данной местности. В зависимости от геологического разреза возможно применение шнекового бурения и с продувкой воздухом, что освобождает от необходимости выкапывания в грунте зумпфов.

С целью сохранения естественной циркуляции грунтовых подземных вод использованную взрывную скважину необходимо залить цементным раствором, а ее верхнюю часть заполнить почвенным слоем не менее чем на 50 см.

В мелких водоемах возможны взрывы зарядов малой массы, расположенных в грунте с помощью гидромонитора на глубине 1—2 м. Данная технология позволяет в значительной мере сохранить флору и фауну водоема.

В период дождей и спустя некоторое время после их прекращения, а также при весьма влажной почве проводить сейсморазведочные работы весной и осенью нецелесообразно. Это обусловлено прежде всего необходимостью сохранения структуры почвы и корневой системы растений. Следует также отметить, что при повышенной влажности «кос» и почвы снижается качество полевых сейсмических материалов.

Приведенные общие направления охраны окружающей среды должны являться нормой для всех членов общества, в том числе для руководящих и инженерно-технических работников-сейсморазведчиков.

В период изучения имеющихся сведений о районе работ и проектирования полевых сейсморазведочных работ на планируемой площади необходимо предусмотреть все возможное для максимального сохранения окружающей среды. По возможности проектную сеть профилей следует располагать по дорогам, просекам, вдоль лесопосадок и по менее ценным землям и участкам сельхозкультур. В процессе полевых работ необходимо строго соблюдать схему движения и расстановки спецтехники на профилях работ, не допуская нарушений окружающей среды.

Предусмотренный проектом метод взрывных работ должен обеспечивать получение качественного сейсмического материала с одновременным сохранением окружающей среды в пределах возможного как до взрыва, так и после его завершения. По окончании взрывных работ необходимо проверить отработанный профиль и убедиться в сохранности структуры почвы и отсутствии технических отходов. В случае обнаружения каких-либо отклонений последние нужно ликвидировать в соответствии с нормами охраны окружающей среды и правилами техники безопасности.

Главной задачей в деле охраны окружающей среды является воспитание коллективов сейсморазведчиков, в том числе и инженерно-технических работников, в духе бережного отношения к окружающей среде. В данное время любое техническое решение должно приниматься не только с учетом технологических и экономических требований, но также и экологических аспектов. В последние годы наметилась и быстрыми темпами развивается тенденция повышения чувствительности приемной и регистрирующей аппаратуры (сейсмоприемников, сейсмических станций с цифровой регистрацией) с одновременным созданием новых методов взрывных работ. Все это позволяет планомерно сокращать массу одиночных зарядов ВВ в скважинах, шпурах, а линейных — в грунтах, что способствует охране окружающей среды.

Решение проблемы защиты окружающей среды от вредных последствий является делом каждого, всех народов и государств мира.

Экологические исследования, проведенные в последние десятилетия во многих странах мира, показали, что всевозрастающее разрушительное воздействие антропогенных факторов на окружающую среду привело ее на грань кризиса. Среди различных составляющих экологического кризиса (истощение сырьевых ресурсов, нехватка чистой пресной воды, возможные климатические катастрофы и т. д.) наиболее угрожающий характер приняла проблема загрязнения незаменимых природных ресурсов — воздуха, воды и почвы — отходами промышленности и транспорта. В этой связи в современном обществе резко возрастают роль и задачи технической экологии, призванной на основе оценки степени вреда, приносимого природе индустриализацией производства, разрабатывать и совершенствовать инженерно-технические средства защиты окружающей среды, всемерно развивать основы создания замкнутых и безотходных технологических циклов и производств.

В СССР достигнуты большие успехи в области создания аппаратов и устройств для очистки воздуха и сточных вод от примесей. Их широкое использование на промышленных предприятиях позволило в последние годы улучшить санитарное состояние атмосферы и водоемов в ряде крупнейших промышленных центров страны. В больших городах созданы комплекс-

ные системы контроля концентрации примесей в атмосфере, что позволяет своевременно выявлять и устранять причины нарушения экологического равновесия. Приняты меры, обеспечивающие сохранность природной структуры почвы.

Охрана окружающей среды является составной частью Основного закона нашего государства. В Конституции СССР записано: «В интересах настоящего и будущих поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды».

Проблема охраны окружающей среды — исключительно важная и комплексная проблема. При дальнейшем плановом развитии индустриального производства следует оценивать его эффективность не только с позиций интересов данного предприятия или отрасли, но и с позиций интересов всего общества, в том числе населения каждого региона. Комплексный характер глобальной проблемы по охране окружающей среды определяется весьма сложной системой, состоящей из природы, общества и производства. Правильное развитие этой системы возможно лишь при учете социальных, экологических, технических, экономических, правовых и международных аспектов проблемы. Вся эта сложная система может успешно развиваться при достижении общей точки зрения мирового сообщества.

ГЛАВА XIII

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ

Первым источником возбуждения в сейсморазведке был взрыв, который до настоящего времени продолжает оставаться наиболее эффективным средством создания упругих колебаний в горной породе. Взрывные работы развивались одновременно с сейсмической разведкой. Достижения науки привели сейсморазведку к принципиально новым возможностям, связанным с усовершенствованием аппаратуры, методами наблюдений, испытанием и реализацией новых возможностей. В дальнейшем наступили более бурные этапы развития сейсморазведки — переход от метода первых вступлений к методу отраженных волн, группирование взрывных источников и сейсмоприемников, внедрение метода общей глубинной точки (ОГТ), развитие метода

поперечных отраженных волн и др. Одновременно с методикой работ развивались и технические средства приема, регистрации и обработки сейсмической информации. На смену осциллографным сейсмостанциям пришли магнитные, а затем и цифровые; на смену ручной обработки полевых сейсмических материалов — цифровые электронно-вычислительные машины, позволившие повысить информативность, качество и достоверность геологических разрезов. Каждый этап развития сейсморазведки приводил к изменениям методики и технологии взрывных работ, а также аппаратуры, приборов и оборудования.

При регистрации сейсмических волн методом первых вступлений возбуждения производились зарядами ВВ большой массы, которые достигали в оптимальных скважинах нескольких десятков, а в шурфах — сотен килограммов и более.

Последующее внедрение метода отраженных волн увеличивает возможности сейсморазведки и изучения недр земли, особенно при поисках нефти и газа. В этот период расширяется методика и технология взрывных работ, изходят применение методы наружных (накладных и подвешенных в воздухе) и водоемных зарядов, появляются взрывные машинки типа ВМ-50 и ВМ-52, специальные автовзрывпункты на шасси ГАЗ-51, а затем и ГАЗ-63, телефонные аппараты ТАИ-43 и др.

Изучение селективности волнового поля по направлению распространения скорости волн приводит к созданию и реализации способа группирования сейсмоприемников и источников. Группирование сейсмоприемников позволило сократить массу одиночных зарядов ВВ, а группирование скважинных и других зарядов — рассредоточить их массу, создать при взрыве направленность воздействия и улучшить качество полевых сейсмических материалов. Одновременно укрепляется тенденция к дальнейшему уменьшению массы одиночных зарядов ВВ, создаются и внедряются новые источники тока (СВМ-1), радиостанции типов РПС, «Урожай» (У-2), Р-105Д, при взрывах в воздухе находят применение линии детонирующего шнура.

Важным открытием 60-х годов стал метод общей глубинной точки (ОГТ) — главный метод нефтегазовой сейсморазведки, который значительно повысил эффективность исследований. Используются различные многоканальные сейсмостанции с воспроизводимой регистрацией типов СС-30/60-58 (ПСЛ-1), СС-24-П (ПСЛ-2), СС-60-3 (ПСЛ-3), с воспроизводимой регистрацией (магнитной записью) — ССМ-57, СС-24-61М, «Поиск»-1-48-МОВ-ОВ, испытываются первые образцы сейсмостанций с цифровой регистрацией. Совершенствуются методика и технология взрывных работ, внедряются взрывные машинки типа СВМ-2, первые образцы радиостанций «Недра-3», автовзрывпункты на шасси автомобилей ЗИЛ-130 и ГАЗ-66 и др.

Начиная с 70-х годов взят курс на развитие цифровой регистрации и обработки сейсмических данных, увеличение канальности сейсмических станций и кратности наблюдений, что по-

зводит повысить информативность и качество сейсмических материалов как при регистрации, так и при окончательной обработке. Значительно повысились отношение сигнал/помеха и точность измерений, позволяющие широко использовать динамические характеристики воли для изучения структурных и литологических особенностей разреза. Особенно следует отметить способ «яркого пятна» и прямые поиски нефти.

Наряду с внедрением, усовершенствованием и дальнейшим развитием цифровой регистрирующей и обрабатывающей аппаратуры произошли качественные изменения в производстве взрывных работ. Созданы и утвердились новые методы линейных и шнуровых зарядов, обладающих технологичностью, качеством, экономической эффективностью и возрастающей производительностью. Эти методы удовлетворяют требованиям охраны окружающей среды вследствие минимальной массы зарядов ВВ на единицу объема грунта и совершенной технологии работ.

Основная аппаратура — взрывная машинка, средства связи, вспомогательные устройства регистрации отметки момента взрыва и вертикального времени — объединена в единую компактную систему управления. Созданы и внедрены различные погружатели линейных зарядов в грунт летом и под снег зимой. С учетом охраны окружающей среды усовершенствована технология взрывных работ известными методами за счет уменьшения массы зарядов ВВ и бережного отношения к природной структуре почвы. Повысились качество и надежность станций взрывного пункта СВП-6 с одновременным увеличением специальных емкостей для перевозки ВМ и благоустройством салона для бригады взрывника.

Отмеченные достижения в производстве взрывных работ позволяют наметить четкую перспективу их дальнейшего развития по следующим основным показателям:

- а) качественное возбуждение полезных сейсмических волн;
- б) охрана окружающей среды;
- в) экономическая эффективность;
- г) производительность;
- д) техника безопасности.

Качество возбуждения полезных сейсмических волн в основном достигается интенсивностью источника, чему в полной мере соответствует взрыв заряда ВВ. Взрыв необходимо производить в такой среде и при таких условиях, какие усиливают сигнал и обеспечивают снижение воли-помех до минимума. наилучшее качество возбуждения упругих колебаний отмечается при взрывах сосредоточенных зарядов на оптимальной глубине в скважинах, непрерывных линейных зарядов в грунте без выброса на земную поверхность, значительных по количеству групп шнуровых зарядов.

Дальнейшее развитие данных методов взрывных работ, и особенно метода линейных зарядов, связано прежде всего

с разработкой специальных сейсмических зарядов ВВ. Эту перспективную проблему следует решать с учетом различных сейсмогеологических условий, т. е. разрабатывать заряды разной массы. В настоящее время в скважинах с оптимальной глубиной применяются специальные заряды массой 1 и 2,5 кг, а в основном заряды пужной массы монтируются из шашек прессованного тротила, что усложняет производство работ.

Использование различных марок ДШ для изготовления линейных зарядов и механизированной укладки их в грунт является временной мерой по следующим причинам. Все марки ДШ изготавливаются из ВВ высокой чувствительности, что представляет особую опасность при механизированной укладке их в грунт. Кроме того, наряду со сложной технологией производства для изготовления ДШ используются дефицитные и дорогостоящие материалы. В настоящее время взят курс на разработку и производство линейных зарядов из водосодержащих взрывчатых веществ, включающих в качестве основных компонентов пигментную алюминиевую пудру и нитраты аммония, натрия и органических аминов и не содержащих штатных ВВ.

Особый интерес представляют составы, не содержащие мощных ВВ и обладающие высокой детонационной способностью. Обладая крайне низкой чувствительностью к механическим воздействиям, обуславливающей высокую степень безопасности в производстве и потреблении, они устойчиво детонируют от штатных средств инициирования в зарядах малого диаметра. Другим ценным качеством этих составов является возможность менять в широких пределах мощность состава без уменьшения детонационной способности. Они успешно используются в сейсморазведке в виде шланговых зарядов для возбуждения упругих колебаний вместо детонирующего шнура. На их основе создан акванал АМШ, предназначенный для использования при плюсовых температурах, а дальнейшие разработки направлены на создание водосодержащего ВВ для минусовых температур. Практическое применение акванала АМШ подтвердило не только превосходное качество его состава, но и изготовленных из него зарядов, надежность и безопасность работы с ним, а также четкость получаемых сейсмограмм. Следует особо отметить, что шланговые заряды из акванала АМШ в сейсморазведке, разработанные на уровне мировых стандартов в СССР, начали успешно применяться в нашей стране.

Дальнейшие работы по использованию и совершенствованию водосодержащих ВВ направлены на разработку шланговых зарядов с различными навесками на единицу длины, новых конструкций оболочки (шланга) для соединения отдельных зарядов между собой и введения в них средств инициирования.

Продолжаются работы по созданию сосредоточенных зарядов для скважин и шнуров, при этом особое значение придается массе одиночных зарядов.

Качественное улучшение сейсмической аппаратуры с цифровой регистрацией позволяет резко сократить массу одиночных и, соответственно, групповых зарядов. Это утверждает перспективу взрыва в сейсморазведке и ставит задачу о разработке и промышленном выпуске скважинных и шпуровых зарядов малой массы.

Перспективное развитие взрывных и невзрывных источников в сейсморазведке должно осуществляться с учетом требований по охране окружающей среды. Этим требованиям удовлетворяют технологические процессы методов линейных и шпуровых зарядов.

Планирование, разработка и дальнейшее внедрение новых источников возбуждения должны базироваться прежде всего на более высокой экономической эффективности относительно существующих источников. Однако до настоящего времени в сейсморазведке используются тяжелые установки разведочного бурения типов УРБ-2А и УРБ-2А2 для бурения скважин в зоне малых скоростей глубиной до 6 м и шпуров — 1,5—2,0 м. Это приводит к использованию специальной техники не по назначению и к огромным неоправданным затратам средств. В этой связи назрел вопрос немедленного создания и внедрения самоходной буровой установки легкого типа для бурения скважин в ЗМС и шпуров глубиной 1,5—2,0 м.

Как следует из проведенного анализа [11], наиболее экономически эффективным является метод линейных зарядов. Если учесть разрыв времени между проведенным анализом и достижениями последних лет в развитии метода линейных зарядов, то экономическая эффективность метода резко возросла за счет создания новой технологии, внедрения водосодержащих ВВ (акванала АМШ), сокращения ручного труда и механизации трудоемких процессов, соответственно повысились производительность и качество сейсморазведочных работ. Следовательно, в дальнейшем будет уделяться первостепенное внимание совершенствованию и развитию этого метода.

Повышение производительности при наименьших затратах — залог экономического успеха. На этой основе должны строиться все дальнейшие научно-технические разработки в области взрывных источников при сейсморазведке.

Любой метод взрывных работ, и прежде всего его технология, должен создавать благоприятные условия работающим для творческого выполнения всех операций и обеспечивать их безопасность. Ни одна техническая новинка не может быть использована в работе, если она не отвечает требованиям охраны труда и техники безопасности.

За последние годы наряду с созданием прогрессивных способов возбуждения сейсмических волн с помощью взрыва взят интенсивный курс на развитие современных систем управления взрывом. Это — одна из важных задач, постепенное решение которой уже сейчас позволило объединить ряд разрозненных

операций в одну компактную систему, обеспечивающую повышение производительности труда, оперативную связь оператора сейсмостанции с пунктом взрыва и любым объектом на профиле работ, более надежную и точную регистрацию информации об отметке момента взрыва и вертикального времени, возможность автоматизации процессов управления, синхронизации и контроля работы нескольких источников возбуждения.

Дальнейшие разработки систем управления источниками возбуждения проводятся по двум направлениям. Первое направление — специализированные системы, выполняющие частные функции управления конкретным типом источников возбуждения взрывного или невзрывного действия. Второе направление — многофункциональные системы, обеспечивающие работу с различными типами источников возбуждения.

Отличительной особенностью многофункциональных систем управления является наличие гибкой программы работ пункта управления и зависимости от типа управляемого источника возбуждения, которая определяется заданной программой работы конкретного источника возбуждения.

Многофункциональные системы управления источниками возбуждения содержат дополнительные устройства, позволяющие обеспечить универсальный характер формирования команд управления, и поэтому более сложны, чем специализированные системы, однако они более перспективны, особенно при проведении комплексных геофизических исследований.

В зависимости от типа источников возбуждения системы управления подразделяются по назначению на две группы: для управления источниками взрывного действия; для работы с невзрывными источниками упругих колебаний.

В зависимости от применяемых методов сейсморазведки первая группа подразделяется на три подгруппы: для использования при работе МОВ и МОВ ОГТ; КМПВ и комбинированные.

По способу организации управления можно подразделить системы управления источниками возбуждения на замкнутые и разомкнутые. Замкнутые системы управления позволяют передавать информацию с пункта возбуждения (ПВ) на пункт управления (ПУ) о процессе выполнения команд источниками возбуждения и активно воздействовать на цикл работы системы управления. Разомкнутые системы позволяют осуществлять управление источниками возбуждения без обратной связи между ПВ и пунктом управления [21].

За последние годы в СССР выпущено большое количество различных устройств управления сейсмическими источниками возбуждения, в основном специального назначения, в зависимости от типа источника.

Основные направления совершенствования систем управления источниками сводятся к следующим.

1. Расширение функциональных возможностей устройств,

способность работать как со взрывными, так и с невзрывными источниками возбуждения всех типов.

2. Автоматизация процессов управления источниками возбуждения, работающими по заданной программе и обеспечивающими высокую автоматизацию профильных работ.

3. Улучшение систем кодирования для передачи команд управления с целью обеспечения возможности работы нескольких сейсмоотрядов в одном районе при использовании радиостанций, работающих на одной несущей частоте.

4. Улучшение эксплуатационных характеристик устройств.

5. Обеспечение высокой помехозащищенности канала передачи команд управления, информации о моменте возбуждения источника и вертикальном времени за счет использования перспективных методов кодирования информации — фазоимпульсного, кодоимпульсного.

6. Повышение точности регистрации сигналов ОМВ и ВВ. Погрешность регистрации должна быть не больше $\pm 0,1$ мс для ОМВ и $\pm 0,5$ мс для ВВ.

7. Уменьшение габаритных размеров, массы и потребляемой мощности устройств.

Из существующих систем управления наиболее перспективными в плане указанных выше требований являются устройства управления взрывными источниками по радио, такие как ССВ-1, УВР-2 и др.

Дальнейшее развитие систем управления источниками возбуждения пойдет по пути унификации входных и выходных интерфейсов, отдельных блоков и узлов, входящих в комплект аппаратуры и позволяющих производить их быструю замену в зависимости от типа используемых источников возбуждения, методов проведения сейсморазведочных работ, применяемых сейсмостанций и конкретных геологических задач, стоящих перед сейсморазведкой. Возрастающую потребность в системах управления источниками возбуждения можно реально удовлетворить за счет создания унифицированных многофункциональных по назначению устройств, обеспечивающих работу со всеми источниками возбуждения и сейсморазведочными станциями при работе любыми методами сейсморазведки.

Таким образом, определены основные перспективные направления в развитии взрывных работ в сейсморазведке. Плановое осуществление разработок по всем направлениям и своевременное их внедрение позволят поднять сейсморазведку на еще более качественный уровень.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ЖУРНАЛ

записи отказов при взрывных работах и времени их ликвидации

№ п/п	Дата	Смена	Наименование места взрыва	Зарядно, шт.	Взрывало, шт.	Отказов, шт.	Расписка взрывника, проводящего взрыв, о количестве и вытравке	Декларировано отказов	Дата ликвидации отказов	Смена, проводящая ликвидацию отказов	Расписка взрывника, ликвидирующего от- казы	Расписка руководителя взрывных работ, разре- шившего допуск людей в место производства взрыва
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примечание. Ликвидация отказавших зарядов в сейсморазведке производится взрывником под контролем руководителя взрывных работ в ту же смену, когда произошел отказ.

Приложение 2

АКТ

приемки кратковременного склада ВМ _____ (наименование

_____ (наименование

расположенного _____ (село, район, область, рес. публ.лик)

_____ (наименование населенного пункта) _____ 198 г.

Комиссия в составе: председателя _____ (должность

_____ (представителя местного органа внутренних дел)

_____ (должность представителя местного Госпознадзора)

руководителя взрывных работ _____ (наименование экспедиции, партии)

_____ (представителя Госгортехнадзора)

проведена проверка кратковременного склада ВМ, построенного в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» для кратковременного хранения следующих ВМ:

- 1) _____
- 2) _____

3) _____

4) _____

1. В состав склада входят:

а) хранилище _____ емкостью _____
(наименование ВВ) (тонн)
 оборудованное стеллажами или рассчитанное на хранение штабелями;

б) хранилище _____ емкостью _____
(наименование СВ) (шт. или метров)
 оборудованное стеллажами или деревянным полом;

в) хранилище для совместного хранения ВМ:
 _____ емкостью _____
(наименование ВВ) (тонн)

_____ емкостью _____
(наименование СВ) (шт. или метров)

г) сарай или щит противопожарного инвентаря;

д) забор _____ высотой 1,5 м и длиной _____ м
(материал)

е) ворота и калитки _____
(материал, запоры)

2. За оградой склада:

а) караульное помещение в _____ м

б) площадка для складирования тары в _____ м

3. Конструктивные элементы хранилища (указать материал):

а) фундаменты _____

б) стены _____

в) потолки _____

г) крыши _____

д) полы _____

е) окна _____

ж) двери _____

4. Противопожарные мероприятия:

а) наличие противопожарного инвентаря _____

б) снятие дерна вокруг хранилища _____

в) состояние территории склада _____

г) состояние запретной зоны _____

5. Сигнализация и связь воензированной охраны с администрацией, пожарной охраной и милицией _____

6. Состояние подъездных путей _____

7. Охрана склада воензированной при наличии _____

 (число постов)

8. Заключение комиссии.
 Все сооружения склада и его оборудование отвечают требованиям «Единых правил безопасности при взрывных работах».
 Кратковременный склад ВМ пригоден для хранения _____

 (указать наименование и количество ВМ)

Акт составлен в трех экземплярах: первый экземпляр — сейсмоизведочной экспедиции (партия); второй экземпляр — областному управлению охраны общественного порядка; третий экземпляр — учреждению милиции.

Председатель комиссии
 (представитель местного органа внутренних дел) _____

Представитель Госпожнадзора _____

Руководитель взрывных работ _____

Представитель Госгортехнадзора _____

Приложение 3

РАЗРЕШЕНИЕ № _____

на право производства взрывных работ

Выдано (кем) _____
 (наименование организации Госгортехнадзора)

союзно-республиканской или ведомственной ГТН)

кому _____
 (наименование предприятия или учреждения)

на право производства взрывных работ на _____

спестью _____ при соблюдении следующих условий

1) взрывные работы могут проводиться только на территории, обозначенной на прилагаемом плане;

2) руководство взрывными работами возлагается на _____

3) при проведении работ должны соблюдаться «Единые правила безопасности при взрывных работах»;

4) условия хранения ВМ _____

5) особые условия _____

6) срок действия настоящего разрешения _____

М. П.

Начальник _____
(контролирующей организации Госгортехнадзора,
союзно-республиканской или ведомственной ГТИ)

« _____ » _____ 198 ____ г.

Приложение 4

Начальнику _____
(наименование органа Госгортехнадзора)

ЗАЯВЛЕНИЕ

Штамп
предприятия

_____ (наименование сейсмической партии и ее подчиненность,
трест, главы или министерство)

просит выдать разрешение на право производства взрывных работ на земной поверхности с целью сейсмической разведки.

Взрывные работы могут производиться на территории _____

_____ (указать административные районы, их областное подчинение)

методами _____ (искаженных, ливневых, воздушных, шпуровых зарядов)

с « _____ » _____ до « _____ » _____ 198 ____ г.

Руководство взрывными работами возлагается на т. _____

_____ (фамилия, имя, отчество, занимаемая должность)

Взрывчатые материалы будут храниться на кратковременном складе ВМ _____

_____ (наименование сейсмической партии)

Приложение

1. Выписка из проекта сейсморазведки (взрывные работы).
2. Копия диплома или удостоверения руководителя взрывных работ.
3. Выкопировка из плана местности или схематической план местности в двух экземплярах.

Примечание. На выкопировке или схематическом плане должны быть нанесены профили работ и пикеты взрывов с указанием опасных элп, окружающих жилые и технические сооружения, железные и шоссейные дороги, линии электропередач, расположенные в пределах опасной зоны или на ее границах.

Начальник _____
(сейсмической партии)

В управление внутренних дел облисполкома

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу выдать разрешение на хранение _____

(наименование груза и количество указываются прописью)

на складе _____
(наименование предприятия, организации и адрес склада)

П р и л о ж е н и я: 1) заключение (акт о пригодности склада к хранению взрывчатых материалов с указанием его емкости;

2) копия разрешения ГТН на право производства взрывных работ;

3) список лиц, связанных с хранением, перевозкой взрывчатых материалов и охраной складов;

4) план расположения склада и местности вокруг него с кратким их описанием;

5) дислокация постов охраны склада;

6) паспорт склада.

(Руководитель предприятия, организации)

«___» _____ 198__ г.

Сведения

на лицо, ответственное за хранение взрывчатых материалов

1. Фамилия, имя и отчество _____
(полностью)

2. Должность _____

3. Наименование учреждения _____
(предприятия, организация)

4. Год рождения _____ 5. Место рождения _____

(село, город, район, область, край, республика)

6. Национальность _____ 7. Партийность _____

8. Паспорт _____

(номер, серия, когда, кем и где выдан)

9. Служебный и домашний адреса, номер телефона _____

(Руководитель предприятия, организации)

«___» _____ 198__ г.

СВЕДЕНИЯ

на лиц, связанных с хранением, учетом и расходованием взрывчатых

материалов по _____

(наименование предприятия, организации)

№ п.п.	Фамилия, имя, отчество	Должность	Год и месяц рождения	Место рождения (село, область, республика)	Партийность	Домашний адрес

Начальник сейсморазведочной партии _____

Приложение 7

ДИСЛОКАЦИЯ

постов вооруженной охраны: _____

(наименование учреждения)

№ постов	Характер поста и подробная характеристика охраняемого объекта	Количество охраны	№ состоящих на вооружении		Примечание
			винтовок	пистолетов	

Начальник _____

(сейсмической партии)

Руководитель взрывных работ _____

Приложение 8

Начальнику _____

(наименование органа Госгортехнадзора)

ЗАЯВЛЕНИЕ

(наименование сейсмической партии, треста, главы)

просит выдать свидетельство на приобретение и перевозку _____

(вид транспорта)

_____ транспортом _____

(наименование ВМ и количество прописью)

для проведения взрывных работ с целью сейсмической разведки.

Взрывные материалы нужны в течение _____ месяцев и будут израсходованы

в срок до «_____» _____ 198_____ г. ВМ будут храниться на кратковременном

складе _____

(наименование сейсмической партии)

На складе имеется в остатке _____
(количество по каждому наименованию ВМ)

Доставка следующей партии ВМ ожидается в течение _____
месяца 198__ г.

Ежемесячный расход ВМ предполагается в количестве

_____ (количество по каждому наименованию ВМ)

Разрешение на право хранения ВМ выдано «___» _____ 198__ г.

_____ (наименование управления МВД)

сроком до «___» _____ 198__ г. за № _____

Разрешенная емкость склада _____

_____ (наименование и количество ВМ)

Свидетельство доверяется получить _____

_____ (фамилия, имя, отчество, должность)

Образец подписи _____

Начальник _____

_____ (наименование собственной партии)

Отметки Госгортехнадзора

Свидетельство № _____ от «___» _____ 198__ г.

получил _____

_____ (подпись)

_____ (фамилия)

Приложение 9

СВИДЕТЕЛЬСТВО № _____

на приобретение взрывчатых материалов

Выдано _____

_____ (наименование организации Госгортехнадзора)

_____ союзно-республиканской или ведомственной (ГТИ)

кому _____

_____ (наименование предприятия)

на приобретение следующих взрывчатых материалов:

№ п/п	Наименование и сорт взрывчатых материалов	Единица измерения	Количество	
			цифрами	прописью

Продолжение приложения 9

Упомянутые взрывчатые материалы предназначены для использования на
взрывных работах (указать место и характер работ) _____

Условия хранения ВМ _____

Особые условия _____

Срок действия свидетельства _____

Примечание. Настоящее свидетельство также служит основанием для получения в органах МВД разрешения на перевозку взрывчатых материалов в порядке, предусмотренном «Инструкцией о порядке хранения, использования и учета взрывчатых материалов».

М. П.

Начальник _____
(контролирующей организации
Госгортехнадзора,
союзно-республиканской
или ведомственной ГТН)

_____ 198__ г.

Приложение 10

Штамп
предприятия

В _____
(наименование органа внутренних дел)

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу выдать разрешение на приобретение и перевозку
от станции (пристань) _____

до станции (пристань) _____

в адрес _____
(наименование учреждения, предприятия, организации)

по маршруту _____
(указываются станции назначения)

и пункты следования при перевозке самолетом, водным, автомобильным, гужевым
транспортом)

следующих взрывчатых материалов _____

(наименование, масса и количество пробы)

Груз будет получен со склада _____

(наименование учреждения, предприятия, организации)

На хранение указанного груза имеется разрешение № _____

«___» _____ 198__ г.,

выданное управлением внутренних дел _____

Ответственным лицом за получение и перевозку указанного груза назначается _____

(фамилия, имя, отчество лица, имеющего единую книжку водителя)

Год рождения _____ Место рождения _____

(село, город, область, край, республика)

Национальность _____ Партийность _____ Должность _____

Паспорт _____

(номер, серия, когда, кем и где выдан)

(место прописки)

Служебный и домашний адрес _____

Приложения: 1) разрешение ГТИ на право производства взрывных работ (предъявляется); 2) свидетельство ГТИ на право приобретения взрывчатых материалов; 3) справка о наличии специальной охраны, сопровождающей груз в пути следования, с указанием фамилии, имени и отчества, должности, года и места рождения и номера паспорта каждого лица; 4) документы о техническом состоянии автомашины и оборудования ее для перевозки ВМ; 5) справка об остатках ВМ на складе; 6) доверенность на получение разрешения от милиции.

М. П.

Руководитель учреждения, предприятия,
организации _____

«___» _____ 198__ г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО
о допуске транспортного средства к перевозке
взрывчатых материалов

1. Свидетельство № _____, удостоверяющее в том, что указанное ниже транспортное средство отвечает условиям, предписанным «Правилами перевозки взрывчатых материалов автомобильным транспортом», «Правилами дорожного движения» и допускается к перевозке взрывчатых материалов.

2. Действительно до « _____ » _____ 198 _____ г.

3. Настоящее свидетельство подлежит возвращению выдавшему его подразделению ГАИ при изъятии указанного транспортного средства из эксплуатации, перемене владельца, по истечении срока действия свидетельства и в случае переоборудования транспортного средства.

4. Тип кузова транспортного средства: открытый, закрытый (нужное подчеркнуть).

5. Марка транспортного средства _____

6. Государственный номерной знак транспортного средства _____

7. Наименование предприятия, перевозящего ВМ, и его адрес _____

8. Транспортное средство подвергнуто осмотру « _____ » _____ 198 _____ г. и может быть допущено к перевозке взрывчатых материалов класса I.

Начальник Госавтоинспекции _____
(наименование органа внутренних дел.)

Фамилия, инициалы, подпись, печать, дата)

9. Срок действия настоящего свидетельства продлен до

« _____ » _____ 19 _____ г.

Начальник Госавтоинспекции _____
(наименование органа внутренних дел.)

Фамилия, инициалы, подпись, печать, дата)

10. Срок действия настоящего свидетельства продлен до

« _____ » _____ 19 _____ г.

Начальник Госавтоинспекции _____
(наименование органа внутренних дел.)

Фамилия, инициалы, подпись, печать, дата)

(наименование сейсмической партии)

НАРЯД-НАКЛАДНАЯ № _____

Складу ВМ _____

Отпустить для _____

через г. _____

Наименование	Единица измерения	Затребовано, количество	Отпущено				
			количество	дворового тоннажа	дата изготовления	номер партии	номер шифра
1	2	3	4	5	6	7	8

Примечание. При отпуске ВМ с расходного склада графа 8 не заполняется.

« _____ » _____ 198 _____ г.

Руководитель предприятия _____

Главный бухгалтер _____

Дата отпуска _____

Отпустил _____

Получил _____

(наименование сейсмической партии, которой принадлежит склад)

КНИГА

учета прихода и расхода взрывчатых материалов

на « _____ » _____ 198 _____ г.

Наименование ВМ _____

Число, месяц	Приход ВМ						
	остаток на начало месяца	откуда, по какому документу, материал поступил	дата изготовления	номер партии	номер шифра, пакета и ВМ	за сутки	место и начало месяца
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение приложения 13

Число, месяц	Расход ВМ					Замечания при проверке склада
	куда и по каким документам отпущено	номер партии	номер ящика, пакета с ВМ	за сутки	всего с начала месяца	
1	2	3	4	5	6	7

Примечание. В расходных складах графа 6 не приходу и графа 4 по расходу не заполняются.

Приложение 14
Форма 4 (типовая)

Предприятие _____ участок _____ смена _____

НАРЯД-ПУТЕВКА № _____

на производство взрывных работ «___» _____ 198__ г.

взрывнику (мастеру-взрывнику) _____ рабочий № _____
(фамилия, инициалы)

Место работы (наименование выработки)	Подлежит взрыванию			Выписано								
	число шпуров (скажики или др.)	длина шпура (скажики), м	масса взрыва на один шпур (скажику), кг	ВВ по типам, кг			число электродетонаторов по замедлениям			число электродетонаторов	неиспользованного шпура, м	детонирующего шпура, м
				5	6	7	8	9	10			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Всего выписано												
Всего выдано												

Продолжение приложения 14

Место работы (наименование выработки)	Выдано								
	ВВ по типам, кг			число электродетонаторов по замедлениям			число электродетонаторов	неиспользованного шпура, м	детонирующего шпура, м
	14	15	16	17	18	19			
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Всего выписано									
Всего выдано									

Начальник участка или его помощник, начальник смены или технический руководитель или руководитель БВР _____

ВМ выдал _____
(заведующий складом или раздатчик)

Дата выдачи _____

ВМ получил _____
(мастер-взрывник, взрывник)

Место работы (наименование выработок)	Взято			Исрасходовано								
	число шпуров (сказки) или ДР-1 шт.	длина шпура (сказки), м	масса заряды, кг	ВВ по типам, кг			электродето- наторов по замедле- ниям, шт.			копскаль, дето- наторов, шт.	агнеросадного шпура, м	детонирующего шпура, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Всего из- расходовано												
Всего воз- вращено												

Остаток ВМ возвратил _____
(мастер-взрывник, взрывник)

Дата _____

Остаток ВМ принял _____
(заведующий складом или раздатчик)

Примечания. 1. При необходимости предприятия могут носить в форму наряда-путевки изменения, согласованные с органами Госгортехнадзора. 2. При изменении горно-геологических или других условий в забое разрешается выписывать меньшее количество ВМ, чем предусмотрено паспортом БВР, получать меньше количество ВВ, чем указано в наряде-путевке, а также уменьшать заряды в шпурах с учетом фактического положения.

Приложение 15

Форма 2

(наименование сейсмической партии, которой принадлежит склад)

КНИГА

учета выдачи и возврата взрывчатых материалов

на _____ 198 г.

Дата выдачи	Фамилия взрывника (мастера-взрывника)	Дата, № наряда- путевки	Наименование выдаваемых ВМ	Единица измерения	Количество выдаваемых ВМ	Расписка взрывника (мастера-взрывника) в получении ВМ	Количество исрасходованных ВМ	Количество возвращенных ВМ	Расписка раздатчика (заведующего складом) в полу- чении ВМ	Расписка взрывника (мастера-взрывника) в сдаче ВМ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Приложение 16
«Утверждаю»

Начальник _____
(наименование экспедиции, партии)

_____ (подпись)

«___» _____ 198__ г.

**АКТ
О СНЯТИИ ОСТАТКОВ ВМ**

_____ «___» _____ 198__ г.
(наименование населенного пункта)

Мы, комиссия в составе _____
(должность, наименование экспедиции, партии)

т. _____ (председатель комиссии), бухгалтера этой же экспедиции (партии) т. _____ и руководители взрывных работ

т. _____ (члены комиссии),

в присутствии заведующего складом ВМ т. _____ сего числа

в _____ ч _____ ми по местному времени произвели снятие остатков взрывчатых материалов на складе _____
(наименование экспедиции, партии)

_____, в результате чего оказалось в наличии:

№ п/п	Наименование ВМ	Единица измерения	Количество	
			цифрами	прописью

Примечание. Акт составляется в двух экземплярах, из них первый представляется с отчетом в бухгалтерию экспедиции (партии), а второй хранится в делах склада ВМ.

Фактический остаток ВМ соответствует книжным записям.

Председатель комиссии _____

Члены комиссии: 1. _____

2. _____

«Утверждаю»

Начальник _____
(наименование экспедиции, партии)

_____ (подпись)

«___» _____ 198___ г.

АКТ
о расходе ВМ

«___» _____ 198___ г.
(наименование экспедиционного пункта)

Мы, нижеподписавшиеся: руководитель взрывных работ _____

_____ г. _____
(наименование экспедиции, партии)

геофизик-оператор этой же экспедиции (партии) г. _____

и взрывник г. _____ составили настоящий акт в том, что

за период полевых работ с «___» _____ по «___» _____ 198___ г.

на отрезе профилей № _____
(наименование экспедиции, партии) были израсходованы следующие взрывчатые материалы:

№ п/п	Наименование ВМ	Единица измерения	Количество		Цена	Сумма
			цифрами	прописью		

Примечание. Акт составляется в двух экземплярах, из них первый представляется с отчетом в бухгалтерию экспедиции (партии), а второй хранится в делах склада ВМ.

Руководитель взрывных работ _____

Геофизик-оператор _____

Взрывник _____

«Утверждаю»

Начальник _____
(наименование экспедиции,
партии)_____
(подпись)

« — » _____ 198 — г.

АКТ
об уничтожении взрывчатых материалов_____ « — » _____ 198 — г.
(наименование населенного пункта)

Мы, нижеподписавшиеся: заведующий складом ВМ _____

_____ г. _____
(наименование экспедиции, партии) (фамилия, имя, отчество)взрывник этой же экспедиции (партии) г. _____
(фамилия, имя, отчество)и представитель военизированной охраны г. _____
(фамилия, имя, отчество)

на основании письменного распоряжения руководителя взрывных работ

г. _____ от « — » _____ 198 — г.

в _____ км от села _____ района _____

области в _____ ч местного времени произвели уничтожение следующих ВМ

№ п/п	Наименование ВМ	Единица измерения	Количество (проценты)	Способ уничтожения	Причины уничтожения

Примечание. Уничтожение ВМ произведено с соблюдением требований «Единых правил безопасности при взрывных работах».

Акт составляется в двух экземплярах, которые предназначаются: первый — для бухгалтерии экспедиции (партии) при списании ВМ, второй — для отчетности склада ВМ.

Заведующий складом ВМ _____

Взрывник _____

Представитель военизированной охраны _____

«Утверждаю»

Начальник _____
(наименование экспедиции,
партии)

_____ (подпись)

«___» _____ 198___ г.

АКТ
об уничтожении тары из-под ВМ

_____ «___» _____ 198___ г.
(наименование населенного пункта)

Мы, нижеподписавшиеся: руководитель взрывных работ _____

_____ т. _____
(наименование экспедиции, партии)

заведующий складом ВМ этой же экспедиции (партии) т. _____

и взрывник т. _____ на основании «Единых правил

безопасности при взрывных работах» произвели осмотр тары из-под ВМ; при этом было установлено, что тара непригодна для дальнейшего использования и подлежит уничтожению сжиганием в следующем количестве:

№ п/п	Наименование тары	Единица измерения	Количество (цифрами и прописью)	Причины уничтожения

Примечание. Акт составляется в двух экземплярах, которые предназначаются: первый — для бухгалтерии экспедиции (партии) для списания тары, второй — для отчетности склада ВМ.

Руководитель работ _____

Заведующий складом ВМ _____

Взрывник _____

(наименование сейсмической партии)

МАТЕРИАЛЬНЫЙ ОТЧЕТ
 по складу взрывчатых материалов

за _____ мес. 198 ____ г.

Заведующий складом ВМ _____

Дата доку- мента	Наименование документа	Наименование ВВ и СВ						Тара	
		тротил, кг	порох, кг	элек- троды, шт.	детони- рую- щий плавур, м			ящики	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Остаток на 1-е число _____

Поступило _____

Итого поступило _____

Всего с остатком _____

Израсходовано по нарядам-путевкам _____

с № _____ по № _____

включительно _____

Итого израсходовано на работу _____

Передано и отправлено _____

Весь расход за месяц _____

Остаток на 1-е число _____

 Указанный остаток на 1-е число _____ 198 ____ г.
 проверен и соответствует фактическому наличию взрывчатых материалов на
 складе.

Подлинные документы на приход и расход ВМ проверены и прилагаются.

Руководитель взрывных работ _____

Заведующий складом ВМ _____

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. № 777 609. Способ возбуждения сейсмических волн/А. Т. Казаков, Л. И. Иванов, В. Д. Карпов и др. — 1978, бюл. изобрет. № 24.
2. А. с. № 613 276. Способ возбуждения сейсмических сигналов/А. Т. Казаков, В. Д. Карпов, В. И. Рихтер и др. — 1978, бюл. изобрет. № 24.
3. А. с. № 397 867. Способ ликвидации использованных взрывных скважин в сейсморазведке/А. Т. Казаков, С. Г. Пшеничников, Ф. В. Ореховский. — Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1973, № 37.
4. А. с. № 714 321. Укладчик детонирующего шнура/А. И. Страутник, И. А. Кобылкин, Б. М. Колосов. — 1978, бюл. изобрет. № 5.
5. *Богданов А. И.* Сейсморазведка методом отраженных волн. М., Недра, 1982.
6. *Вольвоцкий Б. С., Кукин Н. Я., Терехин Е. И.* Краткий справочник по полевой геофизике. М., Недра, 1977.
7. *Галлерин Е. И.* Сейсмическая разведка — состояние и тенденции развития. — Нефтегазовая геология и геофизика, вып. 8. М., изд. ВНИИОЭНГ, 1983, с. 9—11.
8. *Гуревич И. И., Богачик Г. И.* Сейсмическая разведка. М., Недра, 1980.
9. *Евнин* правила безопасности при взрывных работах. М., Недра, 1976.
10. *Жуков М. М., Славин В. И., Дунаев Н. Н.* Основы геологии. М., Недра, 1970.
11. *Завесин М. А., Мулюков Б. А.* Сравнительная экономическая эффективность сейсморазведочных работ с применением различных источников возбуждения. — Экономика нефтяной промышленности. М., изд. РНЭС ВНИИОЭНГ, 1978, № 6, с. 3—5.
12. *Калитко А. Г.* Методика и техника взрывных работ при сейсморазведке. 4-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1974.
13. *Кобылкин И. А.* Состояние разработки результатов внедрения способа возбуждения сейсмических колебаний линиями детонирующего шнура при работах МОВ-ОГТ в Нижнем Поволжье. Саратов, изд. СГУ, 1974.
14. *Кандриков Б. П., Анников В. Э.* Водонаполненные взрывчатые вещества на основе тонкодисперсного алюминия. — Взрывное дело. М., Недра, 1975, № 75/32, с. 151—158.
15. *Охрана окружающей среды*/С. В. Белов, Ф. А. Барбанов, А. Ф. Козыков и др. М., Высшая школа, 1983.
16. *Покровский Г. И.* Взрыв. М., Недра, 1980.
17. *Покровский Г. И.* Физические основы взрывного дела. М., Знание, 1956.
18. *Рекомендации по обоснованию производства сейсморазведочных работ с линейными непрерывными источниками в условиях барханных песков*/Г. Н. Андреев, И. А. Кобылкин, Б. М. Колосов, Саратов, изд. ВНИИОЭНГ, 1983.
19. *Сейсморазведка. Справочник геофизика.* Под ред. И. И. Гуванча, В. М. Номоконова. М., Недра, 1981.
20. *Сейсморазведочные работы с ЛНИ в модификации наклонных и воздушных зарядов*/И. А. Кобылкин, А. В. Корозов, А. И. Страутник. Саратов, изд. ВНИИОЭНГ, 1979.
21. *Современные системы управления сейсмическими источниками и перспективы их развития*/А. Б. Мухамеджанов, А. Б. Коробов, Н. В. Максимова, А. В. Дроzdов. Сер. Региональная, разведочная и промышленная геофизика. М., ВНИМС, 1983.
22. *Суханов А. Ф., Кургузов Б. Н.* Разрушение горных пород взрывом. М., Недра, 1983.
23. *Тришубов А. В., Ведерников Г. В.* Практические рекомендации по проведению сейсморазведочных работ методами поперечных и обменных волн с импульсными источниками. Новосибирск, изд. ИГГ СО АН СССР, 1974.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Краткие основы сейсморазведки	5
1. Физические и геологические основы сейсморазведки	8
2. Основные методы и виды сейсморазведки	14
3. Сейсморазведочная аппаратура и оборудование	21
4. Методика, технология и организация полевых сейсморазведочных работ	32
Глава II. Возбуждение сейсмических волн в горных породах	43
1. Основные сведения о горных породах	44
2. Действие взрыва в среде	51
3. Условия возбуждения сейсмических волн	55
4. Взрывные источники	62
5. Неаврывные источники	66
Глава III. Свойства взрывчатых веществ и методы их испытания	70
1. Классификация взрывов	70
2. Характеристика взрыва промышленных взрывчатых веществ	71
3. Начальный импульс и чувствительность ВВ к механическим воздействиям	72
4. Скорость и виды взрывчатых превращений	76
5. Детонационная способность ВВ	77
6. Передача детонации на расстояние	82
7. Кислородный баланс	83
8. Объем и состав газов, теплота и температура взрыва ВВ	84
9. Плотность ВВ, плотность взрывания и коэффициент взрывания	87
10. Стойкость взрывчатых веществ	89
11. Работоспособность и бризантность ВВ	90
12. Кумулятивное действие взрыва заряда	94
Глава IV. Взрывчатые материалы, применяемые в сейсморазведке	96
1. Классификация взрывчатых веществ	96
2. Тротил	98
3. Тетрил	99
4. Гексоген	99
5. Тэн	100
6. Гремучая ртуть	100
7. Азид свинца	101
8. Тринитрорезорцинат свинца (ТНРС)	102
9. Аммиачная селитра	102
10. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества	103
11. Аквавал АМШ	105
12. Пороха для работы на земной поверхности	107
13. Средства взрывания	111
Глава V. Оборудование для взрывных работ	120
1. Источники тока	120
2. Проводники	121
3. Контрольно-измерительные приборы	124
4. Средства связи	124
5. Система синхронизации возбуждения ССВ-1	129
6. Станции взрывного пункта, инструменты, приспособления	138
7. Погружатели линейных зарядов	141
	295

Глава VI. Методы и способы взрывных работ	145
1. Скважинные заряды	145
2. Шпуровые заряды	146
3. Шурфовые заряды	146
4. Наружные заряды	148
5. Водоемные заряды	149
6. Линейные заряды	149
7. Группирование зарядов	150
8. Способы взрывания зарядов	151
Глава VII. Техника выполнения взрывных работ	158
1. Метод скважинных зарядов	159
2. Метод шпуровых зарядов	163
3. Метод шурфовых зарядов	164
4. Метод наружных зарядов	167
5. Метод водоемных зарядов	177
6. Метод линейных зарядов	173
7. Проводство взрывных работ при группировании зарядов	178
8. Микротренирование взрывных скважин	179
9. Проверка качества взрывчатых материалов в полевых условиях	182
10. Ликвидация откатанных зарядов	183
11. Уничтожение взрывчатых материалов	187
12. Ликвидация буровзрывных последствий	189
Глава VIII. Взрывные работы в особых условиях	193
1. Взрывные работы в зимнее время	193
2. Взрывные работы в лесу	196
3. Взрывные работы на болотах	197
4. Взрывные работы на льду	199
5. Взрывные работы в песках	202
6. Взрывные работы в темное время суток	203
7. Взрывные работы в сложных метеорологических условиях	204
8. Взрывные работы в районах с интенсивным сельским хозяйством	205
Глава IX. Организация взрывных работ в сейсморазведочной партии	208
1. Документы, регламентирующие проведение взрывных работ	208
2. Персонал для взрывных работ	220
3. Организация работы бригады взрывников	222
4. Должностные обязанности работников, связанных с ведением взрывных работ	226
Глава X. Хранение, учет и транспортирование взрывчатых материалов	228
1. Классификация взрывчатых материалов по степени опасности	228
2. Склады взрывчатых материалов	230
3. Прием, выдача и учет взрывчатых материалов	243
4. Транспортирование взрывчатых материалов	254
Глава XI. Техника безопасности при взрывных работах	255
1. Общие правила безопасности	255
2. Меры безопасности при работе вблизи коммуникаций	257
3. Противопожарные мероприятия	260
4. Мероприятия по обеспечению сохранности взрывчатых материалов	261
5. Технический надзор и контроль за взрывными работами	263
6. Ответственность за нарушение правил безопасности при взрывных работах	264
Глава XII. Охрана окружающей среды	265
Глава XIII. Перспективные направления и развитие взрывных работ в сейсморазведке	269
Приложения	276
Список литературы	294