

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ, ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И
ГЕОМЕХАНИКИ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
для студентов специальности 21.05.04. «Горное дело»
по дисциплине Б1.Б45
**«Прострелочно-взрывные работы в нефтяной
и газовой промышленности»**

Утвержден к проведению лекционных занятий на
заседании кафедры СЗПСиГ протокол № 14 «19» мая 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Условия применения прострелочновзрывных работ в скважинах.

Лекции 1-3

Перфорация, разрыв пласта и разделительный тампонаж в скважине.

Лекции 4-8

Оборудование и приборы, зарядка, хранение и транспортирование

заряженных аппаратов. Лекции 9-13

Организация, технология и эффективность прострелочно-взрывных

работ в скважинах. Лекции 14-16

Лекция 1.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТРЕЛОЧНЫХ И ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В СКВАЖИНАХ

Прострелочные и взрывные работы (ПВР) широко применяются при бурении, испытании и эксплуатации глубоких геологоразведочных и промысловых скважин, используемых для разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений полезных ископаемых. Для выполнения прострелочных и взрывных работ в скважинах применяется большая номенклатура прострелоно-взрывных аппаратов (ПВА) и зарядов (зарядных комплектов) из бризантных взрывчатых веществ и порохов.

Прострелоно-взрывные аппараты подразделяют на две группы:

1. Незаряженные аппараты поступают с заводов-изготовителей в виде комплектов или частично собранными и не содержат ВВ. Зарядные комплексы и СИ к ним поступают отдельно.

2. Снаряженные аппараты поступают с установленными в них зарядами ВВ в заводских условиях.

Средства инициирования ЭД, КД или взрывные патроны устанавливаются в ПВА у скважины, перед их спуском.

Спуск ПВА в скважину осуществляют на геофизическом кабеле, насосно-компрессорных или бурильных трубах.

Прострелоно-взрывные работы в скважинах выполняют в «закрытом» либо «открытом» забоях.

К основным направлениям применения ПВР относятся:

1. *Ликвидация аварий при бурении скважин:*

- освобождение «встряхиванием» прихваченных трубных колонн (бурильных, насосно-компрессорных, обсадных) труб;
- ослабление резьбы соединений труб при развинчивании;
- обрыв или перерезание труб;
- профилактика прихватов бурильных труб посредством разрушения желобов;
- разрушение металлических предметов, оставленных или упавших в скважину (долот, приборов и т.п.), которые мешают выполнению работ в скважине.

2. *Отбор образцов горных пород со стенок стволов скважин с помощью стреляющих грунтоносов.*

3. *Установка разобщающих мостов в скважинах с помощью взрывных пакеров:*

- изоляция нижележащего объекта при испытании верхних объектов;
- изоляция водоносных горизонтов;
- создание искусственного забоя в скважине при забуривании второго ствола и т.д.

4. *Перфорация скважин:*

- вскрытие продуктивных пластов;
- интенсификация добычи.

5. Торпедирование скважин:

- очистка фильтров в нефтяных и водозаборных скважинах;
- увеличение проницаемости прискважинной зоны продуктивного пласта;
- удаление остатков цемента со стенок обсадных труб и т.д.

6. Разрыв пласта пороховыми генераторами:

- раскрытие трещин и каналов в породе при превышении давления газов гидростатического в пласте;
- термогазохимическая обработка приствольной зоны.

Прострелочные и взрывные работы, особенно в глубоких нефтяных и газовых скважинах, выполняются в специфических условиях, которые характеризуются стесненными условиями для размещения зарядов ВВ и аппаратов в скважинах, большой глубиной выполнения работ, высокими температурой среды, давлением жидкости и пластовым давлением.

Стесненные условия при размещении ПВА в скважинах определяются конечным диаметром ствола скважин в ее продуктивной части, который обычно составляет $161 \div 190$ мм. После установки обсадных колонн внутренний диаметр скважин уменьшается до $98 \div 124$ мм.

При испытании и эксплуатации большинство скважин дополнительно оборудуется колонной насосно-компрессорных труб с внутренним диаметром $40 \div 100$ мм. Поэтому аппараты, спускаемые на кабеле через насосно-компрессорные трубы, должны иметь соответствующие поперечные габариты.

Средняя глубина большинства нефтяных и газовых скважин составляет $1,5 \div 2,5$ км. Максимальная глубина выполнения прострелочно-взрывных работ $5 \div 7$ км.

Стволы скважин при применении многозабойного (кустового) бурения имеют значительное отклонение от вертикали, а на участках продуктивных зон угол наклона скважин доводят до горизонтального направления.

С увеличением глубины скважин повышается температура горных пород, которая характеризуется геотермическим градиентом:

$$\Gamma = \frac{1000 \cdot (T - T_{cp})}{H - h},$$

где Γ – величина приращения температуры на 100 м глубины, начиная с пояса постоянной температуры, $^{\circ}\text{C}/100$ м;

T – температура горных пород на глубине H , м ($^{\circ}\text{C}$);

T_{cp} – средняя температура на уровне пояса постоянной годовой температуры в данном районе, $^{\circ}\text{C}$;

h – глубина пояса постоянной температуры, м (на нефтегазовых месторождениях $h = 25 \div 30$ м).

Для различных районов геотермический градиент составляет $1 \div 10$ $^{\circ}\text{C} / 100$ м, в среднем для осадочных пород $\Gamma = 3$ $^{\circ}\text{C} / 100$ м. Температура в нефтяных и газовых скважинах на месторождениях Западной и Восточной Сибири, как правило, не превышает 100 $^{\circ}\text{C}$.

В поровом пространстве нефтеносных, газоносных и водоносных пластов действует пластовое давление, величина которого обусловлена комплексом природных факторов: геостатическим, геотектоническим и гидростатическими давлениями, степенью сообщаемости между пластами, химическими взаимодействиями жидкости и породы и т.д. Пластовое давление обычно принимается равным гидростатическому давлению (давлению водяного столба в скважине). Действительное гидростатическое давление в скважине определяется высотой и плотностью столба наполняющей его жидкости. Плотность скважинных жидкостей в зависимости от выполняемых задач может изменяться в довольно широких пределах: от $0,5 \div 1,0$ до $2,2 \text{ г/см}^3$. Плотность нормальных глинистых растворов составляет $1,15 \div 1,3 \text{ г/см}^3$.

Таким образом, условия выполнения прострелочно-взрывных работ в глубоких нефтяных и газовых скважинах предъявляют к прострелочно-взрывным аппаратам следующие требования:

- Высокая мощность аппаратов при малом поперечном размере ($20 \div 105 \text{ мм}$).
- Хорошая проходимость в скважинах при малых зазорах (5 мм и более), плотных жидкостях, искривленных стволях, малых углах наклона к горизонтали.
- Устойчивость к действию высоких температур ($t \leq 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$) и давлений ($p \leq 160 \text{ МПа}$). При спуске ПВА на кабели они должны сохранять работоспособность в течение $2 \div 6$ часов и не срабатывать ранее 24 часов; при спуске аппаратов на трубах – соответственно в течение $24 \div 48$ часов и 6 суток.
- Безопасность при хранении, заряжании, перевозке ПВА и зарядов, извлечении отказавших аппаратов и их разряжании.
- Высокая точность установки аппаратов в заданном интервале.
- Высокая надежность, безотказность и эффективность, сохранение конструкции скважины.
- Высокая производительность.
- Безаварийность (отсутствие потерь, прихватов, преждевременных и самопроизвольных срабатываний).

Лекции 2-3 ВЗРЫВЧАТЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОСТРЕЛОЧНО-ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Взрывчатые вещества

Применяемые для прострелочно-взрывных работ взрывчатые вещества обладают соответствующими специфическими свойствами и разделяются на три группы.

Инициирующие взрывчатые вещества (ИВВ) предназначены для инициирования взрывных процессов – возбуждения детонации от простейших

импульсов: искры или удара. ИВВ применяют в качестве первичных инициирующих ВВ в электродетонаторах или капсюлях-детонаторах.

Наибольшее распространение получили азиды свинца и кадмия, ТНРС (тринитрорезерцинат свинца).

Бризантные взрывчатые вещества (БВВ) – мощные вторично детонирующие взрывчатые вещества, обладающие высокой скоростью детонации и термостойкостью. БВВ применяют для снаряжения основных зарядов электродетонаторов, капсюлей-детонаторов, взрывных патронов, промежуточных детонаторов, детонирующих шнурков, для изготовления зарядов кумулятивных перфораторов, торпед, труборезов и др.

К основным взрывчатым веществам, применяемым при прострелочно-взрывных работах, относятся гексоген, октоген, тротил и ТЭН, также наиболее термостойкие ВВ: гексанитродифенилсульфат (ГНДС) и нонанитротрифениламин (НТФА). Основные характеристики взрывчатых веществ приведены в табл. 9.1.

Таблица

Взрывчатые вещества для прострелочно-взрывных работ

Взрывчатое вещество	Удельная теплота взрыва, кДж/кг	Максимальная скорость детонации, км/с	Температура плавления, °C	Температура вспышки, °C	Чувствительность к удару – частость взрывов*, %
ТЭН	5870	7,9	142	225	100
Тротил	4190	7,0	80	375	4-8
Гексоген	5870	8,4	203	230	70-80/32-36
Октоген	5780	8,8	278	335	80-90/36-40
ГНДС	4270	7,5	239	260	60
НТФА	4230	7,2	362	400-420	30-40

*Чистый/пластифицированный.

Наиболее широкое распространение получил **гексоген** – циклотри-метилентринитрамин $C_3H_6(NO)_6$, который представляет собой белый кристаллический порошок с плотностью кристаллов 1,8 г/см³. В насыщенном состоянии плотность 1,1 г/см³, в большинстве изделий – 1,6÷1,7 г/см³. В воде не растворяется, ядовит. Обладает высокой химической стойкостью. Термоплота взрыва 5450 кДж/кг. Скорость детонации 8,4 км/с при плотности 1,7 г/см³. Температура плавления 203 °C. Критический диаметр открытого заряда 1÷1,5 мм. В небольших количествах сгорает без взрыва. Обладает высокой чувствительностью к механическим воздействиям. Чистый гексоген используется в детонаторах и детонирующих шнурках. Для снижения чувствительности гексоген флегматизируют введением парафина и воскоподобных веществ.

Флегматизированный гексоген используется для изготовления зарядов кумулятивных перфораторов и кумулятивных осевых торпед (ТКО), кольцевых труборезов и шашек торпед (ТШТ).

Октоген – циклотетраметилентранитрамин ($C_4H_8(NO)_8$) является аналогом гексогена и обладает несколько большими мощностью и термостойкостью. Октоген применяется преимущественно в изделиях, используемых в высокотемпературных скважинах: детонирующих шнурех, термостойких КД, дополнительных детонаторах, зарядах перфораторов и торпед. Термостойкость гексогена при температуре 200 °C составляет 8,5 часов, при температуре 220 °C – 2 часа.

Тротил – тринитротолуол $C_7H_5(NO_2)_3$ используется совместно с гексогеном в виде сплавов, из которых наиболее употребительным является сплав ТГ-50/50, в зарядах торпед ТКО и в торпедах большой мощности ТШБ. Гексоген вводят в состав сплавов для увеличения мощности зарядов ВВ.

ТЭН – пентаэритриттетранитрат $C(CH_2ONO_2)_4$ применяют для изготовления детонирующих шнурев и промежуточных детонаторов.

ГНДС – гексанитродифенилсульфат $C_{12}H_4N_6SO_{12}$ по своим взрывчатым характеристикам является более мощным, чем тротил, но существенно уступает гексогену. Заряды из ГНДС применяются при температуре до 200 °C в торпедах ТШТ и ТКО, а также для снаряжения таблеточного детонирующего шнуря.

НТФА – нонанитротрифениламин $C_{18}H_6N_{10}O_{18}$ является наиболее термостойким взрывчатым веществом и по своим взрывным характеристикам близок к тротилу. Заряды из пластифицированного НТФА применяют при температурах до 250 °C для изготовления зарядов перфораторов и торпед, а также для снаряжения таблеточных детонирующих шнурев.

В зарубежных системах, допущенных к применению в России, для изготовления зарядов, снаряжения детонаторов и детонирующих шнурев применяются аналогичные взрывчатые вещества: ТНТ (тротил), РЕТН (ТЭН), RDX (гексоген), HMX (октоген), HNS (гексанитростильбен) и PYX.

Как общую тенденцию следует отметить снижение мощности ВВ с ростом их термостойкости.

Пороха и топливно-окислительные системы характеризуются тем, что химическое превращение протекает в режиме взрывного горения и оказывает метательное воздействие, которое используется для метания пуль и снарядов перфораторов, бойков грунтоносов, а также для термогазохимического воздействия на пласт, гидроразрыва пласта, приведения в действие взрывных пакеров и других целей.

Дымный ружейный порох (ДРР) имеет термостойкость до 150 °C и применяется для снаряжения взрывных пакеров ВП и ВПМ, изготовления воспламенительных зарядов. Бездымные пороха обладают меньшей термостойкостью (110 °C), применяются в зарядах грунтоносов и пулевых перфораторах, при определенных условиях они способны детонировать. При температурах в скважинах более 150 °C применяются термостойкие пороха.

В последние годы для разрыва и термогазохимической обработки пласта используются твердые и жидкые топливно-окислительные системы, в том числе и из конверсионных взрывчатых веществ, ранее применявшимся в военных целях.

Способы и средства инициирования зарядов ВВ

При выполнении прострелочно-взрывных работ применяют два способа инициирования зарядов ВВ.

При спуске аппаратов на геофизическом кабеле используют электрический способ инициирования: первичный инициирующий импульс осуществляется подачей электрического импульса во взрывную сеть.

При спуске аппаратов на трубах инициирование выполняется вбросыванием в став труб резинового шара или металлического ломтика, для приведения в действие ударного механизма, который производит накол капсюля-детонатора в узле инициирования.

Средства инициирования подразделяют на средства воспламенения и средства возбуждения и передачи детонации.

Средства воспламенения дают луч огня для возбуждения пороховых зарядов и капсюлей-детонаторов лучевого действия, а также являются элементами электродетонаторов и взрывных патронов (табл. 9.2).

Таблица
Средства воспламенения

Наименование и применение	Условия применения	Размеры, мм		Термостойкость, °С
		длина	диаметр	
Термостойкий электрозапал ТЭЗ-ЗП	Для воспламенения пороховых зарядов и горюче-кислительных составов (ГОС) в ПВА	10	9,1	165
Электровоспламенитель повышенной термостойкости ЭВ-ПТ-Гр	Для воспламенения пороховых составов и воспламенительных составов в средствах взрывания в ПВА	5,2	5,35	270
Пиропатрон ПП 9	Для воспламенения пороховых зарядов	19,3	15,1	100
Пиропатрон термостойкий ППТ-230	Для воспламенения ГОС	19,0	15,1	220
Капсюль-воспламенитель накольного действия КВН-11	Для воспламенения составов в капсюлях детонаторах в аппаратах, спускаемых на трубах	9,4	6,0	150 ± 5
Воспламенитель топливных зарядов ВТЗ 200/100	Для воспламенения топливных зарядов	71	7,2	200 при 100 МПа

В качестве средств воспламенения применяют электровоспламенители, электрозапалы и пиропатроны, состоящие из гильзы (корпуса), где размещается мостик накаливания и небольшое количество легковоспламеняющегося состава, дающего луч огня, обеспечивающего поджигание пороха или инициирующего ВВ.

Электровоспламенитель повышенной термостойкости ЭВ-ПТ является элементом взрывного патрона ПВ-4 и взрывателя В-473. Электровоспламенители с металлическим мостиком накаливания являются возбуждающими элементами термостойких электродетонаторов типа ТЭД. Термостойкие электrozапалы ТЭЗ-ЗП применяют для поджигания зарядов пороховых генераторов давления.

Капсюль-воспламенитель накольного действия КВН-11 применяется для воспламенения термостойкого капсюля-детонатора лучевого действия типа ТКД при инициировании ПВА, спускаемых в скважину на трубах (рис. 9.1, *a*).

Термостойкий капсюль-детонатор накольного действия типа КДН представляет собой металлическую гильзу, снаряженную навеской зажигательного состава, воспламеняющуюся от накола, и комбинированным зарядом ВВ.

Термостойкие электродетонаторы типа ТЭД (рис. 9.2) конструктивно отличаются от обычных электродетонаторов тем, что мостик накаливания и зажигательный состав контактируют без зазора с инициирующим ВВ.

В зависимости от условий применения ($t = 160 \div 250$ °C) отдельные конструкции электродетонаторов типа ТЭД отличаются применяемыми в них инициирующими и бризантными ВВ, а также рядом конструктивных особенностей. Величина электрического сопротивления электродетонаторов типа ТЭД составляет $0,8 \div 3,0$ Ом, безопасный ток – 0,2 А, гарантийный ток – 1,0 А.

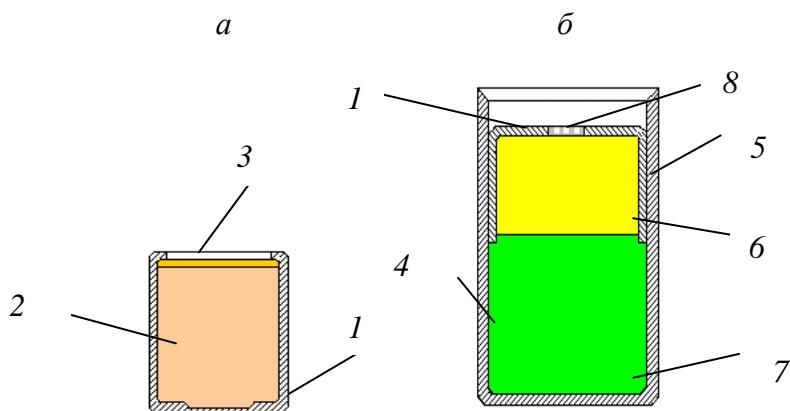


Рис. 9.1. Средства инициирования накольного действия:
а – капсюль-воспламенитель КВН-1: 1 – колпачок-гильза, 2 – зажигательный состав, 3 – кружок;
б – термостойкий капсюль-детонатор ТКД: 4 – гильза, 5 – чашечка, 6 – заряд первичного инициирующего ВВ, 7 – заряд бризантного ВВ, 8 – отверстие

Существенным недостатком электродетонаторов типа ТЭД является возможность преждевременных взрывов от сторонних электрических токов, что требует обязательного отключения электрооборудования на скважине во время выполнения прострелочно-взрывных работ. В последние годы широкое применение нашли защищенные электродетонаторы ЭД-ПН, не чувствительные к токам промышленной частоты (рис. 9.3). Для инициирования таких

электродетонаторов необходимо использование специальных высокочастотных взрывных приборов.

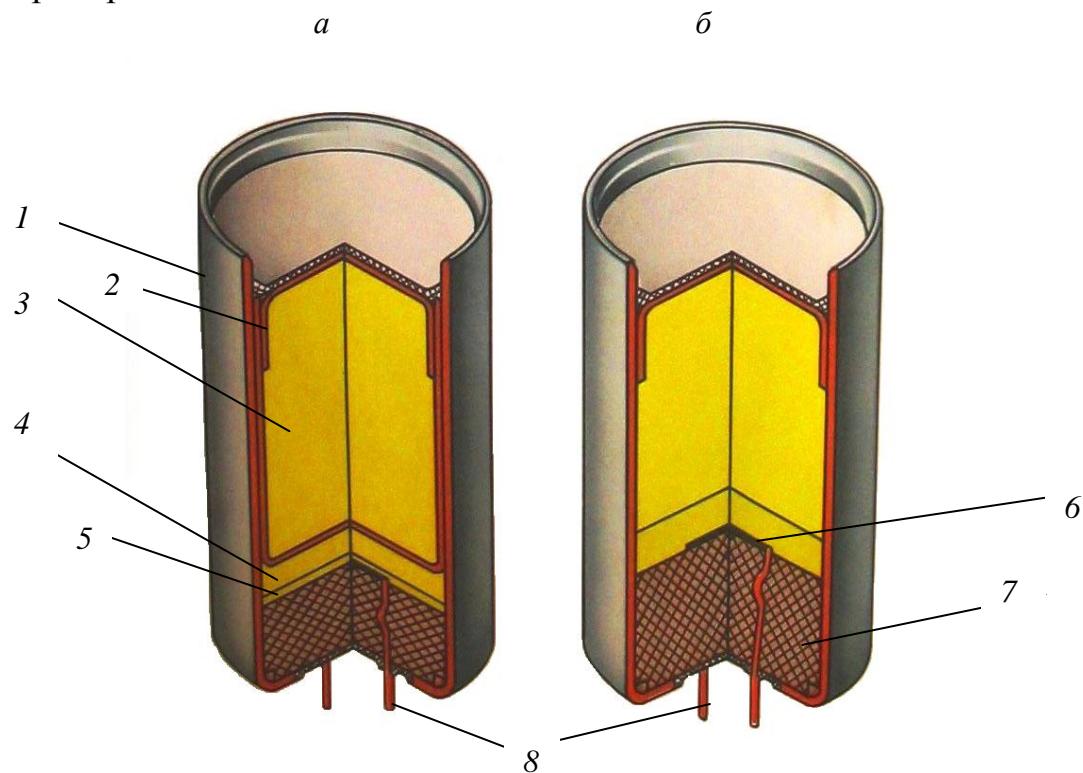


Рис. 9.2. Электродетонаторы ТЭД-165, ТЭД-200 (а), ТЭД-250 (б):
 1 – гильза; 2 – чашечка; 3 – бризантное ВВ; 4 – инициирующее ВВ; 5 – воспламенительный состав;
 6 – мостик накаливания; 7 – прессованный материал; 8 – провода

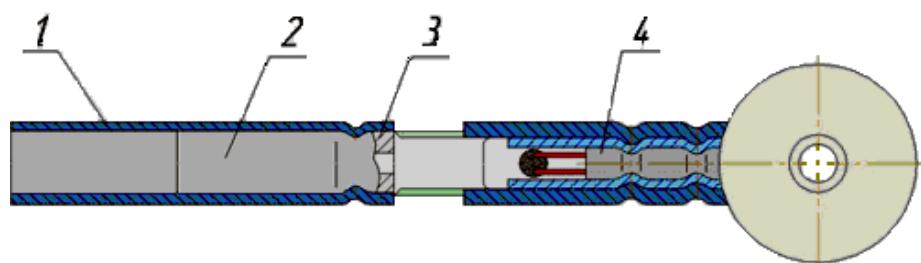


Рис. 9.3. Электродетонатор ЭД-ПН предохранительного действия, нечувствительный:
 1 – гильза; 2 – заряд передаточный; 3 – втулка предохранительная; 4 – электровоспламенитель

Взрывные патроны обычно состоят из электродетонатора и дополнительной шашки (заряда) ВВ, размещенных в металлическом корпусе.

В зависимости от условий работы взрывные патроны подразделяют на две группы:

Негерметичные взрывные патроны используются для возбуждения детонации детонирующего шнуря в корпусных перфораторах.

Взрывной патрон ПВ-4 (рис. 9.4, а) имеет неметаллический корпус, в котором установлен электровоспламенитель, капсюль-детонатор и шашка флегматизированного гексогена с осевым отверстием под отрезок детонирующего шнуря, идущего к зарядам. Патрон имеет вилку для установки в гнездо

контактного диска, расположенного в нижней части перфоратора. Между электровоспламенителем и капсюлем-детонатором выполнен разрыв для того, чтобы патрон не сработал при случайном попадании в перфоратор скважинной жидкости.

Взрывной патрон предохранительного действия типа ПВ-ПД (рис. 9.4, б) благодаря своим конструктивным особенностям (наличию отверстий в корпусе) имеет более ярко выраженный предохранительный характер. В качестве возбуждающего элемента в конструкции патрона используется электродетонатор ТЭД.

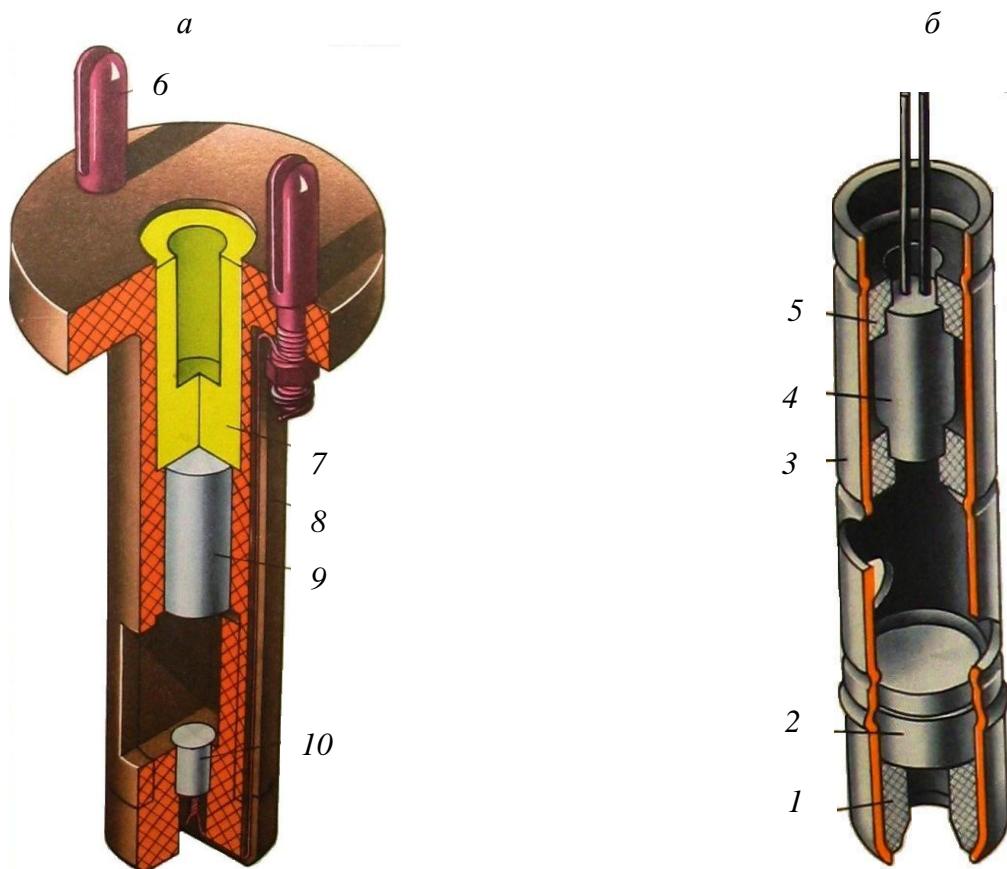


Рис. 9.4. Негерметичные взрывные патроны ПВ-4 (а), ПВ-ПД (б):

1 – пробка; 2 – промежуточный детонатор; 3 – корпус ВВ; 4 – электродетонатор; 5 – втулка; 6 – штырь; 7 – дополнительная шашка ВВ; 8 – корпус; 9 – капсюль-детонатор; 10 – электровоспламенитель

В практике прострелочно-взрывных работ применяется патрон ПВ-ПД-М (малогабаритный), а также взрывной патрон ПВ-ПД-Н (рис. 9.5, табл. 9.3), выполненный на базе электродетонатора ЭД-ПН и нечувствительный к сторонним токам.

Безотказное срабатывание от импульса тока частотой (15 ± 2) кГц, длительностью не менее 10 мс, силой тока $(1,0 \pm 0,1)$ А, в цепи ЭД с геофизическим кабелем длиной до 6000 м и инициированием шнура ДШТ-200.

Герметичные взрывные патроны предназначены для применения в бескорпусных кумулятивных перфораторах, торпедах и ряде других аппаратов.

Выпускается несколько типов герметичных взрывных патронов, отличающихся конструктивными особенностями и условиями применения.

Патрон ПГ-170 (рис. 9.6) применяется при температуре до 170 °C и давлении скважинной жидкости до 150 МПа, но не защищен от воздействия ближдающих токов и зарядов статического электричества.

Патроны ПГН-150 и ПГН-165 применяются при температуре до 150 °C, 165 °C соответственно, являются защищенным от воздействия ближдающих токов и зарядов статического электричества, но могут применяться при давлении скважинной жидкости лишь до 50 МПа (табл. 9.3).



Рис. 9.5. Негерметичный взрывной патрон ПВ-ПД-Н

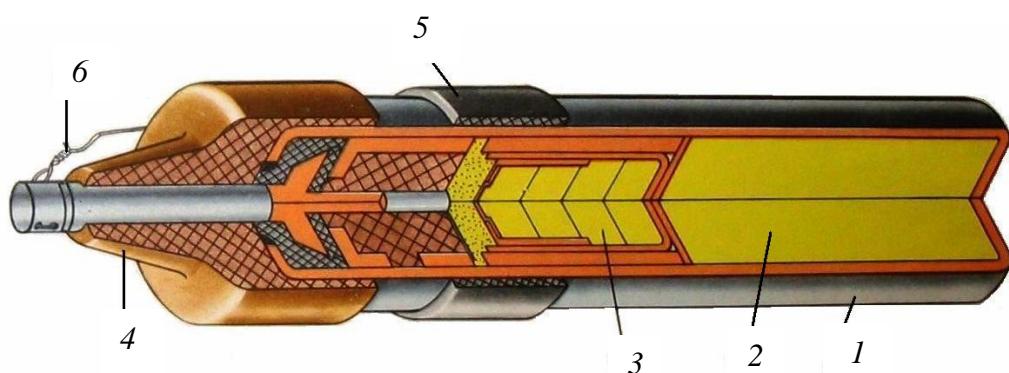


Рис. 9.6. Герметичный взрывной патрон ПГ-170:

1 – корпус; 2 – бризантное ВВ; 3 – узел инициирования (ЭД); 4 – резиновое уплотнение; 5 – изоляционная лента; 6 – проводник

Таблица
Взрывные патроны

Наименование и обозначение	Условия применения		Размеры, мм		Вес изделия, масса ВВ, г
	максимальная температура, °C	максимальное давление, МПа	длина	диаметр	
ПВПД-М	150	–	65	7,1	3,0 / 0,47
ПВПД-Н-150	150	–	82 ± 2,2	7,2	7,8 / 1,13
ПВПД-Н-165	165	–	93,0	7,45	5,0 / 0,96
ПГН-150	150	50	78	18	30,0 / 2,8
ПГН-165	165	60	78	18	28,0 / 2,6
ПГ-170	170	150	78,5 ± 2,5	14	34,0 / 6,0

Детонирующие шнуры (табл. 9.4) предназначены для передачи детонации кумулятивным зарядам перфораторов и используются в качестве заряда торпед из детонирующего шнура (ТДШ).

Таблица
Характеристика детонирующих шнуро

Тип ДШ	Тип ВВ	Навеска, г/м	Диаметр, мм	Границы применения		Условия применения
				$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	
ДШВ	ТЭН	12,5	5,8	100	50	Жидкость
ДШУ-33	Гексоген	33	8,5	100	50	—“—
ДШТ 165	Гексоген	20	6,0	165	—	—
ДШТ 200	Октоген	20	6,0	200	—	—
ДШТТ 180	ГНДС	45-80	8,5-10,5	175	80	Жидкость
ДШТТ 250	НТФА	45-80	8,5-10,5	250	150	—“—
ДУЗТВ 250/1500	НТФА	28	6,0	250	150	—“—

Широко распространенный шнур типа ДШВ применяется для формирования зарядов торпед ТДШ в водяных скважинах, а при герметизации концов успешно используется и в нефтяных скважинах при температуре до 100 °С и давлении 50 МПа. Детонирующий шнур усиленный ДШУ-33 имеет более мощный линейный заряд и предназначен для применения в тех же условиях. Детонирующие шнуры ДШВ, ДШУ и ДШТ отличаются типом снаряжаемых ВВ и величиной линейного заряда (рис. 9.7).

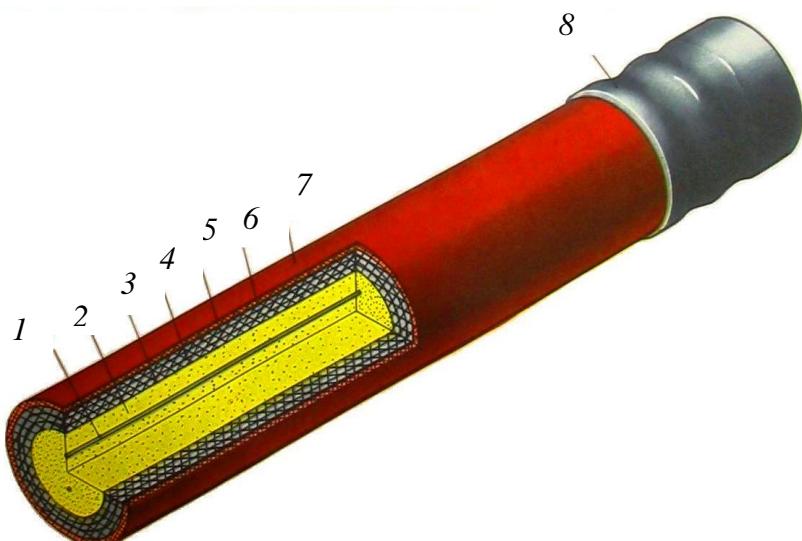


Рис. 9.7. Детонирующие шнуры ДШВ, ДШУ, ДШТ:

- 1 – две направляющие нити; 2 – взрывчатое вещество; 3 – оплетка первая из льняной пряжи; 4 – оплетка вторая из хлопчатобумажной пряжи; 5 – оплетка третья из хлопчатобумажной пряжи таблетка ВВ; 6 – слой мастики, предохраняющий сердцевину от высыхания и высыпания; 7 – оболочка пластиковая; 8 – алюминиевый колпачок

Термостойкие детонирующие шнуры ДШТ 165 и ДШТ 200 применяются для передачи инициирующего импульса в корпусных кумулятивных перфораторах.

Таблеточные детонирующие шнуры ДШТТ 180 и ДШТТ 250 (рис. 9.8, *а*) состоят из набора цилиндрических шашек, размещенных в оболочках из фторопластовой пленки, стекловолокна и внешней изолирующей оболочки.

Детонирующий шнур типа ДУЗТВ 200 (рис. 9.8, *б*) представляет собой цилиндрический заряд из термостойкого бризантного ВВ, находящийся в оболочке из алюминиевого сплава.

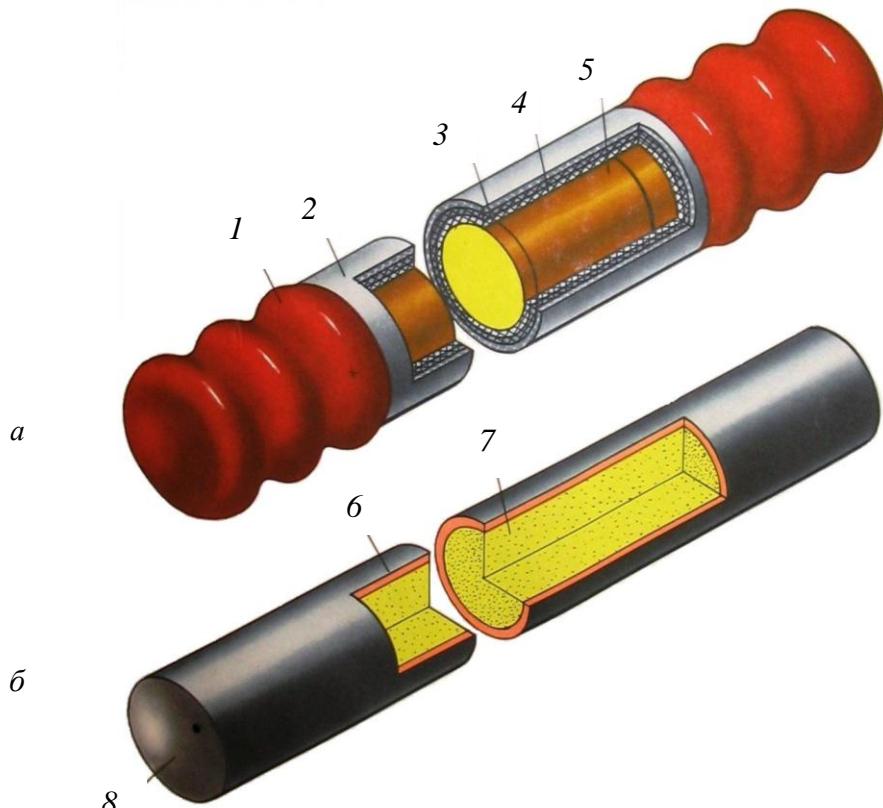


Рис. 9.8. Термостойкие детонирующие шнуры ДШТВ (*а*), ДУЗТВ (*б*):
 1 – колпачок; 2 – оболочка полиэтиленовая (верхняя); 3 – оплетка из стеклянных нитей (средняя);
 4 – пленка из фторопласта (внутренняя); 5 – таблетка ВВ; 6 – металлическая оболочка;
 7 – сердцевина ВВ; 8 – герметизирующее покрытие

Шнуры типа ДШШТ и ДУЗТВ используются в бескорпусных кумулятивных перфораторах и торпедах ТДШ. Благодаря применению термостойких ВВ и конструкции оболочки могут работать при экстремально высоких температурах и давлениях.

При спуске аппаратов на геофизическом кабеле и электрическом способе инициирования зарядов ВМ применяют специальные источники тока и контрольно-измерительные приборы.

При работе с незащищенными системами – электродетонаторами ТЭД, взрывными патронами ПВ-ПД, ПВПД-М, ВП-4, ПГ-170 и др. в качестве источника тока применяют конденсаторные взрывные приборы и машинки, которые состоят из конденсатора-накопителя, зарядного устройства, взрывного переключателя и снабжены неоновой сигнальной лампочкой для подачи сигнала о готовности прибора к работе. Принцип действия взрывных приборов и машинок заключается в относительно медленном заряжании конденсатора до потенциала $600 \div 1000$ В от низковольтного источника тока: гальванических элементов (взрывной прибор) или ручного индуктора (взрывная машинка). После зарядки конденсатора до номинального напряжения на панели прибора загорается сигнальная лампочка, и взрывник, повернув ключ в гнезде в положение «Взрыв» с помощью переключателя, посыпает во взрывную сеть мощный импульс электрического тока, обеспечивающий инициирование электродетонаторов или взрывных патронов.

При спуске аппаратов на геофизическом кабеле и электрическом способе инициирования зарядов ВМ, а также при использовании защищенных электрических систем применяют специальные источники тока и контрольно-измерительные приборы (см. раздел 15.4).

Лекции 4-8 ПЕРФОРАЦИЯ СКВАЖИН

Общие сведения о перфорации скважин

Для вскрытия продуктивных пластов и интенсификации из них притока нефти и газа применяют стреляющие перфораторы, которые по принципу действия разделяются на кумулятивные и пулевые. Перфораторы спускают в скважину на геофизическом кабеле и приводят в действие подачей с поверхности земли по нему импульса электрического тока. Некоторые кумулятивные перфораторы опускают в скважину на колонне насосно-компрессорных труб и приводят их в действие гидравлическим или механическим способом. Перфорация скважин выполняется, как правило, на участке скважины с закрепленными обсадными трубами стенками.

Вскрытие пластов стреляющими перфораторами может осуществляться при репрессии (забойное давление в скважине выше пластового) и депрессии (забойное давление в скважине ниже пластового).

Вскрытие пластов при депрессии осуществляется перфораторами типа ПКТ, спускаемыми на насосно-компрессорных трубах, и его рекомендуется применять при вскрытии любой части пласта, в том числе и при контактных зонах независимо от величины искривления скважины, качества цементной оболочки, обсадной колонны, аномальности пластового давления. Для вскрытия пластов при репрессии исходят из условий безопасного проведения перфорации и предотвращения проникновения больших объемов жидкости из скважины в пласт.

В подавляющем большинстве случаев все виды перфорационных работ в скважинах производятся при репрессии ($D_{р,р}$) на продуктивный пласт. Величина репрессии не должна превышать 5÷10 % от значения пластового давления (но не более 2,5÷3,5 МПа) в зависимости от глубины скважины.

Гидростатическое давление столба жидкости, заполняющей скважину, должно превышать пластовое на величину:

10÷15 % – для скважин глубиной до 1200 м, но не более 15 МПа;

5÷10 % – для скважин глубиной до 2500 м (в интервале от 1200 до 2500 м), но не более 2,5 МПа;

4÷7 % – для скважин глубиной более 2500 м (в интервале от 2500 м до проектной глубины), но не более 3,5 МПа.

При репрессии на пласт в призабойной зоне продуктивного пласта образуется блокирующая зона, состоящая из пристенной кольматационной (толщиной до 5÷1,5 мм) и инфильтрационной (радиусом до 300÷1000 мм) зон. Чем больше репрессия на пласт (а также водоотдача бурового раствора и время контакта его с продуктивным пластом), тем более мощная блокирующая зона образуется при первичном вскрытии пласта.

В мировой и отечественной практике наиболее широкое распространение получили кумулятивные перфораторы, на которые приходится 90÷95 % от общего объема выполняемых работ.

Кумулятивная перфорация

Кумулятивная перфорация основана на пробивном действии кумулятивных зарядов ВВ, размещенных в корпусе (каркасе) перфоратора. В результате работы кумулятивных зарядов в приствольной зоне скважины образуются каналы длиной обычно 150÷500 мм и диаметром 8÷15 мм. Взрывание кумулятивных зарядов в перфораторах производят с помощью детонирующего шнуря, который инициируется взрывным патроном, электродетонатором от электрического импульса или капсюлем-детонатором от ударного импульса.

При вскрытии продуктивных пластов применяют кабельную и трубную перфорации (рис. 10.1, 10.2). Спуск ПВА на кабеле применяют для наклонно направленных и вертикальных скважин, спуск ПВА на насосно-компрессорных трубах применяют для горизонтальных скважин.

По способу герметизации зарядов ВВ и средств инициирования кумулятивные перфораторы разделяют на корпусные и бескорпусные (табл. 10.1).

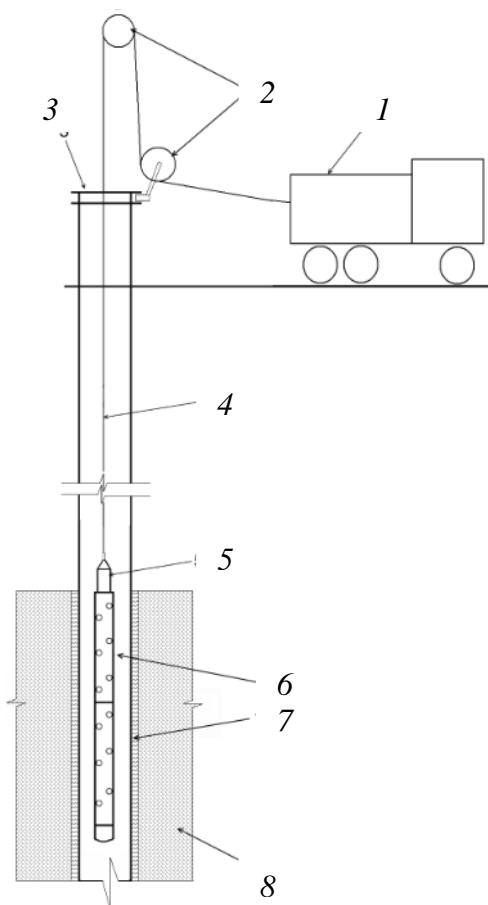


Рис. 10.1. Спуск ПВА на геофизическом кабеле:
 1 – каротажный подъемник;
 2 – отклоняющий ролик с блок-балансом; 3 – устье скважины;
 4 – геофизический кабель; 5 – головка;
 6 – перфоратор (ПК-105);
 7 – эксплуатационная колонна;
 8 – продуктивный пласт

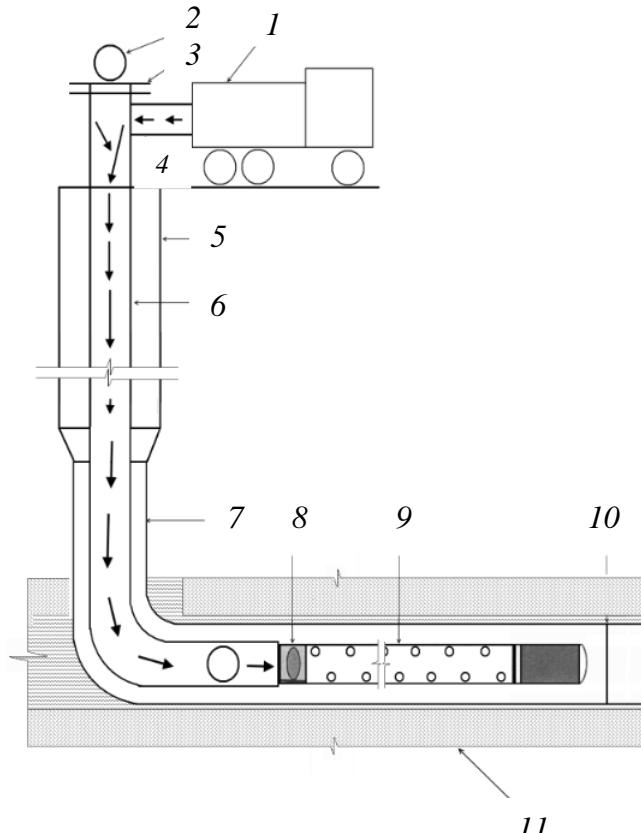


Рис. 10.2. Спуск ПВА на насосно-компрессорных трубах:
 1 – агрегат ЦА-320; 2 – резиновый шар;
 3 – заглушка; 4 – линия прокачки;
 5 – эксплуатационная колонна; 6 – насосно-компрессорные трубы; 7 – эксплуатационная колонна «хвостовик»; 8 – инициирующая головка;
 9 – перфоратор (ПМ73СТ, ПМ73СТА);
 10 – стопорное кольцо; 11 – продуктивный пласт

Классификация кумулятивных перфораторов

Тип	Обозначение	Конструктивные особенности
Корпусные	ПК	Извлекаемый корпус многократного использования
	ПКО, ПКОТ, ПКТ, ПКОС (наружный диаметр 60 мм и более)	Извлекаемый корпус однократного использования
	ПКОС (наружный диаметр 38 мм и менее)	Разрушающийся корпус однократного использования
Бескорпусные	ПКС, ПРК	Частично разрушающийся с извлекаемым монтажным каркасом
	ПР, КПРУ	Полностью разрушающийся с извлекаемой головкой-грузом

Таблица 10.1

10.2.1. Корпусные кумулятивные перфораторы

В корпусных перфораторах кумулятивные заряды и СИ размещены внутри прочного герметичного металлического корпуса, который защищает их от непосредственного контакта со скважинной жидкостью и воспринимает на себя действие продуктов детонации и осколков, защищая обсадную трубу и цементное кольцо от повреждений. Благодаря герметичному корпусу корпусные кумулятивные перфораторы обладают по сравнению с бескорпусными перфораторами повышенной баро- и термостойкостью.

Корпусные кумулятивные перфораторы бывают многократного и однократного использования.

Корпусные кумулятивные перфораторы многократного использования типа ПК имеют прочный толстостенный корпус из высокопрочной легированной стали, рассчитанный на 25÷30 выстрелов (залпов).

Наибольшее распространение получили перфораторы ПК105 с наружным диаметром корпуса 105 мм, которые выпускаются различными производителями и отличаются рядом конструктивных особенностей. Принципиальное устройство перфоратора типа ПК представлено на рис. 10.3, конструкция и внешний вид кумулятивных зарядов – на рис. 10.4 и 10.5.

Кумулятивный корпусный перфоратор **ПК105**, спускаемый на каротажном кабеле, предназначен для вторичного вскрытия пластов в обсаженных скважинах, заполненных жидкостью или газом, и включает головку с электропроводом, корпус (секцию) длиной около 1 м и наконечник, соединяемые на резьбе. Перфоратор может состоять из одной или двух секций. Внутри герметичного корпуса размещаются кумулятивные заряды, установленные напротив ствольных отверстий. Хвостовики зарядов фиксируются в гнездах (углублениях), выполненных внутри корпуса напротив ствольных отверстий. Фазировка смежных зарядов составляет 60, 90 или 120°, плотность установки 10÷12 на 1 м. Заряды вставляют в корпус перфоратора со стороны торца установочными клещами, предварительно продевая через отверстие в хвостовике детонирующий шнур. Крепление и центрирование заряда со стороны гнездового отверстия производят с помощью установочной втулки, которая опирается на манжету, закрепленную в заряде со стороны кумулятивной выемки.

Инициирование кумулятивных зарядов осуществляется детонирующим шнуром, проложенным через хвостовики зарядов, и электродетонатором или взрывным патроном, который устанавливается в нижней части перфоратора и фиксируется в пластмассовом диске (крестовине) с помощью пружинного кольца. Наиболее широкое применение получили взрывные патроны ПВПД-Н и электродетонаторы ЭД-ПН, исключающие срабатывание перфоратора при разгерметизации корпуса и защищенные от статического электричества и токов промышленной частоты.

Основные технические характеристики кумулятивных корпусных перфораторов многократного использования и зарядов к ним приведены в табл. 10.2.



Рис. 10.3. Корпусные кумулятивные перфораторы многократного использования:

a – перфоратор ПК 105: 1 – головка с электропроводом, 2 – корпус (секция), 3 – наконечник, 4 – заряд ЗПК, 5 – электродетонатор или взрывной патрон, 6 – детонирующий шнур, 7 – взрывной провод, 8 – узел герметизации;
б – перфоратор КПМ 105, заряд ЗПК105Н ГП

Рис. 10.4. Конструкция заряда ЗПК:

1 – колпачок; 2 – манжета; 3 – кумулятивная выемка; 4 – шашка ВВ; 5 – корпус заряда; 6 – детонатор промежуточный

Таблица 10.2

Технические характеристики перфораторов многократного использования

Тип перфоратора	ПК105СМ	ПК105СМ-02	ПК105-7			
Тип заряда	ЗПК105СМ ЗПК105СА	ЗПК105С	ЗПК1 05-7	ЗПК105 С-7	ЗПК105Н ГП	ЗПК105Н БО
Масса заряда, г	22	22	22	22	20	22
Плотность перфорации, отв./м	12	12	10	12	12	12
Фазовая ориентация зарядов, град.	60, 120/60	60, 90, 120	60,9 0	60,90	60,90	60,90
Максимальная температура, °С	150	150	150	150	150	150
Максимальное давление, МПа	60	80	50	50	50	50
Диаметр отверстия, мм	681/210	681	320	650	700	237
Глубина отверстия, мм	11/21	11	9,5	10	10	22

В зависимости от условий применения, по выбору потребителя, в перфораторе применяются заряды: «ГП» и «БО», обеспечивающие образование глубоких входных отверстий либо отверстий большого диаметра, но меньшей длины. Возможно применение зарядов обоих типов в одном перфораторе.

Перфораторы ПК105СМ/(02) отличаются высокой пробивной способностью и имеют небольшое фугасное действие на стенки обсадной колонны и могут применяться при малых гидростатических давлениях, вплоть до атмосферного. Исполнения перфораторов различаются способом герметизации кумулятивных зарядов:

ПК105СМ – с помощью резьбовых заглушек с шестиугольным основанием по ключ;

ПК105СМ-02 – с помощью вставных дюралюминиевых опорных дисков и резиновых пробок.

Перфоратор ПК105СМ может применяться при более высоком давлении в скважине вследствие большей прочности герметизирующих элементов.

Кроме того, ввинтные дюралюминиевые пробки при взрыве остаются в корпусе, и по отверстиям, пробиваемым в них, можно контролировать полноту и качество срабатывания всех зарядов.

Перфоратор ПК105СМ-02 обладает высокой технологичностью в части сборки (разборки) и находит более широкое применение. Недостаток – засорение скважин дисками и пробками, особенно при небольших гидростатических давлениях в скважине.

Максимальный поперечный габарит корпуса перфораторов, допустимый в эксплуатации, – 110 мм. Минимальный внутренний диаметр обсадной колонны при плотности раствора до 1,5 г/см³ – 125 мм; свыше 1,5 г/см³ – 128 мм.

Длина перфоратора в сборе 1655 мм, перфоратора из двух секций – 2712 мм, вес – соответственно 25 и 45 кг.

Корпусные кумулятивные перфораторы одноразового использования характеризуются тем, что кумулятивные заряды и системы иницирования размещаются внутри относительно тонкостенных труб, простреливаемых кумулятивными струями.

К корпусным перфораторам одноразового использования относятся: **ПКО102, ПКО89АТ, ПКО73, ПКО89С** и др.; цифровое обозначение в аббревиатуре перфоратора обозначает его наружный диаметр. Для крепления зарядов внутри корпуса перфоратора типа ПКО используются металлические ленточный (рис. 10.6) или облегченный трубный каркасы (рис. 10.7). Кумулятивный корпусный перфоратор ПКО102СКА с облегченным трубным каркасом (см. рис. 10.7), спускаемый на каротажном кабеле, предназначен для вторично-го вскрытия пластов в обсаженных скважинах диаметром 125 мм и заполненных жидкостью.

Характеристики этого и других перфораторов типа ПКО представлены в табл. 10.3. Для повышения пробивной способности и улучшения извлекаемости из скважины после отстрела корпус перфоратора имеет выточки (скэлопы) напротив расположения зарядов.

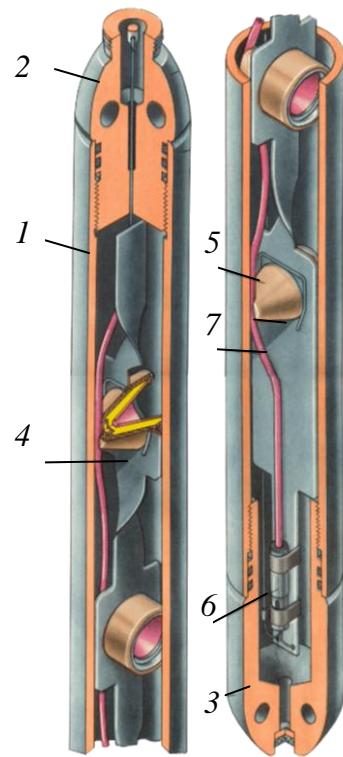


Рис. 10.6. Перфоратор ПКО с ленточным каркасом:
 1 – корпус; 2 – головка;
 3 – наконечник;
 4 – ленточный каркас;
 5 – заряд ВВ; 6 – ЭД (ВП);
 7 – детонирующий шнур

Таблица 10.3

Технические характеристики перфораторов однократного использования

Наименование показателя	Тип перфоратора				
	ПКО102СКА	ПКО102СК	ПКО89СМ	ПКО89С	ПКО73С
2	3	4	5	6	7
1. Поперечный габарит перфоратора, мм	119	119	89	89	73
2. Минимальный проходной диаметр, мм	125	125	115	115	86
3. Диапазон гидростатического давления, МПа	0,1 – 100	0,1 – 100	0,1 – 80	0,1 – 80	0,1 – 80
4. Допустимая температура при выдержке 2 ч, °С	165	165	150	150	150
5. Плотность перфорации, отв/м	20	14; 17	18	14; 18	14
6. Фазировка зарядов, град	60	60	60	60; 90	60

1	2	3	4	5	6
7. Марка заряда	ЗПКО89СМА ЗПКО89СМ	ЗПКО89С ЗПКО89СА	ЗПКО89СМ	ЗПКО89С-04 ЗПКО89СМ	ЗПКО73С ЗПКО73СА
8. Масса ВВ одного заряда, г	24/23	34/29	22	22; 31	18
9. Средняя глубина пробития по бетонной мишени, мм по аналогу API RP-43 по стандарту API RP 19B	217/693	953/150	693	693/890	520/160
10. Средний диаметр входного отверстия в стальной пластине мишени, мм по аналогу API RP-43 по стандарту API RP 19B	18,77/11,3	12,6/26	11,3	11,3/11	14
11. Длина перфоратора, м	1–3	1–3	1–10	1–6	1–3

В зависимости от условий применения, по выбору потребителя, в перфораторе применяются заряды, обеспечивающие глубокое пробитие (ЗПКО89СМ), и заряды, позволяющие получать большой диаметр входного отверстия (ЗПКО89СМА).

Зарядка перфоратора ПКО на ленточном каркасе производится в следующем порядке:

Заряды вставляются в отверстия ленты, затем в пазы зарядов со стороны хвостовика по винтовой линии укладывается отрезок ДШ и закрепляется с помощью фиксатора, параллельно ДШ прокладывается ЭВС. После этого в корпус осторожно вставляется снаряженная лента. Во избежание повреждения электропровода он должен быть слегка натянут.

Лента к зарядочному комплекту ПКО поставляется длиной 1 м, с плотностью 12 отв/м, крепление лент между собой производится с помощью «усиков». На одной стороне ленты просверлены два отверстия, с другой – выступают «усики», которые при соединении лент входят в отверстия и загибаются поперек ленты. Детонирующий шнур, со стороны наконечника должен выступать на 8÷10 см.

Перфораторы **ПКО89С, ПКО89СМ** (рис. 10.8) предназначены для работы в обсадной колонне с минимальным внутренним диаметром 117 мм, с максимальной плотностью зарядов до 18 отв/м, зависящей от конструкции каркаса (12, 14, 18 отв/м). Перфораторы собираются из секций длиной 1 м.

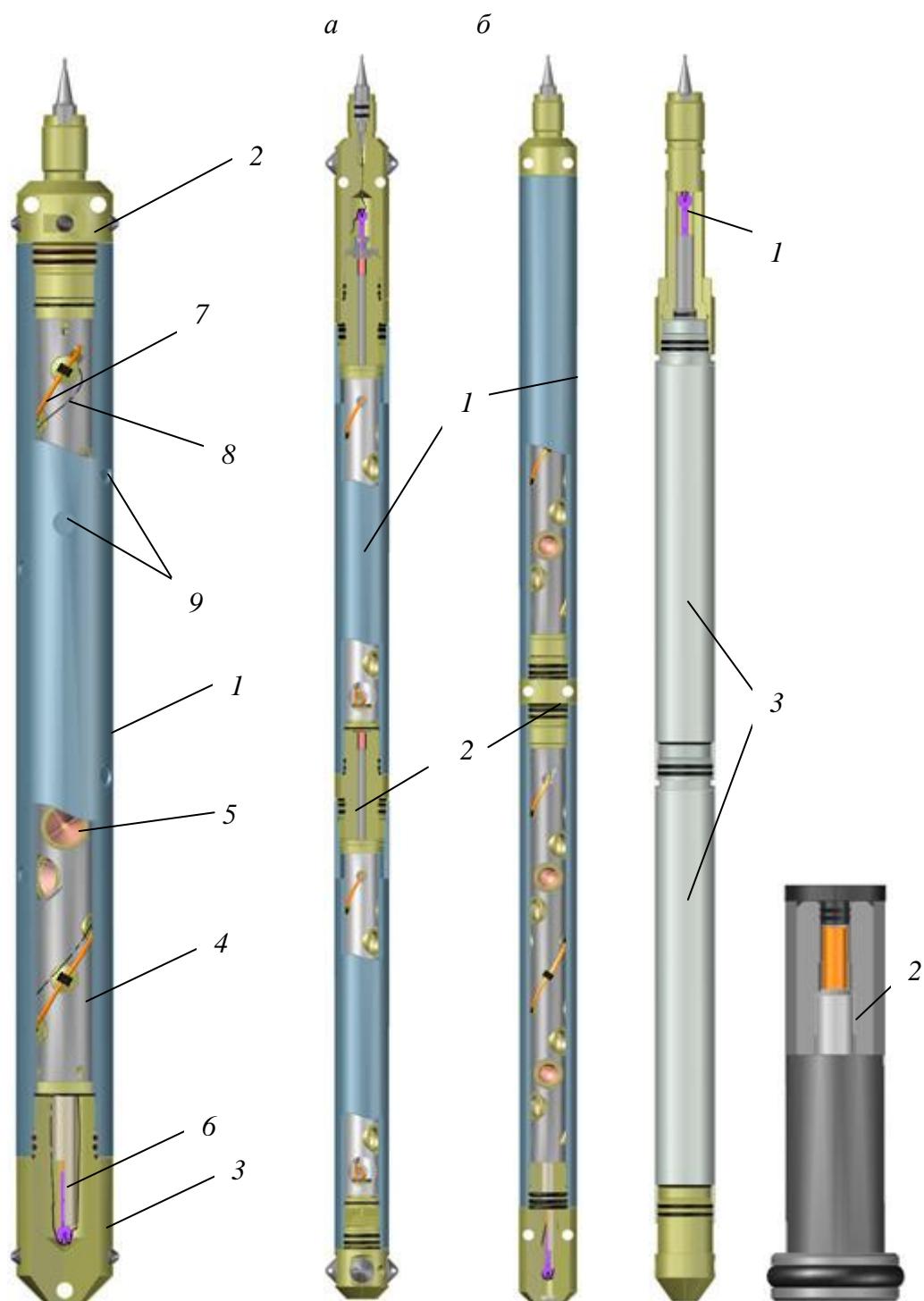


Рис. 10.7. Перфораторы ПКО102СК, ПКО89СА, ПКО73С:
 1 – корпус; 2 – головка;
 3 – наконечник; 4 – трубный каркас;
 5 – заряд ВВ; 6 – ЭД (ВП);
 7 – детонирующий шнур;
 8 – взрывной провод; 9 – скэлопы

Рис. 10.8. Перфораторы:
 а – ПКО89СМ;
 б – ПКО89С:
 1 – секция,
 2 – узел передачи детонации

Рис. 10.9. Модульный перфоратор ПМ73СК:
 1 – взрывной патрон ПВПД-Н;
 2 – устройство передачи детонации УПД;
 3 – модуль

Перфоратор **ПКО73С** предназначен для вскрытия продуктивных пластов в скважинах, обсаженных одной или двумя зацементированными колоннами, с плотностью зарядов до 12 отв/м. Минимальный внутренний диаметр колонны 86 мм.

Кумулятивный модульный перфоратор ПМ73СК (рис. 10.9) состоит из герметичных, снаряженных в условиях завода изготовителя модулей длиной 1 м, соединяемых между собой свинчиванием. К верхнему модулю присоединяется головка перфоратора, для соединения с кабельным наконечником КГ160. Инициирование перфоратора производится от патрона взрывного ПВПД-Н и от устройства детонации перфоратора УДП, установленных в головке перфоратора.

Между отдельными секциями перфоратора также устанавливается устройство передачи детонации (УПД). Образующиеся в результате взрыва детонирующего шнура и зарядов в верхней секции перфоратора раскаленные газы устремляются через сужающийся канал переходника к капсюлям-детонаторам лучевого действия УПД, расположенного в начале следующей секции, и вызывают его детонацию. От УПД детонируют ДШ и группа кумулятивных зарядов второй секции и т. д. Устройство не содержит инициирующих веществ, что обеспечивает безопасность в обращении

По выбору заказчика поставляются модули без скэлопов, снаряженные зарядами ГП (в ПМ73СК), или модули со скэлопами, снаряженные зарядами БО (в ПМ73СКА), а также модули «пропуск». Плотность перфорации составляет 10, 15 и 19 отверстий на метр. Фазировка зарядов 60° или 90°. Максимальная длина 10 м.

Зарядка перфоратора ПКО на трубном каркасе проводится в следующем порядке:

Заряды вставляются в отверстия каркаса, затем в пазы зарядов со стороны хвостовика по винтовой линии укладывается отрезок ДШ и закрепляется с помощью фиксатора.

Провод ЭВС прокладывается в полость каркаса. После этого в корпус осторожно вдвигается снаряженный каркас. Во избежание повреждения ДШ на концах каркаса устанавливаются центраторы, которые по диаметру больше каркаса.

Каркасы поставляются в зависимости от длины корпусов – 1 м, 2 м и 3 м, также предусмотрено соединение корпусов большей длины с помощью соединительных переходников.

К корпусу перфоратора ПКО, для соединения с кабельным наконечником, устанавливается перфораторная головка. В этой головке установлен электроввод для соединения провода ЭВС, предварительно пропущенного через этот корпус, с геофизическим кабелем.

При одновременном отстреле нескольких корпусов перфоратора ПКО в нижний конец снаряженного корпуса ввинчивается до упора переходник, в осевое отверстие которого устанавливается узел передачи детонации (УПД), к которому, в свою очередь, крепится ДШ. Затем на переходник навинчивается второй снаряженный корпус.

При соединении каркасов между собой их необходимо ориентировать так, чтобы соседние с втулкой гнездовые отверстия под заряды располагались по правой гнездовой линии, не нарушая угловую фазировку гнезд каркасов.

В корпусных перфораторах типа ПКО применяются защищенные взрывные патроны типа ПВПД-Н или других типов, допущенных к применению ГГТН РФ. Взрывной патрон устанавливается в наконечнике корпуса перфоратора.

Срашивание детонирующих шнурков типа ДШТ-165, ДШТ-200 запрещается.

Перфораторы ПКО по сравнению с перфораторами ПК имеют более мощные кумулятивные заряды при меньшем диаметре корпуса и поэтому применяются в глубоких высокотемпературных скважинах с затрудненной проходимостью вследствие повышенной вязкости и плотности скважинной жидкости. При взрыве скважина не засоряется остатками, после подъема перфоратора по наличию отверстий, пробиваемых в корпусе кумулятивными струями, можно контролировать полноту и качество работы зарядов.

Более высокая пробивная способность позволяет уменьшить плотность перфорации на 1 м скважины, в то же время за одну операцию в скважину можно спустить большое число зарядов (до 100 шт. единовременно) и пропустрелять интервал мощностью 10 м.

Недостатком перфораторов ПКО является невозможность их применения на небольших глубинах, так как при гидростатическом давлении менее 0,1 МПа при взрыве зарядов происходит разрушение корпуса перфоратора.

Кумулятивные заряды в перфораторах ПКО имеют такую же принципиальную конструкцию, что и заряды перфораторов ПК, отличаясь наружной конфигурацией оболочки и хвостовика (рис. 10.10, 10.11).

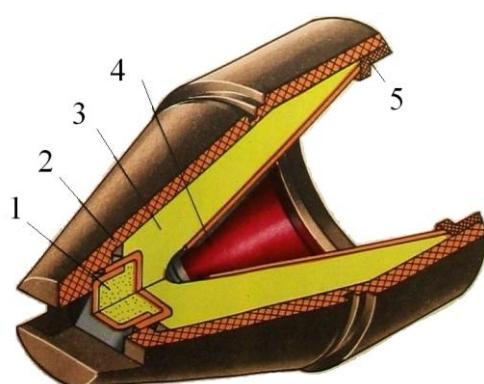


Рис. 10.10. Кумулятивный заряд ЗПКО:

- 1 – детонатор промежуточный;
- 2 – корпус-головка; 3 – шашка ВВ;
- 4 – кумулятивная воронка; 5 – манжета



Рис. 10.11. Заряд ЗПКО 89 DN (DN -01)

Заряд ЗПКО 89 DN имеет цельнотянутую кумулятивную воронку и по своим техническим характеристикам соответствует зарядам типа Big Hole

и имеет короткий канал большого диаметра. Заряды используются с целью создания отверстия большого диаметра. Заряд ЗПКО 89 DN-01 имеет беспес-тровую порошковую облицовку, повышающую качество прострелочно-взрывных работ и эффективно вскрывающую пласти с низкими коллектор-ными свойствами.

Взрывание зарядов производится так же, как у перфораторов типа ПК.

Для вскрытия пластов в глубоких скважинах в условиях высоких давлений и температур применяют перфораторы типа ПКОТ и ПКОС (рис. 10.12, 10.13).

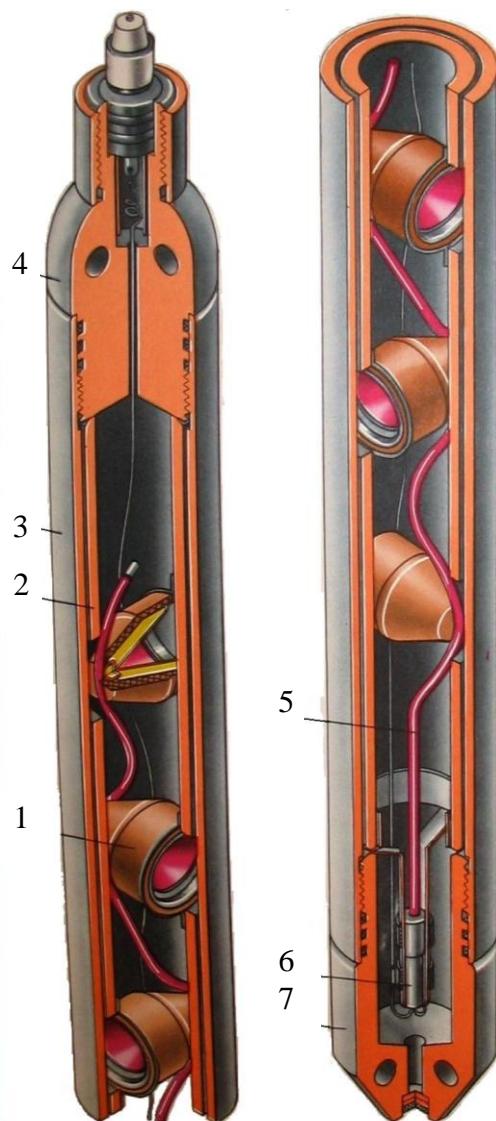


Рис. 10.12. Кумулятивный перфоратор типа ПКОТ:

1 – заряд кумулятивный; 2 – опорная труба; 3 – корпус; 4 – головка; 5 – детонирующий шнур; 6 – взрывной патрон; 7 – наконечник

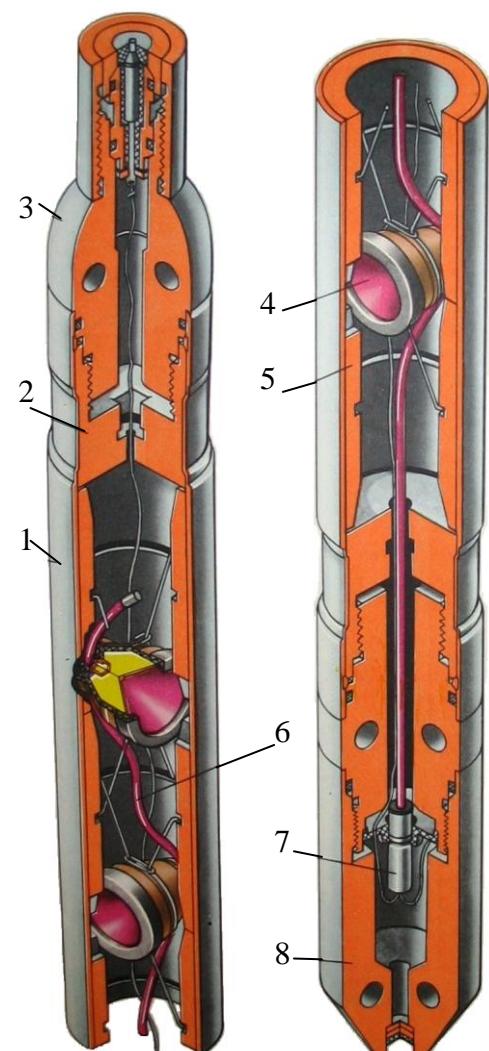


Рис. 10.13. Кумулятивный перфоратор типа ПКОС:

1 – корпус; 2 – муфта; 3 – головка; 4 – кумулятивный заряд; 5 – опорная втулка; 6 – детонирующий шнур; 7 – взрывной патрон; 8 – наконечник

Перфораторы **ПКОТ89** и **ПКОТ73** предназначены для применения в скважинах с максимальным давлением 120 МПа и температурой до 180 °С. В этих перфораторах опорная толстостенная труба с отверстиями под кумулятивные заряды размещена внутри тонкостенного корпуса с минимальным (монтажным) зазором. При спуске перфоратора под действием гидростатического давления в скважине наружный корпус обжимает опорную трубу, что позволяет эти перфораторы использовать при более высоких давлениях.

В перфораторах **ПКОС89**, **ПКОС73** и **ПКОС60**, рассчитанных на внешнее давление до 150 МПа и температуру до 250 °С, в качестве опоры для тонкостенного корпуса использованы прочные толстостенные опорные втулки (секции), в торцовых расточкиах которых установлены кумулятивные заряды: опорные втулки снабжены фигурными пазами для размещения хвостовика заряда и изогнутой части детонирующего шнура в алюминиевой оболочке, а также для свободного пропуска кумулятивной струи. Для герметизации корпуса применена двухступенчатая система уплотнения: первая ступень осуществляется резиновыми кольцами, вторая – кольцами-обтюляторами клинового сечения из мягкого алюминиевого сплава. Благодаря наличию опорных втулок при увеличении внешнего давления за пределы давления, сминающего корпус-трубу, последняя обжимается и ложится на опорные втулки не разрушаясь.

Недостатками перфораторов ПКОТ и ПКОС являются: невозможность разборки и разряжания в случае отказа и недопустимость предварительного испытания на сопротивляемость внешнему давлению в сосуде высокого давления или в скважине.

Инициирование зарядов ВВ в перфораторах ПКОС выполняется с применением высокотермостойких шнуров: ДУЗТ-250 в алюминиевой оболочке и ДШТТ-250, снаряженных НТФА, а также термостойких электродетонаторов ТЭД-250. В перфораторах ПКОС при использовании двух секций между ними устанавливается устройство для передачи детонации (УПД).

Малогабаритные перфораторы с разрушающимся корпусом **ПКОС38** (рис. 10.14) и **ПКОС32** предназначены для простреливания бурильного инструмента с целью оперативного восстановления циркуляции промывочной жидкости в бурящихся скважинах. Малогабаритный перфоратор ПКОС38 имеет тонкостенный алюминиевый кожух, опирающийся на прочные стальные секции с наклонно размещенными кумулятивными зарядами, поочередно направленными в противоположные стороны под углом 60° к продольной оси перфоратора. Передача детонации между зарядами осуществляется по детонационным каналам, проложенным между секциями вместо детонирующего шнура. Перфоратор состоит из восьми кумулятивных зарядов, снаряжается в заводских условиях и имеет неразборную конструкцию.

Перед спуском в скважину в головку перфоратора вставляется взрывной патрон, ниже которого размещается вышибной заряд, позволяющий отсоединить отстрелянный перфоратор от его головки, так что кабель извлекается из колонны труб без перфоратора.

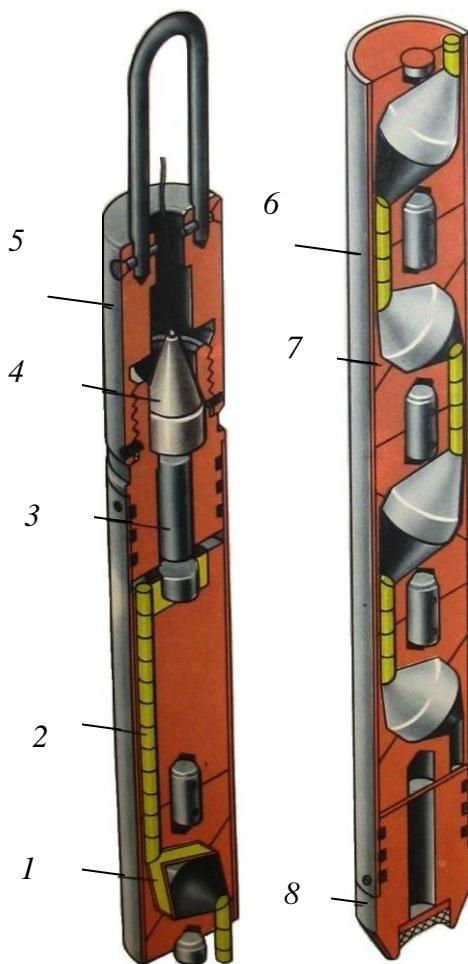


Рис. 10.14. Перфоратор ПКОС38:

- 1 – кумулятивный заряд;
- 2 – передаточные шашки;
- 3 – электродетонатор;
- 4 – уплотнение герметизирующее;
- 5 – головка; 6 – кожух перфоратора;
- 7 – фиксатор; 8 – наконечник

ройства и устройства детонации, срабатывает от ударного импульса резинового шара или штанги: жало бойка производит накол капсюля-детонатора в узле инициирования. Перфоратор применяется для вскрытия протяженных интервалов в вертикальных, наклонно направленных и горизонтальных скважинах.

Кумулятивный корпусный перфоратор **ПКТ102СТА** (рис. 10.15), спускаемый на насосно-компрессорных трубах, предназначен для вторичного вскрытия пластов в обсаженных скважинах, заполненных жидкостью.

Для повышения пробивной способности и улучшения извлекаемости из скважины после отстрела корпус перфоратора имеет выточки (скэлопы) напротив расположения зарядов. В перфораторе применяются заряды, обеспечивающие глубокое пробитие (ЗПКО89СМ), и заряды, позволяющие получать большой диаметр входного отверстия (ЗПКО89СМА).

Корпусные кумулятивные перфораторы однократного использования, спускаемые в скважину на трубах – ПКТ, предназначены для перфорации скважин при депрессии на пласт или при равновесии давлений между пластом и скважиной, без применения кабеля, а также лубрикатора для герметизации ввода кабеля в устье скважины. Перфораторы, спускаемые на насосно-компрессорных трубах, состоят из перфораторов (секций) типа ПКО или ПКОТ. Основное отличие устройства перфораторов ПКТ от ПКО и ПКОТ заключается в применении в головной части взрывного устройства с механическим приводом (головки инициирующей), а также в инициировании зарядов сверху вниз. После спуска и установки перфоратора в заданном интервале скважины внутрь колонны насосно-компрессорных труб вводят резиновый шар, который под действием закачиваемой в трубы жидкости движется к перфоратору.

Другой вариант инициирования предусматривает вбрасывание внутрь заполненных жидкостью насосно-компрессорных труб специальной штанги («ломика»). Инициирующая головка, состоящая из ударного уст-

Перфоратор состоит из инициирующей головки и зарядных секций – верхней и нижней. Зарядные секции могут различаться по длине и, соответственно, по количеству зарядов. Длина секции определяется условной длиной корпуса. Верхняя часть перфоратора заканчивается муфтой переходной, служащей для присоединения перфоратора с инициирующей головкой к трубам НКТ.

Между зарядными секциями могут находиться секции-пропуск, которые не содержат кумулятивных зарядов и служат для передачи детонации между зарядными секциями. Секции-пропуск также могут различаться по длине.

Типовая зарядная секция состоит из корпуса длиной 2 или 3 м, тонкостенного каркаса, который центрируется в корпусе при помощи центрирующих элементов, имеющих паз для прохода детонирующего шнуря. На каркасах при помощи фиксаторов закрепляются заряды и детонирующий шнур.

В нижний конец гирлянды каркасов вставляется втулка нижняя. Детонирующий шнур пропускается сквозь отверстие в усилителе детонации и закрепляется от выпадения изоляционной лентой. На верхнем конце гирлянды каркасов закреплена верхняя втулка. ДШ устанавливается вплотную к шашке усилителя детонации и фиксируется от перемещения.

При срабатывании инициирующей головки детонационный импульс от устройства детонации головки передается на усилитель детонации и на детонирующий шнур, от которого инициируются кумулятивные заряды верхней секции. Образующаяся при срабатывании заряда кумулятивная струя пробивает стенку корпуса перфоратора, обсадную колонну, цементное кольцо и образует канал в породе пласта. Детонация от верхней секции передается на ДШ нижерасположенных секций при помощи усилителей детонации, установленных навстречу друг другу с воздушными зазорами между ними.

После отстрела перфоратор извлекается из скважины или остается в ней.

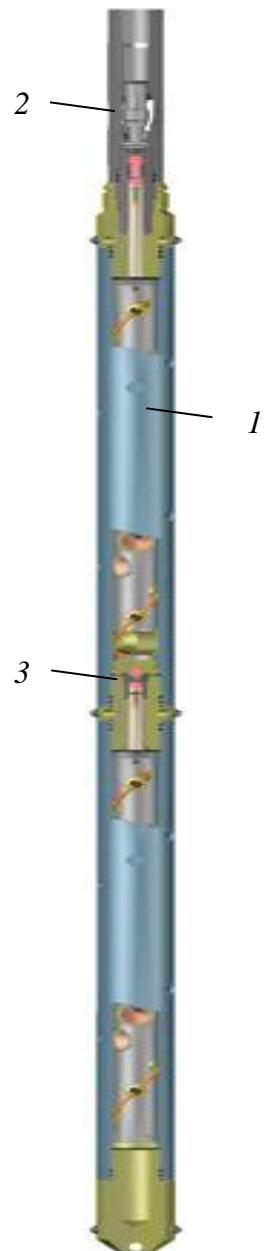


Рис. 10.15. Перфоратор ПКТ102СТА:
 1 – модуль (секция) перфоратора;
 2 – головка инициирующая ИГ1 (ИГ2) с устройством детонации УДГ;
 3 – узел передачи детонации

Головка перфораторная, переходник, наконечник и переходник верхний могут использоваться многократно, остальные элементы из состава сборки перфоратора одноразового применения.

В зависимости от условий применения, инициирование взрывной цепи перфоратора производится от инициирующей головки ИГ1 или ИГ2.

Головка инициирующая ИГ1 с устройством детонации УДГ применяется в кумулятивных корпусных перфораторах, спускаемых на НКТ внутренним диаметром не менее 50 мм, при гидростатическом давлении в полости головки не менее 5 МПа. Головка ИГ1 (рис. 10.16) применяется в перфораторах типа ПКТ с поперечным габаритом 60÷102 мм. Инициирование головки осуществляется ударным импульсом, без применения средств инициирования.

Особенности применения головки ИГ1:

- повышенная безопасность в обращении, обеспечиваемая конструкцией самой головки и входящих в её состав ударного устройства и устройства детонации;
- надёжное срабатывание от резинового шара, прокачиваемого внутри НКТ;
- надёжное срабатывание от штанги, сбрасываемой в полость НКТ в вертикальных и наклонно направленных скважинах с наклоном до 45°;
- наличие циркуляционного окна обеспечивает промывку ствола скважины и поступление пластовой жидкости в НКТ после перфорации.

Инициирование головки осуществляется механическим путем при помощи штанги (ШИП-К или ШИП-А) с применением специального наконечника ИГ2.

В отличие от штанги-ломика, используемой при трубной перфорации, интеллектуальная штанга ШИП (рис. 10.17) оснащена манометром и термометром. Кроме основной функции (инициирование перфоратора) она позволяет контролировать и визуализировать весь процесс выполнения ПВР, начиная с момента сброса штанги и заканчивая регистрацией поведения объекта после вскрытия.

Особенности применения головки ИГ2:

- повышенная безопасность в обращении, обеспечиваемая конструкцией самой головки и входящих в её состав ударного устройства и устройства детонации;
- надёжное срабатывание от штанги, сбрасываемой в полость НКТ в вертикальных и наклонно направленных скважинах с наклоном до 42°;
- наличие циркуляционных окон обеспечивает промывку ствола скважины и поступление пластовой жидкости в НКТ после перфорации;
- конструкция головки исключает возможность ее срабатывания от удара постороннего предмета, сброшенного в полость НКТ.

Устройство детонации УДГ (рис. 10.18) предназначено для применения в качестве ударного детонатора инициирующих головок ИГ1 и ИГ2 в перфораторах, спускаемых на насосно-компрессорных трубах. Изделие приводится в действие санкционированным ударным импульсом и передаёт детонацию усилителю ПКТ89СМ.050. Масса заряда бризантного ВВ 1 г. Устройство не

содержит инициирующих веществ, что обеспечивает безопасность в обращении. Усилители детонации ПКТ89СМ.050 (рис. 10.19) предназначены для приема-передачи детонации между секциями в корпусных герметичных кумулятивных перфораторах.

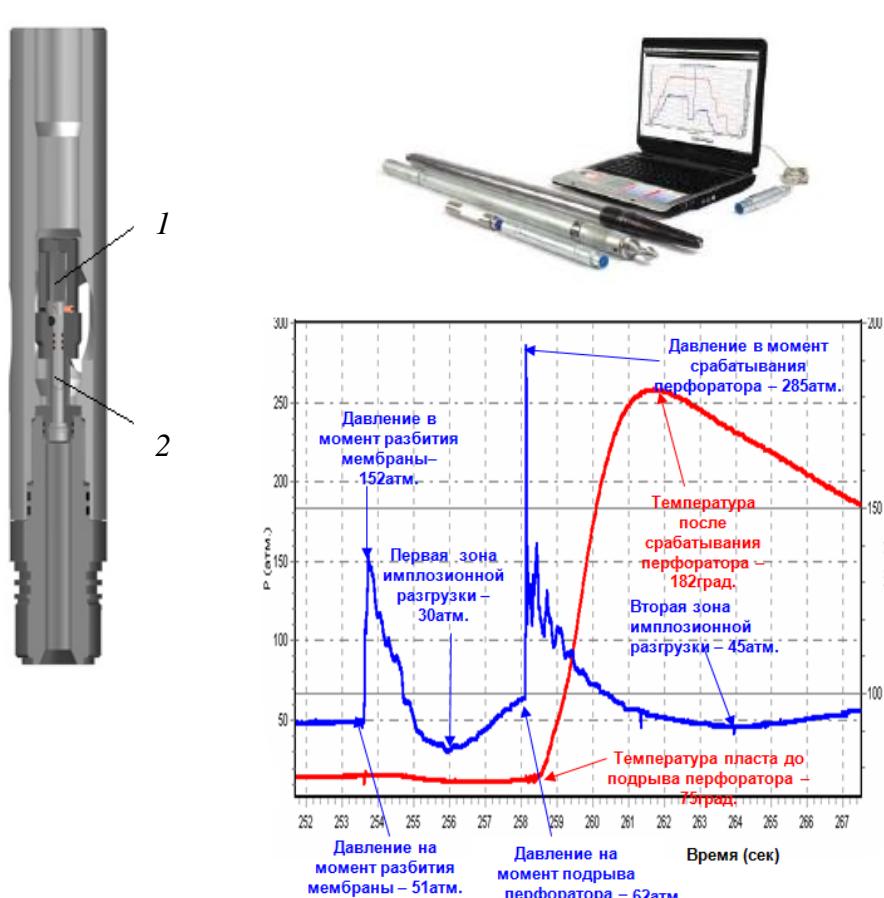


Рис. 10.16. Головка инициирующая:
1 – УДГ; 2 – УДП-01

Рис. 10.17. Штанга ШИП-А:
регистрирует давление и температуру до,
во время и после процесса

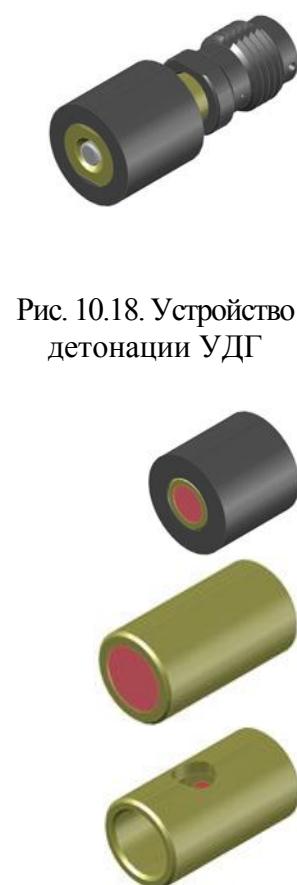


Рис. 10.18. Устройство детонации УДГ

Усилитель детонации ПКТ89СМ.050-01 устанавливается в начале верхней секции перфоратора и предназначен для приёма детонации от устройства детонации инициирующей головки. ПКТ89СМ.050-02 и ПКТ89СМ.050-03 предназначены для передачи детонации между секциями перфоратора.

Устройства снаряжаются зарядом бризантного ВВ массой 1 г и не содержат инициирующих веществ, что обеспечивает безопасность в обращении.

Приёмник-передатчик детонационного импульса ППДИ (рис. 10.20) предназначен для приема – передачи детонации между секциями перфоратора ПКТ102С.

ППДИ-1 (активные) устанавливаются в нижней части секции перфоратора и обеспечивают прием-передачу детонации от детонирующего шнура (ДШТВ150/800, ДШТ200, РТ-165) к ППДИ-2 последующей секции перфоратора. ППДИ-2 (пассивные) устанавливаются в верхней части секции перфоратора и обеспечивают надежный прием детонации детонирующим шнуром от

устройства детонации УДГ или ППДИ-1. Особенностью ППДИ является их способность передачи детонации через стальную преграду. Устройства не содержат инициирующих веществ, что обеспечивает безопасность в обращении.

a



б



Рис. 10.20. Приёмник-передатчик детонационного импульса ППДИ:
а – ППДИ-1; *б* – ППДИ-2

Рис. 10.21. Устройство детонации перфоратора УДП-01

Устройство УДП-01 (рис. 10.21) предназначено для приема-передачи детонации от устройства детонации УДГ модулю в перфораторе ПМ73СТ, спускаемом на насосно-компрессорных трубах.

Характеристики устройств передачи детонации представлены в табл. 10.4.

Таблица 10.4

Технические характеристики УДГ и УДП

№ п/п	Наименование показателя	УДГ	УДП	УДП-01
1	Габаритные размеры, мм	21	109×33	179×33
2	Масса, г	61	120	90
3	Масса бризантного ВВ, г, не более	86	3,0	5,7
4	Допустимая температура при выдержке 2 ч, °С	1,0	180	180
5	Максимально допустимое гидростатическое давление при применении, МПа	180	50	50

10.2.2. Бескорпусные кумулятивные перфораторы

Бескорпусные кумулятивные перфораторы характеризуются большой гибкостью и хорошей проходимостью особенно в искривленных деформированных колоннах и малых поперечных габаритах, обладают высокой производительностью (до 200 отверстий за один спуск) и позволяют сразу пропустреливать большие интервалы (до 30 м). Благодаря повышенной массе зарядов и отсутствию корпуса бескорпусные перфораторы при одинаковых поперечных габаритах с перфораторами типа ПК обладают повышенной пробивной способностью. После отстрела зарядов из скважины извлекается только

деформированный каркас с кабельным наконечником или только кабельный наконечник, что облегчает его подъем и уменьшает вероятность осложнений. Это обстоятельство позволяет широко применять бескорпусные кумулятивные перфораторы при заранее спущенной в скважину колонне насосно-компрессорных труб.

В качестве недостатков следует отметить:

- ограниченную термо- и баростойкость, так как заряды ВВ и средства инициирования имеют непосредственный контакт со скважинной жидкостью;
- повышенное механическое воздействие на обсадную колонну и затрубное цементное кольцо;
- засорение скважины осколками зарядов и остатками перфораторов.

Несмотря на указанные недостатки, бескорпусные кумулятивные перфораторы получили широкое практическое применение.

В зависимости от условий выполнения перфорационных работ применяют различные типы бескорпусных кумулятивных перфораторов.

Полуразрушающиеся кумулятивные перфораторы с извлекаемым монтажным каркасом

Перфораторы бескорпусные кумулятивные предназначены для вскрытия продуктивных пластов в обсаженных скважинах, когда требуется большая глубина перфорационных каналов при условии допустимости повышенного механического воздействия на обсадную колонну.

Конструкция ленточного кумулятивного перфоратора типа **ПКС** представлена на рис. 10.22. Ленточный каркас состоит из отдельных секций и служит для установки и крепления в нем кумулятивных зарядов (рис. 10.23) с определенной ориентацией и шагом.

В настоящее время для работы в скважинах при давлениях от 10 до 80 МПа и температуре до 150 °С применяются ленточные кумулятивные перфораторы типа **ПКСУЛ-100, ПКСУЛ-80 и ПКСУЛ-80-1** (рис. 10.24).

При сборке каркаса отдельные секции соединяются друг с другом легкоразъемными байонетными замками, а каждое второе отверстие под заряд в ленте снабжено по обеим сторонам удлиненными пазами, что позволяет устанавливать заряды без протаскивания детонирующего шнура через технологические отверстия в ленте. Верхний конец гирлянды ленточных каркасов с зарядами присоединен кабельному наконечнику. К нижнему концу гирлянды с зарядами подсоединен груз.

Перфораторы ПКСУЛ-80 и ПКСУЛ-80-1 по устройству аналогичны и отличаются только конструкцией ленточного каркаса (плотностью установки зарядов). Перфораторы обеспечивают плотность перфорации 10/16 отв./м.

В перфораторах применяются заряды ЗПКС80-150/800 и ЗПКС80-150/1200. Конструктивных отличий у этих зарядов нет, они отличаются только техническими характеристиками. Кумулятивный заряд ЗПКС80-150/800 находится в герметичном корпусе из упрочненного стекла, допустимая температура 150 °С, максимальное давление 80 МПа. Кумулятивный заряд ЗПКС80-150/1200 находится в герметичном корпусе из ситалла, допустимая температура 150 °С, максимальное давление 120 МПа.

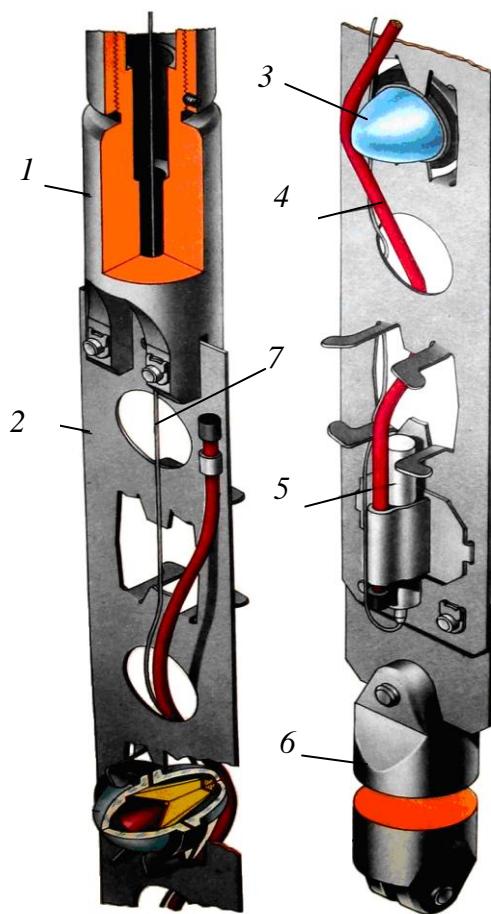


Рис. 10.22. Кумулятивный перфоратор типа ПКС:
 1 – головка; 2 – ленточный каркас;
 3 – заряды кумулятивные;
 4 – детонирующий шнур; 5 – взрывной патрон; 6 – наконечник (груз);
 7 – взрывной провод

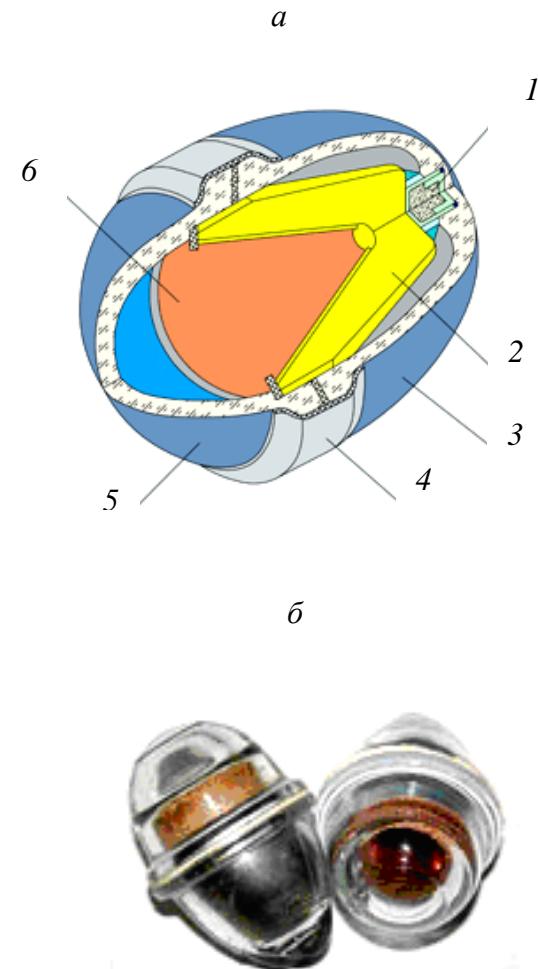


Рис. 10.23. Кумулятивный заряд ЗПКС:
 а – конструкция заряда: 1 – детонатор промежуточный, 2 – шашка ВВ, 3 – корпус, 4 – бандаж, 5 – крышка;
 б – кумулятивная воронка;
 б – внешний вид заряда в стеклянной оболочке

Взрывание зарядов производится с помощью детонирующего шнуря, срабатывающего от взрывного патрона, который устанавливается в нижнем конце перфоратора (над грузом) или в верхней части гирлянды. При нижнем расположении патрона в случае отказа части заряда уменьшается опасность прихвата в обсадной колонне разрушившимися (невзорвавшимися) выше-расположенными зарядами.

Установка взрывного патрона в верхней части при уже полностью спущенном в скважину каркасе с зарядами, когда верхний заряд поравняется с устьем скважины, повышает безопасность и удобство выполнения работ, особенно при большой длине сборки. Снаряжение и сборка перфоратора производятся только перед спуском его в скважину для проведения прострелоочно-взрывных работ.

Кумулятивные заряды поочередно с противоположной ориентацией (фазировка – 180°) устанавливаются в гнездовые отверстия ленточных каркасов и с помощью специального ключа закрепляются поворотом крючков. Детонирующий шнур прокладывается вдоль каркаса, поочередно огибая заряды со стороны хвостовиков. Допускается сборка гирлянды ленточного перфоратора заданной длины, с последующим заряжением в нее кумулятивных зарядов. На верхнем конце ленточной гирлянды каркасов устанавливается герметичный взрывной патрон ПГН-150, ПГН-165, к торцу которого подсоединен детонирующий шнур типа ДШУ-33; ДШТТ-180; ДШТТ-200, ДШТВ-150/800.

ДШУ-33 разрешается подсоединять в «накладку» с помощью изоленты и мягкой проволоки; ДШТТ-180, ДШТТ-200, ДШТВ-150/800 подсоединяют «встык» к взрывному патрону, при помощи резиновой переходной втулки (допускается для соединения «встык» использование твердой деревянной, пластмассовой, металлической или другой подложки, к которой изоляционной лентой или проводом крепятся соосно патрон и детонирующий шнур).

После полного срабатывания зарядов деформированный каркас извлекается из скважины вместе с грузом. Мелкие осколки оболочек зарядов оседают в зумпф скважины или удаляются из нее промывкой.

Полуразрушающиеся кумулятивные перфораторы с извлекаемым каркасом типа **ПРК65, ПРК54, ПРК42** предназначены в основном для вскрытия пластов в скважинах при уже спущенной колонне насосно-компрессорных труб с внутренним диаметром соответственно не менее 75, 62 и 50 мм, в том числе при герметизированном лубрикатором устье скважины и депрессии на пласт, а также при повышенной проходимости перфоратора.

Перфораторы ПРК65 могут спускать в скважину и непосредственно в обсадной колонне, когда имеются затруднения при спуске полноразмерных перфораторов (деформация колонны, вязкий раствор, наклонно направленное расположение ствола скважины).

Перфораторы типа ПРК отличаются тем, что при взрыве разрушаются только металлические оболочки зарядов, которые остаются в скважине в виде мелких осколков, а остальные элементы конструкции извлекаются на поверхность. При этом головка и наконечник используются многократно, а ме-

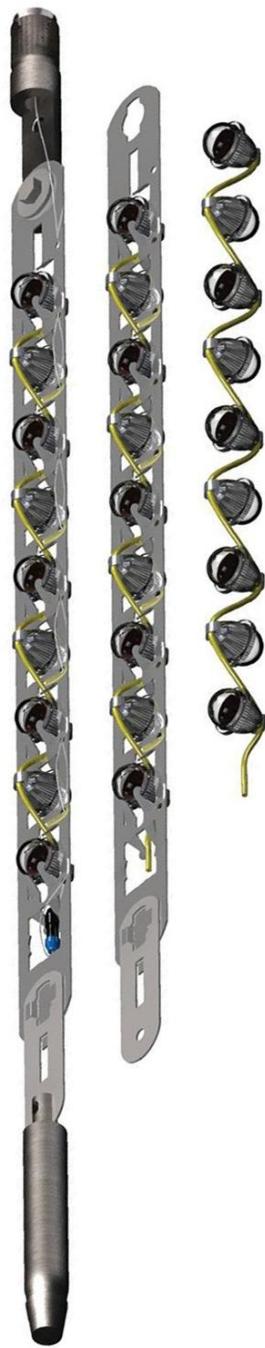


Рис. 10.24. Кумулятивный перфоратор типа ПКСУЛ-80

тальческий каркас, на котором смонтированы заряды, деформируется и является деталью одноразового использования.

Малогабаритные кумулятивные **ПРК54С** и **ПРК54У** (рис. 10.25) предназначены для вскрытия пластов в нефтяных, газовых и других скважинах, закреплённых обсадной колонной труб и заполненных водой, нефтью или промывочной жидкостью, путём создания каналов в горной породе с целью установления гидродинамической связи пласта со скважиной. Перфораторы имеют небольшое фугасное воздействие на стенки обсадной колонны и могут применяться при малых гидростатических давлениях.

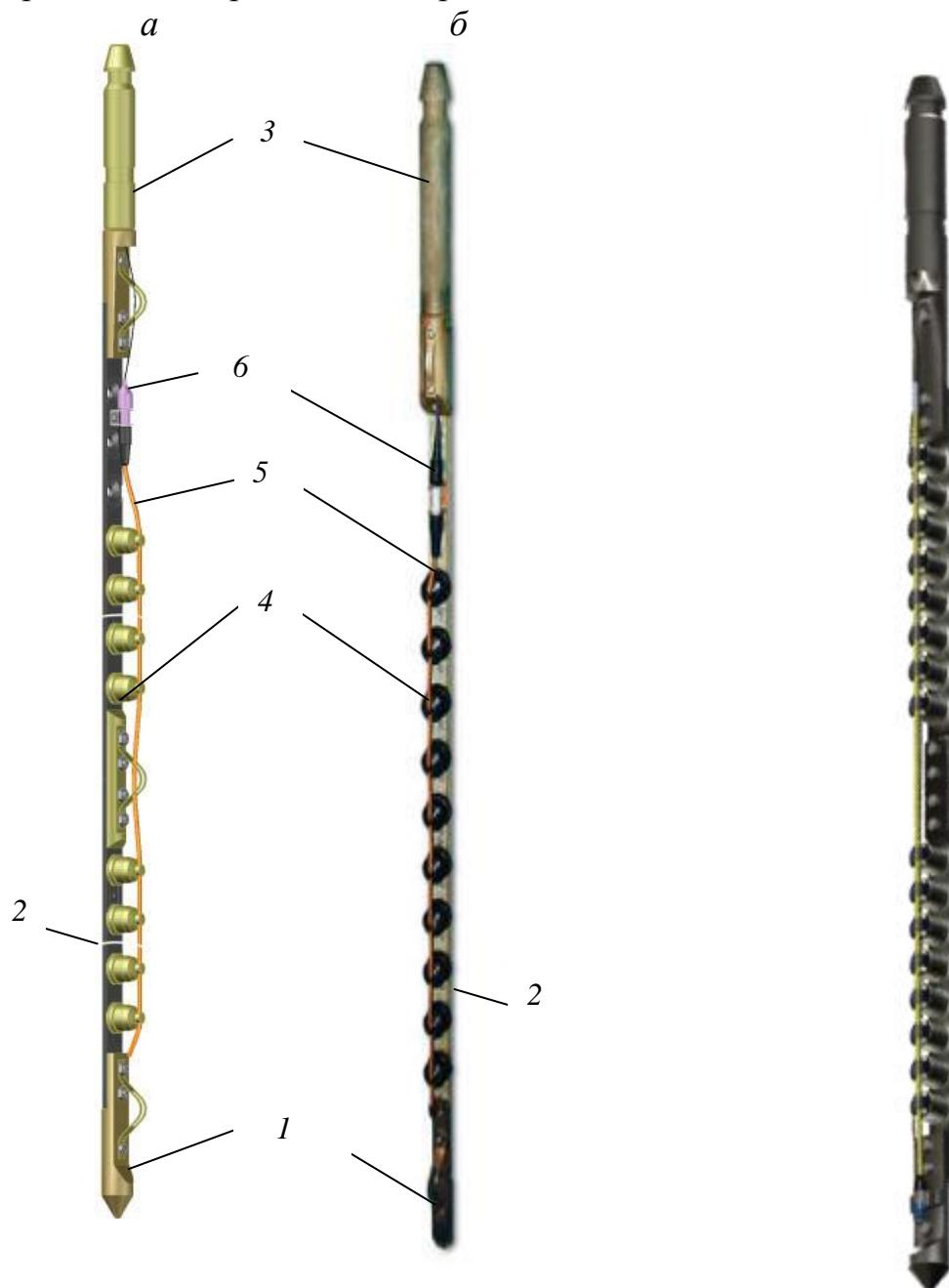


Рис. 10.25. Кумулятивные перфораторы типа ПРК54С (а), ПРК54У (б):
 1 – наконечник; 2 – штампованный каркас;
 3 – головка; 4 – заряды кумулятивные,
 5 – детонирующий шнур; 6 – взрывной патрон

Рис. 10.26. Малогабаритные перфорационные системы с извлекаемым каркасом КП-С 43/54

Перфораторы отличаются повышенной пробивной способностью. Аналогичную конструкцию имеют малогабаритные перфорационные системы с извлекаемым каркасом КП-С 43/54 (рис. 10.26).

Перфоратор ПРК54С состоит из герметичных кумулятивных зарядов, размещенных на штампованным каркасе или на стальном каркасе сегментного проката. Варианты исполнения перфоратора отличаются условной длиной каркаса – 1 и 2 м. Перфоратор может применяться для вскрытия более мощных (протяжённых) пластов за один спуск (количество каркасов в сборке ПРК54С до 10, длина интервала до 10 м). Кумулятивные заряды крепятся на каркасе с помощью винтов, фазировка зарядов 0°. Герметичный взрывной патрон устанавливается в головке перфоратора. Перфоратор ПРК54У имеет аналогичную конструкцию, максимальная длина сборки 10 м.

Конструкция хвостовиков зарядов ЗПРК позволяет прокладывать двойной детонирующий шнур, что повышает надежность работы перфоратора. Особенность зарядов ЗПРК заключается также в самоудалении пестов из пробитых каналов.

Малогабаритный кумулятивный перфоратор **ПРК42С (ПРК42У)** с извлекаемым каркасом по конструкции аналогичен перфоратору **ПРК54С (ПРК54У)** и может применяться также для перфорации бурильных труб с целью восстановления циркуляции промывочной жидкости и ликвидации прихватов. Перфораторы ПРК самоориентируются в скважине, обеспечивая высокую производительность при работе с лубрикатором за счет большой собственной массы, что позволяет контролировать полноту и качество срабатывания всех зарядов.

Основные характеристики перфораторов с извлекаемым монтажным каркасом приведены в табл. 10.5

Таблица 10.5

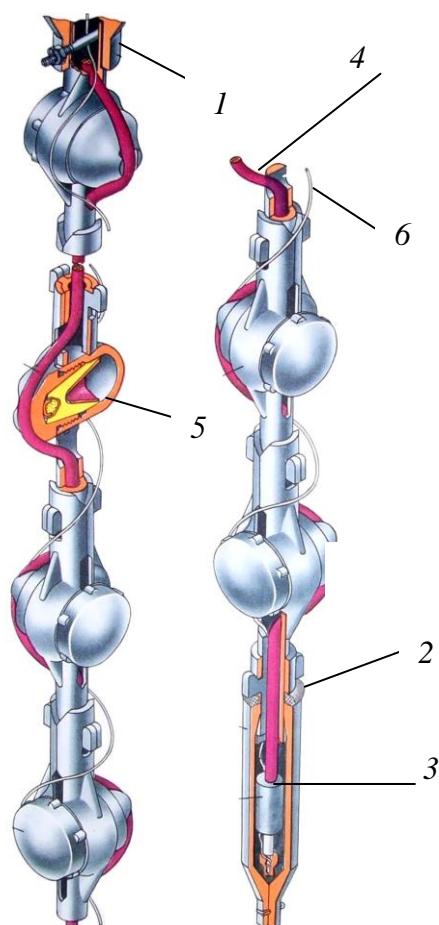
Технические характеристики полуразрушающихся перфораторов

Показатель	Тип перфоратора				
	ПКСУЛ-105	ПКСУЛ-80 ПКСУЛ-80-1	ПРК65	ПРК54С	ПРК42С
1	2	3	4	5	6
1. Поперечный габарит, мм	105	80	65	54	42
2. Минимальный проходной диаметр, мм	124	98	76	62	50
3. Диапазон рабочего давления, МПа	20-80	20-80 25-80	5-80	5-80	5-80
4. Максимальная допустимая температура, °С	150	150	150	150	150
5. Плотность перфорации, отв/м	6,7	10/16	10	12	12
6. Фазировка зарядов, град	180	180	0	0	0

2	3	4	5	6	7
7. Марка заряда	<u>ПКС-100Н-ГП</u> ПКС-100Н-БО	<u>ПКС-80Н-ГП</u> ПКС-80Н-БО	ЗПРК 65	ЗПРК54	ЗПРК42
8. Масса ВВ одного заряда, г	23	<u>14</u> 15,5	19	14	9
9. Средняя глубина пробития по мишени API RP-43, мм	<u>750</u> 245	<u>530</u> 175	693	480	314
10. Средний диаметр входного отверстия по мишени API RP-43, мм	<u>13,2</u> 21,5	<u>8,5</u> 14	11,3	11	7,3
11. Максимальная длина сборки, м	30	30	10	10	10

Разрушающиеся кумулятивные перфораторы

Кумулятивные перфораторы типа КПРУ65 (рис. 10.27) имеют заряды в литых оболочках из алюминиевого сплава, которые собирают в длинные гирлянды с помощью соединительных обойм, изготовленных из этого же материала. Герметичный взрывной патрон устанавливается внизу в наконечнике и передает инициирующий импульс кумулятивным зарядам по детонирующему шнуру. В верхней части гирлянды размещается стальная головка, которая служит грузом, толкающим перфоратор при спуске его в скважину.



После взрыва зарядов в скважине остаются осколки от оболочек зарядов, соединительных обойм и наконечника. Для применения разрушающихся перфораторов типа КПРУ и других конструкций необходимо, чтобы в скважине имелся зумпф достаточных размеров для размещения осколков, которые оседают в нижнюю часть скважины и затем частично вымываются при ее освоении. Масса осколков, остающихся в скважине после отстрела 100 зарядов, составляет около 12 кг.

В случае необходимости очистки зумпфа осколки могут быть растворены в 25÷35 % растворе каустической соды при 20 °C в течение 5÷6 суток. При повышении температуры до 100 °C осколки рас-

Рис. 10.27. Кумулятивный перфоратор КПРУ65:
1 – головка; 2 – наконечник;
3 – взрывной патрон; 4 – детонирующий шнур; 5 – заряд; 6 – взрывной провод

творяются в этом растворе за 2÷3 часа. По сравнению с ленточными кумулятивными перфораторами типа ПКС перфоратор КПРУ65 имеет лучшее расположение зарядов (фазировка 90° вместо 180°), обладает повышенной гибкостью, относительная продольная жесткость позволяет не применять нижний груз. Перфоратор может применяться в скважинах при уже спущенной колонне насосно-компрессорных труб с внутренним диаметром не менее 72 мм, а также обладает высокой проходимостью после отстрела в искривленных и деформированных колоннах. На поверхность извлекается только головка с кабелем.

Разрушающиеся кумулятивные перфораторы **ПР54, ПР43** (рис. 10.28) в основном предназначены для скрытия пластов в скважинах через колонну обсадных труб с внутренним диаметром соответственно 62 и 50 мм, в том числе при герметизированном устье скважины лубрикатором при депрессии на пласт, когда требуется повышенная проходимость перфоратора или осложнено его извлечение после прострела скважины малого диаметра.

Перфораторы могут также применяться для прострела бурильных труб или тяжелого низа для восстановления циркуляции промывочной жидкости и ликвидации прихвата.

Особенность перфораторов типа ПР заключается в том, что для инициирования кумулятивных зарядов применяют не детонирующий шнур, а соединительные обоймы с кольцевым детонатором, примыкающим к тыльной части оболочки заряда. Внутри каналов в обоймах размещены цилиндрические заряды из пластичного ВВ. Завод-изготовитель поставляет пятизарядные секции, из которых собирают гирлянды перфораторов необходимой длины.

На рис. 10.29 и 10.30 показаны другие конструкции полностью разрушающихся перфораторов.

Перфоратор типа ПРК54СА отличается от своего аналога полуразрушающегося перфоратора с извлекаемым каркасом ПРК54С тем, что представляет собой сборку из легкоразрушаемых труб, внутри которых размещены герметичные заряды ВВ, детонирующий шнур и взрывной патрон.

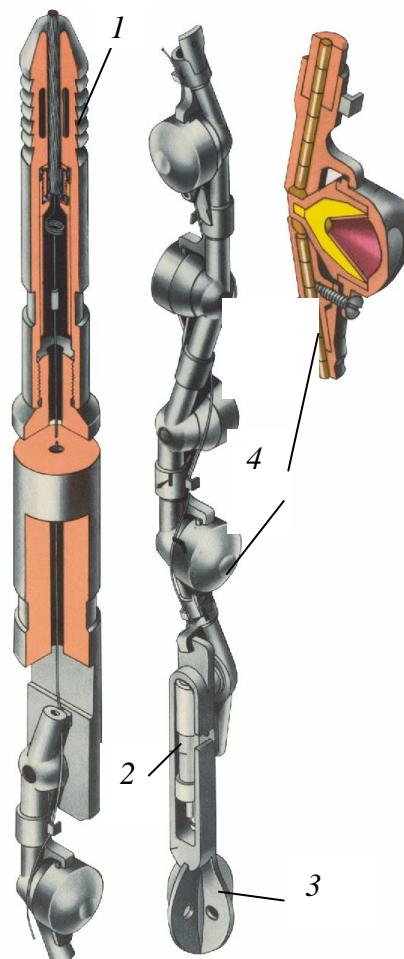


Рис. 10.28. Кумулятивный перфоратор ПР54:

- 1 – головка;
- 2 – взрывной патрон;
- 3 – наконечник;
- 4 – зарядный комплект

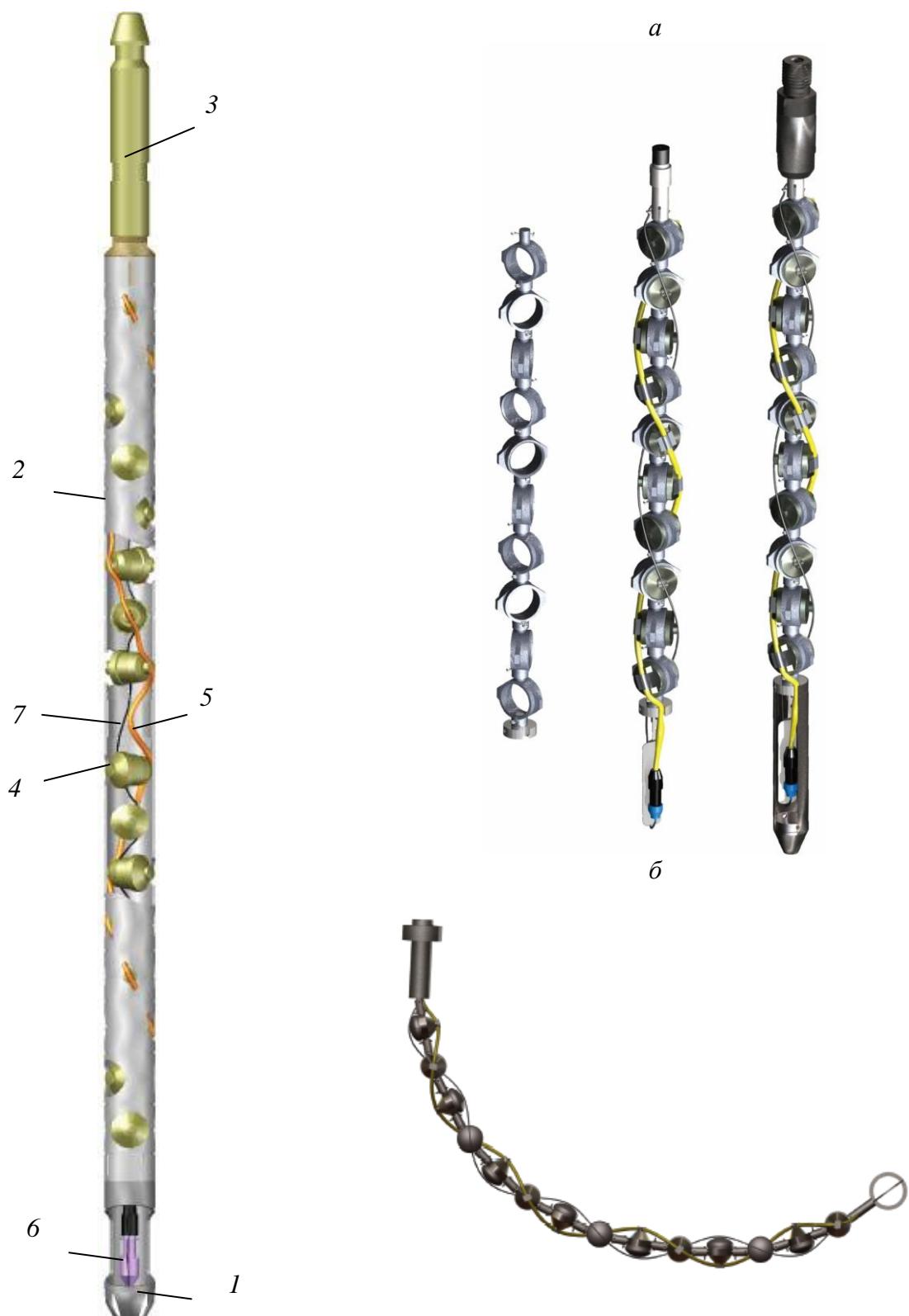


Рис. 10.29. Кумулятивный перфоратор типа ПРК54СА:

1 – наконечник;
2 – ленточный каркас;
3 – головка;
4 – заряды кумулятивные;
5 – детонирующий шнур;
6 – взрывной патрон

Рис. 10.30. Кумулятивные перфораторы:

а – КП-Л 43-54; б – ПСК-52

Перфоратор после срабатывания зарядов ВВ полностью разрушается с образованием незначительных осколков, которые оседают на забой скважины. На поверхность извлекается только головка многоразового использования.

Малогабаритные перфораторы с разрушающимся каркасом типа КП-Л-43 и КП-Л-54 (типа Линк, фазировка зарядов 60°) применяются в аналогичных условиях, что и перфораторы ПР54, ПР43 при гидростатическом давлении до 80 МПа и температуре до 150 °C.

Малогабаритные разрушающие кумулятивные перфораторы ПСК-52 применяются для вторичного вскрытия продуктивных пластов через насосно-компрессорные трубы с минимальным проходным диаметром 60 мм соответственно при гидростатическом давлении до 45 МПа и температуре до 100 °C в неагрессивных средах.

Преимущества этой системы заключаются в том, что она обеспечивает фазовую ориентацию зарядов 60°, а по специальному заказу –0°, 30°, 90°, 80° и благодаря применению специальных обойм оставляет в скважине осколки очень малых размеров.

Малогабаритные разрушающие кумулятивные перфорационные системы ПКМР43 и ПКМР54 с зарядами ЗПКМ 43-02 и ЗПКМ 54-02 (рис. 10.31) относятся к полностью разрушающимся кумулятивным перфораторам и применяются для перфорации обсадных насосно-компрессорных и бурильных труб с минимальным проходным диаметром 50 и 62 мм, соответственно, при гидростатическом давлении до 80 МПа и температуре до 185 °C в неагрессивных средах.

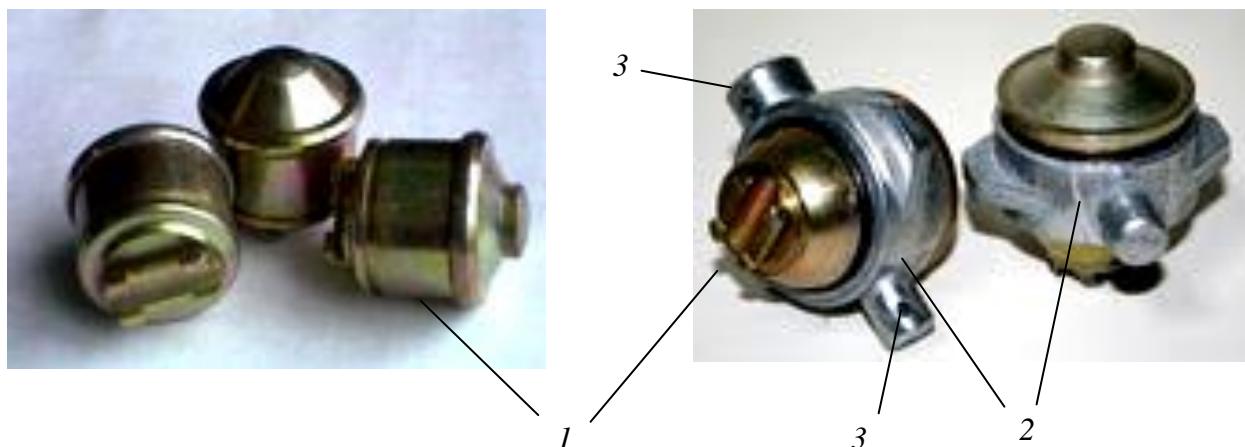


Рис. 10.31. Перфорационная система ПКМР54 (43):
1 – герметичный кумулятивный заряд; 2 – цинковая державка; 3 – отверстие под шплинт

Перфорационные системы ПКМР 43-DN-M и ПКМР 54- DN-M представляют собой устройства, в которых размещены кумулятивные заряды в герметичных оболочках, закрепленные в цинковых державках при помощи стопорных колец. Державки с зарядами соединены в гирлянду необходимой длины и скреплены между собой, с головной частью и наконечником при по-

моши шплинтов. В наконечнике размещен герметичный взрывной патрон, к которому присоединен (встык) детонирующий шнур, огибающий всю гирлянду зарядов.

Перфорационная система спускается в скважину на бронированном кабеле с использованием кабельной головки ГК 40-2. Электрическая цепь в перфорационной системе, присоединенной к кабелю, образована токопроводящей жилой кабеля, электропроводом, первичной обмоткой узла защиты взрывного патрона, массой перфоратора и броней кабеля.

После отстрела головную часть перфоратора вместе с кабельной головкой извлекают из скважины.

10.3. Пулевые перфораторы

Принцип действия перфораторов, применяемых для вскрытия пластов в скважинах, заключается в метании пуль, кумулятивных или гидроабразивных струй в направлении стенки скважины и пробивании ими сети каналов, проходящих через стенки обсадной колонны, слой затрубного цементного камня и входящих на определенную глубину в продуктивный пласт.

Пулевые перфораторы делятся на перфораторы с горизонтальным расположением стволов и с вертикально-криволинейными стволами.

В пулевых перфораторах метание пуль производится за счет работы расширения пороховых газов высокого давления, образовавшихся при сжигании пороховых зарядов.

Для пулевых перфораторов требование высокого и стабильного пробивного действия имеет исключительное значение.

Таким образом, принцип пулевых перфораторов основан на использовании энергии пороховых газов для метания пуль, которые пробивают отверстия в стенке обсадной колонны и образуют каналы в цементном камне и горной породе, слагающей пласт.

Горение пороховых зарядов в перфораторах с горизонтальными и вертикально-криволинейными стволами происходит неодинаково. Так, в пулевых перфораторах с горизонтальными стволами, благодаря высокой плотности заряжания ($0,8 \div 1,2 \text{ г/см}^3$), горение пороха протекает очень быстро и почти заканчивается до начала движения пули. Давление пороховых газов в камере весьма велико и достигает 2000 МПа.

В пулевых перфораторах с вертикально-криволинейными стволами плотность заряжания меньше ($0,5 \div 0,8 \text{ г/см}^3$) и давление пороховых газов достигает $400 \div 600 \text{ МПа}$.

Перфоратор **ПВН90** (рис. 10.32), как и его термобаростойкая модификация **ПВН90Т**, включает в себя две массивные секции, соединенные переходником, головку с электропроводом и наконечник. В каждой секции параллельно оси в двух взаимно перпендикулярных плоскостях расположены по парно четыре ствольных начала, переходящие в криволинейные желоба. Две пары стволов, идущих от общих пороховых камер, направлены навстречу

друг другу, вследствие чего силы отдачи при выстреле уравновешиваются. Пороховые камеры связаны огнепроводящими каналами диаметром 3,5 мм. Максимальные длина и масса перфоратора ПВН90 составляют соответственно 10,0 м и 270 кг.

Перфоратор ПВТ73 в отличие от перфоратора ПВН90 имеет в одном поперечном сечении не четыре, а два ствольных канала, направленных навстречу друг другу.

При температуре в интервале перфорации до 50 °C масса основного заряда 85 г, от 50 до 80 °C – 80 г, от 80 до 110 °C – 75 г.

Применяются также перфоратор ПВК70 (рис. 10.33) и аппарат АРВ120 (рис. 10.34).

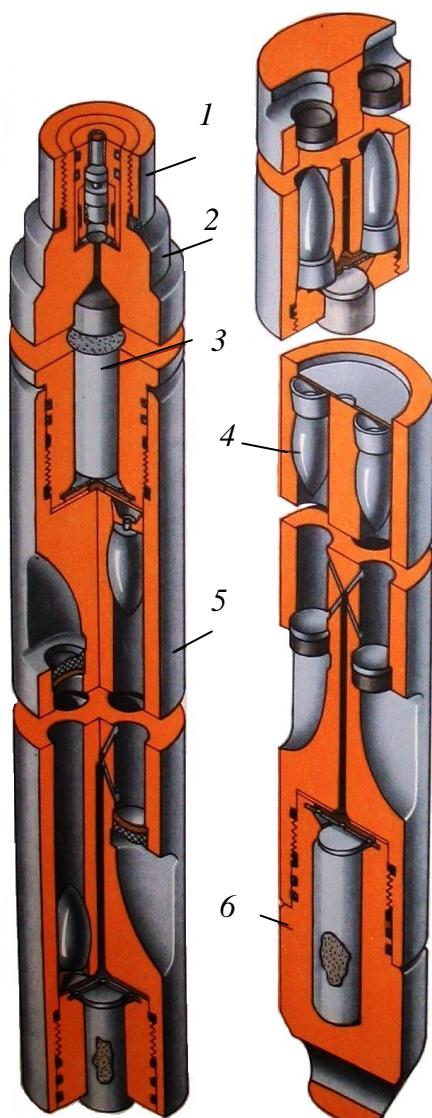


Рис. 10.32. Перфоратор ПВН-90:
1 – кабельный наконечник; 2 – головка;
3 – заряд; 4 – пуля; 5 – корпус;
6 – наконечник

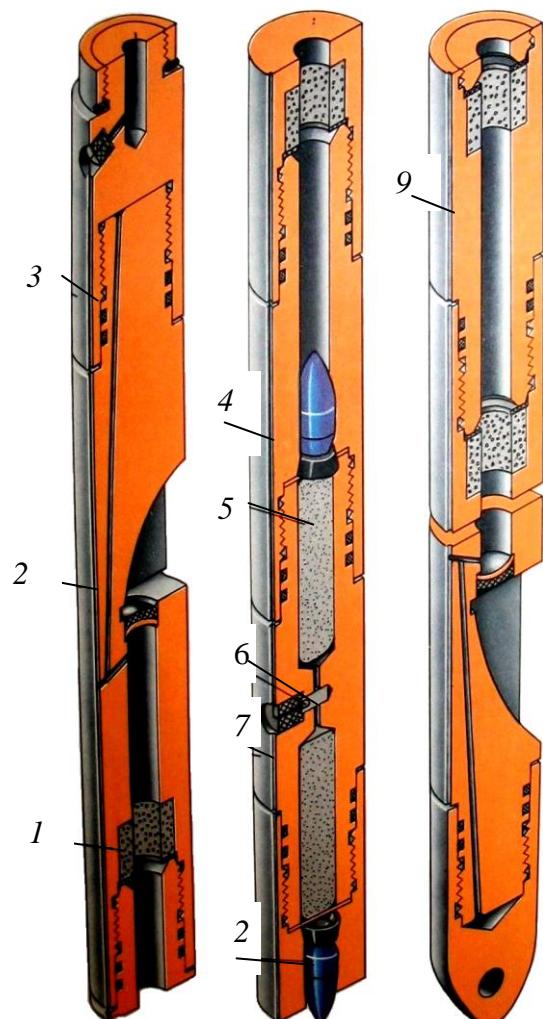


Рис. 10.33. Перфоратор ПВК70:
1 – кольцевой пороховой заряд; 2 – секция конечная; 3 – головка; 4 – секция головная;
5 – основной пороховой заряд;
6 – электровоспламенитель; 7 – запальная секция; 8 – пуля; 9 – секция переходная

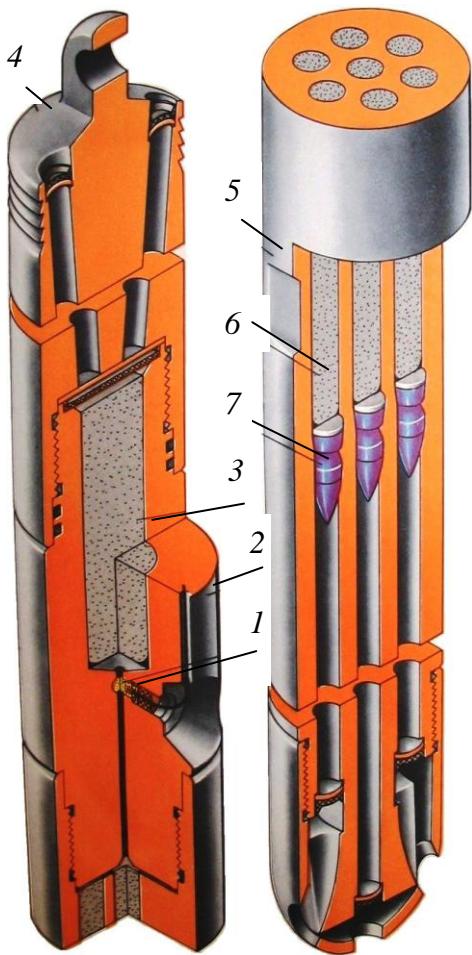


Рис. 10.34. Перфоратор APB120:

- 1 – электровоспламенитель; 2 – запальная секция; 3 – компенсирующий заряд;
- 4 – верхняя секция; 5 – корпус;
- 6 – основной заряд; 7 – пуля

Пробивное действие пулевых перфораторов, в отличие от кумулятивных, весьма чувствительно к изменению угла встречи пули с препятствием. Важным преимуществом мощных пулевых перфораторов с вертикально-криволинейными стволами является их высокое пробивное действие – большие глубины и диаметр канала, стабильного по сечению на всем протяжении. К особенностям всех пулевых перфораторов относятся сложность заряжания и неудобство обслуживания, связанное с их большой массой.

Таким образом, пулевые перфораторы по одним показателям уступают кумулятивным перфораторам, а по другим превосходят их. Совершенство вскрытия пласта тем или иным перфоратором зависит от геологотехнических условий.

Перфоратор ПВК70 имеет пули увеличенного диаметра и большей массы, а также дополнительные кольцевые заряды, расположенные на стыках секций вдоль ствольных каналов.

Семиствольный аппарат **APB120** используют с целью дробления крупных глыб, коренных пород и валунов, в забоях неглубоких скважин, бурящихся при разведке месторождений цветных металлов, воды и других целей.

Аппарат имеет шесть боковых стволов с криволинейными желобами для отклонения полета пуль на 15°. Для уравновешивания силы отдачи в переходник помещен заряд. Герметизация стволов осуществляется с помощью таких же уплотнительных пробок и стальных дисков, что и у перфоратора ПВН-90. Аппарат спускают в скважину с внутренним диаметром 146 мм и более на женоочном стальном канате или геофизическом кабеле и устанавливают на валуне, подлежащем разрушению. Длина аппарата APB120 составляет 1950 мм, масса – 180 кг.

Благодаря жесткости корпуса и высокой плотности пулевые перфораторы легко спускаются в скважину даже при утяжеленных вязких растворах.

10.4. Выбор методов ПВР, прострелочно-взрывной аппаратуры и режимов перфорации

Выбор метода, аппаратуры и режима перфорации определяют следующие цели:

- достижение требуемого гидродинамического совершенства скважины без нарушения ее конструкции (при допустимом нарушении) при максимальных технико-экономических показателях выполнения работ;
- обеспечение условий для успешного проведения дальнейших работ по опробованию, испытанию, освоению и эксплуатации скважины.

При выборе метода учитывают следующие геолого-технические данные скважины:

- вид и назначение (поисковая, разведочная, эксплуатационная);
- цель перфорации: вскрытие продуктивного пласта, дострел для повышения или восстановления добычи, переход на эксплуатацию вышележащих горизонтов, интенсификация притока из пласта, восстановление циркуляции жидкости в скважине и т. д.;
- коллекторские свойства, физико-механические характеристики пласта с учетом их изменений, произошедших после вскрытия пласта бурением, а также после периода эксплуатации скважины;
- размеры и расположение вскрываемых интервалов;
- геостатическое и пластовое давление;
- характеристики скважинной жидкости;
- температура и гидростатическое давление в скважине;
- конструкция скважины;
- минимальный внутренний диаметр в колонне труб;
- максимальный угол наклона оси скважины к вертикалам.

Перфорация при депрессии может применяться для вскрытия любых пластов и предпочтительна в следующих случаях:

- если не обеспечивает гидродинамической связи скважины с пластом;
- ожидаемое пластовое давление аномально высокое или аномально низкое;
- при несоответствии между данными геофизических исследований и результатами испытаний пласта после выполнения первичной перфорации;
- при дострела в процессе капитального ремонта скважин.

Величина депрессии должна быть ограничена, чтобы избежать закупорки перфорационных отверстий, предотвратить выпадение газоконденсата и тяжелых фракций нефти в прискважинной зоне пласта, а также не допустить уплотнений породы из-за большой разницы между горным и пластовым давлениями.

При вскрытии газовых и газоконденсатных пластов величину депрессии следует ограничивать 10 % от величины пластового давления. При вскрытии нефтяных пластов оптимальная величина депрессии составляет 2÷3,5 МПа, но не более 10 МПа.

Перфорация при репрессии применяется, когда пласт обладает хорошими коллекторскими свойствами, мало загрязнен и способен самоочищаться в процессе дальнейшего освоения.

Перфорацию при репрессии можно проводить при вскрытии тонкослоистых, неоднородных и однородных пластов всех категорий, в том числе насыщенных флюидами с агрессивными свойствами, а также приконтактных зон этих пластов с использованием в условиях высоких пластовых давлений высокоплотных растворов.

Величина репрессии должна исключить фонтанирование скважины или проникновение в пласт больших объемов жидкости из скважины.

Величина репрессии в зависимости от глубины скважины не должна превышать $1,5 \div 3,5$ МПа, или $15 \div 4$ %.

Перфорация на депрессии – наиболее прогрессивный способ вторичного вскрытия пласта, поскольку в момент создания перфорационных каналов под действием больших градиентов давления возникает интенсивный приток нефти или газа из пласта в скважину, в результате чего происходит самоочистка перфорационных каналов и породы призабойной зоны.

В дополнение к указанному достоинству необходимо отметить, что для газовых скважин и нефтяных фонтанных скважин процесс вторичного вскрытия пласта совмещается с процессом вызова притока нефти или газа из пласта в скважину. Рассмотрим технологию и технику перфорации на депрессии.

Вскрытие пластов при депрессии осуществляют в двух вариантах: перфораторами, спускаемыми на кабеле через лубрикатор и НКТ, а также перфораторами, спускаемыми в скважины на НКТ.

До спуска перфоратора скважину оборудуют колонной НКТ, а на устье устанавливают фонтанную арматуру. На место буферного патрубка устанавливают лубрикатор – устройство, позволяющее спускать в работающую скважину какие-либо приборы при наличии давления на устье.

Снижением уровня раствора в скважине (замена на облегченный раствор, полное удаление раствора из скважины и заполнение ее воздухом, природным газом или азотом) создается необходимый перепад между пластовым и забойным давлениями, выбранный применительно к данным геологотехническим условиям. В скважину через лубрикатор необходимой длины (максимальное число одновременно спускаемых кумулятивных зарядов не должно превышать $150 \div 300$) на картотажном кабеле спускают малогабаритный перфоратор с установкой его против перфорируемого интервала.

После срабатывания перфоратора пласт начинает сразу же проявлять себя и происходит интенсивный процесс очистки перфорационных каналов и породы пласта вокруг скважины в высокопродуктивных нефтяных и особенно газовых добывающих скважинах по мере заполнения ствола скважины.

Малогабаритные кумулятивные перфораторы типа ПР, КПРУ, ПРК, ПКС, а также корпусные ПКО и ПКОС, спускаемые на кабеле через лубрикатор и НКТ, предпочтительно применять:

- в разведочных скважинах, если соблюдаются указанные выше условия;
- в эксплуатационных скважинах, когда планируется дальнейшая ее эксплуатация, переход на вышележащие горизонты без извлечения НКТ и не заглушая продуктивные пласти;
- при дострелах в процессе испытаний, освоения и капитальных ремонтов скважин;
- когда после проведения перфорации планируется спуск через НКТ приборов и инструментов;
- когда для вскрытия пласта требуется несколько спусков-подъемов перфоратора без глушения скважины;
- при заполнении скважин газом.

В случаях плохого состояния цементного кольца обсадной колонны, а также при высоких давлениях и температуре целесообразно применять перфораторы типа ПКОС и ПВК.

Нецелесообразно использовать перфораторы, спускаемые через НКТ, при вскрытии приконтактных зон (ГНК, ВНК), наличии в интервале перфорации двух и более обсадных колонн, вскрытии пластов, насыщенных агрессивными флюидами из-за возможных утечек через лубрикатор.

Для вскрытия пластов на депрессии по второму варианту применяют перфораторы, спускаемые на насосно-компрессорных трубах. В скважину, заполненную буровым раствором, спускают колонну насосно-компрессорных труб, в нижней части которой крепится перфоратор типа ПКТ, с установкой его против вскрываемого интервала. Устье скважины обвязывают фонтанной арматурой на необходимое давление. Путем удаления части жидкости из скважины прямой или обратной циркуляцией или замены ее на более легкую создают необходимую депрессию на пласт, обычно не превышающую 10 МПа, при этом давление на забое должно быть не менее 10 МПа.

Перфорация на депрессии со спуском перфоратора на НКТ выполняется:

- когда требуется высокая пробивная способность перфоратора;
- недопустимо повреждение конструкции скважины;
- в скважине нет зумпфа;
- в скважинах с большим углом наклона (более 40°), так как проходимость перфораторов, спускаемых на кабеле, затруднена;
- требуется вскрытие большого интервала за один спуск.

Применение перфораторов, спускаемых на НКТ, противопоказано:

- если после вскрытия пласта планируется спуск в интервал перфорации геофизических приборов без подъема НКТ;
- в результате вызова притока пластового флюида ожидается вынос из пласта в скважину больших объемов твердой фазы промывочной жидкости или шлама породы;
- гидростатическое давление в скважине в месте установки перфоратора менее 10 МПа после создания депрессии и возникает возможность разрушения корпуса перфоратора;

– вскрытие нефтяных пластов с агрессивными компонентами (углекислый газ, сероводород) производится при отсутствии герметизации затрубного пространства.

Для *вскрытия пластов при репрессии* применяют кумулятивные перфораторы, спускаемые на кабеле:

- корпусные: ПК, ПКО, ПКОТ, ПКОС;

- бескорпусные: ПКС, КПРУ, ПР, ПРК и другие аналоги. Корпусные перфораторы применяют в условиях недопустимости повреждения обсадной колонны и цементного затрубного камня.

Для вскрытия пластов малой мощности и с неоднородными коллекторскими свойствами применяют перфораторы типа ПК, при большей толщине пласта – типа ПКО и ПКОС.

Для вскрытия однородных пластов большой мощности (5 м и более) применяют высокопроизводительные перфораторы ПКС и КПРУ.

Пулевые перфораторы (ПВК, ПВН) предпочтительно применять, когда необходимо получить длинные каналы с сеткой трещин вокруг них в пластах с плохими коллекторскими свойствами или большой толщине зоны со сниженной во время бурения проницаемостью, значительной толщине затрубного цементного камня, наличии двух-трех обсадных колонн в зоне перфорации, подготовке к гидроразрыву пласта или соляно-кислотной обработке в нагнетательных скважинах.

Область применения пулевых перфораторов ограничена пластами, сложенными породами, которые имеют твердость менее 450 МПа.

При определении поперечного габарита перфоратора должны быть обеспечены миниально допустимые зазоры для каждого типа аппарата между колонной и аппаратом, обеспечивающие его проходимость в скважине.

При определении требуемой термобаростойкости перфоратора и зарядного комплекта к нему учитывают возможные изменения температуры и давления, произошедшие с момента их измерения, а также продолжительность спуска аппаратурой и возможные остановки, особенности при спуске на НКТ.

Окончательный выбор типоразмера перфоратора из группы аппаратов, подходящих по рассматриваемым факторам, делают в пользу того, который обладает наибольшими пробивной способностью и производительностью, а также минимальной стоимостью всей операции.

Лекции 9, 10 ОБОРУДОВАНИЕ, КАБЕЛИ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОСТРЕЛОЧНО-ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В СКВАЖИНАХ

Подъемники

Прострелочно-взрывные работы в скважинах проводят с помощью каротажных подъемников и каротажных станций. Подъемники служат для спуска в скважину на кабеле прострелочно-взрывных аппаратов и устройств, приведения их в действие, а также подъема на поверхность.

Наибольшее применение получили самоходные подъемники, оборудованные, как правило, на базе автомобиля повышенной проходимости (рис. 15.1, 15.2). Кузов подъемника состоит из двух секций. В передней секции размещается рабочее место машиниста, которое оборудовано органами управления спуско-подъемным агрегатом и контрольно-измерительной аппаратурой, смонтированной на пульте. В задней секции кузова на раме установлен барабан под многослойную навивку геофизического кабеля, упорядоченная укладка которого обеспечивается кабелеукладчиком. В задней части секции закреплены: каротажное оборудование, блок-баланс, блок подвесной, блок направляющий, катушки кабельных соединений, источник питания, инклинометр, грузы, узлы для крепления скважинных приборов.

Прострелочно-взрывная аппаратура спускается в скважину на кабеле, который направляется в скважину с помощью подвесного блока или устанавливаемого на устье скважины блок-баланса.

Контрольно-измерительная аппаратура подъемника позволяет осуществлять контроль глубины скважины, скорости движения геофизического кабеля, натяжения его с возможностью записи данных в цифровой или аналоговой формах, а также предупреждать машиниста звуковым и световым сигналами о приближении скважинного прибора или стреляющего аппарата к заданной глубине скважины или о перегрузке геофизического кабеля.

В устье также смонтированы контрольно-измерительная и коммутационная аппаратура, предназначенная для управления двигателем автомобиля при его использовании для привода барабана подъемника; рабочее место машиниста в этом случае оборудовано органами управления коробкой перемены передач (КПП), раздаточной коробкой (РК), коробкой отбора мощности (КОМ), муфтой сцепления.

Рабочее место машиниста размещено в кабине, передняя стенка которой имеет окно для визуального наблюдения за намоткой геофизического кабеля.

Подъемник устанавливается на расстоянии 20÷30 м от устья скважины, так, чтобы ось барабана была горизонтальна и перпендикулярна к вертикальной плоскости, направленной из его середины на устье скважины, и обеспечивалось прямое прохождение кабеля через направляющие блоки к устью скважины (рис. 15.3).

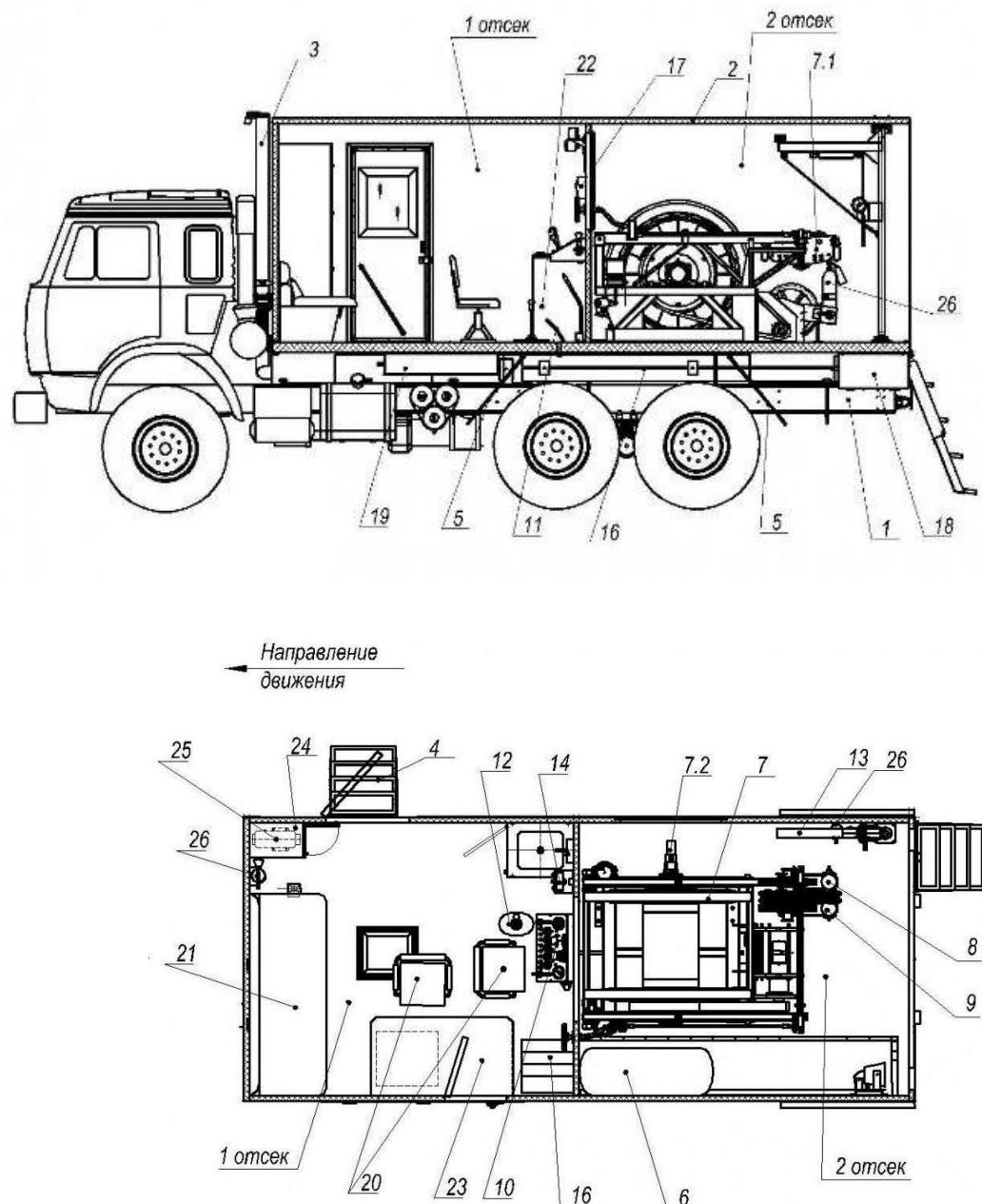


Рис.15.1. Каротажный подъемник, схема размещения оборудования:

- 1 – шасси КАМАЗ-43118-1048-15; 2 – изотермический теплоизолированный кузов на два отсека; 3 – выхлопная труба с искрогасителем; 4 – ящик с лестницей; 5 – брызговики; 6 – держатель запасного колеса; 7 – спуско-подъемный агрегат (7.1 – кабелеукладчик с датчиком натяжения и датчиком глубины и скорости; 7.2 – коллектор); 8 – блок направляющий; 9 – блок подвесной; 10 – пульт управления и контроля спуско-подъемным механизмом; 11 – дублер сцепления; 12 – дублер КПП; 13 – грузоподъемное устройство до 250 кг вылет стрелы 0,7 м; 14 – громкоговорящее устройство; 15 – фара освещения устья скважины; 16 – устройство крепления и перевозки скважинных приборов (в том числе под кузовом); 17 – электрощит с автоматической защитой; 18 – ящик с катушками с кабелем для подключения к внешнему источнику питания и кабелем заземления; 19 – ящик для инструментов; 20 – кресло; 21 – диван-рундука; 22 – мойка емкостью 40 литров; 23 – стол однотумбовый; 24 – шкаф; 25 – отопитель «Webasto»; 26 – огнетушитель ОП-4



Рис. 15.2. Каротажный подъемник:
а – общий вид; *б* – каротажное отделение; *в* – секция машиниста

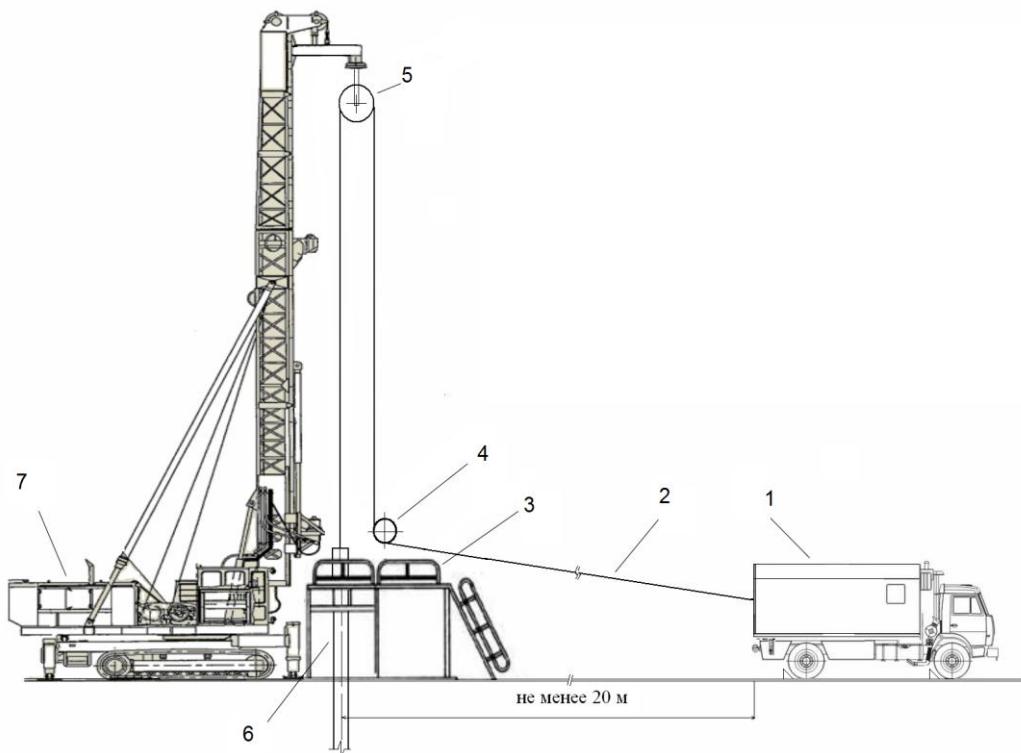


Рис. 15.3 . Схема установки каротажного подъемника у скважины:
 1 – каротажный подъемник; 2 – геофизический кабель; 3 – мостки; 4 – блок (ролик) нижний направляющий; 5 – блок-баланс; 6 – устье скважины; 7 – буровая установка

Над устьем скважины закрепляется блок-баланс таким образом, чтобы пропущенный через него кабель свободно опускался в скважину. На блоке-балансе закрепляются механический, электронный и магнитный датчики глубины погружения. Станция заземляется, после чего сетевой провод подключается к генератору.

К устройствам подвесного и направляющего роликов (блоков) предъявляются требования:

- радиус ручья (направляющей канавки на кольцевой поверхности ролика) любого из роликов не должен превышать радиус геофизического кабеля на величину более чем $\pm 5\%$;
- прочность узлов крепления роликов должна превышать номинальное разрывное усилие применяемого геофизического кабеля не менее чем в 3 раза для направляющего ролика и не менее чем в 4 раза для подвесного.

Для работы на скважине подъемник располагают на рабочей площадке таким образом, чтобы:

- движение геофизического кабеля осуществлялось по возможности перпендикулярно к трассе высоковольтной линии электропередачи, подведенной к скважине;
- из кабины управления обеспечивалась постоянная видимость стола ротора буровой установки (планшайбы или фонтанной арматуры действующей-

щей скважины), подвесного и направляющего роликов и пути движения кабеля между подъемником и направляющим роликом;

• уровень освещения устья скважины, стола ротора и превенторов был не менее 75 лк, пути движения кабеля и барабана лебедки – 40 лк.

На барабан подъемника многослойно наматывают геофизический кабель, один конец которого соединен со скважинным прибором или аппаратом, другой проходит через осевое отверстие вала барабана, где броня его крепится специальным зажимом, а токопроводящие жилы подключают к коллектору.

Перфораторную панель или взрывную машинку для инициирования спущенного в скважину аппарата подключают к токопроводящим жилам геофизического кабеля через коллекторную панель или непосредственно через коллектор барабана.

Кабели и провода

Для спуска в скважину геофизической или прострелочно-взрывной аппаратуры используют грузонесущие геофизические кабели (табл. 15.1). Грузонесущим элементом в таких кабелях является броня из стальных проволок. Электрические параметры геофизического кабеля характеризуются: активным сопротивлением жилы, сопротивлением изоляции, емкостью, индуктивностью, волновым сопротивлением и собственным затуханием.

Таблица 15.1

Характеристики грузонесущих геофизических кабелей

Показатели	КГ1-30-180	КГ1-55-180	КГ1-60-180	КГ1-75-180	КГ1-30-90	КГ1-55-90	КГ1-60-90	КГ1-70-250
Число токопроводящих жил	1	1	3	7	1	1	3	1
Максимальная температура, °C	180	180	180	180	90	90	90	250
Максимальное давление, МПа	98	98	98	78,4	39,2	78,4	98	147
Наружный диаметр, мм	6,3	8,8	10,3	12,3	6,3	9,4	10,2	10
Масса, кг/км	195	345	530	602	178	361	422	420
Номинальное электрическое сопротивление жил при 20 °C, Ом/км	24,31	24,31	25,53	25,53	24,31	40	25,53	18
Коэффициент затухания при частоте 50 Гц, дБ/км	8	6	5,5	8/7,5*	8	9,9	5,5	7,5
Волновое сопротивление между жилой и броней при частоте 50 Гц, Ом	63	70	70	88/70*	63	100	75	62
Емкость, мкФ/км	0,13	0,128	0,135	–	0,215	0,124	0,178	–

* Центральная жила/боковая жила.

Бронированные геофизические кабели выпускают строительными длинами 3,5÷5,5 км, кабель КГ1-70-250 – 7,5 км. Геофизический кабель при работе в скважине удлиняется и раскручивается. Поэтому кабели в заводских условиях подвергаются предварительной вытяжке, а после двух-трех спуско-подъемов в скважине кабель стабилизируется по длине.

Для присоединения скважинного аппарата к грузонесущему геофизическому кабелю используют кабельные наконечники (рис. 15.4, табл. 15.2).

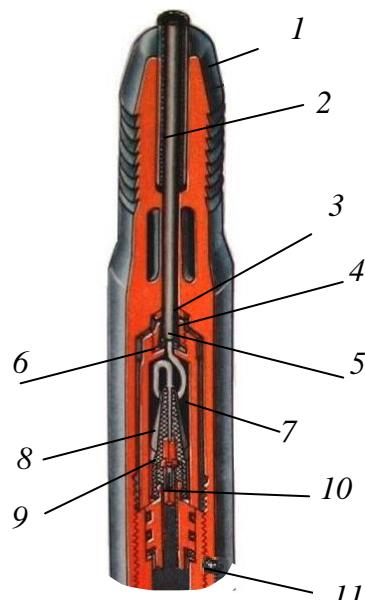


Рис. 15.4. Кабельный наконечник:
1 – корпус; 2 – кабель; 3 – латунная шайба; 4 – зажимная гайка; 5 – конус;
6 – шайба; 7 – зажимной патрон;
8 – резиновая пробка; 9 – винт;
10 – контактный штырь;
11 – стопорный винт

Таблица 15.2
Характеристики кабельных наконечников

Кабельные наконечники	КГ60-3	КГ40-2
Наружный диаметр, мм	60	40
Длина, мм	316	280
Допустимое давление, МПа	78,4	78,4
Допустимая температура, °С	180	180

При перфорации скважин обычно используют одножильные кабели.

Для прострелочно-взрывной аппаратуры применяются провода для внутреннего монтажа в приборах, спускаемых в скважину (герметичных корпусных перфораторах и т. п.); наружного монтажа, при котором провода располагаются в скважине в контакте с раствором, нефтью и газом при высоких давлениях и температурах (бескорпусные перфораторы, грунтоносы, торпеды). С целью монтажа электроцепи в аппаратах и приборах для ПВР рекомендуется применять одножильные провода, выпускаемые промышленностью и подходящие по условиям применения.

Скважинные контрольноизмерительные приборы для прострелочно-взрывных работ

Для осуществления контроля за движением аппарата в скважине, установки его в заданный интервал, производства выстрела и регистрации результатов применяют контрольно-измерительные приборы.

Для контроля за перемещением приборов в обсаженной скважине могут быть использованы локатор муфт, прихватоопределитель, каротажные приборы или специальные устройства, например, малогабаритный сейсмоприемник, монтируемый в головке прибора и включаемый в разрыв каротажного кабеля.

Скважинные контрольно-измерительные приборы передают информацию в аналоговом или цифровом виде наземному регистрирующему комплексу компьютеризированной геофизической лаборатории, где она соответствующим образом интерпретируются с помощью программного обеспечения.

Динамометр каротажный 1762 ДЭ-К, установленный в каротажном подъемнике, используется для прослеживания за спуском аппаратов с целью исключения перепуска кабеля. Он состоит из тензометрического каротажного преобразователя и комплекта датчиков. Динамометр определяет общее натяжение кабеля в диапазоне нагрузок 0...200 кН, и изменение натяжения кабеля в абсолютных и относительных единицах обеспечивает звуковую и световую сигнализацию превышения допустимого натяжения. Измерение усилий производится двумя каналами ТКП с автоматическим переключением пределов измерений усилий: первый канал производит измерение в абсолютных единицах усилий, измеряемое усилие определяется суммой показаний светового табло и стрелочного прибора, предел показаний светового табло 0...190 кН, дискретность показаний светового табло 10 кН, диапазон показаний стрелочного прибора 0...10 кН; цена деления шкалы стрелочного прибора 0,1 кН; второй канал производит измерение усилий в относительных единицах без указаний пределов измерения, пределы показаний и стрелочного прибора второго канала 0...5 % номинальной нагрузки; цена деления шкалы стрелочного прибора 0,05 % номинальной нагрузки. Питание подается от сети переменного тока: напряжение 220 В, частота 50 Гц.

Локатор муфт предназначен для определения местоположения прострелочно-взрывного аппарата (перфоратора) к заданному интервалу перфорации по его расположению относительно муфтовых соединений обсадной колонны и регистрации полученной информации компьютеризированной геофизической лабораторией.

Локатор муфт состоит из скважинного прибора и наземного оборудования. Скважинный прибор состоит из сердечника с катушкой и двух постоянных магнитов, расположенных по обоим концам катушки и прижатых одноименными полюсами к торцам сердечника. Вся магнитная система помещена в герметичный корпус из немагнитной стали. При прохождении локатора мимо муфты или замкового соединения в катушке индуцируется ЭДС, которая регистрируется на поверхности земли в виде четкой аномалии на кривой намагниченности. Локатор присоединяют к аппарату через отрезок геофизического кабеля. Электросеть взрывного устройства стреляющего аппарата подключена параллельно к катушке локатора через тиристоры. При подаче в кабель инициирующего импульса от взрывного прибора тиристоры отпираются и аппарат срабатывает.

Локатор труб, применяемый для привязки прострелочно-взрывных аппаратов к геологическому разрезу, должен обеспечить следующие операции:

- контроль движения перфоратора при спуско-подъемных операциях;
- привязку прострелочно-взрывного аппарата (перфоратора) к заданному интервалу перфорации по его расположению относительно муфтовых соединений;

- регистрацию фактического интервала перфорации;
- контроль исправности электровзрывной цепи и гарантированное срабатывание перфораторов при применении электродетонаторов защищенного класса (ПГН-150, ПВПД-Н и др.), адаптированных к взрывной машинке ПВВ-1, а также работу с взрывной машинкой КПМ-3 и незащищенными системами электрического взрыва;
- сохранение прочности, герметичности и работоспособности при отстреле совместно с кумулятивным перфоратором;
- совместную работу с программно регистрирующим комплексом в составе компьютеризированной геофизической лаборатории.

Скважинный локатор трубных муфт (ЛТМ) предназначен для привязки прострелочно-взрывного аппарата (перфоратора) к заданному интервалу перфорации по его расположению относительно муфтовых соединений обсадной колонны и регистрации полученной информации компьютеризированной геофизической лабораторией.

Скважинный локатор трубных муфт (ЛТМ) предусматривает варианты исполнения: ЛТМ-36 и ЛТМ-90 с блоками отсечек БО-1 для незащищенных электрических систем и БО-450 при применении электродетонаторов ПВ-ПД-Н и взрывных патронов типа ПГН.

Локатор трубных муфт ЛТМ-36 предназначен для работы с кумулятивными перфораторами типа ПР 43.

Локатор трубных муфт ЛТМ-90 предназначен для работы с кумулятивными перфораторами типа ПКО 89, ПКО 102, ПК 105.

В необсаженных скважинах для установки прострелочно-взрывных аппаратов используют диаграммы электрического, радиоактивного и других видов каротажа. Точную установку аппаратов производят по реперам (пикам и резким изгибам на кривой), которые выделяют при сопоставлении различных видов диаграмм (ПС, ГК, КС, РК и т. п.), вблизи интервала проб пород, пластовой жидкости и газа, или места торпедирования.

В обсаженных скважинах используют каротажные приборы, позволяющие записать четкую кривую в колонне труб – обычно, ГК, НГК, АК и др.

Прихватоопределители предназначены для определения верхней границы зоны прихвата в скважине бурильных или насосно-компрессорных труб. Прихватоопределитель типа ПО состоит из электромагнита, помещенного в корпус из немагнитной стали. Головка и наконечник корпуса являются полюсами электромагнита и изготавливаются из мягкой магнитной стали. Автоматическая запись диаграмм осуществляется каротажным регистратором.

Действие прихватоопределителя основано на свойстве ферромагнитных материалов размагничиваться при деформации. В предполагаемом интервале прихвата колонн труб при спуске прибора в скважину через каждые 10÷25 м намагничают небольшие участки колонны (ставят магнитные метки на участке 15÷20 см) путем кратковременного (1,5÷2 с) пропускания через катушку постоянного тока. При подъеме прибора производят запись кривой магнитной индукции вдоль исследуемого интервала. Магнитные метки отличаются на кривой резкими аномалиями. Затем к колонне труб при-

кладывают максимально допустимое растягивающее или крутящее усилие, а после снятия нагрузки вновь записывают кривую магнитной индукции в исследуемом интервале. Вследствие упругой деформации намагниченные участки, расположенные выше места прихвата, размагничиваются и магнитные метки на повторной кривой полностью исчезают или уменьшаются по амплитуде. В интервале прихвата, куда деформация не передается, магнитные метки остаются неизменными.

Разработан и выпускается типоразмерный ряд прихватоопределителей для применения в колоннах бурильных и насосно-компрессорных труб: ПО-90, ПО-70, ПО-50, ПО-42, ПО-36, ПО-28, отличающихся поперечными габаритами. Максимально допустимая температура 120 °С, максимально допустимое давление 100 МПа (для ПО-28 – 30 МПа).

Прихватомер конструктивно подобен прихватоопределителю, но имеет электромагнит, создающий более мощное магнитное поле. Его используют для определения зон прихвата бурового инструмента по магнитным меткам и отбивки замков бурильных труб, например, с целью установки торпеды против замкового соединения бурильных труб.

Специальная аппаратура для контроля срабатывания стреляющих аппаратов в скважине позволяет фиксировать факт срабатывания аппаратов, контролировать фактическое положение интервала перфорации, параметры температуры и давления.

Индикатор срабатывания прострелочно-взрывной аппаратуры «АНИС-2002». Предназначен для приема и регистрации акустического и сейсмического сигналов, возникающих при срабатывании в скважине прострелочно-взрывной аппаратуры, опускаемой на геофизическом кабеле или насосно-компрессорных трубах, с целью определения факта и момента срабатывания ПВА. Прибор выполнен в виде наземного блока, устанавливаемого на устье скважины и соединенного кабелем с бортовой ЭВМ. Программное обеспечение позволяет регистрировать и представлять данные в аналоговом и цифровом виде.

Автономный манометр-термометр перфорационный «АМТП73С» предназначен для регистрации давления и температуры непосредственно под перфоратором до, во время, после его подрыва и для записи кривой притока. Прибор может использоваться с перфораторами, спускаемыми как на НКТ, так и на кабеле, позволяет регистрировать информацию о восстановлении давления и изменения температуры в зоне перфорации. Полученная информация представляется в аналоговом и цифровом виде. В приборе применяются прецизионные датчики давления, сохраняющие свои характеристики после многократных воздействий.

При работе с корпусными перфораторами контроль фактического положения перфорации может быть выполнен путем предварительного намагничивания колонны в интервале перфорации и последующей регистрации остаточной намагниченности после выстрела (аппаратура АКП-1).

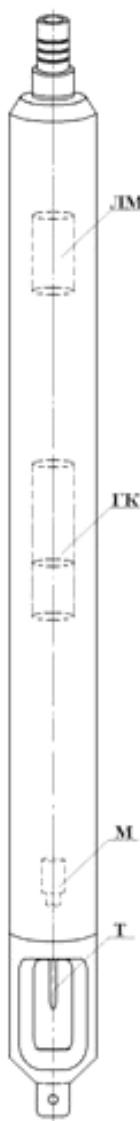


Рис. 15.5. АПК:
ЛМ – локатор муфт;
ГК – модуль гамма-каротажа;
М – манометр,
Т – термометр

перфорации, интеллектуальная штанга (ШИП) оснащена манометром и термометром. Помимо основной функции – инициирования перфоратора – она позволяет контролировать и визуализировать весь процесс ПВР начиная с момента сброса штанги и заканчивая регистрацией поведения объекта после вскрытия, с заключением о выходе на окончательную очистку пласта и завершении работ либо с рекомендациями по дальнейшей интенсификации его.

Штанга ШИП-Км, спускаемая на одножильном каротажном кабеле, предназначена для инициирования перфораторов типа ПКТ с одновременной регистрацией давления и температуры до, во время и после взрывного процесса. Штанга оснащена каналом локатора муфт для осуществления привязки результатов регистрации к интервалу перфорации. Передача информации осуществляется на поверхность по кабелю в кодированном виде. Прибор со-

Аппаратура контроля перфорации АКП4-90-120(150)/50, АКП4-76-120(150)/80 предназначена для геофизического контроля при проведении перфорации и технического состояния обсадных колонн посредством одновременной регистрации четырех геолого-технологических параметров и передачи информации в цифровом коде через одножильный кабель. Принципиальная схема прибора показана на рис. 15.5.

АПК позволяет одновременно производить измерение температуры, давления и мощности экспозиционной дозы гамма-излучения осадочных пород, определять положения муфтовых соединений обсадных труб и интервалов перфорации с привязкой измеряемых параметров по глубине.

Аналогичное назначение имеют приборы скважинного контроля перфорации Кедр-90П и Кедр-42П.

В специальных случаях возможно применение индукционных дефектометров, калиброметров-профилемеров, электротермометров, акустического телевизора, акустического шумометра и другой аппаратуры.

При выполнении перфорации на трубах применяют интеллектуальную инициирующую штангу (ШИП), с которой интегрированы контрольно-измерительные приборы.

В настоящее время разработаны и внедрены три модификации ШИПа – автономный (свободный в полете либо в контейнере под перфоратором), кабельный (сброс на кабеле) и дистанционный (с передачей информации по кабелю). В отличие от штанги-лома, используемой при трубной

вместим с наземными каротажными станциями типа «КЕДР-02», «ГЕКТОР» и «ВУЛКАН» и может использоваться как в вертикальных, так и в горизонтальных скважинах. Оператор имеет возможность в реальном времени наблюдать и контролировать весь процесс перфорационно-взрывных работ.

Штанги ШИП-А и ШИП-Ам также предназначены для инициирования перфораторов типа ПКТ с одновременной записью давления и температуры до, во время и после взрывного процесса. Для регистрации информации о восстановлении давления в зоне перфорации в приборе предусмотрено задание нескольких режимов разной длительности и частоты.

Возможно использование измерительной части прибора отдельным блоком непосредственно под перфоратором, в затрубном пространстве, а также на забое. Для решения этих задач предусмотрено использование дополнительных устройств.

Для регистрации параметров процесса импульсного воздействия при разрыве и термогазохимической обработке продуктивных пластов применяют скважинные автономные регистраторы давления, размеры которых позволяют работать через НКТ при максимальных регистрируемых давлениях до 200 МПа.

Источники тока и контрольноизмерительные приборы

При работе с незащищенными системами – электродетонаторами ТЭД, взрывными патронами ПВ-ПД, ПВПД-М, ВП-4, ПГ-170 и др. в качестве источника тока применяют конденсаторные взрывные приборы и машинки, которые состоят из конденсатора-накопителя, зарядного устройства, взрывного переключателя и снабжены неоновой сигнальной лампочкой для подачи сигнала о готовности прибора к работе. Принцип действия взрывных приборов и машинок заключается в относительно медленном (8÷10 с) заряжании конденсатора до потенциала 600÷1000 В от низковольтного источника тока: гальванических элементов (взрывной прибор) или ручного индуктора (взрывная машинка). После зарядки конденсатора до номинального напряжения загорается на панели сигнальная лампочка, и взрывник, повернув ключ в гнезде в положение «Взрыв», с помощью переключателя посыпает во взрывную сеть мощный импульс электрического тока продолжительностью 2÷4 мс и величиной не менее 1 А. Основные характеристики источников тока приведены в табл. 15.3.

С целью безотказного взрывания электродетонаторов (взрывных патронов) взрывной прибор должен послать во взрывную сеть импульс электрического тока величиной не менее импульса воспламенения электродетонатора, а ток в конце импульса должен быть не меньше минимально допустимого. Для электровоспламенителей незащищенных систем, применяемых при ПВР, величина импульса воспламенения составляет 7÷17 А²·мс, а минимально ток в конце импульса должен быть не менее 1 А.

Таблица 15.3

Конденсаторные взрывные приборы и машинки

Источник тока	Напряжение на конденсаторе, В	Допустимое сопротивление взрывной сети для электродетонатора, Ом		Источник питания
		ТЭД-165 (200)	ТЭД-260	
Взрывной прибор КВП-1/100	600	220	100	Три элемента 373
Взрывной прибор ПИВ-100М*	600	220	100	То же
Взрывная машинка КПМ-3 1У	1600	600	290	Индуктор (генератор)

* Дополнительно имеет встроенный омметр с диапазоном измерений 60÷400 Ом.

Для обеспечения безотказного взрываания термостойких электродетонаторов в глубоких скважинах выполняется проверочный расчет электровзрывной сети, который сводится к сопоставлению ее электрического сопротивления, измеренного прибором, с расчетным предельно допустимым сопротивлением сети при выбранном источнике тока.

Предельно допустимое сопротивление, при котором обеспечивается условие безотказного взрываания, определяется по формуле, Ом:

$$R = \frac{-K + \sqrt{K^2 + I^2 C^2 U^2}}{I^2 C}, \quad (15.1)$$

где K – импульс воспламенения электродетонатора, $A^2 \cdot \text{мс}$;

C – емкость конденсатора взрывного прибора (машинки), Φ ;

I – минимально допустимый (гарантированный) ток, A ;

U – напряжение на конденсаторе взрывного прибора, В.

В паспорте серийно выпускаемых приборов и машинок обычно указано предельно допустимое сопротивление взрывной сети при взрывании электродетонаторов общего назначения, величина импульса воспламенения которых составляет $2 \div 4 A^2 \cdot \text{мс}$. Так, например, допустимое сопротивление взрывной сети для КВП-1/100 и ПИВ-100М при использовании электродетонаторов общего назначения составляет 320 Ом, в то время как при применении термостойких детонаторов оно существенно ниже (см. табл. 15.3).

Поэтому приведенное в паспорте значение следует откорректировать по формуле (15.1). При отсутствии сведений о величине импульса воспламенения рекомендуется перед производством прострелочно-взрывных работ взорвать электродетонатор через каротажный кабель на поверхности с соблюдением мер безопасности.

Для измерения сопротивления отдельных ЭД и электровзрывной сети применяют специальные омметры – измерительные мосты: Р-353, Р-3043. Измерительный мост Р-353 предназначен для измерения сопротивлений ЭД и взрывных сетей на земной поверхности. Два диапазона измерений ($0,2 \div 50$ Ом и $20 \div 5000$ Ом) позволяют измерять значения сопротивлений отдель-

ных изделий и смонтированной взрывной сети с погрешностью $\pm 5\%$. Исполнение прибора нормальное. Масса 1,3 кг.

Измерительный мост Р-3043 предназначен для измерения сопротивлений ЭД и взрывных сетей в шахтах, неопасных и опасных по газу и пыли, а также на земной поверхности. Имеет два диапазона измерений – 0,3÷30 и 30÷3000 Ом с погрешностью $\pm 5\%$. В качестве индикатора служат два светодиода, что позволяет быстро проводить замеры в условиях плохой освещенности. Исполнение прибора искробезопасное. Масса 1,6 кг.

Для работы с защищенными электрическими системами предназначен прибор взрывной высокочастотный ПВВ-1, который выдает высокочастотный взрывной импульс в электровзрывную цепь, состоящую из геофизического кабеля КГ1-53-90, КГ1-55-90, КГ1-55-180, КГ3-60-90, КГ3-60÷180 длиной до 6 км и патрона взрывного предохранительного действия ПВ-ПД-Н или патрона герметичного ПГН-150 (165). Условия эксплуатации прибора: температура окружающего воздуха от -40°C до $+35^{\circ}\text{C}$, верхнее значение относительной влажности 98 % при температуре 35°C .

Структурная схема лицевой панели прибора представлена на рис. 15.6.

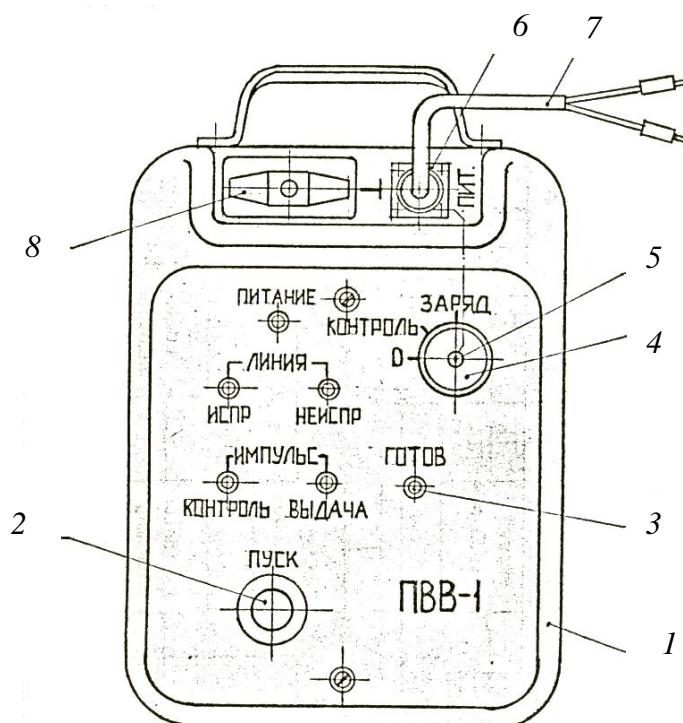


Рис. 15.6. Прибор ПВВ-1:
 1 – корпус; 2 – кнопка; 3 – индикаторы; 4 – выключатель;
 5 – гнездо выключателя; 6 – соединитель; 7 – кабель; 8 – клемма

Минимальное амплитудное значение импульса тока, выдаваемое с клемм прибора в нагрузку (взрывную цепь) в начале импульса 3А, через 10 мс от начала импульса – 2А. Частота заполнения импульса тока (15 ± 2) кГц. Длительность импульса тока не менее 10 мс. Параметры выдаваемого прибором ПВВ-1 тока должны обеспечиваться на эквиваленте кабеля типа КГ1-53-90

длиной до 6 км с характеристиками $R = (40 \pm 2)$ Ом/км, $C = (0,11 \pm 0,01)$ мкФ/км, $L = (1,82 \pm 0,18)$ мкГн/км (при $f = 1$ кГц) и подключенной на конце кабеля индуктивностью $L = (40 \pm 0,4)$ мкГн. Время заряжания прибора до готовности к выдаче импульса тока не более 25 с.

ПВВ-1 обеспечивает индикацию исправности линии (взрывной цепи) при активном сопротивлении на клеммах от 50 Ом до 300 Ом (светится индикатор «ИСПР») и индикацию неисправности линии при активном сопротивлении на клеммах менее 20 Ом и более 600 Ом (светится индикатор «НЕ-ИСПР»).

Прибор также обеспечивает световую индикацию наличия напряжения питания более 10,5 В постоянным горением и менее 8 В – прерывистым горением или отсутствием горения индикатора «ПИТАНИЕ».

Прибор ТЕСТ-ЭДТ-А предназначен для контроля патронов взрывных предохранительного действия ПГН-150, ПГН-165 в условиях, не опасных по взрыву газа или пыли. Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха от 5 °С до 35 °С, верхнее значение относительной влажности 98 % при температуре 35 °С.

Конструктивно прибор контроля (рис. 15.7) выполнен в виде прямоугольного корпуса, передняя панель которого при транспортировании закрывается крышкой с помощью плоской пружинной защелки.

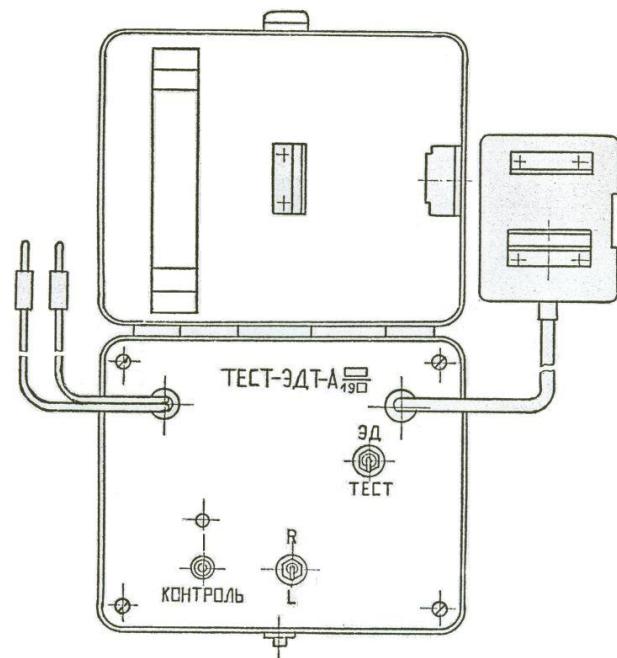


Рис. 15.7. Прибор ТЕСТ-ЭДТ-А

Прибор контроля обеспечивает индикацию исправности контролируемого патрона при активном сопротивлении в его вторичной цепи от 0,5 до 1,0 Ом путем загорания индикатора «КОНТРОЛЬ».

Прибор контроля обеспечивает индикацию исправности контролируемого патрона при индуктивности его первичной цепи, равной или более 30 мГц путем загорания индикатора «КОНТРОЛЬ».

При неисправности контролируемых параметров индикатор «КОНТРОЛЬ» загорается в прерывистом режиме.

Рабочая частота прибора контроля 40,4 кГц. Максимальное амплитудное значение тока через первичную обмотку патрона не превышает 50 мА. Питание прибора контроля осуществляется от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 В.

Габаритные размеры прибора контроля не более (209×182×85) мм, масса прибора контроля не более 1,5 кг.

Прибор ТЕСТ-ЭДТ предназначен для контроля электродетонаторов предохранительного действия ЭД-ПН, не чувствительных к токам промышленной частоты. Конструктивно прибор выполнен в корпусе, аналогичном прибору ТЕСТ-ЭДТ-А. Рабочая частота прибора контроля 60 кГц. Максимальное амплитудное значение тока, проходящего через обмотку связи, не превышает 50 мА.



Рис. 15.8. Приборы ПВВ-1 (а) и ТЕСТ-ЭДТ-А (ТЕСТ-ЭДТ) (б)

Внешний вид приборов ПВВ-1 и ТЕСТ-ЭДТ-А (ТЕСТ-ЭДТ) представлен на рис. 15.8.

Оборудование для работ при герметизированном устье скважин

При выполнении прострелочно-взрывных работ в условиях депрессии на пласт с целью повышения эффективности и безопасности работ необходимо герметизировать устье скважины.

Для герметизации устья применяется лубрикаторная установка, которая включает собственно лубрикатор, станцию подачи густой смазки, блок насосов, гидравлическую систему управления и сепаратор, размещаемые на специальной или универсальной транспортной базе.

Лубрикатор (рис. 15.9), состоящий из следующих основных частей: уплотнителя, приемной камеры, ловушки и превентора, устанавливается на устьевую фонтанную арматуру и герметически соединяется с ней через переходный фланец.

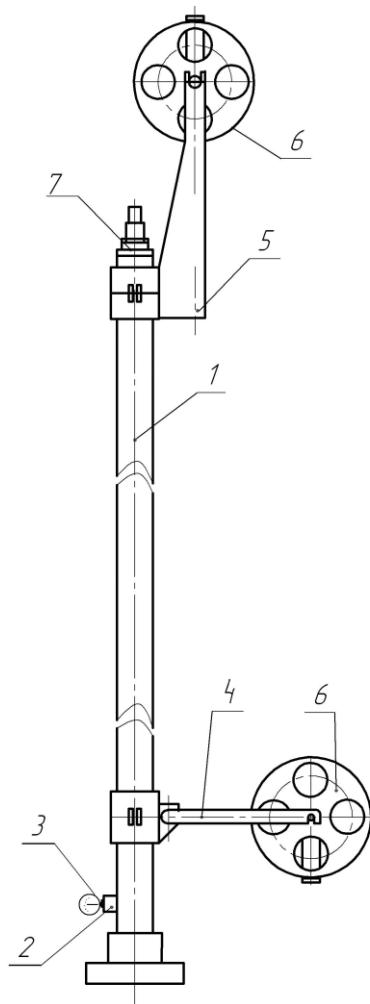


Рис. 15.9 Лубрикатор:
1 – корпус со стыковочным фланцем;
2 – штуцер; 3 – манометр;
4, 5 – кронштейны; 6 – ролики;
7 – устройство герметизации
двуихстушенчатое

обжимается маслом, подаваемым ручным насосом.

В нижней части уплотнителя находится шаровой клапан для предотвращения выброса скважинной жидкости при обрыве кабеля. В этом случае шарик подбрасывается потоком скважинной жидкости и прижимается к седлу, перекрывая центральный канал уплотнителя.

Приемная камера предназначена для размещения приборов или аппаратов и грузов. Она состоит из отдельных секций, соединяемых накидными гайками. Такими же гайками соединяют приемную камеру с уплотнителем, ловушкой и превентором.

Ловушка, снабженная откидной гайкой, предотвращает падение в скважину приборов или аппаратов из приемной камеры при обрыве кабеля. Перед

Уплотнитель герметизирует геофизический кабель при спуско-подъемных операциях в скважинах с давлением на устье. Напорные трубы образуют вокруг кабеля узкую кольцевую щель, оказывая сопротивление потоку жидкости через нее, в результате происходит дросселирование и снижение давления жидкости.

Более полная герметикация кабеля достигается подачей в кольцевую щель густой смазки под давлением, которое превышает устьевое давление на $2,5 \div 3,5$ МПа.

Густая смазка подается в нижнюю часть уплотнителя, а отработанная, смешанная с просочившимся скважинным флюидом, сливается из верхней части уплотнителя (из-под сальника) и через отводные трубы поступает в сепаратор.

В лубрикаторах газовых скважин, требующих более тщательной герметизации движущегося кабеля, уплотнитель дополнительно включает лабиринтное устройство.

Сальник служит для удержания кабеля с приборами (аппаратами) и грузами при монтаже и демонтаже лубрикатора на устье скважины и обжатия движущегося кабеля с целью дополнительного снижения утечек скважинного флюида.

Рабочий элемент сальника – резина –

началом спуска прибора (аппарата) в скважину заслонку открывают. Подъем кабеля осуществляют при закрытой заслонке, в которой имеется паз для прохода кабеля. Извлекаемые из скважины приборы приподнимают заслонку и свободно входят в приемную камеру, затем заслонка закрывается. Заход приборов или грузов в приемную камеру контролируют визуально по наружному рычагу, связанному с заслонкой. Заслонка имеет механизм захвата кабеля на случай его обрыва при подъеме, когда аппарат находится в скважине. Захват кабеля осуществляют контактирующими с ним роликами, скользящими в сходящихся пазах. Механизм захвата кабеля и шаровой клапан уплотнителя имеются только в лубрикаторе Л-210.

Превентор позволяет плавно устанавливать и прекращать сообщение скважины с лубрикатором, контролировать и регулировать давление в лубрикаторе, герметично перекрывать устье скважины в аварийной ситуации как кабелем, так и без него. Перекрытие устья скважины достигается плашками, которыми можно управлять дистанционно (гидравликой) или вручную.

Грузоподъемное устройство служит для монтажа и демонтажа лубрикатора, фиксирования его на время работы в вертикальном положении под натяжением и укомплектовано подвесным и направляющим блоками для геофизического кабеля, грузозахватным приспособлением, закрепляемым на верхней части лубрикатора. В качестве грузоподъемного устройства используют специальную монтажную вышку, размещаемую вместе с лубрикатором на базе грузового автомобиля повышенной проходимости.

Монтаж лубрикатора производят в следующем порядке. Сначала на фонтанную арматуру устанавливают превентор и ловушку. Затем к кабелю, пропущенному через уплотнитель и приемную камеру, присоединяют прибор (аппарат) и грузы, втягивают их в приемную камеру, а кабель зажимают сальником. После этого приемную камеру с уплотнителем устанавливают на ловушку и закрепляют. Масса грузов должна быть достаточной, чтобы преодолеть силу выталкивания кабеля давлением на устье скважины и силу трения кабеля в сальнике.

Лекции 11-13 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ, ЗАРЯЖАНИЯ И РАЗРЯЖАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПРОСТРЕЛОЧНО-ВЗРЫВНОЙ АППАРАТУРЫ И ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Зарядные мастерские

Заряжание скважинных прострелочных аппаратов: перфораторов, пороховых генераторов давления, грунтоносов и др. – производят в специальных зарядных мастерских.

Зарядные мастерские бывают стационарные (постоянные и временные) и передвижные (лаборатории перфораторных станций).

Стационарные зарядные мастерские сооружают по проектам, разрабатываемым специализированными организациями, которые подлежат экспертизе, утверждаемой органом Ростехнадзора России.

Постоянная зарядная мастерская имеет срок службы более трех лет и располагается обычно при расходных складах взрывчатых материалов. Помещение постоянной зарядной мастерской имеет комнаты для разборки и мойки аппаратов, их сушки, сборки и заряжания, отдельные кладовые для хранения неокончательно снаряженных аппаратов и ВМ, изолированную комнату или кабину со специальными приспособлениями для разряжания отказавших аппаратов.

Помещения зарядной мастерской должны иметь огнестойкие стены толщиной не менее 25 см, окна зарядной комнаты – располагаться не ниже 1,7 м от пола, пол зарядной камеры – покрыт линолиумом или резиновыми матами. Осветительная аппаратура должна быть во взрывобезопасном исполнении, электролампы – иметь предохранительные колпаки; выключатели – установлены вне помещения. Запрещается установка электродвигателей, рубильников и электросиловых установок в комнатах, отведенных для заряжания и разряжания аппаратов. Помещения зарядной мастерской должны быть обеспечены средствами пожаротушения, номенклатура, количество и расположение которых устанавливаются проектом.

Неокончательное снаряжение аппаратов производится в отдельной специально оборудованной комнате. Столы и верстаки для заряжания покрывают линолеумом, резиной или алюминиевым листом и оборудуют тисками и зажимами. Рабочие места заряжающих отделяют друг от друга защитной перегородкой высотой не менее 1,5 м. В одной комнате одновременно следует заряжать только один вид аппаратуры. Подготовка зарядных комплектов, зарядных патронов, электродетонаторов, электровоспламенителей, детонирующих шнурков и других ВМ должна выполняться на отдельных столах. Число подготавливаемых зарядов и средств инициирования не должно превышать сменной потребности.

В кладовой для ВМ, идущих на заряжание, каждую группу взрывчатых материалов хранят в отдельном сейфе или ящике, запираемых на замок. В кладовой для хранения неокончательно снаряженных аппаратов устраивают деревянные стеллажи или шахту. Стены шахты укрепляют каменной (бетонной) или деревянной облицовкой. Внутри шахты делают ячейки для аппаратов, над шахтой устанавливают подъемное приспособление (без электропривода). Аппараты можно хранить в сотовом хранилище, состоящем из горизонтально расположенных металлических труб, промежутки между которыми заполнены бетоном.

Временная зарядная мастерская имеет срок службы до трех лет и может быть оборудована в каменном или деревянном строении, полууглубленной землянке и т. п. Деревянные конструкции должны быть обработаны противопожарными составами или оштукатурены. При небольших объемах работ, по согласованию с органами Ростехнадзора, количество комнат временной зарядной мастерской может быть уменьшено до двух: одна – для хранения ВМ и неокончательно заряженных аппаратов, а другая – для

заряжания и разряжания аппаратов при условии, что эти операции выполняются разновременно. Мыть, чистить и сушить аппараты можно и в помещениях, расположенных вне зарядных мастерских. Общие требования к оборудованию и эксплуатации временной зарядной мастерской те же, что и для постоянной.

Отстрелочный стенд, предназначенный для испытания отстрелом и уничтожения отказавших ВМ и аппаратов, обычно устраивают при зарядной мастерской или в специально отведенном месте, удаленном на безопасное расстояние от охраняемых объектов. Отстрелочный стенд представляет собой яму (колодец) глубиной не менее 2 м с расположенным над ней помещением и подъемным механизмом (без электропривода). Стены и пол ямы укрепляют бетоном, камнем или деревом; сверху яму перекрывают металлическим листом. Если над ямой нет наземного помещения, то по ее периметру устраивается ограждение высотой не менее 1,5 м, расположенное на расстоянии не ближе 5 м от ямы. Количество ВМ (масса ВВ), взрываемых за один прием, устанавливается проектом.

Лаборатории перфораторных станций

Лаборатория перфораторных станций (ЛПС) или передвижная зарядная мастерская предназначена для перевозки к скважинам небольших количеств ВМ и аппаратов, в том числе и неокончательно заряженных, а также их заряжания на скважинах и кратковременного хранения на местах проведения работ.

Лаборатория размещается на шасси автомобилей ЗИЛ-131 (ЛПС-7), УРАЛ или КАМАЗ (ЛПС-8) и др. в специальном термокузове (рис. 16.1). Внутренние стены и потолок кузова выполнены из фанеры, покрытой огнезащитным составом. Пол кузова – ровный, покрыт резиной без зазоров. Рифления на листах резины расположены вдоль оси кузова. Высота потолка кузова не менее 2,0 м. На боковых стенках кузова размещено по два окна с двойным остеклением из стеклопакетов с автомобильными стеклами. Все окна в кузове имеют внутренние металлические решетки. Кузов оборудован откидными сидениями для перевозки персонала отряда.

Оборудование автомобилей соответствует «Единым правилам безопасности при взрывных работах» (2001 г.) и «Правилам перевозки опасных грузов автомобильным транспортом» (1995 г.).

В задней стенке кузова выполнена двустворчатая дверь, открывающаяся наружу. Створки двери могут быть зафиксированы в открытом положении. Двери кузова с внутренним замком имеют приспособление, препятствующее их открытию при движении автомобиля. Двери оборудованы сигнализацией, выведенной в кабину водителя.

Кузов оборудован выдвижной (откидной) лестницей с поручнем. В кузове устанавливается отопитель, обеспечивающий температуру внутри не ниже +15 °С при температуре внешней среды –40 °С. Рабочие места в кузове освещаются электролампами со штифтовым цоколем в потолочных плафонах защищенного типа. Для освещения площадки работ у устья

скважины внешняя сторона стенки кузова оборудована поворотной фарой-прожектором.



Рис. 16.1. Лаборатории перфораторных станций (ЛПС)

Электрическое оборудование автомобиля отвечает следующим требованиям:

- номинальное напряжение не превышает 24 В;
- электропроводка имеет бесшовную изоляцию, исключающую короткое замыкание, которая проложена так, что не может повредиться от ударов и трения о части автомобиля. Не подвергается коррозии.

В кузове имеется заземляющий провод со струбциной, соединенной с контуром заземления лаборатории. На задней стенке кузова предусмотрено крепление огнетушителей, лопаты, топора, аптечки.

На полу кузова размещены и закреплены:

- стеллаж для перевозки ПВА с ячейками, позволяющими перевозить в закрепленном состоянии аппараты ПВА диаметром 105 мм;

- стол с выдвижными ящиками, тисками, цепным зажимом, роликовыми опорами;
- запирающийся металлический ящик с пеналом для перевозки средств инициирования;
- запирающиеся ящики для перевозки зарядов взрывчатых веществ (ВВ), удаленные от средств инициирования (СИ);
- ящики для инструментов, приспособлений;
- диваны (сидения) для отдыха персонала;

Выпускная труба глушителя вынесена в правую сторону перед радиатором. Топливные баки оборудованы металлическими щитками со стороны передней, задней и боковой наружных стенок, а со стороны днища установлены стальная сетка ячейками размером 10x10 мм (перфорированный лист), расстояние от топливного бака до щитков и сетки не менее 20 мм. Баки удалены от двигателя, электрических проводов и выпускной трубы так, чтобы в случае утечки горючего оно выливалось непосредственно на землю. Автомобиль оборудован металлической цепочкой с касанием земли на длине 200 мм и металлическим штырем для защиты от статических и атмосферных электрических разрядов на стоянке. Автомобиль имеет приспособление для отключения аккумулятора от электрической цепи с помощью двухполюсного выключателя, который расположен у аккумулятора. Привод управления выключателем находится как в кабине водителя, так и снаружи транспортного средства. Он легко доступен и обозначается отличительным знаком. Выключатель выполнен так, чтобы его контакты могли размыкаться при работающем двигателе, не вызывая при этом опасных перегрузок электрической цепи. Крепление таблиц системы информации об опасности производится с помощью специальных устройств, обеспечивающих их надежную фиксацию.

Примерный состав комплектации ЛПС:

- взрывной прибор ПВВ-1;
- комбинированный прибор типа Ц 4313;
- заземляющий болт с гайкой, проводом, струбциной;
- держатели для зарядки перфораторов – 2 шт.;
- складные опоры для зарядки перфораторов вне лаборатории – 2 шт.;
- ремни для переноски ПВА (1 комплект);
- пенал для переноски средств инициирования к ПВА;
- лента стальная мерная геодезическая $L = 20$ м;
- капроновый шнур $D = 10$ мм и $L = 10$ м;
- ручные инструменты (топор, лопата, ведро оцинкованное, кувалда, лом, ножовка по металлу);
- ключи рычажные – 2 шт.;
- набор слесарных инструментов;
- тиски слесарные $L = 120$ мм;
- проблесковый маячок (желтый);
- светоотражающие знаки аварийной остановки – 2 шт.;
- дорожные знаки «опасность» – 2 шт.;
- таблицы СИО информационные – 2 шт.;
- красные флаги с дюралевым древком – 4 шт.;
- автомобильная аптечка (нового образца);
- огнетушители не менее 5 литров каждый – 3 шт.;
- противооткатные упоры – 2 шт.

Лаборатория ЛПС5 смонтирована на базе автомобиля УАЗ-3962. Лаборатория предназначена для обеспечения прострелочно-взрывных работ, проводимых в основном в скважинах структурно-картировочных, бурящихся на уголь, руды, воду и другие полезные ископаемые, в которых применяются преимущественно малогабаритные аппараты.

При выполнении прострелочно-взрывных работ в районах Крайнего Севера и труднопроходимых дорожных условиях ЛПС оборудуется на базе гусеничного транспортера.

Сборка и заряжание аппаратов

Заряжание стреляющего или взрывного аппарата – оснащение взрывчатыми материалами – представляет часть процесса сборки, разряжение – удаление ВМ – часть операций разборки. Операции, связанные с заряжанием или разряжанием, выделяют из общего процесса сборки или разборки аппарата, чтобы обратить особое внимание и обеспечить безопасность при манипуляциях с ВМ.

Большинство типов стреляющих и взрывных аппаратов поступают в геофизические предприятия незаряженными (без ВМ), частично собранными или разобранными; взрывчатые материалы (заряды и средства инициирования) получают отдельно в снаряженном виде. Некоторые аппараты, например кумулятивные торпеды типа ТКО, бескорпусные перфораторы типа ПР, наполняют взрывчатыми веществами (снаряжают) на заводе-изготовителе и в снаряженном виде, без средств инициирования (СИ) поставляют геофизическим предприятиям. Для использования в скважине аппараты собирают и заряжают.

В стационарных и передвижных зарядных мастерских, а также в специально приспособленных помещениях вблизи скважин можно производить только неокончательное заряжание аппаратов, т. е. оснащение их зарядами, детонирующим шнуром.

Окончательное заряжание аппаратов – установку СИ (взрывных патронов, детонаторов, электровоспламенителей), дающих первичный импульс, необходимо производить только непосредственно перед спуском аппарата в скважину – у устья. Боковые стреляющие грунтоносы селективного действия, лишенные элементов форсирования выстрела, разрешено заряжать окончательно в зарядных мастерских, т. е. устанавливать унитарные заряды, снабженные электровоспламенителями. При хранении и транспортировании окончательно заряженного грунтоноса должны быть закорочены контакты штепсельного разъема.

Выделяют стадии сборки и заряжания аппаратов:

Незаряженный аппарат представляет собой частично собранный аппарат, не содержащий ВМ.

Неокончательно заряженный аппарат – аппарат с ВМ, кроме средств инициирования, дающих первичный импульс.

Снаряженный аппарат (часть аппарата) – аппарат (часть аппарата), заполненный ВВ в заводских условиях без СИ.

Окончательно заряженный аппарат – аппарат, содержащий необходимые ВМ, включая средства инициирования; является одновременно полностью собранным аппаратом, подготовленным к спуску в скважину.

Стреляющие и взрывные аппараты собирают и заряжают, руководствуясь техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации аппаратов и входящих в них ВМ, а также ПБ.

Операции по заряжанию и разряжанию аппаратов выполняют лица, которые допущены к производству этого вида взрывных работ и прошли специальный инструктаж. Присутствие посторонних лиц не допускается. Рабочее место должно быть очищено и освобождено от лишних предметов.

Перед сборкой и заряжанием с аппаратов удаляют смазку, части и детали аппаратов, заряды, дефектные отбраковывают. Проверяют состояние поверхности деталей, сохранность и полноту резьб, качество обработки поверхностей посадочных мест и элементов уплотнения, наличие заходных фасок, размеры зарядных камор и чистоту каналов. Не допускаются забоины, вмятины, трещины, заусенцы и непритупленные острые углы, которыми можно повредить руки, взрывчатые материалы (детонирующий шнур, пороховой заряд) либо резиновые уплотнительные детали. Рабочая поверхность последних должна быть гладкой, а детали эластичными.

Аппараты многократного использования разбирают, чистят, моют, сушат, собирают и заряжают вновь перед каждым спуском в скважину. Корпус аппарата многократного использования не должен иметь раздутий, превышающих допустимые. Часть резиновых уплотнительных колец при многорядном уплотнении, сохранивших свои размеры и форму после пребывания в скважине, используют повторно; это учитывается при комплектовании поставок. Резиновые уплотнительные кольца некоторых типов аппаратов унифицированы и могут быть заимствованы.

Перед заряжанием аппаратов, содержащих перемещающиеся при их действии детали (кумулятивных перфораторов и осевых торпед, спускаемых на трубах, взрывных пакеров и др.), производят контрольную сборку соответствующих элементов без резиновых уплотнительных деталей и проверяют плавность хода частей и работоспособность элементов в целом.

Перед выездом на скважину для проведения работ с перфораторами типа ПКТ необходимо произвести проверку резьбовых соединений корпусов перфоратора и переходников, обратив особое внимание на проточки в переходниках для установки в них резиновых колец, обеспечивающих герметизацию перфоратора.

При отрицательных температурах резиновые изделия перед установкой в ПВА необходимо выдержать не менее 2 часов при температуре от 0 до +25 °C. Повторное использование уплотнительных колец запрещается.

Для выполнения работ по перфорации скважин перфоратором ПКТ подбирается необходимое количество корпусов, каркасов, втулок с центрирующими кольцами. Определяется и проверяется потребное количество узлов передачи детонации.

Механическая часть инициирующей головки собирается на складе ВМ, согласно инструкции по эксплуатации и чертежам сборки.

Перед снаряжением перфоратора необходимо убедиться в его герметичности в связи с конкретными скважинными условиями. Для этого производят спуск неснаряженного загерметизированного перфоратора в планируемый интервал перфорации. Целесообразность спуска неснаряженного перфоратора оговаривается с Заказчиком, и данная операция вносится в план работ.

Если в аппарате есть смонтированная электрическая схема и герметичные изолированные электроводы, проверяют сопротивление электрической цепи и изоляции. У кумулятивных зарядов проверяют целостность оболочки и шашки ВВ, наличие кумулятивной облицовки (у негерметичных зарядов), прочность приклейивания манжеты или частей оболочки. У прессованных пороховых и фугасных зарядов на поверхности не должно быть сколов и выкрашиваний. Детонирующие шнуры проверяют особенно тщательно, они не должны иметь повреждений оболочки, наслоений, бугров, утонений и пропусков сердцевины.

У электровоспламенителей, электродетонаторов, взрывных патронов и пиропатронов проверяют целостность, измеряют сопротивление или определяют исправность (защищенные системы) контрольно-измерительными приборами; при этом проверяемое устройство помещают за непробиваемую преграду.

Перед началом сборки проверяют свинчиваемость резьбовых соединений и собираемость элементов и аппаратов в целом. Операции заряжания и сборки стреляющих и взрывных аппаратов необходимо выполнять тщательно. При заряжании аппаратов взрывчатые материалы (заряды и средства инициирования) должны входить в каморы или гнезда свободно, без приложения усилий. При сборке корпуса аппарата необходимо обеспечить надежную герметизацию мест соединения его частей, боковых окон, ствольных каналов, электроводов. Резиновые уплотнительные кольца, установленные с натягом в соответствующие канавки, обязательно должны выступать из них; утопание колец в канавках недопустимо. Резиновые кольца, помещенные в канавки, и резьбы перед сборкой смазывают техническим вазелином или другой консистентной смазкой соответствующей термостойкости: ЦИАТИМ-221 до 150 °С, УНИОЛ-1 до 200 °С, ВНИИНП-233 – 200÷280 °С. Резиновые уплотнительные пробки должны входить в гнезда с натягом. Необходимо, чтобы электропровода взрывной цепи были прочно соединены между собой и с соответствующими контактами, места соединения надежно изолированы, а наружные – еще и загерметизированы. Зарядные камеры и огнепроводные каналы должны быть сухими и чистыми; остатки влаги или смазки могут привести к отказу аппарата вследствие увлажнения или флегматизации заряда и средств инициирования, а также из-за непередачи луча огня.

При заряжании аппаратов, в которых используют детонирующий шнур, необходимо обеспечить надежный контакт между ДШ и соответствующими элементами средств инициирования и зарядов, исключить возможность нарушения этого контакта при транспортировании и спуске аппарата в скважину.

Свободный конец ДШ во избежание высыпания сердцевины обматывают изолентой, а в бескорпусных аппаратах предварительно еще и герметизируют.

Заряжание и сборку ПВА выполняют по общей схеме, включающей следующие операции:

- установку в определенной последовательности зарядов в корпусы или каркасы;
- прокладывание детонирующего шнуря или взрывной цепи по донной части зарядов (перфораторов);
- протягивание запального провода;
- герметизацию гнездовых ствольных, запальных отверстий, каналов, соединений;
- установку средств взрывания и воспламенения;
- присоединение детонирующего шнуря к детонаторам, взрывным патронам и запального провода к электrozапалам.

При заряжании кумулятивных корпусных перфораторов многократного использования заряды вставляют в корпус с помощью специальных зажимов – клемм. В перфораторах типа ПК предварительно через отверстие в заряде протягивают детонирующий шнур, не допуская повреждения малопрочной бумажнолитой оболочки заряда. Особое внимание следует уделить очистке гнезда в корпусе перфоратора под хвостовик заряда, правильной установке и надежному закреплению заряда в корпусе, качеству деталей герметизации боковых окон и тщательности их установки. Винтные пробки затягивают специальным ключом, резиновые пробки (заглушки) устанавливают поверх дюралевых дисков в ствольные отверстия и раскрепляют с помощью молотка (из материала, не дающего искр при ударе), излишек материала пробки срезается ножом.

При заряжании кумулятивных корпусных перфораторов однократного использования типа ПКО и перфораторов типа ПКТ, спускаемых на насосно-компрессорных трубах, особое внимание следует обратить на тщательную сборку гирлянды кумулятивных зарядов с детонирующим шнуром и устройствами инициирования, а также на крепление ее в корпусе перфоратора. В перфораторах ПКО детонирующий шнур пропускают через паз в заряде, не допуская повреждения оболочки ДШ кромками металлической оболочки заряда

При заряжании кумулятивных ленточных перфораторов типа ПКС необходимо следить за правильным расположением зарядов в гнездах ленты и чередованием соседних зарядов. Заряды прочно закрепляют на ленте, скручивая выштампованные в ней крючки с помощью специального ключа. Должно быть исключено повреждение оболочки детонирующего шнуря.

Заряжание кумулятивных разрушающихся перфораторов типа КПРУ, КП-Л, ПКМР заключается в сборке гирлянды герметичных зарядов в каркасе, образуемом из отдельных обойм, монтаже детонирующего шнуря и электроцепи, установке взрывного патрона. Заряжание перфораторов типа ПР, поставляемых в виде готовых секций заводского снаряжения со встроенной детонационной цепью, сводится к контролю наличия ВВ в ней, сборке секций между собой, монтажу электроцепи и установке взрывного патрона.

При заряжании пулевых перфораторов и боковых стреляющих грунтоносов особое внимание обращают на чистоту и состояние поверхности зарядных камер, огнепроводных и ствольных каналов, на прочность соединения обтюраторов с пулями в перфораторах, на надежность крепления бойков с помощью тросов к корпусу грунтоноса.

Отказы ПВА, разряжение и разборка аппаратов, уничтожение ВМиПВА

Под отказом понимается полное или частичное отсутствие детонации заряда, его части или группы зарядов после посылки во взрывную сеть инициирующего импульса. Во всех случаях, когда заряды не могут быть взорваны по причинам технического характера, они также рассматриваются как отказы.

Причиной отказа могут быть как неисправности ПВА, так и неисправности взаимодействующего с ним оборудования – каротажного кабеля, насосно-компрессорных или бурильных труб при спуске на них ПВА, механизмов для выполнения спуско-подъемных операций и др., а также неудовлетворительное качество применяемых ВМ.

Факт несрабатывания ПВА устанавливается по показаниям (индикации) геофизической аппаратуры контроля факта взрыва или по отсутствию внешних, наблюдаемых оператором проявлений: звука, рывка геофизического кабеля или сдвига труб, повышения давления в скважине с герметизированным устьем и других признаков.

При несрабатывании ПВА в первую очередь следует проверить исправность взрывного прибора и наземной части электровзрывной сети циркуляционной системы (при взрывании ПВА, спускаемого на трубах). При их исправности считать возможной причиной несрабатывания неисправность геофизического кабеля либо ПВА (при работах с ПВА на кабеле), стреляющей головки либо ПВА (при работах с ПВА на трубах); для окончательного выяснения характера неисправности поднять ПВА на поверхность.

Перед подъемом аппарата кабель отключают от источника тока, наземные концы электровзрывной сети вначале закорачиваются, а затем размыкаются и изолируются. Подъем отказавшего перфоратора выполняется со скоростью не выше 3000 м/час, при подходе к устью скорость должна быть снижена до 250 м/час.

Не допускается подсоединение к кабелю любой наземной регистрирующей аппаратуры. При применении аппарата, спускаемого на трубах, во время подъема необходимо исключить попадание в колонну труб посторонних предметов.

После подъема ПВА на поверхность следует установить и по возможности устранить причину отказа.

В случае использования ПВА, спускаемого на кабеле, после отсоединения ПВА от кабеля (кабельного наконечника, кабельной головки) следует проверить исправность кабеля и всей внешней ЭВС. При отсутствии неисправностей во внешней ЭВС следует считать ПВА отказавшим и приступать к даль-

нейшему выяснению и устранению причины отказа. При обнаружении в них неисправности (обрыва или замыкания жил, недопустимого снижения сопротивления изоляции и др.) следует устранить неисправность и приступить к повторному спуску ПВА в скважину.

В случае использования ПВА, спускаемого на трубах, следует отвинтить от корпуса ПВА узлы, включающие ударный механизм и устройство инициирования, установить причину неисправности ударного механизма, устранить ее и приступить к повторному спуску аппарата. При отсутствии неисправностей в ударном механизме (устройство инициирования сработало) следует считать ПВА отказавшим и приступить к дальнейшему выяснению и устранению причин отказа.

Сразу же после подъема отказавшего аппарата из него извлекают взрывной патрон или другое средство инициирования, дающее первичный импульс. Проводники извлеченного СИ закорачивают. Аппарат закрепляют в удобном и безопасном месте и разряжают в последовательности, обратной заряжанию. Разряжение и необходимую при этом разборку продолжают до выявления причины отказа. Целостность и сопротивление (исправность) электрической цепи средства инициирования, извлеченного из отказавшего аппарата, и самого аппарата, лишенного СИ, проверяют с помощью КИП (Р-3043, ТЭСТ-ЭДТ и др.); при этом средства инициирования или аппарат помещают в защитный кожух или безопасное место.

Разборка отстрелянного аппарата, извлеченного из скважины, также требует осторожности, так как в его полости иногда сохраняется повышенное давление оставшихся газообразных продуктов превращения ВВ.

В кумулятивных корпусных перфораторах типов ПК, ПКО, ПКТ это связано с закупориванием остатками зарядов и загустевшим раствором отверстий, пробитых в стенках корпуса или в винтных пробках. Поэтому перед началом отвинчивания наконечника или пробки следует убедиться в том, что хотя бы некоторые из простреленных отверстий не закупорены и в полости корпуса нет избыточного давления. В противном случае необходимо вначале осторожно, находясь на расстоянии, вскрыть часть закупоренных отверстий, пользуясь длинным крючком или изогнутой спицей. При отвинчивании наконечника аппарата или боковых пробок, при извлечении резиновых пробок и опорных дисков нельзя находиться напротив них. Детально процесс разборки и разряжания конкретных аппаратов описан в соответствующих инструкциях по эксплуатации. Персоналу геофизических предприятий разрешено разбирать и разряжать только те изделия, содержащие взрывчатые материалы, которые он имеет право собирать и заряжать. Аппараты или их части, снаряженные в заводских условиях, кумулятивные, фугасные и пороховые заряды, взрывные патроны, детонаторы, пиропатроны, электровоспламенители, устройства инициирования и передачи детонации, а также другие СИ разбирать и разряжать запрещено.

Если в отказавшем аппарате герметичность не нарушена и зарядные комплекты не повреждены, а обнаруженная неисправность электроцепи может быть устранена, аппарат после замены средств инициирования вновь

спускают в скважину. Когда отказ произошел по причинам, которые нельзя устраниить без разборки аппарата, его разряжают. Перфораторы типов ПКОТ, ПКОС, ПКТ с опорными трубами, подвергнувшиеся обжатию в скважине, разряжать нельзя, их уничтожают методом взрываия с соблюдением ПБ при ВР. Повторный спуск в скважину неповрежденных и незамокших зарядных компонентов допускается при условии, что в течение предыдущего и повторного спусков в скважину не будет исчерпан ресурс термостойкости ВМ, т. е. не будет превышено допустимое для определенной температуры время пребывания ВМ в скважине.

Замокшие или поврежденные заряды и другие взрывчатые материалы по возможности извлекают из аппаратов и уничтожают по установленным правилам. При затруднениях аппарат уничтожают не разряжая. Если у торпеды отказал взрывной патрон (взрыватель), вставляемый снаружи, то его заменяют другим и торпеду спускают в скважину вторично.

Когда отказ торпеды нельзя устраниить заменой взрывного патрона или исправлением электроцепи, торпеду уничтожают не разряжая, с соблюдением действующих правил.

Если причиной несрабатывания ПВА явились устранимые неисправности (обрывы проводов, нарушения контактов в ЭВС аппарата и др.), а изделия зарядного комплекта пригодны к повторному использованию и не подлежат уничтожению, отказ может считаться ликвидированным. Регистрация его в «Журнале регистрации отказов при взрывных работах» не производится.

В случае невозможности подъема из скважины аппарата после случившегося отказа или невозможности его установки в заданном интервале (при заклиниваниях, обрывах кабеля или труб и пр.) дальнейшие работы необходимо проводить в соответствии с планом ликвидации аварии. При этом отказ должен быть зарегистрирован в «Журнале регистрации отказов при взрывных работах» и о нем должен быть поставлен в известность территориальный орган Ростехнадзора России.

Не пригодные к применению ВМ и не поддающиеся разборке и разряжанию ПВА уничтожают или отстреливают на стенде либо в соответственно оборудованном месте (полигоне) с соблюдением ПБ при ВР. Порядок уничтожения ВМ и ПВА с учетом конкретных условий, как правило, устанавливается типовым проектом на ПВР или инструкцией по уничтожению ВМ и ПВА, действующих в организации и разработанных в соответствии с инструкциями на применяемые взрывчатые материалы и другой нормативной документацией.

Последующему уничтожению подлежат:

- ПВА, не поддающиеся разборке из-за полученных механических повреждений;
- изделия зарядного комплекта ПВА, не пригодные к дальнейшему применению из-за полученных ими повреждений (потерявшие герметичность, деформированные и т. д.), исчерпавшие лимит времени по пребыванию в условиях высоких температур;

– изделия зарядного комплекта ПВА, извлеченные из аппарата при неполном его срабатывании.

Во всех указанных случаях ПВА или изделия его зарядного комплекта регистрируются в «Журнале ликвидации отказов».

Уничтожение зарядов ВВ (кроме пороховых), взрывных патронов, взрывателей, детонаторов, торпед, аппаратов, содержащих бризантное ВВ и не поддающихся разряжанию, следует производить электровзрыванием с применением наружных (накладных) зарядов в условиях, гарантирующих безопасность от разлета осколков и поражения ударной волной.

Накладной заряд располагают сверху, непосредственно на уничтожаемых ВМ. Одновременное уничтожение в одной яме нескольких торпед или неразряженных аппаратов запрещается.

Выход взрывника из укрытия после взрыва разрешается только после проветривания, отсоединения взрывной сети от источника тока и замыкания ее накоротко, но не ранее чем через 5 мин. Если при подаче напряжения взрыва не произошло, взрывник обязан отсоединить от прибора (источника тока) электровзрывную сеть, замкнуть накоротко ее концы, взять с собой ключ от прибора (ящика, в котором находится взрывное устройство) и только после этого выяснить причину отказа.

После взрыва следует проверить полноту уничтожения торпеды, аппарата, других ВМ. Пороховые заряды и воспламенители уничтожают сжиганием на костре с соблюдением ПБ при ВР.

Лекции 14-16

ОРГАНИЗАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ

Организация и документирование работ

Прострелочно-взрывные работы в скважинах выполняют перфораторные, перфораторно-торпедировочные и каротажно-перфораторные отряды или партии, обычно входящие в состав геофизического (промышленно-геофизического) предприятия.

Перфораторные, перфораторно-торпедировочные и каротажно-перфораторные отряды и партии организуют в зависимости от планируемых видов, объемов ПВР и территориального расположения обслуживаемых скважин.

Состав отрядов (партий) определяется штатным расписанием и тарифно-квалификационным справочником в соответствии с действующими «Едиными нормами времени на геофизические исследования в скважинах».

Руководителям и исполнителям ПВР необходимо иметь «Единую книжку взрывника», соответственно, с правом руководства или производства этих работ. Методическое и техническое руководство отрядами и партиями, а также контроль за их работой возлагаются на руководителя взрывных работ или технического руководителя геофизического (промышленно-геофизического) предприятия.

Прострелочно-взрывные работы в скважинах производят на основании заявок заказчика (геологоразведочных, буровых, нефте- и газопромысловых организаций).

Все прострелочно-взрывные работы в скважинах выполняются в соответствии с «Техническим проектом на производство прострелочно-взрывных работ в скважинах», который разрабатывается организацией-подрядчиком, утверждается техническими руководителями организации-подрядчика и организации-заказчика или назначенными ими лицами.

Технический проект вводится в действие приказом руководителя организации.

Текущие заявки заказчика на проведение ПВР и необходимые сведения о скважине вносят в «Журнал регистрации поступления и выполнения заявок на ПВР», который ведет диспетчер геофизического предприятия (лица, назначенные приказом руководителя организации). На основании зарегистрированной заявки отряду (партии) выдают «Индивидуальный технический проект на производство ПВР в конкретной скважине». Для учета выдачи и расхода ВМ на производство ПВР в скважине отряд (партия) получает наряд-путевку, являющуюся после окончания работ и отметки о сдаче остатков ВМ на склад или в кладовую основанием для последующего их списания по «Книге учета прихода и расхода взрывчатых материалов» согласно ПБ.

Взрывные работы должны выполняться взрывниками под руководством лица, назначенного приказом по организации (руководитель взрывных работ), по письменным нарядам с ознакомлением с ними под роспись и соответствующим наряд-путевкам и проводиться только в местах, отвечающих требованиям безопасного их проведения.

До начала работ на скважине начальник отряда (партии) должен получить от представителя заказчика «Акт о подготовленности скважины для производства ПВР» и лично проверить подготовленность скважины. Промер длины кабеля для определения глубины забоя скважины и установки аппаратов для отстрела (взрыва) производят в присутствии ответственного представителя заказчика, а результаты промера указывают в акте.

Выполненные на скважине в соответствии с заданием работы, их качество и эффективность указывают в «Акте о выполнении ПВР в скважине», являющемся основанием для учета и оплаты заказчиком произведенных работ. При возникновении аварий в процессе производства ПВР в скважине составляют соответствующий акт.

Отказавшие и пришедшие в негодность аппараты и ВМ уничтожают согласно ПБ, о чем составляют акт. В случае уничтожения ВМ и аппаратов в скважине акт должен подписывать и представитель заказчика.

Проверку пробников, омметров и испытателей взрывной цепи отмечают в «Книге проверки пробников, омметров, испытателей». Взрывные машинки, используемые при ПВР в качестве источника тока, панели управления с переключателем, локаторы и другие приборы следует проверять на исправность и соответствие рабочим параметрам перед каждым применением на скважине. Их ремонт (замену деталей, узлов) и проверку отмечают

в «Журнале регистрации ремонтов и проверок взрывных приборов, машинок и устройств для ПВР в скважинах».

На каждый стреляющий аппарат многократного использования имеются паспорт и учетная карточка, являющиеся основными документами для оценки пригодности аппарата к работе и решения о снятии его с эксплуатации. Формы всех перечисленных выше документов приведены в Приложениях к «Технической инструкции по прострелочно-взрывным работам в скважинах».

17.2. Хранение, транспортирование аппаратуры и взрывчатых материалов

17.2.1. Хранение взрывчатых материалов

Взрывчатые материалы хранят в складах ВМ, сооружаемых в соответствии с требованиями ГБ, в условиях, обеспечивающих безопасность и предотвращающих порчу и хищение.

Все промышленные взрывчатые материалы (взрывчатые вещества, средства инициирования и прострелочно-взрывная аппаратура) по степени опасности при обращении с ними (хранение, перевозка, доставка на места работ, использование и т.п.) относятся к классу 1 и разделяются на группы (табл. 17.1, 17.2).

Таблица 17.1

Классификация взрывчатых материалов по подклассам

Подклассы	Наименование подкласса
1.1	Взрывчатые материалы с опасностью взрыва массой
1.2	Взрывчатые материалы, не взрывающиеся массой
1.3	Взрывчатые материалы пожароопасные, не взрывающиеся массой
1.4	Взрывчатые материалы, не представляющие значительной опасности
1.5	Очень нечувствительные взрывчатые материалы
1.6	Изделия чрезвычайно низкой чувствительности

Таблица 17.2

Классификация взрывчатых материалов по группам совместимости

Группа совместимости (опасности)	Вещества, изделия
<i>A</i>	Инициирующие взрывчатые вещества
<i>B</i>	Изделия, содержащие инициирующие взрывчатые вещества
<i>C</i>	Метательные взрывчатые вещества и другие дефлагрирующие взрывчатые вещества или изделия, содержащие их (бездымный порох)
<i>D</i>	Вторичные детонирующие взрывчатые вещества; дымный порох; изделия, содержащие детонирующие взрывчатые вещества без средств инициирования и метательных зарядов (детонирующего шнуря)
<i>E</i>	Изделия, содержащие вторичные детонирующие вещества без средств инициирования, но с метательным зарядом (кроме содержащих легко-воспламеняющуюся жидкость)
<i>F</i>	Изделия, содержащие вторичные детонирующие вещества, средства инициирования и метательные заряды или без метательных зарядов

Группа совместимости (опасности)	Вещества, изделия
<i>G</i>	Пиротехнические вещества и изделия, содержащие их
<i>N</i>	Изделия, содержащие чрезвычайно нечувствительные детонирующие вещества
<i>S</i>	Вещества или изделия, упакованные или сконструированные так, что при случайном срабатывании любое опасное проявление ограничено самой упаковкой, а если тара разрушена огнем, то эффект взрыва или разбрасывания ограничен, что не препятствует проведению аварийных мер или тушению пожара в непосредственной близости от упаковки

Взрывчатые материалы различных групп совместимости должны храниться и перевозиться раздельно. Допускается совместное хранение:

– дымных (группа совместимости *D*) и бездымных (группа совместимости *C*) порохов в соответствии с требованиями к наиболее чувствительным из них;

– огнепроводного шнуря, средств зажигания его и порохов, сигнальных и пороховых патронов и сигнальных ракет (группа совместимости *D*) с взрывчатыми материалами групп совместимости *B*, *C* и *D*;

– детонирующего шнуря и детонирующей ленты (группа совместимости *D*) с капсюлями-детонаторами, электродетонаторами и пиротехническими реле (группа совместимости *B*).

Взрывчатые материалы размещают в хранилищах ВМ на деревянных стеллажах и поддонах (настилах) в заводской упаковке с обозначением наименования или шифра ВМ, номера партии и даты изготовления. Средства инициирования хранят в запаянных или с плотно закрывающейся крышкой металлических оцинкованных коробах, уложенных в деревянные ящики; внутри металлических коробов СИ укладывают рядами в картонные коробки. Пороховые заряды хранят в закрытых полиэтиленовых мешках.

Срок хранения средств инициирования и пороховых зарядов в негерметичной упаковке существенно ниже, чем в герметичной. Поэтому ВМ, оставшиеся не израсходованными после вскрытия герметичной упаковки, следует уложить в металлический короб с плотно закрывающейся крышкой или в полиэтиленовый мешок.

Перед истечением гарантийного срока хранения ВМ подвергают контролю, а при необходимости – испытаниям в соответствии с инструкцией, утвержденной в организации, ведущей ПВР, согласованной с территориальным органом Ростехнадзора. Взрывчатые материалы, выдержавшие испытания, допускают к использованию в течение времени, указанного в инструкциях и руководствах по применению. Взрывчатые материалы, не выдержавшие испытаний или не подлежащие дальнейшему хранению, уничтожают в установленном порядке с соблюдением инструкции по эксплуатации соответствующих ВМ и правил безопасности.

17.2.2. Хранение заряженных аппаратов

Аппараты, содержащие ВВ, хранят неокончательно заряженными в специальных кладовых при зарядных мастерских и в хранилищах прострелочных и взрывных аппаратов, размещенных на территории поверхностных расходных складов ВМ. Кумулятивные перфораторы хранят без установленных взрывных патронов; концы детонирующего шнуря защищают резиновыми колпачками или изоляционной лентой. Пулевые и кумулятивные корпусные перфораторы, стреляющие грунтоносы хранят с навинченными головкой и на конечником, а при хранении отдельными секциями – с навинченными переходниками, муфтами или защитными колпаками. На стеллажах в кладовой заряженные аппараты укладывают так, чтобы стволы были направлены вверх и вниз или в непробиваемую преграду. Секции кумулятивных бескорпусных перфораторов можно хранить в заводской упаковке или в деревянных запирающихся ящиках. Аппараты, стреляющие в нескольких направлениях, лучше хранить в оборудованной шахте в вертикальном положении.

Боковые стреляющие грунтоносы для нефтяных скважин можно хранить окончательно заряженными, но с закороченными контактами штепсельного разъема.

Торпеды хранят без установленного взрывного устройства в заводской упаковке или в деревянных запирающихся ящиках. Ящики с торпедами укладываются отдельно от других аппаратов. В кладовой зарядной мастерской разрешается хранить не более десяти торпед и такое же количество взрывателей к ним.

Незаряженные аппараты и комплекты расходных деталей хранят до начала эксплуатации в заводской упаковке в сухом помещении в условиях, исключающих порчу изделий, упаковки и консервационной смазки. Если изделия не передают в эксплуатацию в течение времени, превышающего указанный в паспорте гарантийный срок хранения, производят переконсервацию. Срок хранения изделий, покрытых консервационными смазками или маслами, составляет без переконсервации три-пять лет в зависимости от условий хранения и транспортирования. Расконсервацию аппаратов производят непосредственно перед сборкой и заряжанием для работы в скважине. Аппараты многократного использования после отстрела, разборки, мойки и сушки при длительном перерыве в эксплуатации подвергают повторной консервации. Общий срок хранения незаряженных аппаратов и комплектов расходных деталей (кроме резиновых) при соблюдении нормальных условий хранения и своевременной переконсервации не регламентируются.

Резиновые уплотнительные детали хранят в упаковке в закрытом помещении при температуре от 0 до 25 °С на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов; срок хранения – два года. При хранении детали не должны подвергаться воздействию солнечных лучей и веществ, разрушающих резину: смазочных масел, бензина, керосина, кислот, щелочей, окислителей и др. Допускается хранение резиновых деталей в неотапливаемом помещении в течение одного месяца, при этом запрещается подвергать их какой-либо деформации. После транспортирования и хранения при отрицательной

температуре резиновые детали перед монтажом должны быть выдержаны некоторое время при положительной температуре.

17.2.3. Транспортирование взрывчатых материалов

Взрывчатые материалы перевозят различными видами транспорта (железнодорожным, водным, автомобильным, воздушным, гужевым и др.) в строгом соответствии с ПБ и правилами перевозки опасных грузов в условиях, обеспечивающих безопасность и исключающих хищение и порчу.

Допускается перевозить ВМ ручной кладью в пассажирских поездах и судах лишь при наличии специального разрешения и сопровождающего лица. Запрещается перевозить ВМ ручной кладью на самолетах, в пригородных поездах, багажом в пассажирских поездах, в газогенераторных автомобилях, автобусах общего пользования, троллейбусах, трамваях, метро.

Взрывчатые материалы, относящиеся к разным подгруппам одной группы совместимости, допускается транспортировать вместе.

При совместной перевозке ВМ с одного места хранения на другое средства инициирования должны размещаться в локализаторе, установленном в передней части кузова специально оборудованного автомобиля; загрузка автомобиля ВМ не должна превышать 2/3 его грузоподъемности.

Перевозка ВМ должна осуществляться в заводской упаковке. Ящики должны плотно укладываться и закрепляться для исключения их перемещения во время транспортировки.

При неполном заполнении заводской тары:

а) заряды типа ЗПКС должны укладываться в гнезда ячеек и накрываться мягким прокладочным материалом;

б) заряды типа ЗПК-105/7, ЗПК-105С, ЗПКО-89С, ЗПКО-89СМ и др. должны укладываться рядами. Первый ряд кумулятивными воронками вниз. Следующий ряд укладывается между зарядами 1-го ряда кумулятивными воронками вверх. Далее укладка производится в той же последовательности с предварительной прокладкой мягким прокладочным материалом предыдущих пар рядов;

в) заряды торпед, ПГД. БК должны транспортироваться в закрытых и закрепленных деревянных ящиках. При этом упаковка должна обеспечивать неподвижность зарядов.

Транспортировка пороха осуществляется в заводской таре, а при необходимости – в бумажных пакетах, исключающих его просыпание, на расстоянии не менее 0,5 м от других ВМ и СИ.

Для доставки и хранения ВМ и ПВА к местам работ используются специально оборудованные автомобили, согласно требованиям «Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом», утвержденных Приказом министра транспорта РФ от 08.08.95 № 73.

Взрывчатые материалы к скважинам перевозят преимущественно в передвижных зарядных мастерских (ЛПС).

Средства взрывания (группа совместимости «В») следует размещать в передней части кузова автомобиля в специальном, плотно закрывающемся

и запирающимся ящике (пенале) с войлочными, резиновыми, пенопластовыми или другими мягкими прокладками со всех сторон, в том числе со стороны крышки и дна; ящик (пенал) должен иметь ячейки под каждое изделие СИ. Провода электродетонаторов, взрывных патронов, электровоспламенителей должны быть замкнуты накоротко (центральный провод на корпус). Взрывные патроны, электродетонаторы, электровоспламенители должны размещаться и транспортироваться таким образом, чтобы исключить контакт их проводов с металлическими предметами.

Заряды ВВ (группа совместимости «В») размещают в задней части кузова автомобиля.

Ящики с порохом или пороховыми зарядами при совместной перевозке с другими ВМ размещают на расстоянии не менее 0,5 м от них иочно закрепляют.

Доставка снаряженных ПВА в заводских условиях или снаряженных в зарядных мастерских осуществляется к месту работ и обратно без установленных в них СИ.

Стреляющие и взрывные аппараты разрешается перевозить к скважинам неокончательно заряженными в транспортировочных устройствах – стеллажах и специальных ящиках, установленных в передвижных зарядных мастерских и каротажных подъемниках. Стеллажи и ящики имеют ячейки с мягкими прокладками и зажимные приспособления. Торпеды перевозят в заводской упаковке; ящики с торпедами устанавливают и укрепляют в передней или средней части кузова.

Запрещается перевозить:

а) окончательно заряженные стреляющие и взрывные аппараты (с установленными в них средствами инициирования, дающими первичный импульс);

б) заряженные, хотя бы неокончательно, пороховые генераторы давления;

в) кумулятивные заряды в стеклянных или ситалловых оболочках, смонтированные на лентах перфораторов;

г) торпеды с неукрепленными зарядами.

Боковые стреляющие грунтоносы допускается перевозить окончательно заряженными (с установленными электровоспламенителями) при условии, что контакты штепсельного разъема закорочены.

Перевозить ВМ к месту работы разрешается без охраны, но под обязательным наблюдением взрывника. В отдельных случаях порядок охраны устанавливается руководителем организации.

При транспортировке ВМ на места работ в кузове транспортного средства **запрещается** перевозка предметов и материалов, не связанных с производством взрывных работ.

Перевозить персонал отряда или партии, осуществляющий ПВР в скважинах, совместно с не окончательно заряженными аппаратами и ВМ для их заряжания разрешается только в передвижных зарядных мастерских и каротажных подъемниках; перевозить в них других людей запрещено.

Все инструменты, используемые в работе, должны быть надежно за-креплены.

Ключи от кузова ЛПС и ящиков с СИ должны находиться у взрывника.

Перевозка ВМ автомобильным транспортом должна производиться по согласованным маршрутам перевозки ВМ. Выбор маршрута перевозки ВМ осуществляется предприятием, организующим их транспортирование.

Маршруты перевозок ВМ подлежат подтверждению с последующим согласованием с территориальным уполномоченным органом при получении специального разрешения на движение по автомобильным дорогам транспортного средства, осуществляющего перевозку опасных грузов (Приказ Минтранса РФ от 4 июля 2011 г. № 179). Разрешение выдается на срок до 6 месяцев.

Скорость передвижения автотранспорта, загруженного ВМ, устанавливается при согласовании маршрута перевозки и указывается в бланке маршрута перевозки ВМ.

Скорость передвижения автотранспорта, не загруженного ВМ, регламентируется дорожными знаками.

Водитель должен иметь при себе: путевой лист, с отметкой: «Автомобиль проверен, исправен и пригоден для перевозки ВМ», водительское удостоверение, свидетельство о допуске водителя к перевозке ВМ (ДОПОГ), свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке ВМ, маршрут перевозки опасного груза, аварийную карточку СИО. В путевом листе, выданном водителю, должен указываться также маршрут перевозки и условный номер ВМ (номер по списку ООН), в верхнем левом углу красным цветом выполняется отметка «Опасный груз».

17.3. Общая технология работ

17.3.1. Подготовительные работы на базе

При подготовке отряда или партии к выезду на скважину необходимо: получить и изучить геолого-техническое задание на ПВР: выбрать типоразмер стреляющих или взрывных аппаратов; проверить исправность спуско-подъемного оборудования, приборов, инструмента, кабеля, подъемника, лаборатории перфораторной станции; оформить наряд-путевку на производство ПВР; получить со складов скважинные аппараты, зарядные комплекты и все необходимые материалы; ознакомиться с инструкциями по эксплуатации выбранных аппаратов и с методическими инструкциями, указаниями или рекомендациями по соответствующим видам ПВР; предварительно (не окончательно) зарядить аппараты на базе и подготовить их к доставке на скважину.

Выбор типоразмера аппаратов – важный и ответственный момент, от которого в значительной степени зависит успешное выполнение задания. Скважинный аппарат должен удовлетворять следующим требованиям: обладать достаточной прочностью, термобаростойкостью, газохимической стойкостью, исключающими возникновение преждевременного срабатывания и аварий; обеспечивать эффективность, производительность и экономичность

работ, сохранность элементов конструкции скважины, поперечный габарит аппарата – обеспечивать свободное прохождение к интервалу, в котором намечено проведение операции.

Начальник отряда (партии):

- получает заявку на ПВР, проверяет интервалы перфорации, тип и количество зарядов, плотность перфорации и т. п.;
- определяет необходимое оборудование для выполнения конкретной заявки;
- проверяет соответствие выданного КИП геофизического материала для привязки к заявленным интервалам;
- дает разрешение взрывнику на выписку необходимого количества и наименований зарядов ВВ и СИ.

Взрывник получает в ПДС (у диспетчера) под роспись «наряд-путевку» с регистрацией ее в «Журнале выдачи и регистрации наряд-путевок» и производит выписку ВМ согласно расчету.

Расчет необходимого ВМ на конкретную скважину выполняют лица, назначенные приказом руководителя организации. Выполненный расчет количества ВМ на скважину заносится в «Журнал приема заявок на ПВР» и подтверждается росписью лица, производившего расчет.

После выполнения всех подготовительных работ на базе начальник отряда (партии) дает разрешение на выезд на склад ВМ для получения зарядов ВВ и СИ.

Заведующий складом ВМ (раздатчик ВМ) выдает взрывчатые материалы взрывнику партии на основании наряд-путевки, сверив подписи в ней с образцами, имеющимися на складе.

При получении ВМ на складе взрывник расписывается в наряд-путевке в их получении и в специальном помещении (маркираторной) проверяет СИ: ЭД и ПВ согласно инструкциям на их применение.

При проверке электрического сопротивления и индуктивности электродетонаторы и взрывные патроны помещают в защитное устройство (непробиваемую преграду).

Детонирующий шнур осматривается на равномерность плотности, отсутствие пустот и целостность оболочки.

При получении зарядов ВВ и ПВА взрывник выполняет наружный осмотр. Кумулятивные заряды и торпеды проверяются на целостность оболочки, наличие кумулятивной облицовки, наличие индивидуальных заводских номеров.

Средства инициирования, заряды ВВ и ПВА, не отвечающие требованиям инструкций и руководств по применению, подлежат уничтожению.

СИ перед выдачей со склада ВМ должны быть замаркированы (пронумерованы) способами, допущенными Ростехнадзором.

Полученные на складе ВМ заряды ВВ, СИ и неокончательно снаряженные ПВА загружаются в ЛПС и доставляются на скважину (см. раздел 17.2.3).

17.3.2. Подготовительные работы на скважине

До начала работ отряда или партии скважина и территория буровой должны быть подготовлены работниками предприятия-заказчика согласно действующим техническим условиям на подготовку скважин для производства геофизических и прострелочно-взрывных работ. Отряд может приступить к производству ПВР в скважине только после получения от представителя заказчика акта о подготовленности скважины к этим работам и ознакомления с составом и объемом выполненных при этом мероприятий, с имевшими место затруднениями и препятствиями при спуске шаблона (кривизна, уступы, каверны, цементная корка, смятие колонны и т. п.).

Подготовленность буровой к ПВР на поверхности земли необходимо проверить непосредственным осмотром. Особое внимание следует обратить на состояние площадок для установки подъемника и ЛПС, свободных проходов к устью скважины, подмостков для установки блок-баланса и лубрикатора, на наличие и работоспособность лёгости с крюком, задвижки со штурвалом, водяного или парового (зимой) шланга, подъемной мачты или треноги, достаточного освещения (дляочных работ) и др.

Затем инструктируют работников отряда и буровой бригады о содержании, особенностях ПВР и мерах безопасности. Подъемник и ЛПС устанавливают на подготовленных площадках и заземляют на контур буровой (суммарное сопротивление заземляющего провода и контура заземления не должно превышать 10 Ом). Под колеса подъемника устанавливают жесткие упоры, а на скважинах глубиной более 5 км – упоры типа кронштейна или дополнительно крепят подъемник к специальному якорю. Монтируют и надежно закрепляют систему блоков, устанавливают датчики натяжения и глубин. Проверяют исправность спуско-подъемного оборудования подъемника и средств подачи звуковых (световых) сигналов, сопротивление изоляции и жил кабеля, наличие предупредительной и сигнальной меток на кабеле на расстояниях соответственно 50 и 5 м от кабельного наконечника, надежность крепления его к кабелю.

С целью проверки проходимости скважины производят пробный спуск кабеля с контрольным шаблоном. При этом целесообразно одновременно осуществить операции со скважинными приборами, предусмотренные в техническом проекте: отбивку муфтовых соединений, зон прихвата и глубины забоя, промер кабеля, проверку механизмов и приборов подъемника и др. Спуск шаблона и промер кабеля на скважине выполняют в присутствии представителя заказчика. При возникновении затруднений в спуске шаблона, вызванных наличием пробки (сальника, уступа), запрещается пробивать препятствия шаблоном. В случае непрохождения шаблона работы должны быть прекращены до устранения препятствия, например, спуском инструмента или промывкой скважины присоединяют к нему вблизи устья скважины.

В случае спуска в скважину аппарата на кабеле через лубрикатор и насосно-компрессорные трубы их также предварительно шаблонируют. Подготовку к производству ПВР завершают обозначением условными знаками границы опасной зоны в радиусе не менее 50 м вокруг скважины (рис. 17.1).

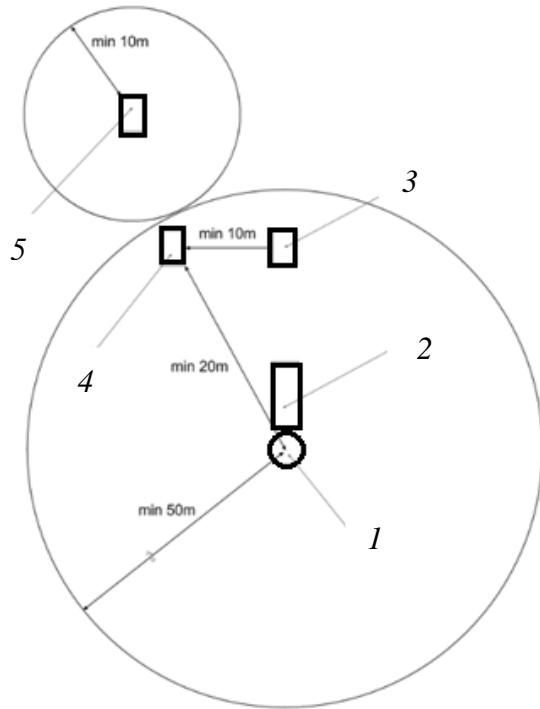


Рис. 17.1. Схема установки оборудования у скважины при выполнении ПВР:
 1 – устье скважины; 2 – мостки; 3 – площадка для установки каротажного подъемника;
 4 – площадка для установки ЛПС при проведении ПВР;
 5 – площадка для установки ЛПС до и после проведения ПВР

Готовность территории и скважины для проведения ПВР подтверждается двухсторонним актом.

Прострелочно-взрывные работы должны проводиться в присутствии представителя организации, в ведении которого находится скважина. Общее руководство работами, в том числе и привлеченными работниками Заказчика, возлагается на представителя геофизической организации – начальника отряда (партии).

Прежде чем взрывники приступят к заряжанию стреляющего или взрывного аппарата, руководитель взрывных работ подает предупредительную команду (один продолжительный звуковой или световой сигнал); из опасной зоны удаляют посторонних людей и прекращают работы, не связанные с ПВР.

Заряжание аппаратов производится в ЛПС или на специально подготовленных площадках (мостках) у скважины на столах, оборудованных тисками, цепным зажимом, роликовыми опорами. Порядок сборки и заряжания ПВА изложен в главе 16 (раздел 16.3).

В аппаратах, подготавливаемых к спуску в скважину, проверяют наличие, целостность и положение герметизирующих прокладок, пробок, стопорных винтов, пуль, бойков, расположенных снаружи детонирующих шнурков, электроцепей и т. п., что могло измениться во время транспортирования к скважине.

17.3.3. Спуск аппарата, приведение его в действие и подъем

Для спуска на геофизическом кабеле заряженный аппарат присоединяют к нему вблизи устья скважины. Перед присоединением обязательно проверяют отсутствие напряжения в кабеле, каротажном и буровом оборудовании и принимают меры, исключающие подключение напряжения в момент присоединения и спуска аппарата в скважину.

Спуск аппарата в устье скважины производят с помощью каротажно-перфораторного подъемника. Движение аппарата в скважине, особенно глубокой, контролируют по показаниям динамометра, счетчика глубин или изменениям записываемых кривых потенциалов собственной поляризации, гамма- и радиоактивного каротажа, локатора муфт и других приборов с силой тока не более 50 мА, включаемых после спуска аппарата в скважину на глубину не менее 50 м. С этой же глубины разрешается проверять электроцепь спускаемого аппарата. Следует избегать перепуска кабеля и образования на нем скруток или «жучков». Подобное может произойти в случае неожиданной остановки аппарата, а также если скорость спуска превышает скорость свободного падения аппарата в скважину. В некоторых случаях скорость свободного падения для тонкого кабеля, обладающего сравнительно высокой средней плотностью, может быть больше, чем для аппарата.

Максимальная скорость спуска аппаратов на кабеле не должна превышать:

- 2 м/с (7200 м/час) – для корпусных перфораторов или шаблона;
- 1 м/с (3600 м/час) – для ПКС, ПР, ВП, торпед.

Предельная скорость подъема всех отстрелянных аппаратов (кроме грунтоносов), каркасов и кабельных наконечников с грузом составляет 8000 м/час, а стреляющих грунтоносов с заполненными бойками на тросиках и отказавших аппаратов 4000 м/час. С глубины 100 м до устьевого оборудования подъем отстрелянных перфораторов производится со скоростью не более 250 м/час.

При подходе к верхнему уровню столба жидкости или к переходам и уступам в стволе скважины и в обсадной колонне скорость спуска аппарата снижают в 2 раза. Преодолевать препятствия спуску ударами аппарата воспрещается. При спуске аппарата в некрепленой части скважины нельзя допускать его длительной остановки во избежание прихвата.

Установку аппарата на кабеле в заданном интервале осуществляют по счетчику глубин, меткам на кабеле, муфтам и коротким патрубкам в обсадной колонне, магнитным реперам на ней.

Привязку интервалов перфорации и других видов прострелочновзрывных работ в скважинах осуществляют методами радиоактивного каротажа.

Привязка интервала перфорации по ГК производится по диаграмме ГК, выданной геологической службой предприятия, или по материалу, предоставленному Заказчиком. Интервал привязочной диаграммы должен перекрывать заявленный интервал на 100 м выше кровли и на 100 м ниже подошвы, когда нижняя граница интервала перфорации находится выше 100 м от забоя.

Для привязки по ГК необходимо иметь: скважинный прибор с каналом ГК, МЛМ, Т° и Р; каротажный регистратор для регистрации кривых ГК,

МЛМ, Т° и Р, с системой протяжки по изменению движения кабеля и прибора от направляющего (мерного) ролика.

При вскрытии нескольких интервалов привязка производится с установкой и последующим контролем боевых меток на кровле каждого интервала перфорации.

Регистрация осуществляется цифровыми каротажными комплексами с вводом точек записи и с обязательной коррекцией глубины по магнитным меткам на кабеле.

При производстве ПВР и контроля перфорации с использованием комплексных приборов обязательно подключение в макете регистрации данных от датчиков термометра, манометра, влагометра, резистивиметра.

Процесс привязки по ГК осуществляется в следующей последовательности:

а) прибор через переходник подсоединяют к каротажному кабелю подъемника перфораторной станции;

б) выполняют спуск прибора на забой скважины, предварительно записав его и установив необходимый масштаб записи кривой ГК;

в) производят первую запись кривой ГК с отбивкой забоя – если нижний конец интервала ПВР расположен не более 50 м от забоя; если нижний конец интервала расположен более 50 м от забоя, то производят 50-метровый перепуск и ведут запись. На кровле пласта делается контрольная остановка с нанесением **первой метки** на кабеле. Конец записи должен захватить дифференцированный участок кривой ГК (до 50 м выше верхней границы интервала ПВР). Первая запись кривой ГК должна быть не менее 200 м;

г) наложив первую запись кривой ГК к привязочной кривой ГК, делают увязку по разрезу и определяют интервал проведения ПВР, а также наличие зумпфа;

д) измеряют разницу между установленной **первой меткой и кровлей пласта**;

е) если **первая метка** установлена ниже кровли пласта, то производят смещение метки на величину разницы в сторону скважины. Если **первая метка** установлена выше кровли пласта, то смещение производят в сторону подъемника. Наносится **вторая метка, первая метка** срезается;

ж) производят вторую запись кривой ГК с контрольной остановкой на второй метке. Если при наложении второй записи к привязочной кривой наблюдается расхождение между установленной второй меткой и кровлей пласта, то производят повторную операцию по привязке к интервалу перфорации, начиная с пункта Д;

к) при установке ПВА следует ввести поправку ввиду разницы в точках записи кривой ГК и верхним зарядом ПВА (или нахождение ВП и т. д.) по формуле:

$$\Pi = ДП + ТЗ_{ГК} - ВЗ_{ПВА}, \quad (17.1)$$

где ДП – длина переходника; ТЗ_{ГК} – точка записи ГК прибора РК; ВЗ_{ПВА} – длина до первого заряда ПВА.

Если значение П положительное (+), то поправка принимается в сторону зумпфа, при отрицательном значении П (–) поправку принимают в сторону подъемника.

Привязка интервала перфорации по локатору муфт производится по требованию Заказчика в случаях, когда вблизи интервала ПВР имеется репер (короткий патрубок) или обсадная колонна вблизи интервала ПВР представлена трубами, различными по длине.

Для привязки по МЛМ необходимо иметь скважинный прибор с ГК и МЛМ, устройство для регистрации кривых ГК и МЛМ с системой протяжки по изменению движения кабеля и прибора от направляющего (мерного) ролика.

Запись кривой ГК и МЛМ производится от забоя и должна включать в себя реперный патрубок, а в случае, когда нижняя граница интервала перфорации находится более чем в 100 м от забоя, делается 50-метровый перепуск.

Процесс привязки осуществляется в следующей последовательности:

1. Скважинный прибор подсоединяют к кабелю перфораторного подъемника и производят спуск его в скважину.

2. Дойдя до нужной контрольной метки при помощи стальной ленты, отмеряют расстояние, соответствующее глубине верхней границы интервала ПВР за вычетом превышения от стола ротора до фланца перфозадвижки.

На кабеле устанавливают метку – 1:

$$M - 1 = PM + DOM - PR, \quad (17.2)$$

где ДОМ – домер от контрольной метки до верхней границы интервала перфорации; ПМ – привязочная метка (контрольная метка); PR – превышение от стола ротора до фланца перфозадвижки.

3. Производят первую запись ГК, МЛМ от забоя с остановкой в процессе записи на установочной метке – 1 с целью отметки ее на диаграмме МЛМ.

4. Увязывают кривые ГК, МЛМ (привязочную и записанную) по реперному патрубку. Делают снос метки – 1 на привязочную кривую МЛМ, предварительно нанеся на неё кровлю – верхнюю границу интервала прострелочно-взрывных работ.

5. Если расхождение отвечает требованию: при длине 1000÷2000 м расхождение до 1,5 м; 2000÷3000 м расхождение до 2,0 м, то вносят поправку: отмеряют полученное расстояние на кабеле в нужную сторону и вяжут новую установочную метку – 2. Метку – 1 срезают.

6. Производят вторую запись ГК, МЛМ с контролем правильности установки метки – 2 (делают в процессе записи остановку с отметкой метки – 2 на диаграмме МЛМ). Вторую запись и привязочную кривую увязывают по реперному патрубку. При правильной привязке установочная метка должна совпадать с намеченной на привязочной диаграмме отметкой.

7. При невыполнении пункта Д вопрос дальнейшей работы по ПВР согласовывают с геологической службой Подрядчика, а в случае подтверждения правильности сноса МЛМ с РК на стандартный каротаж привязку произ-

водят по МЛМ, убедившись по механическому счетчику и промеру в правильности забоя.

После окончания спуска аппарат останавливают несколько ниже заданной глубины вскрываемого интервала, руководствуясь показаниями геофизических исследований с контрольными реперами или, в крайнем случае, показаниями счетчика глубин и метками на кабеле, а затем на малой скорости поднимают и устанавливают в требуемом месте, следя по динамометру за натяжением кабеля.

Установку аппарата производят по метке на кабеле, а затем опускают или поднимают на расстояние, определенное по каротажной, локационной или другой диаграмме. Независимо от глубины интервала ПВР погрешность установки аппарата не должна превышать $\pm(0,3\div0,5)$ м.

Установку торпеды против замковых и муфтовых соединений труб, а также против места прихвата труб производят при спуске торпеды вместе с локатором муфт, прихватоопределителем и т. п.

Проверяют сопротивление или исправность электровзрывной цепи контрольно-измерительными приборами.

Аппарат приводят в действие по боевой команде руководителя взрывных работ (два продолжительных звуковых или световых сигнала): взрывник включает во взрывную цепь источник тока. В качестве источника тока используют взрывную машинку, осветительную или промысловую сеть (через перфораторную панель), а также генераторную группу подъемника. Аппарат, спущенный совместно с геофизическим прибором, приводят в действие после отключения измерительной панели прибора.

О срабатывании аппарата в скважине судят по приборам наземных панелей (движение стрелки, мигание сигнальной лампочки), выбросу или всплеску жидкости из устья, сотрясению (подбрасыванию) кабеля, звуковому эффекту, изменению сопротивления взрывной цепи.

После срабатывания аппарата, а также в случае отказа сразу отключают кабель от источника тока и приступают к подъему кабеля вначале на малой скорости, затем, убедившись в отсутствии прихвата, постепенно переходят на допустимую скорость. Во время подъема необходимо внимательно следить за показаниями счетчика глубин, натяжением кабеля и метками на нем, чтобы своевременно снизить скорость подъема при прохождении аппарата или наконечника с грузом через места, опасные в отношении прихвата (башмак колонны, переходники, сужения и т. п.). В случае резкого возрастания натяжения кабеля подъем немедленно должен быть прекращен, а кабель спущен в скважину до восстановления нормального натяжения. Подъем возобновляют только после освобождения прихваченного кабеля или аппарата.

С приближением аппарата (прибора, наконечника, груза и др.) к устью скважины на расстояние 100 м скорость подъема должна быть снижена. После появления из скважины первой – предупредительной – метки (или звонка автосигнализатора) переходят на самую малую (первую) скорость, а с появлением второй – сигнальной – метки (или звонка) подъем производят при сброшенном газе. До извлечения аппарата на поверхность необходимо про-

держать его несколько минут в устье скважины, чтобы температура и давление оставшихся в нем газов и жидкости снизились до безопасного уровня. При извлечении аппарата из устья скважины могут присутствовать только руководитель взрывных работ и лица, допущенные к производству этих работ. В это время внешним осмотром устанавливают полноту срабатывания аппарата.

Спуск аппарата на трубах начинают только после того, как на скважину доставлено и смонтировано необходимое оборудование: фонтанная арматура, насосные агрегаты, компрессоры, нагнетательная и выкидная линии, комплект спускаемых труб, контрольно-измерительные приборы и др. Трубы должны быть тщательно промерены и прошаблонированы, фонтанная арматура – опрессована. Аппарат на трубах спускают плавно, без резких остановок и торможений. Внимательно следят, чтобы в трубы не попали посторонние предметы и чтобы время спуска и пребывания аппарата в скважине не превысило допустимого.

Установку аппарата на трубах в заданном интервале можно осуществить путем тщательного промера труб, однако более надежные результаты дают способы, основанные на использовании различных реперов. В данном случае, как и при спуске перфоратора на кабеле, используют магнитные метки, наносимые и регистрируемые с помощью прихватоопределителя. Порядок спуска на трубах кумулятивных торпед типов ТКО и ТКОТ, установки их в скважине на предмете, подлежащем разрушению, и приведения в действие изложен в разделе 13.5.

При привязке интервала перфорации при работах с ПКТ привязочные короткие трубы НКТ длиной 2÷3 м необходимо устанавливать не ближе 20÷30 м от инициирующего устройства перфоратора.

В горизонтальных скважинах короткие трубы НКТ для привязки к интервалам перфорации устанавливают выше интенсивного набора кривизны.

После полной сборки перфоратора начальник партии предоставляет представителю Заказчика бланк с эскизом сборки перфоратора, где указывается его общая длина, количество и тип зарядов, расстояние от первого, верхнего заряда перфоратора, до переходной муфты на трубы НКТ. Все указанные данные в бланке эскиза сборки перфоратора начальник партии подтверждает своей подписью.

Представитель Заказчика делает точный промер труб НКТ от переходной муфты до короткого привязочного патрубка. Данные промера вносятся на бланк эскиза сборки перфоратора и подтверждаются подписью представителя Заказчика.

Дальнейшие работы по спуску перфоратора ПКТ в скважину проинструктированный персонал бригады ремонта (освоения) скважин производит самостоятельно, при этом скорость спуска перфоратора не должна превышать 0,5 м/сек, без рывков и ударов, не допуская посадок труб НКТ.

В интервале установки короткой трубы НКТ необходимо выполнить контрольную запись привязки по ГК и МЛМ, интервал записи должен быть не менее 200 м, начиная от короткого привязочного патрубка.

По контрольной привязочной диаграмме, выданной КИП, и диаграмме, полученной в процессе записи в скважине, определяют глубину местоположения короткой трубы НКТ.

Зная расстояние от короткой трубы до первого заряда и местоположение перфоратора в скважине, определяют величину допуска перфоратора для его установки в заданном интервале перфорации.

После выполнения операции допуска перфоратора в заданный интервал необходимо произвести повторную привязку к интервалу перфорации по ГК и МЛМ.

По результатам повторной записи определяют точное местоположение перфоратора в заданном интервале; если возникает необходимость спуска или подъема перфоратора, но не более чем на $1\div 2$ м, то в этом случае запись ГК и МЛМ не производится.

Во всех случаях, без исключений, достоверность привязки к интервалу перфорации контролируется ответственным представителем Заказчика и подтверждается его подписью в привязочной диаграмме.

Установив перфоратор в заданном интервале, оборудуют устье скважины опрессованной фонтанной арматурой и заменяют утяжеленный раствор на облегченный, при необходимости понижают его уровень.

Механизм инициирования аппарата при углах наклона скважин выше 40° приводят в действие вбрасыванием в трубы резинового шара Ø 45 мм, который проталкивают, повышая давление над ним с помощью компрессора или насосного агрегата. Инициирование перфоратора при углах наклона до 40° производится штангой типа ШИП.

При прокачке жидкости шар достигает втулки и перекрывает осевой канал переходника. Под действием возрастающего давления срезаются штифты, и втулка сдвигается в сторону корпуса, освобождая ролики. В результате этого ударник выходит из зацепления с корпусом и, разогнавшись под действием гидростатического давления скважинной жидкости, производит удар по УДГ, возбуждая в нем детонацию, которая через усилитель детонации ПКТ.050-01 передается во взрывную цепь перфоратора.

Срабатывание аппарата определяют по звуковому эффекту, толчку нагнетательной или выкидной линии, кратковременному прекращению потока жидкости из нее, показаниям манометра. Время движения шара после его вбрасывания до срабатывания аппарата зависит от состояния внутренней поверхности труб, плотности и вязкости раствора, производительности насосного агрегата или компрессора и составляет примерно $20\div 25$ мин при глубине до 3 км и $35\div 45$ мин при глубине до 5 км.

Работы по перфорации скважин перфораторами ПКТ, спускаемыми на насосно-компрессорных трубах, проводятся по отдельному плану проведения работ, утвержденному Заказчиком и согласованному с Подрядчиком. Personal буровой бригады, участвующий в спуске и подъеме на трубах аппарата, содержащего ВВ, должен быть проинструктирован ответственным руководителем взрывных работ и буровым мастером о характере предстоящих работ и мерах безопасности. В операциях по спуску аппарата в скважину до глуби-

ны 50 м, а также по подъему последних 50 м труб участвуют только бурильщик и его помощник; остальных членов буровой бригады на это время удаляют на безопасное расстояние.

Во время спуска на трубах, установки в заданном интервале, приведения в действие и подъема аппарата на скважине дежурят ответственные представители исполнителя (геофизического предприятия) и заказчика. Когда перфоратор, спущенный на трубах, после отстрела остается в скважине на длительный срок, например, при ее передаче в эксплуатацию, необходимо обеспечить безопасность при последующем подъеме колонны насосно-компрессорных труб и извлечении перфоратора на случай, если он хотя бы частично отказал. Для этого на лицевую сторону дела с документацией скважины наносят широкую диагональную полосу красного цвета, под которой делают запись о том, что в скважине находится перфоратор на трубах и подъем НКТ следует производить непременно в присутствии представителя геофизического предприятия; указывают дату спуска перфоратора, число секций, состав зарядного комплекта и массу ВМ. Там же делают соответствующую запись после извлечения перфоратора из скважины.

17.3.4. Заключительные работы

После производства ПВР работ взрывник, на которого выписана наряд-путёвка, и руководитель взрывных работ подтверждают в ней своими подписями фактический расход ВМ.

Если после выполнения ПВР остались неизрасходованные ВМ, то остатки вместе с наряд-путёвкой взрывник лично сдает на склад ВМ.

В случае полного использования ВМ порядок сдачи наряд-путёвки устанавливается руководителем организации.

После окончания ПВР в скважине систему блоков демонтируют, оборудование, аппаратуру и приборы подъемника и лаборатории подготовливают для перевозки на базу, заполняют и подписывают «Акт о выполнении ПВР в скважине», делают необходимые отметки в «Техническом проекте на производство ПВР» и в других документах. В них отмечают основные геологические, промысловые и технические результаты ПВР, а также осложнения, аварии и неэффективные операции.

По возвращении на базу работники отряда сдают на склад остаток ВМ, а в зарядную мастерскую – оставшиеся заряженные аппараты, отказавшие аппараты (кроме торпед) для разряжания, отстрелянные – для проверки и заряжания. Сдачу и приемку отмечают в наряде-путевке и в соответствующих книгах учета. Отчетные документы сдают в управление предприятия. В подъемнике и лаборатории проверяют состояние механизмов, приборов, устройств, инструмента, протирают их, смазывают, приводя в состояние готовности для дальнейшей работы.

Руководители отряда (партии) составляют информационную записку, в которой излагают первичные результаты и оценку выполненных ПВР, а также характерные проявления в скважине: переливание, поглощение, газирование и т. п.

17.4. Контроль и испытания аппаратов и взрывчатых материалов

Взрывчатые материалы подвергают контролю и испытаниям при поступлении на склад (входной контроль), в процессе хранения в случае возникновения сомнения в их доброкачественности (по внешнему осмотру или при неудовлетворительных результатах взрывных работ – неполные взрывы, отказы), а также перед истечением гарантийного срока.

Испытания должны проводиться в лабораториях базисных складов взрывчатых материалов и на полигонах согласно требованиям стандартов, технических условий (инструкций, руководств по применению) на соответствующие взрывчатые материалы в порядке, установленном руководителем организации.

Испытания проводят в соответствии с ведомственной инструкцией, согласованной с территориальным органом Ростехнадзора и утвержденной техническим руководителем организации.

Результаты испытаний оформляют актом с последующей записью в «Журнале учета испытаний взрывчатых материалов».

Испытания ВМ при входном контроле производят на базисных складах, а также на расходных складах, на которые ВМ поступают с заводов-изготовителей. Испытания ВМ в процессе хранения можно производить на складах обоих типов. Для ВМ, прошедших испытания на базисном складе и поступивших на расходный, повторные испытания не производят. Выдача ВМ с истекшим гарантийным сроком хранения разрешается только при положительных результатах испытаний.

В геофизических предприятиях стреляющие и взрывные аппараты, расходные детали к ним и ВМ, поступившие с заводов-изготовителей или с базы снабжения, тщательно осматривают, проверяя сохранность упаковки, качество изготовления и консервации изделий, комплектность поставки и наличие эксплуатационной документации, в числе которой обязательно должны быть паспорт (формуляр) и инструкция по эксплуатации. Необходимо убедиться в том, что маркировка, нанесенная на упаковку и изделия, соответствует сведениям, указанным в паспорте (формуляре).

Качество изготовления незаряженных и снаряженных аппаратов, ВМ и расходных деталей проверяют внешним осмотром выборочно: два-три аппарата, $0,5\div2,0\%$ расходных деталей и ВМ от партии. Обращают внимание на комплектность поставки, качество консервации, состояние поверхности деталей, зарядов, СИ. Взрывчатые материалы, поступившие в герметичной упаковке, специально для осмотра не распаковывают. Герметичные коробки или пакеты вскрывают только перед запуском изделий в эксплуатацию и в это время их осматривают.

Паспорт (формуляр) на изделия или комплекты, выпускаемые в нескольких различных исполнениях, должен однозначно характеризовать конкретное исполнение изделия, т. е. содержать сведения о фактически использованных материалах, допустимых значениях температуры, давления и т. п. В паспорте также должна быть указана марка фактически использованной

консервационной смазки (масла) и допустимый срок хранения без переконсервации. Там же отражают разрешенные и согласованные в установленном порядке отступления от технической документации, которые не должны влиять на работоспособность изделий, но могут снизить допустимые пределы применения. Изделия, на которые отсутствует инструкция по эксплуатации (памятка по обращению) или полностью заполненный паспорт (формуляр), запрещается использовать при прострелочно-взрывных работах в скважинах. Замеченные дефекты, неисправности и неразрешенные отступления отражают в акте-рекламации, не пригодные к использованию изделия возвращают заводу-изготовителю вместе с актом-рекламацией.

Малозначительные дефекты по согласованию с заводом могут быть устранены на месте. Недоброкачественную консервацию исправляют. Перед эксплуатацией поступившие с заводов-изготовителей или с баз снабжения аппараты, ВМ, расходные и уплотнительные детали целесообразно подвергать контрольным испытаниям, при которых проверяют: возможность и удобство сборки, разборки, заряжания и разряжания аппаратов, взаимозаменяемость частей и деталей, работоспособность и эффективность действия, термостойкость, прочность и герметичность.

Один из основных видов контрольных испытаний – проверка прочности и герметичности корпусных аппаратов. Испытаниям на прочность и герметичность подвергают два-три аппарата из поступившей партии. Если же они предназначены для работы в глубоких скважинах, в осложненных условиях, то испытывают каждый аппарат. Собранный загерметизированный аппарат (без ВМ) или отдельные части его опрессовывают в сосуде высокого давления (СВД) при допустимых для данного аппарата значениях давления и температуры согласно паспорту с выдержкой в течение 1 ч или в скважине, в которой давление и температура на глубине проведения испытаний не превышают допустимых. Для районов с невысоким геотермическим градиентом испытания можно проводить в СВД при нормальной температуре. При испытаниях на прочность и герметичность одновременно проверяют возможность сборки и разборки, взаимозаменяемость отдельных элементов, качество уплотнительных деталей, тщательность выполнения сборки.

После испытаний аппарат разбирают и осматривают. Герметизуемые полости должны оставаться сухими, корпус не должен иметь остаточных деформаций, а резиновые кольца – повреждений поверхности. Местное или круговое повреждение резинового кольца может быть вызвано отсутствием заходной фаски или малыми ее размерами, несоблюдением размеров уплотнительных элементов либо наличием заусенцев и острых углов. Если хотя бы один аппарат из партии не выдержал испытаний на прочность и герметичность, испытывают каждый аппарат. Аппараты с устранимыми дефектами исправляют, с неустранимыми – возвращают заводу вместе с актом-рекламацией.

Контрольным испытаниям подвергают и отремонтированные аппараты. Если прошедшие испытания аппараты не предполагается сразу пустить в эксплуатацию, их моют, сушат и покрывают консервационной смазкой. Герметичные торпеды снаряжают на заводе и там же предварительно испы-

тывают их корпуса на прочность и герметичность. В геофизических предприятиях эти испытания не повторяют.

Взрывчатые материалы – заряды (кроме фугасных) и средства инициирования – подвергают контрольным испытаниям выборочно: два–пять изделий из партии. Проверяют термостойкость, работоспособность и герметичность (последнюю только для изделий, работающих непосредственно в жидкости). Заряды и средства инициирования испытывают на герметичность, также как и аппараты, в СВД или в скважине, но дополнительно взвешивают изделия до и после испытаний. Разность в массе не должна превышать десятых долей грамма.

Термостойкость ВМ проверяют в тех случаях, когда ожидаемая температура в скважине близка к порогу термостойкости изделий, а также при наличии однотипных изделий, различающихся допустимой температурой использования. Испытания ВМ на термостойкость проводят в сухом термостате с выдержкой после выхода на режим в течение 1 ч либо в СВД, либо в скважине. Для испытания в СВД или в скважине негерметичные ВМ помещают в соответствующий аппарат либо в специальную герметизирующую камеру. Эти испытания можно совместить с испытаниями на герметичность самих ВМ или аппаратов. Учитывая возможные погрешности в показаниях измерительных приборов, температура в термостате, СВД или в скважине во время испытаний ВМ должна быть, по крайней мере, на 5 °С ниже порога их термостойкости.

Работоспособность ВМ проверяют следующим образом (рис. 17.2).



Рис. 17.2. Испытание кумулятивных зарядов на пробивное действие по пакету стальных пластин

Кумулятивные заряды перфораторов испытывают на пробивное действие по пакету стальных (сталь 3) пластин, установленных перед зарядом на расстоянии 50 мм для негерметичных зарядов и 30 мм – для герметичных; можно одновременно отстрелять несколько зарядов, расположенных на расстоянии, соответствующем шагу между ними в перфораторе. Пробивное действие (глубина и диаметр канала) должно соответствовать паспортным данным. Следует учитывать, что в паспорте приведены средние значения для партии, полученные по результатам отстрела 10–20 зарядов, тогда как пробивное действие отдельных зарядов может быть выше паспортного. Поэтому достоверные результаты контрольных испытаний могут быть получены при отстреле не менее десяти зарядов.

Пороховые заряды пулевых перфораторов и стреляющих грунтоносов испытывают на безотказность срабатывания отстрелом одной секции или двух–пяти стволов аппарата. Заряды должны сгорать полностью; пули или бойки – вылетать из стволов.

Средства инициирования испытывают на безотказность срабатывания от взрывной машинки через кабель или имитатор кабеля. Электродетонаторы (ЭД) должны пробивать в свинцовой пластинке толщиной 5 мм отверстие диаметром не менее диаметра ЭД, электровоспламенители (пиропатроны) – надежно зажигать заряды в пороховых камерах стреляющих аппаратов, обеспечивая полноценный выстрел. Взрывные патроны должны возбуждать детонацию примыкающих ДШ. Полноту детонации и детонационную способность ДШ определяют по прилегающему к нему свинцовому «свидетелю» или по пробитию мишени кумулятивным зарядом, присоединенным ко второму концу ДШ. Взрывание ДШ можно осуществлять электродетонатором, испытания зарядов и СИ – совместить.

17.5. Осложнения, аварии и недоброкачественные результаты работ в скважинах

Осложнения, аварии и недоброкачественные результаты работ при ПВР возникают из-за неудовлетворительного выполнения технических правил и условий подготовки и применения ВМ, аппаратуры, приборов и оборудования, нарушений технологии, а также требований техники безопасности и охраны труда.

Основные осложнения и недоброкачественные результаты, возникающие при выполнении ПВР в скважинах, представлены в табл. 17.3.

Технология и организация работ, а также основные меры безопасности при ликвидации отказов аппаратов приведены в разделе 16.4.

К характерным авариям при ПВР относят:

- 1) прихват (заклинивание) аппарата в месте действия, при спуске, подъеме на кабеле;
- 2) прихват (заклинивание) аппарата в месте действия, при спуске, подъеме на трубах;
- 3) обрыв кабеля выше аппарата и оставление его в скважине.

При прихвате (заклинивании) аппарата при спуске–подъеме на кабеле производят освобождение аппарата натяжением (без обрыва) и расхаживанием кабеля либо обрыв кабеля в месте соединения его с кабельной головкой (ослабленном до 30 – 40 % разрывной прочности кабеля) лебедкой подъемника или буровой установки. В последнем случае кабель наматывают несколькими витками на крюк талевого блока или крепят с помощью троса с зажимами и т. п.

Извлечение из скважины аппарата, оборванного после прихвата или упущенного (без кабеля), осуществляют с помощью шлипса, овершота, правого колокола и т. п., спускаемых на бурильной колонне.

Таблица 17.3

Осложнения и недоброкачественные результаты при ПВР в скважинах

Вид осложнений	Возможные причины	Способы устранения и предупреждения
1	2	3
Непрохождение аппарата до заданной глубины, затяжки кабеля при подъеме	Недостаточный зазор между аппаратом и стенками скважины, обсадной, бурильной или насосно-компрессорной трубы; сужение ствола скважины из-за выпучивания пород; наличие каверны в породе, выступов на внутренней поверхности стенок (заусенцы, застрявшие пули); деформации труб; большое искривление скважины; недоброкачественная проработка и промывка скважины; наличие цементной корки на внутренней поверхности труб; скопление шлама и остатков ранее использованных аппаратов в скважине; утяжеленный и вязкий раствор; образование скруток на кабеле при спуске без достаточного натяжения и контроля за движением аппарата в скважине	Подъем аппарата на поверхность; повторная проработка и промывка скважины; удаление цементной корки подрывом торпеды типа ТДШ; проверка проходимости скважины повторным шаблонированием; наблюдение за движением аппарата по приборам
Самопроизвольное срабатывание аппарата	Превышение допустимых значений температуры и времени пребывания в скважине; внезапная разгерметизация аппарата и последующее резкое повышение давления и температуры в корпусе; смятие либо разрушение корпуса или отдельных деталей; случайное падение постороннего предмета внутрь колонны насосно-компрессорных труб при спуске в них аппарата	Использование аппаратов и ВМ достаточной прочности, герметичности, термостойкости, предварительная опресовка аппаратов
Отстрел или подрыв аппарата вне заданного интервала	Неточное измерение длины кабеля или колонны труб; спуск кабеля без достаточного натяжения; отсутствие контроля за движением аппарата; перепуск кабеля с образованием скруток; самопроизвольное срабатывание аппарата	Контроль за спуском и правильной установкой аппарата; изоляционные работы в местах прострела или повреждения стенок скважины
Неполное срабатывание аппарата, недоброкачественные результаты работ	Недоброкачественные заряды и средства инициирования или их увлажнение; частичное или полное заполнение жидкостью корпуса аппарата; частичное или полное выгорание зарядного комплекта, вызванное затуханием детонации недоброкачественного отрезка ДШ (разрыв сплошности или местное утонение сердцевины) либо непередачей детонации при сращивании отрезков ДШ; раздутье или разгар ствольных и огнепроводных каналов и пороховых камер пулевых перфораторов и стреляющих грунтоносов, отсутствие или недоброкачественность элементов форсирования выстрела, отрыв пули от обтюратора после	Использование доброкачественных, соответствующих условиям аппаратов зарядных комплектов и средств инициирования, тщательная сборка и заряжание аппаратов

1	2	3
	заряжания; несоответствие аппаратов, зарядных комплектов и СМ условиям в скважине; несоблюдение технологии работ; недостаточная прочность пуль, бойков, тросов и т. п.	
Отказ аппарата	Обрыв токопроводящей жилы или утечка тока в кабеле; нарушение электрического контакта кабельного наконечника и электроввода; обрыв электрической цепи внутри корпуса аппарата или мостика накаливания СИ; недостаточная мощность (неисправность) источника тока; слабая инициирующая способность детонаторов или воспламенителей; несрабатывание СИ и зарядов; непередача детонации из-за отхода ДШ, неправильного соединения отрезков ДШ с детонаторами и между собой; непередача луча огня из-за недоброкачественного изготовления или засорения огнепроводных каналов; разгерметизация аппарата вследствие недоброкачественного изготовления (сборки), повреждения или большой деформации уплотнительных поверхностей и канавок под уплотнительные кольца, применения недоброкачественных уплотнительных деталей, небрежной сборки; заедание ударного механизма аппаратов, спускаемых на трубах, разрушение резинового шара или застревание его в колонне труб	Подъем аппарата на поверхность для установления и устранения причин отказа или замены другим аппаратом; исправление или замена кабеля; повторный спуск аппарата; повторное вбрасывание резинового шара без подъема аппарата, спущенного на трубах

При невозможности извлечения аппарата на кабеле могут применяться:

– сбивание (проталкивание) аппарата на забой (в зумпф) скважины, кроме бескорпусных кумулятивных перфораторов, путем надавливания на аппарат бурильной колонной с эластичным наконечником;

– сбивание или разрушение аппарата взрывом қумулятивной торпеды осевого действия. Уничтожение бескорпусного кумулятивного перфоратора или торпеды в месте прихвата подрывом торпеды типов ТКО, ТШ и др. (по согласованию с нефтегазоразведочной или нефтегазодобывающей организацией и органом Ростехнадзора).

При прихвате (заклинивании) аппарата при спуске-подъеме на трубах выполняют расхаживание колонны труб буровой лебедкой до освобождения аппарата либо отвинчивание колонны труб от аппарата (по левой резьбе), с последующим извлечением аппарата ловильным инструментом или проталкиванием на забой колонной бурильных труб.

При обрыве кабеля выше аппарата и оставлении его в скважине проводят вылавливание кабеля средствами буровой или промысловой техники (удочкой, спускаемой в скважину на тартальном канате или прочном кабеле,

ершом или «счастливым» крючком, спускаемыми на бурильных или насосно-компрессорных трубах).

Ликвидацию аварий при ПВР проводят как отряды (партии), выполняющие ПВР, так и персонал буровых и промысловых организаций.

При появлении осложнений (затяжек) при проведении ПВР начальник отряда (партии) обязан остановить работы, поставить в известность руководство Заказчика и Исполнителя; дальнейшие работы следует проводить по согласованному сторонами плану работ.

При прихвате геофизических приборов, шаблона или ПВА должны быть приняты меры по остановке подъемника, чтобы не допустить обрыва геофизического кабеля. Следует определить, на какой глубине произошел прихват, и дальнейшие работы по ликвидации прихвата проводить по согласованному сторонами плану работ.

Возникающие в процессе проведения ПВР осложнения, связанные с прихватом кабеля, скважинного прибора, шаблона или ПВА, ликвидируются под руководством начальника геофизического отряда (партии) при участии работников буровой бригады.

При невозможности ликвидации прихвата ПВА методом расхаживания кабеля должен быть составлен акт и поставлены в известность технические службы Заказчика и Подрядчика.

Дальнейшие работы проводятся согласно плану ликвидации аварии, утвержденному Заказчиком и Подрядчиком, с использованием технических средств обеих сторон.

До спуска в скважину на все нестандартные сборки рабочего и аварийного инструмента должны составляться эскизы.

Для извлечения из скважины прибора, шаблона или ПВА должен применяться ловильный инструмент, соответствующий конструкции кабельного наконечника. Ловильным инструментом обеспечивает Заказчик по согласованию с Подрядчиком.

Обо всех случаях оставления в скважине ПВА с ВМ должны поставить в известность руководителя взрывных работ Заказчика (главного инженера или лицо, его замещающее), который в свою очередь дает информацию в территориальный орган Ростехнадзора России.

В случае оставления ПВА в скважине ликвидация аварии производится согласно плану ликвидации аварий, утвержденному Заказчиком и Подрядчиком. Ловильные работы ведутся под руководством аварийного мастера Заказчика. В том случае, когда ловильные работы производятся на каротажном кабеле, то перед спуском в скважину ловильного инструмента локатором муфт (МЛМ) определяется точная глубина остановки оборванного ПВА.

При оставлении в скважине ПВА, геофизического кабеля, прибора, шаблона или другого геофизического оборудования составляется первый акт (в двух экземплярах), который подписывается представителем Заказчика и Подрядчика.

Один экземпляр подписанныго акта передается представителю Заказчика на месте проведения работ, второй экземпляр сдается в технический от-

дел (ПТО) организации. Комиссия, назначенная приказом по организации, с участием представителя Заказчика, расследует причины аварии с составлением «Акта об аварии в геофизической организации» в четырех экземплярах.

Поднятая из скважины ПВА, не подлежащая разряжанию вследствие деформации корпуса, должна уничтожаться на месте производства ПВР с соблюдением мер безопасности, предусмотренных эксплуатационной документацией.

Порядок уничтожения ВМ на местах работ (руководство, надзор, отчетность) должен быть согласован с территориальными органами Ростехнадзора России.

В случае возникновения признаков газонефтепроявления при проведении ПВР (нарастающий прилив промывочной жидкости и др.) начальник отряда (партии) немедленно должен сообщить представителю Заказчика на месте проведения работ для принятия мер по герметизации устья скважины силами бригады ремонта скважин (бригады освоения), а также сообщить о случившемся руководству Исполнителя.

Решение о прекращении (приостановке) прострелочно-взрывных работ принимает руководитель опасного производственного объекта и представитель геофизической организации.

Дальнейшие работы по ликвидации газонефтепроявления проводятся по плану ликвидации аварий Заказчика.

17.6. Техника безопасности при производстве ПВР

17.6.1. Общие требования

Работники геофизических партий, прибывшие на опасный производственный объект (скважину) для проведения прострелочно-взрывных работ, должны быть ознакомлены руководителем опасного производственного объекта (Заказчиком) с правилами внутреннего распорядка, характерными опасными вредными производственными факторами и признаками их проявления, поведения и обязанностями по конкретным видам тревог, сигналами возникновения аварийных ситуаций, путями эвакуации персонала и техники из опасных зон на время локализации аварии и ликвидации ее последствий, а также по другим вопросам, входящим в объем вводного инструктажа.

Сведения о проведении инструктажа фиксируются в специальном журнале с подтверждением подписями инструктируемого и инструктирующего.

При производстве прострелочно-взрывных работ в скважинах следует руководствоваться требованиями Правил безопасности при взрывных работах, а также Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности.

Прострелочные и взрывные работы следует проводить только в подготовленных скважинах, оформленных актом установленной формы.

Подвезенные к месту взрывных работ ВМ заряженные прострелочные и взрывные аппараты должны храниться в специально отведенном месте. При хранении ВМ, прострелочных и взрывных аппаратов в передвижной зарядной мастерской (лаборатории перфораторной станции) она должна располагаться от устья скважины не ближе 20 м.

Разборка зарядов ВВ, средств инициирования, а также прострелочных и взрывных аппаратов, снаряженных на заводах-изготовителях, **запрещается**.

Каждый прострелочный и (или) взрывной аппарат перед снаряжением должен быть проверен на исправность.

Запрещается отрезать от бухты детонирующий шнур после прокладки его в детонационной цепи аппарата.

Снаряжение и заряжание прострелочных и взрывных аппаратов должны проводиться в соответствии с эксплуатационной документацией:

в передвижных зарядных мастерских, лабораториях перфораторных станций;

в приспособленных помещениях (будка, сарай и т. п.), расположенных не ближе 20 м от скважины;

на открытых площадках, подготовленных для работы в соответствующих погодных условиях; при этом должны устанавливаться столы с неметаллическим (резиновым) покрытием и бортиками. Длина стола должна быть не менее длины снаряжаемого прострелочного и взрывного аппарата или его секции. На столе должны быть зажимы (приспособления) для фиксации прострелочно-взрывной аппаратуры в процессе снаряжения;

на месте снаряжения прострелочно-взрывной аппаратуры могут находиться взрывчатые материалы в количестве, не превышающем необходимого для снаряжения одного аппарата.

Для транспортирования снаряженных и прострелочного, и взрывного аппаратов должны использоваться транспортные средства, имеющие устройства для их крепления. **Запрещается** транспортировать и хранить с установленными в них средствами инициирования.

Проверку целостности (измерение сопротивления или проводимости) смонтированной взрывной сети допускается проводить только после спуска прострелочно-взрывной аппаратуры на глубину не менее 50 м от устья скважины (при морских работах – подводного устьевого оборудования).

Для торпедирования скважины должны использоваться торпеды заводского изготовления. При необходимости допускается применять торпеды, изготовленные на месте по проектам, утвержденным в установленном порядке.

Заряжание торпеды разрешается только по окончании на скважине всех подготовительных работ к торпедированию и проверки скважины шаблоном.

Переносить вручную заряженные прострелочные и взрывные аппараты массой более 10 кг необходимо с применением приспособлений, исключающих их падение.

Средства инициирования должны устанавливаться в прострелочный или взрывной аппарат только непосредственно у устья скважины перед спуском аппарата.

Допускается установка средств инициирования в прострелочный (взрывной) аппарат в лаборатории перфораторной станции (передвижной зарядной мастерской) при применении блокировочного устройства, исключающего случайное срабатывание прострелочно-взрывной аппаратуры,

а также в случаях использования защищенных от воздействия блуждающих токов средств инициирования.

В процессе установки электрических средств инициирования в прострелочно-взрывной аппаратуре необходимо не допускать случайных касаний проводников средств инициирования окружающих металлических предметов.

Запрещается спуск прострелочных и взрывных аппаратов без предварительного шаблонирования ствола скважины с одновременным замером гидростатического давления и температуры бурового раствора, которая не должна превышать предельно допустимую величину для применяемых прострелочно-взрывных аппаратов.

Запрещается проведение прострелочных или взрывных работ в скважинах:

а) во время пурги, грозы, буранов и сильных (при видимости менее 50 м) туманов, за исключением случаев выполнения работ в закрытых помещениях буровых;

б) в сухих газирующих и поглощающих растворов скважинах без применения лубрикаторов.

Спуск и подъем прострелочных и взрывных аппаратов в скважине следует проводить только при изолированных концах проводников электровзрывной магистрали (каротажного кабеля).

Прострелочные и взрывные аппараты массой более 50 кг или длиной более 2 м должны подниматься над устьем скважины и опускаться с помощью грузоподъемных механизмов.

Если прострелочный или взрывной аппарат не проходит в скважину до заданной глубины, он должен быть извлечен. При извлечении аппарата у скважины могут находиться только персонал взрывных работ и лица, работающие на подъемном механизме.

Неизрасходованные прострелочные и взрывные аппараты должны быть доставлены в зарядную мастерскую, склад взрывчатых материалов.

Прострелочно-взрывные работы в морских скважинах должны проводиться при благоприятном прогнозе погоды на время, необходимое для их производства.

Допустимые параметры скорости ветра и волнения моря определяются техническими характеристиками морских буровых установок и транспортных средств, используемых для доставки персонала, взрывчатых материалов и каротажно-перфораторных станций.

При получении штормового предупреждения во время производства прострелочных (взрывных) работ спущенные в скважину прострелочные или взрывные аппараты должны быть отстреляны в заданном интервале без промедления.

Взрывной прибор должен подсоединяться к электровзрывной сети только на время взрывания и отключаться от нее сразу после взрыва.

В случае отказа наземные концы электровзрывной сети сначала отсоединяются от геофизического кабеля и только после этого выясняются причины отказа. В необходимых случаях производят их разряжение.

В бескорпусных и прострелочных и взрывных аппаратах в первую очередь, проводник средств инициирования необходимо отключить от токовода и извлечь из прострелочно-взрывной аппаратуры.

В случае невозможности разрядки производят уничтожение прострелочных и взрывных аппаратов.

Тушение возникающих при нефтяных и газовых выбросах на скважинах пожаров с применением взрывных работ должно проводиться в соответствии с требованиями инструкций, согласованных с организацией-экспертом по безопасности работ.

17.6.2. Электробезопасность

При проведении прострелочно-взрывных работ электрооборудование объекта должно отвечать требованиям «Правил устройств электроустановок (ПУЭ)», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ ЭП)» и «Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТ РМ -016-2001)».

Подключение геофизического оборудования перфораторной партии должно производиться к сети с напряжением не выше 220 В. Место подключения должно быть оборудовано трехполюсной розеткой с заземляющим контактом и отключающим устройством, а силовой кабель перфораторной партии должен иметь трехполюсную вилку. Место подключения силового кабеля перфораторной партии не должно быть удалено более чем на 40 м от геофизического подъемника.

Силовые кабеля каротажной станции и ЛПС должны прокладываться в местах, где нет перемещения людей и грузов, а также в местах, исключающих их повреждение. Высота прокладки силовых кабелей должна быть не менее 0,5 м от поверхности земли и обозначена предупреждающими плакатами «Стой! Напряжение!».

Все электрические розетки в геофизическом подъемнике и ЛПС должны иметь хорошо видимые надписи на применяемое напряжение.

Все токоведущие части геофизического подъемника и ЛПС, а также геофизическая аппаратура должны быть заземлены на шину, проходящую по кузову автомобилей.

Сопротивление контура заземления геофизического оборудования должно проходить периодическую проверку в установленные сроки и оформляться соответствующим актом.

Для подсоединения отдельных заземляющих проводников геофизического оборудования (подъемника, ЛПС) на металлоконструкции скважины в легкодоступном, хорошо видимом месте знаком «ЗЕМЛЯ» должна быть обозначена точка подключения.

Заземляющий провод (подъемника, ЛПС) должен быть медным, многожильным. Провод не должен иметь повреждений и скруток.

В случае повреждения заземляющего провода, место соединения должно быть надежно соединено и пропаяно.

На местах производства работ подсоединение заземляющих проводов (подъемника, ЛПС) должно производиться к месту, обозначенному знаком «ЗЕМЛЯ», с помощью струбцины или специальной клеммы под болт. Место подсоединения заземляющих проводов должно быть защищено и иметь надежную металлическую связь.

Начальник перфораторной партии должен быть аттестован по электробезопасности и иметь III квалификационную группу по электробезопасности.

Каждая партия должна быть укомплектована средствами от поражения электрическим током:

- диэлектрическими перчатками;
- инструментом с изолирующими ручками;
- указателем напряжения;
- диэлектрическим ковриком.

Все вышеперечисленные средства защиты должны проходить поверочные испытания в установленные сроки.

Запрещается проведение электросварочных работ в радиусе 400 м от скважины, где проводятся прострелоочно-взрывные работы.

Запрещается подсоединение к сети электропитания силовых кабелей, не оборудованных трехконтактной вилкой.

Запрещается проведение прострелоочно-взрывных работ без указания в «Акте на готовность скважины» величины сопротивления контура заземления.

17.6.3. Пожарная безопасность

При проведении прострелоочно-взрывных работ в скважине выхлопная труба каждого транспортного средства должна быть оборудована искрогасителем.

При перевозке и при работе с взрывчатыми материалами запрещается курение и применение открытого огня ближе 100 м от места нахождения ВМ.

Автомобили, перевозящие ВМ, должны быть укомплектованы:

- тремя огнетушителями вместимостью не менее 5 л каждый;
- трудновоспламеняющейся непромокаемой тканью;
- при перевозке пиротехнических составов, порохов комплектуются лопатой и запасом сухого песка в количестве не менее 50 кг.

На каждом автомобиле, перевозящем ВМ, в комплекте документации должна быть аварийная карточка, заполненная грузоотправителем, по единой форме для грузов каждого подкласса ВВ.

В аварийной карточке, в зависимости от вида ВВ, должны быть указаны коды экстренных мер при пожаре:

- «Воду не применять! Применять сухие огнетушащие средства».
- «Применять водяные струи!».
- «Применять пену или составы на основе хладонов!».

Э – «Необходима эвакуация людей!».

При обнаружении пожара необходимо:

- немедленно сообщить в пожарную часть по телефону 01, указать точное место пожара, наличие груза в автомобиле (здании, сооружении), характер груза и класс опасности, наличие людей в опасной зоне;

– до прибытия пожарной команды принять меры к эвакуации людей и приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, обеспечить встречу прибывающих пожарных частей;

– при возникновении пожара в автомобиле (здании, сооружении) с ВМ по прибытии пожарной команды начальник перфораторной партии (лицо, ответственное за пожарную безопасность) должен предоставить командиру пожарного расчета аварийные карточки на находящиеся в нем взрывчатые материалы для принятия мер по тушению пожара.

При возникновении открытого газового или нефтяного фонтана на скважине работники перфораторной партии обязаны:

– отключить двигатели внутреннего сгорания;

– отключить силовые и осветительные линии;

– прекратить пользоваться стальным инструментом, запрещается производить другие действия, ведущие к образованию искры на объекте;

– прекратить пользование зажигательными предметами;

– принимать участие в тушении пожара под руководством ответственного лица за пожарную безопасность на данном объекте, а по прибытии пожарной команды – выполнять требования начальника пожарного подразделения.