



О малых зарядах для сейсморазведки

Колосов Б.М., Кобылкин И.А., Голиченко А.М., Жингель В.А.,
ЗАО работников «Народное предприятие «Запприкаспийгеофизика», г. Волгоград

В последние десятилетия технология сейсморазведочных работ качественно изменилась и полностью перешла в разряд высоконаучных, технологически емких производств, используемых современные достижения науки для прикладных задач. Обязательным стало применение цифровых телеметрических станций, спутниковых систем связи для топоработ, мощных и высокопроизводительных компьютерных устройств для обработки и интерпретации сейсмических данных.

В практику сейсморазведки начали широко внедряться невзрывные источники возбуждения, в частности, несмотря на многие неоспоримые преимущества взрывной сейсморазведки, широкое распространение получила вибросейсморазведка, причем для повышения глубинности исследований наметилась тенденция увеличения пикового усилия на грунт для каждого единичного излучателя (вибратора). Это все, в свою очередь, на фоне положительных достижений в вибросейсморазведке: увеличение глубинности, производительности, возможности управления сейсмическим сигналом и др., стало приводить в некоторых случаях и к отрицательным эффектам - увеличению интенсивности приповерхностных волн-помех, разрушению поверхностного слоя почвы и др.

В то же время, развитие вибросейсморазведки, в какой-то степени, отодвинуло проблемы взрывной сейсморазведки на второй план, например, буровзрывные работы, являющиеся одной из основных составляющих взрывной сейсморазведки, практически не претерпели изменений.

Взрывчатые вещества, используемые в настоящее время, как правило, имеют массу 0,4-10 кг, а буровые станки, к примеру: УРБ-2,5А, УРБ-2А-2 разработаны и допущены в производство в 60-е годы прошлого столетия.

Проблема совершенствования буровзрывной технологии при сейсморазведке возникла в конце 80-х, начале 90-х годов. Уже тогда наметился технологический разрыв между возбуждением колебаний взрывами, их регистрацией и обработкой, о чем свидетельствует подготовка "ВНИПИ взрывгеофизика" "Концепции научно-технического развития взрывчатых веществ для сейсморазведочных работ". К сожалению, минимальная величина заряда, предусмотренная "Концепцией", ограничивалась массой 0,1 кг. Как показывает опыт работ ЗАО "НП "Запприкаспийгеофизика", современная сейсморазведка нуждается в зарядах массой 0,01-0,1 кг, применение которых позволяет перейти от стандартной сейсморазведки к высокоразрешающей за счет расширения спектра сигнала в область низких и высоких частот [2]. В конце XX века отечественными геофизиками ряд работ посвящен вопросам разработки и внедрению высокоразрешающей сейсморазведки (ВРС). Однако, слабая проработка вопроса о наиболее эффективном источнике сейсмических колебаний для целей ВРС и отсутствии серийно выпускаемого оборудования и материалов для реализации основополагающих принципов возбуждения и регистрации слабых сигналов сдерживало

внедрение и развитие ВРС. Хотя условная тенденция уменьшения зарядов с годами явно прослеживается (рис. 1) не только в ЗАО "НП "Запприкаспийгеофизика", но и в других организациях, например, в АО "Тюменьнефтегеофизика".

ЗАО "НП "Запприкаспийгеофизика" проводит работы с малыми весами зарядов по технологии ВРС с 1990 г. В начале внедрения для

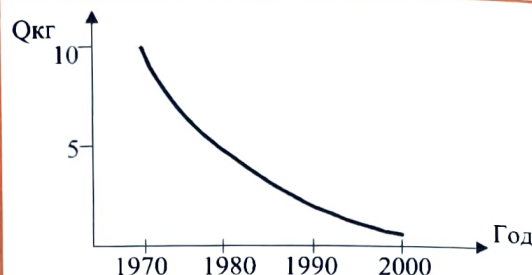


Рис. 1 График снижения массы заряда, используемого во взрывных источниках при сейсморазведочных работах, выполняемых ЗАО "НП "ЗПГ"

взрывания использовались связки ЭД количеством от 3 до 15. С 1993 г. по технологическим условиям, разработанным в ЗАО "НП "Запприкаспийгеофизика" на ГП "Краснознаменец" изготовлены водостойкие сейсмические заряды ЗДЭ по ТУ 7513104149-92 с массой 20, 30, 50, 65 г и Ø15-20 мм. Зарядами ЗДЭ в ЗАО "НП "ЗПГ"

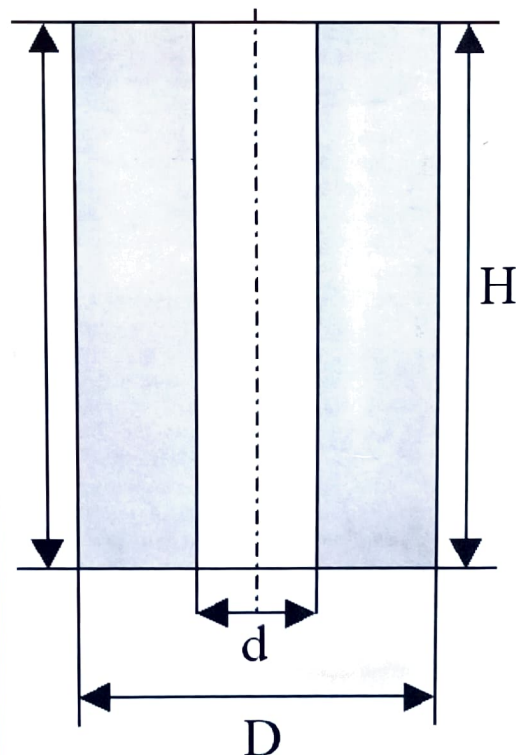


Рис. 2 Заряд детонирующий эластичный

Таблица 1 Основные размеры зарядов

Диаметр наружный, D	Диаметр внутренний, d	Высота, H	Масса, г
40 -4	6,3 +0,5	180 -10	300 ±20
40 -4	7,2 +0,5	180 -10	280 ±20
15 -2	7,2 +0,5	100 -5	20 ±2
20 -2	7,2 +0,5	75 -5	30 ±3
20 -2	7,2 +0,5	120 -10	50 ±5
20 -2	7,2 +0,5	240 -10	100 ±10

отработано порядка 500 км по технологии ВРС в режиме предварительных испытаний. Ниже приводятся характеристики ЗДЭ.

Конструкции и основные размеры зарядов приведены на рис. 2 и в таблице 1. Габаритно-массовые характеристики могут по согласованию с потребителем изменяться, при этом допускается изготавливать заряды с массой от 20 до 1500 г по чертежам, согласованным с потребителем и изготовителем.

Заряд представляет собой трубку черного цвета со сквозным внутренним каналом и срабатывает от детонирующего шнура ДШ-13 по ДИШ В.773971.007 ТУ, а также от электродетонаторов по ГОСТ 9089-75 марок ЭД-8-Э, ЭД-8-Ж и по ТУ 84-1139-87 марки ЭДС-1.

Заряд срабатывает после выдержки в воде в течение до 30 сут. на глубине (30±1)м.

Заряды укладывают в транспортную тару, в качестве которой используют:

-ящики из гофрированного картона по ГОСТ 9142-90;

-ящики из древесно-клеевых композиций по ГОСТ 24729-81;

-ящики по ГОСТ в 13286-86.

При транспортировании зарядов на Крайний Север ящики из гофрированного картона дополнительно упаковывают в контейнер универсальный по ГОСТ 18477-79.

Заряды укладывают в ящики плотно, рядами, поштучно. Количество зарядов определяется размером ящика. Ряды между собой прокладываются любой бумагой.

Масса одного ящика из гофрированного картона должна быть не более 25 кг.

Масса ящика древесноволокнистого должна быть не более 40кг.

В каждый пронумерованный ящик укладывается этикетка с указанием условного обозначения заряда, номера партии, даты упаковки, количества зарядов (шт.), фамилии упаковщика. В один из ящиков вкладывают инструкцию по применению заряда с отметкой в паспорте "Инструкция по применению находится в ящике". Допускается инструкцию не вкладывать в ящик, а высылать с паспортом.

Каждый ящик должен быть перевязан металлической проволокой по ГОСТ 3282-74 и опломбирован отделом технического контроля предприятия-изготовителя пломбой 1-6х10-АД1М по ГОСТ 18677-73.

На каждом ящике черной не смываемой водой эмалью или краской, изготовленной по технической документации, утвержденной в установленном порядке, должна быть нанесена маркировка или наклеен ярлык с указанием:

- товарного знака или условного обозначения предприятия-изготовителя;
- условного обозначения заряда;
- номера партии;
- года изготовления (указывать две последние

цифры);

- гарантийного срока хранения;
- количества зарядов в ящике (в штуках);
- массы брутто (в килограммах);
- знака разрядности груза в равностороннем треугольнике - 13;
- знака опасности по ГОСТ 19433-88 (черт. 1а) с указанием в знаке подкласса 1.1, группы совместимости Д.

По степени вредного воздействия на организм человека заряды относятся к 3 классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76 (вещества умеренно опасные). Наиболее токсичный компонент рецептуры ЭГ-85-гексоген, но он связан полимерными добавками. Содержание флегматизирующих полимерных добавок в ЭГ-85 составляет 15%.

Полимерное связующее при непосредственном контакте не оказывает влияние на организм человека и в процессе работы у взрывников нет непосредственного контакта с токсичным компонентом (гексогеном).

Всем непосредственно соприкасающимся с зарядами необходимо соблюдать правила личной гигиены, т.е. мыть руки после работы с зарядами.

Заряд по степени опасности при транспортировании и хранении относят к классу 1, подклассу 1.1, группе совместимости Д согласно классификации ГОСТ 19433-88, классификационный шифр 1.1.Д.

Серийный номер ООН-0042.

Температура воспламенения не менее 300 С.

Код экстренных мер - 24Э.

Заряды относятся ко II группе взрывчатых веществ по ГОСТ В 19766-84 как по упаковке, так транспортированию и хранению.

Заряды, пришедшие в негодность или не отвечающие требованиям настоящих технических условий, а также их остатки подлежат уничтожению сжиганием.

Сжигание производят на специально оборудованном полигоне или площадке, согласно проекту, утвержденному техническим руководителем или руководителем взрывных работ предприятия.

Заряды разрешается сжигать на костре не

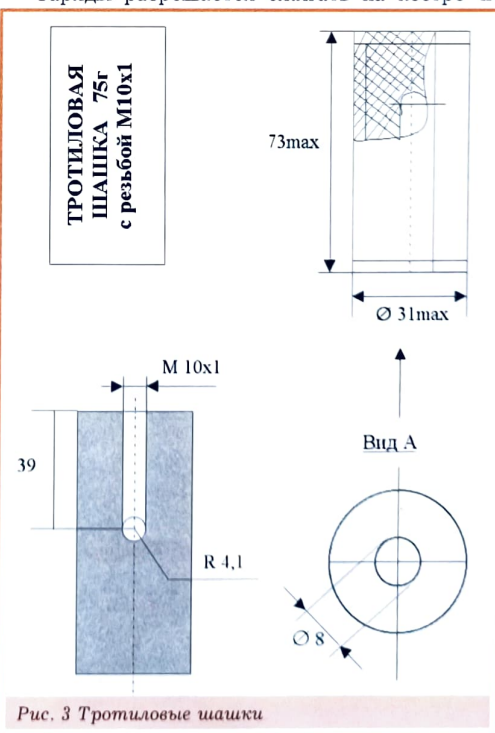


Рис. 3 Тротиловые шашки

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Таблица 2 Основные параметры тротильовых шашек

Основные параметры	Масса, кг	Размеры, мм	
		Высота (по направлению очка)	Поперечные (Ø, а x в)
Цилиндрическая, гладкое гнездо глубиной 50мм и диаметром 8мм, Рис. 1	0,075	73	Ø 31
Цилиндрическая, резьбовое гнездо глубиной 34мм, Рис. 2	0,075	73	Ø 31
Прямоугольная, гладкое гнездо глубиной 34мм и диаметром 8мм, Рис. 3	0,2	102	27 x 52 (Ø 58)
Прямоугольная, резьбовое гнездо глубиной 34мм с резьбой М10 x 1, Рис. 3а	0,2	102	27 x 52 (Ø 58)
Прямоугольная, гладкое гнездо глубиной 34мм и диаметром 8мм, Рис. 4	0,4	53	52 x 102
Прямоугольная, гладкое гнездо глубиной 34мм с резьбой М10 x 1, Рис. 4	0,4	53	52 x 102
Цилиндрическая без гнезда	0,155	56	Ø 43
"	0,246	94	Ø 48
"	0,211	94	Ø 43
"	0,246	88	Ø 48
"	0,83	120	Ø 80

более 10кг за один прием. При этом должны быть предусмотрены меры против возможного перехода горения зарядов в детонацию: заряды складывают в один ряд, так чтобы до зажигания они не соприкасались друг с другом; исключить возможность попадания детонаторов и обрезков ДШ в сжигаемое ВВ.

Для тушения загоревшихся зарядов следует применять воду.

По экономическим причинам в 1996 г. выпуск зарядов был приостановлен, а работы продолжались с шашками тротильовыми по ТУ 11509793-03-93 (рис. 3), подготовленными для производства сейсморазведочных работ НИИ "Росконверс-взрывцентр". Ниже приводится характеристика указанных зарядов.

Шашки относятся к непредохранительным взрывчатым веществам 1 класса, имеют цвет отличительной полосы или оболочки белый и предназначены для ведения взрывных работ на земной поверхности при скважинной отбойке, вторичном дроблении горных пород и сейсморазведке.

Шашки изготовлены из тротила ГОСТ В7079-73 в соответствии с ГОСТ В 22436-77 имеют бумажную оболочку и покрыты парафином.

Шашки могут быть прямоугольные и цилиндрические и поставляются двух типов, а именно, с очком для установки детонатора и без очка. Основные параметры шашек даны в таблице 2.

Шашки с гнездом предназначены для инициирования от капсюля детонатора КД № 8, электродетонатора типа ЭДС, ЭДП или аналогичных детонаторов, допущенных для данного вида работ. Эти шашки используются на сейсмических работах в качестве самостоятельных зарядов и в качестве промежуточного детонатора для передачи инициирующего импульса дополнительному заряду, тип и конструкция которого отрабатывается при контрольных испытаниях.

Шашки применяются в скважинах любой степени обводненности.

Шашки пригодны для применения во всех климатических условиях, каждая шашка содержит маркировку предприятия-поставщика следующего содержания:

«наименование, условное обозначение предприятия-изготовителя, номер партии, год изготовления, номер шашки».

На каждый ящик нанесена несмываемой краской маркировка следующего содержания:

- товарный знак или условное обозначение предприятия-изготовителя;
- условное обозначение шашки;
- номер партии;
- номер ящика;
- месяц и год изготовления;
- количество шашек в ящике, шт.;
- масса (нетто), кг;
- масса (брутто), кг; - условный номер груза (число 156 в равностороннем треугольнике);
- гарантийный срок хранения, мес.;
- личное клеймо упаковщика;
- группа назначения (только для взрывных работ на земной поверхности класса 1);
- белая полоса по ОСТ 84-2158 и в соответствии с "Едиными правилами безопасности при взрывных работах";
- код экстренных мер - 24Э.

В табл. 3 приводятся физические характеристики тротильовых шашек.

Таблица 3 Физические характеристики тротильовых шашек

Наименование показателей	Значение показателя
Плотность технологическая, г/см ³ (не менее)	1,47
Теплота взрыва, ккал/кг	1000-1085
Бризантность, мм	15-16
Скорость детонации, м/с	6200-7000
Объем продуктов взрыва, м ³ /кг · 10 ³	750-870
Фугасность, см ³	285-290
Температура вспышки, С°	295-305
Чувствительность к удару по ГОСТ 4545-88, %:	
- по стандартной пробе	4-8
- нижний предел, мм	500
Чувствительность к трению на приборе К-44-Ш, % при усилии:	
4000 кгс/см ²	4
6200 кгс/см ²	36

Таблица 4 Габаритно-массовые характеристики зарядов

Наименование параметра	Типоразмер заряда		
	ЗСТ-30-0,075	ЗСТ-70-0,5	ЗСТ-80-0,5
Диаметр заряда, мм	30	70±1	80±1
Высота заряда, мм	72	80±5	80±5
Масса, кг	0,075	0,5±0,02	0,56±0,02
Диаметр канала, мм гнездо	7,7+0,7	16+2	16+2

Сейсмические работы с применением тротильных шашек проведены в режиме предварительных испытаний в течение 2 лет, а затем из-за отсутствия достаточного количества зарядов прекращены. Работоспособность шашек высокая, случаев отказа не было.

С 1998 г. ГП "ВНИИВзрывгеофизика" в развитие предложений ЗАО "НП ЗПГ" о создании ряда сейсмических зарядов массой 20, 30, 50, 100, 200, 300 г приступило к разработке зарядов серии ЗСТ-000. В настоящее время

ЭД-8, ЭДС ГОСТ 9089, ЭДС-1 ТУ 84-1139-67.

Заряды изготавливаются следующих типоразмеров: ЗСТ-30-0,075, ЗСТ-70-0,5 и ЗСТ-80-0,5, отличающихся габаритно-массовыми характеристиками, приведенными на рис. 4 и в таблице 4.

Гарантийный срок хранения зарядов два года с момента изготовления. По истечению гарантийного срока хранения заряды подлежат уничтожению.

Заряды в упаковке изготовителя перевозятся железнодорожным и автомобильным видами транспорта в соответствии с действующими правилами перевозки опасных грузов для транспорта соответствующего вида.

В 2002 году ФГУДП "Арсенал" закончил подготовку производства зарядов сейсмических универсальных ЗСУ (ТУ 56466532-003-2001), а также приступил к разработке нормативно-технической документации на заряды сейсмические водостойкие массой 30, 40, 50, 70, 100, 200г, с гнездом под ЭД из ВВ со скоростью детонации 7000 м/с. Заряды ЗСУ могут найти широкое применение как при взрывах под ЗМС, так и при поверхностных шпуровых источниках.

Характеристика ЗСУ приводятся в таблице 5 и на рис. 5

Заряд сейсмический универсальный изготавливается двух модификаций:

Монозаряд массой 190г ЗСУ-Б(1);

Сборочный ЗСУ-Сб. с массой по требованию Заказчика.

В заряде ЗСУ-Б имеется гнездо (6) под электродетонатор ЭДС-1, ЭДС-2 и др. штатные ЭД. Заряд ЗСУ-Сб. состоит из заряда ЗСУ-Б и одного или нескольких дополнительных зарядов ЗСУ-Д (2) соединяемых между собой пластмассовой муфтой (3). Заряды помещены в пластмассовый корпус (7) толщиной стенки 1мм, обеспечивающий их сохранность и санитарную безопасность. Заряд ЗСУ работоспособен при

Таблица 5 Технические характеристики ЗСУ

Наименование	Характеристика
Тип ВВ	А-1Х-2 (флегматизированный гексоген)
Длина заряда, мм	350 и более
Диаметр заряда, мм	26
Масса ВВ ЗСУ-Б, г	190
Масса ВВ ЗСУ-Д, г	235
Плотность ВВ г/см ³	1,66-1,72
Теплота взрыва, ккал/кг	1520-1550
Кислородный баланс, %	-22,4
Скорость детонации, км/сек	7,5
Бризантность по Гессу, мм	22
Работоспособность по ГОСТ 4545, см ³	530
Критический диаметр, мм	3
Водостойкость, час, не менее	72

разработаны заряды ЗСТ-0,075 массой 0,075кг, которые прошли предварительные и приемочные испытания и используются в производстве. Производит заряды завод им. Свердлова. Технические характеристики ЗСТ приводятся ниже.

Заряд, как единичное изделие, так и в сборе с другими зарядами (в "гирляндах") применяется в качестве взрывного источника при сейсморазведочных работах.

Заряд может применяться для зарядания сухих и обводненных скважин. При этом:

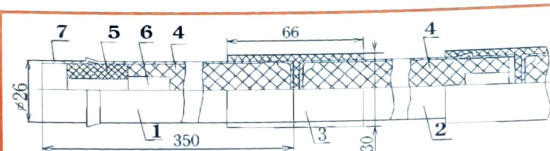
Время нахождения в обводненной скважине до взрыва не должно превышать 72 час, а гидростатическое давление - 0,5Мпа, что соответствует высоте столба жидкости 40-50м.

Глубина сухих скважин и время нахождения в них заряда настоящим руководством не лимитируется.

Заряд может применяться в диапазоне температур воздуха (-50) - (+50)°С.

Заряд инициируется электродетонаторами

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



1. Монозаряд 2. Заряд дополнительный 3. Соединительная муфта 4. Взрывчатое вещество 5. Инертное тело 6. Гнездо под электродетонатор 7. Пластмассовый корпус

Рис. 5 Заряд сейсмический универсальный для возбуждения колебаний в земной коре при сейсморазведке

температуре окружающей среды от 50°C до +50°C, глубине скважины до 100м. Разрешение Госгортехнадзора РФ на применение в режиме предварительных испытаний ЗСУ ФГУДП "Арсенал" имеется.

При сейсморазведочных работах технология буровзрывных работ определяется рядом факторов, в том числе размерами и массой зарядов. Установился стандарт, при котором под заряды массой 0,4-5,0кг и диаметром 60-80мм бурились скважины диаметром 100-140мм. Разработка и внедрение методики высокоразрешающей сейсморазведки (ВРС) на основе минимизации параметров источников возбуждения потребовало пересмотра и модернизации технологии буровых работ. Первоначально произошли изменения технологии бурения шнековых скважин и был внедрен способ шпуровых зарядов (СПЗ), при котором вместо шнековой скважины Ø136 мм бурились шпур Ø45 мм.

Применение малых зарядов в скважинах с водной промывкой повлекло модернизацию технологии буровых работ и реконструкцию буровых станков УРБ-2,5А и УРБ-2А-2. Основой реконструкций явился принцип уменьшения диаметра буровой скважины с 135мм до 65мм.

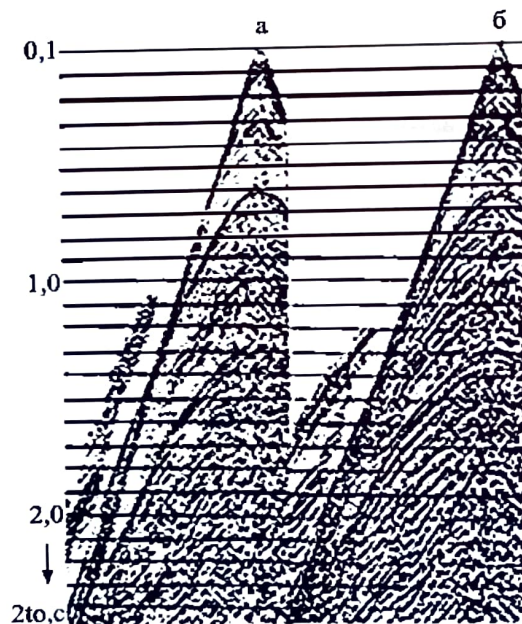


Рис. 6 Сопоставление первичных сейсмограмм, регистрируемых:

- а) при высокоразрешающей сейсморазведке: одиночные взрывы под ЗМС, $H=16\text{м}$, $q=0,075\text{кг}$, $T=4,0\text{с}$, $\Delta t=1\text{мс}$;
- б) при стандартных работах МОГТ: одиночные взрывы под ЗМС, $H=16\text{м}$, $q=2,5\text{кг}$, $T=18,0\text{с}$, $\Delta t=4\text{мс}$

Изменение конструкции скважин позволило получить следующие положительные результаты: увеличилась скорость бурения в 1,3 раза, уменьшился расход промывочной жидкости в 2,5 раза, уменьшился расход ГСМ на проходку скважин.

Повышение производительности буровых работ и уменьшение промывочной жидкости позволяет также уменьшить количество буровых станков и водовозок, занятых в технологическом процессе бурения.

На рис. 6 и 7 представлены полевые записи и временные разрезы, полученные с использованием технологии ВРС и вышеперечисленных зарядов. При взрывах малых зарядов амплитуда регистрируемых сигналов уменьшается относи-

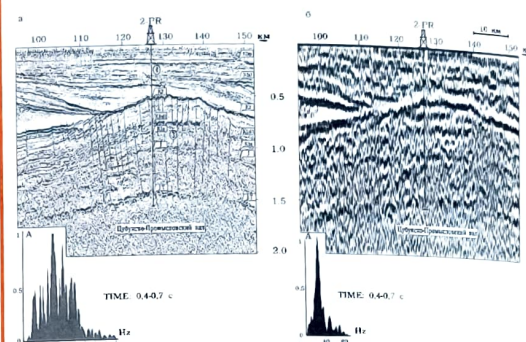


Рис. 7 Сопоставление временных мигрированных разрезов, полученных:

- а) при высокоразрешающей сейсморазведке;
- б) при стандартных работах МОГТ

тельно амплитуды при стандартных взрывах, но во всех случаях значение амплитуд сигналов не выходит за пределы шкалы записи современных станций. Как правило, слабые сигналы представлены более широким спектром колебаний особенно в его высокочастотной части и при малых зарядах сейсморазведка за счет расширения спектра переходит от стандартной к высокоразрешающей сейсморазведке. По мере увеличения массы заряда происходит быстрый рост интенсивности регулярных волн-помех, опережающих интенсивность полезного сигнала. Практика обработки данных сейсморазведки показывает, что борьба с регулярными помехами оказывается более сложной задачей, чем проблема выделения слабых сигналов на фоне "шумовых" помех. В этой связи, большие заряды никоим образом не сочетаются с современными способами регистрации и обработки, а малые заряды позволяют значительно увеличить разрешенность сейсморазведки и выделить геологические элементы с точностью до метров, как это демонстрируется на приведенных рисунках.

Литература

1. Гурвич И.И. Сейсмическая разведка. Недра, 1970.
2. Колосов Б.М., Кобылкин И.А., Голиченко А.М., Ужакин Б.А. Высокорастворимая сейсморазведка в Нижнем Поволжье РФ и во впадине Талиму в Китае. Приборы и системы разведочной геофизики, № 02(02)/2002г., г. Саратов.
3. Кутузов Б.Н. Справочник взрывника, Недра, 1988.
4. Шукин Ю.Г., Лютиков Г.Г., Поздняков Э.Г. Средства инициирования промышленных взрывчатых веществ. Недра, 1996.