

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ САРАТОВСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ ЕВРО-АЗИАТСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ЯНВАРЬ-МАРТ

01/2003

ТЕМА НОМЕРА:

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

ТАКЖЕ В НОМЕРЕ:

Тревога за будущее российской нефти

Страницы истории отечественного геофизического приборостроения

Университет «Дубна»: готовим кадры

СТОИ
НАЧУТ ВЗРЫВНЫЕ
РАБОТЫ

МОСКВА
2003

1-4
СЕНТЯБРЯ

1-4 сентября 2003 г. В Москве Евро-Азиатским геофизическим обществом (ЕАГО), Американским обществом геофизиков-разведчиков (SEG), Европейской Ассоциацией геофизиков, геологов и инженеров (EAGE) и Российской академией естественных наук проводится международная геофизическая конференция - "Геофизика XXI века - прорыв в будущее".

Этот крупный научный форум поддерживается Министерством природных ресурсов РФ, Министерством энергетики РФ, Правительством г. Москвы, крупными сервисными геофизическими, а также нефтяными компаниями и Газпромом России!

Геофизические методы родившиеся в первые годы XX столетия, получили интенсивное развитие в самых разнообразных направлениях, и прежде всего в деле поисков, разведки и разработки полезных ископаемых. Кроме того, геофизика широко используется при региональных геологических исследованиях, инженерных и археологических изысканиях, при проведении работ по охране окружающей среды.

Революционные изменения в технологии геофизических работ начались с появлением цифровой регистрации, обработки и интерпретации геофизических данных. Геофизика поднялась на качественно новый технико-методический уровень получения геофизической информации, ее обработки и геолого-геофизической интерпретации. Нынешний удивительный по своим масштабам и скорости разработок прогресс в компьютерных технологиях самым благоприятным образом сказался на эффективности геофизических работ. XXI век станет временем бурного применения высокоинформативных геофизических методов в деле познания земных недр.

Все это найдет непосредственное отражение в научной тематике конференции и выставке последних достижений геофизической техники.

На нашем форуме будут предоставлены широкие возможности делового обмена мнениями и установления контактов с коллегами из зарубежных стран.

ЕАГО

SEG

EAGE

РАЕН

МОСКВА РОССИЯ 1-4 СЕНТЯБРЯ 2003 г.

За дополнительной информацией обращаться в ЕАГО по адресу:
113184, г. Москва, Пятницкая ул., 9/28. Тел. (095) 951-0548, факс. (095) 239-8064



СОДЕРЖАНИЕ

■ Колонка редактора	
Место встречи изменить нельзя!	04
■ Мнение профессионала	
Тревога за будущее российской нефти (мнение геофизика-нефтяника)	05
■ Приборы и системы	
• Источники возбуждения	
О малых зарядах для сейсморазведки	06
Компания «ГЕОСЕЙС» представляет новый импульсный источник возбуждения «Геотон»	11
Использование источника «Геотон» при скважинных сейсмических исследованиях в Западной Сибири	13
Электромеханические источники сейсмических колебаний типа «Терра»	18
Электромагнитные источники сейсмических колебаний ряда «Энисей СЭМ, КЭМ»	21
Принципы повышения эффективности импульсных электромагнитных сейсмоприемников малой мощности для исследования малых глубин	28
Пневматические источники сейсмического волнового поля	30
К вопросу о возможности управления частотой возбуждаемых колебаний в наземной невзрывной сейсморазведке	32
Разработки Армавирского Специального конструкторского бюро испытательных машин	33
SERCEL объявляет о вездеходном вибраторе нового поколения NOMAD 65	50
■ Геофизические технологии	
Невзрывные технологии производства исследований МОГТ на нефть и газ в Саратовской губернии	34
■ Обмен опытом	
Опыт проведения сейсморазведочных работ на акваториях в зимних условиях	37
Вариант модернизации сейсмостанции «Прогресс-96В»	39
О работе сейсмостанции Интромарин с различными источниками упругих волн	41
■ Образование-инвестиции в будущее	
Готовим кадры	42
■ Безопасность	
• Взрывной источник возбуждения геофизических полей: острые проблемы	
Требования безопасности при выполнении прострелочных взрывных работ	43
Особенности перевозки взрывчатых материалов на геофизических работах	44
■ Страницы истории	
Страницы истории отечественного геофизического приборостроения	47

Главный редактор:
Турлов П.А.
Выпускающий редактор:
Михеев Д.С.
Дизайн, верстка:
Михайлов Д.В.

Адрес редакции:
Россия, 410019, г. Саратов,
ул. Крайняя 129

E-mail: shbp@san.ru

Тел. (8-452) 64-14-32
Факс. (8-452) 64-14-52

Тираж: 500 экз.

Издание зарегистрировано в
Министерстве РФ делам по печати,
телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций за номером
ПИ №77-7906 от 27 апреля 2001г.

Отпечатано
в типографии "КРОСС"
тел.: (845-2) 223-552, 223-881

Ответственность за подбор
и изложение фактов в статьях
несут авторы. Редакция может
публиковать статьи, не разделяя
точки зрения авторов



Место встречи изменить нельзя!

Турлов П.А., СО ЕАГО, г. Саратов

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Итак, сделаны начальные, самые трудные, шаги по созданию первого Российского журнала, посвященного вопросам отечественного геофизического приборостроения.

В этом трудном начинании нас поддерживали и поддерживают многие геофизические организации, руководители которых не равнодушны к проблемам отрасли, к судьбам отечественной геофизики и геофизиков. Редакция благодарит за эту поддержку Евро-Азиатское геофизическое общество, ОАО "СКБ сейсмического приборостроения", ЗАО "ГЕОСВИП", ООО "СИ ТЕХНОЛОДЖИ", ОАО "Саратовнефтегеофизика", ФГУП "Саратовская геофизическая экспедиция", ЗАО НПЦ "ГеоСейсКонтроль", ООО СП "ОЙО-ГеоИмпульс" и всех, кто прислал нам свои добрые пожелания.

Пришедшие в редакцию журнала отклики показали большую востребованность этой трибуны как для пользователей, так и для производителей приборов и систем разведочной геофизики. Особенно убедительно подтверждает это возросшая за последнее время активность геофизических организаций по редакционной подписке на журнал после ознакомления с первыми двумя презентационными номерами.

Редакция подтверждает поставленную перед журналом стратегическую задачу - сделать его страницей местом встречи геофизиков, геологов, нефтяников, приборостроителей и всех тех, кто так или иначе связан с ними в своей работе.

Для всех, кто впервые получает номер нашего журнала или не успел подписаться на него, сообщаем, что редакция будет принимать подписку на 2003 год в течение всего года с обязательством выслать весь годовой комплект 4 номера, в адрес подписчика.

Для наших потенциальных авторов сообщаем, что следующий июньский номер (02 (04)/2003) будет посвящен теме "Телеметрические регистрирующие системы в нефтяной геофизике". Мы приглашаем геофизиков, методистов, обработчиков и интерпретаторов, производителей и разработчиков аппаратуры, а также всех заинтересованных специалистов выступить на страницах своего журнала по этой проблеме. Ждем Ваших статей!

Требования к авторским материалам стандартные и публикуются в каждом номере журнала. Для тех, кто желает высказаться по другим, отличным от основной темы номера вопросам, имеются постоянные рубрики, присутствующие во всех номерах журнала.

Наши страницы открыты и для размещения рекламных материалов.

Итак, ПРИГЛАШАЕМ К ВСТРЕЧЕ на страницах нашего журнала!

Главный редактор

П.А.Турлов

НАШИ ПАРТНЕРЫ



ОАО «Саратовнефтегеофизика»



Армавирское Специальное
конструкторское бюро
испытательных машин

ЗАО работников «Народное
предприятие
«Запприкаспийгеофизика»

ЗАО «ГЕОСЕЙС»

ОАО «Хантымансийскгеофизика»

ФГУП «Саратовская
геофизическая экспедиция»

ОАО «ВНИПИВзрывгеофизика»

Тревога за будущее российской нефти

(мнение геофизика-нефтяника)

Савостьянов Н.А., ЕАГО, г. Москва

Сегодняшнее состояние нефтяной промышленности вызывает тревогу у широкой геологической общественности страны ученых и практиков, нефтяников и геофизиков.

Эта тревога очень понятна.

По опубликованным зарубежным данным за 2001 г. доказанные геологические запасы нефти в России составляют 6,6 млрд. тонн. Наша страна занимает седьмое место в мире по данному показателю после пяти ближневосточных стран и Венесуэлы.

В то же время, по уровню добычи нефти Россия в 2002 г. вышла на второе после Саудовской Аравии место в мире (377 млн. тонн в год).

Таким образом, при сохранении достигнутого уровня добычи через 8-10 лет Россия останется без нефти, если не вести целенаправленную, активную работу по увеличению объемов геологоразведочных работ, направленных на обеспечение прироста новых запасов.

Понятно, что создавшаяся ситуация, объективность которой трудно оспорить и последствия которой будут без преувеличения катастрофичными для экономики страны, не может быть позитивно разрешена без очень больших и защищенных от инфляции инвестиций в геофизическую отрасль под самым серьезным контролем со стороны государства.

Вместе с тем мы видим совсем иное: изменение налоговой политики по отношению к нефтяным компаниям, когда с 2002 г. были отменены отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы (ставки ВМСБ), привело к значительному сокращению объемов геолого-поисковых и разведочных работ, в частности в объемах геофизических исследований.

Нефтяные компании, за редким исключением ("Сургутнефтегаз"), стремятся к максимальному отбору нефти, применяя экстенсивные методы её извлечения из продуктивных пластов (напр. гидроразрыв), что, как правило, приводит к быстрому обводнению нефтяных месторождений.

Налицо уже никак не скрываемое желание извлечь максимальную прибыль в максимально короткие сроки, не думая о будущем нефтяной промышленности России, о том, что нефть в нашей стране искать и добывать будет все труднее и дороже.

Представляется, что и засекречивание сведений о подтвержденных запасах нефти в России специально спровоцировано именно нефтяными компаниями с тем, чтобы скрыть от общественности реальное положение с состоянием запасов и продолжать вести добычу, которую уже невозможно не назвать хищнической.

Характерно, что средства массовой информации (прежде всего TV) нередко сообщают обывателю, что в России нефти хватит на 100 лет и более. Это миф! Нет в России крупных, гигантских месторождений (таких как, например, в Казахстане), которые бы обеспечили стране стабильную жизнь на ближайшее будущее.

Что же нужно делать?

- Всемерно расширять и углублять поиск и разведку новых нефтяных месторождений, вкладывая в это большие инвестиции. У нас есть реальные перспективы нахождения гигантских месторождений нефти. Сейчас они связываются с трудно осваиваемыми районами шельфа северных морей, сложнопостроенными коллекторами нефти и газа (Восточная Сибирь).

- Геофизические методы обеспечивают нефтяную отрасль основной информацией о недрах, о местонахождении и строении нефтяного месторождения, о нефтяном пласте и его основных параметрах (эффективная толщина, пористость, нефтенасыщенность, проницаемость и др.), обеспечивают вскрытие пласта и постоянный контроль за разработкой месторождения. Информация, получаемая геофизической службой, фактически несет в себе все сведения о недрах, являющихся государственной собственностью, и поэтому должна быть защищена, обезопасена.

- Организационно и технически нефтегазовая геофизика представляет собой самостоятельную сервисную подотрасль, ведущую свою хозяйственную деятельность независимо от заказчика, но сегодня геофизические компании России сильно разобщены, беззащитны от вторжения западных компаний на наш геофизический рынок, им необходимо создать комфортные условия работы, иначе инфраструктура подотрасли будет разрушена и растащена частным капиталом.

Что же касается геофизической информации (в особенности первичной), то она уже нередко и бесконтрольно перетекает на запад.

По нашему мнению, этот вопрос относится к компетенции органов, отвечающих за экономическую безопасность страны.

Поднятые вопросы были обсуждены на рабочем совещании руководителей геофизических компаний и организаций России 13.02.03 г., которые единодушно оценивают ситуацию в нефтяной промышленности и в геофизической подотрасли как крайне тяжелую.



МНЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛА



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

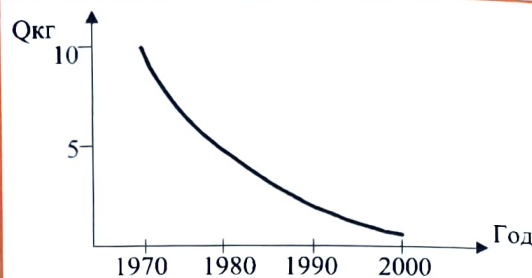


Рис. 1 График снижения массы заряда, используемого во взрывных источниках при сейсморазведочных работах, выполняемых ЗАО "НП "ЗПГ"

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"

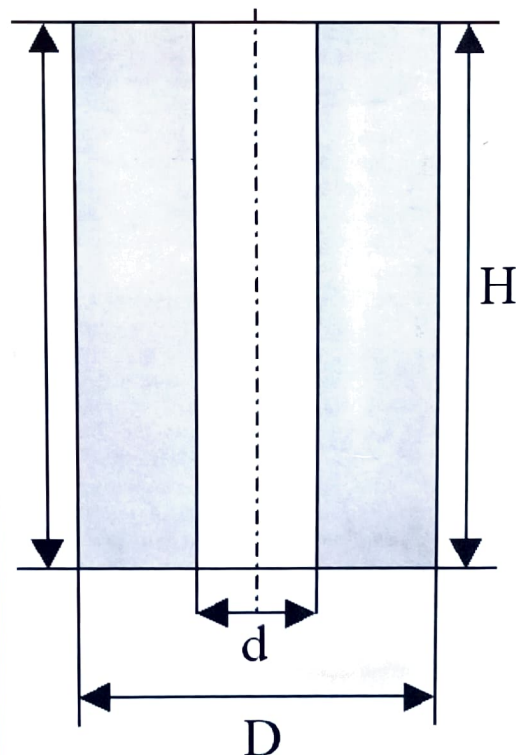


Рис. 2 Заряд детонирующий эластичный

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

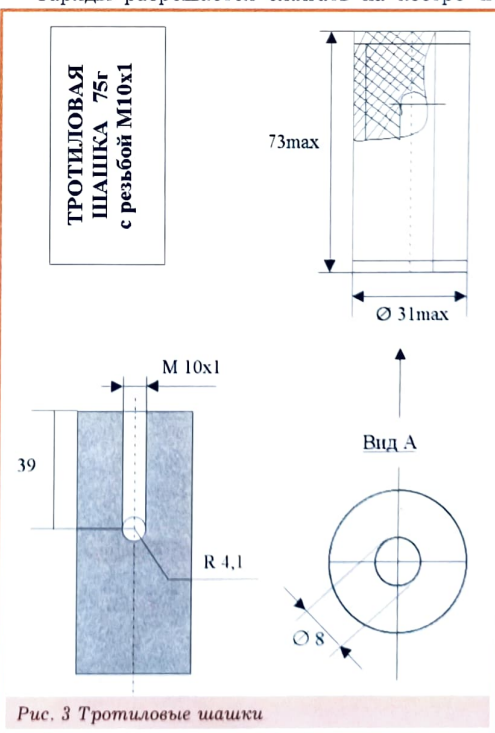


Рис. 3 Тротиловые шашки

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:

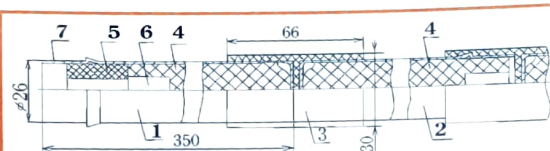
Время нахождения в обводненной скважине до взрыва не должно превышать 72 час, а гидростатическое давление - 0,5Мпа, что соответствует высоте столба жидкости 40-50м.

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.

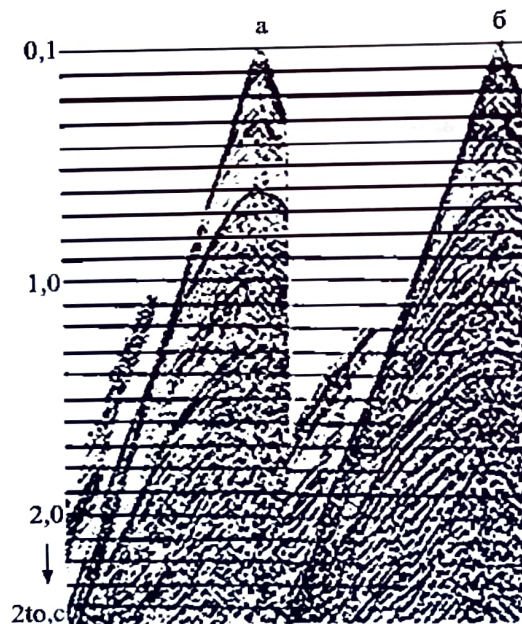


Рис. 6 Сопоставление первичных сейсмограмм, регистрируемых:

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-

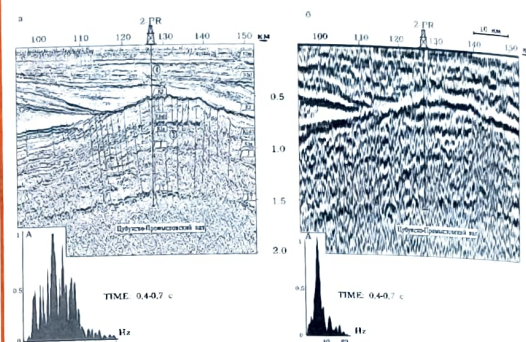


Рис. 7 Сопоставление временных мигрированных разрезов, полученных:

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.

Компания «ГЕОСЕЙС» представляет новый импульсный источник возбуждения «Геотон»

Анкушев В.В., Гурьев С.В., Резвов В.И., ЗАО «ГЕОСЕЙС», г. Тюмень

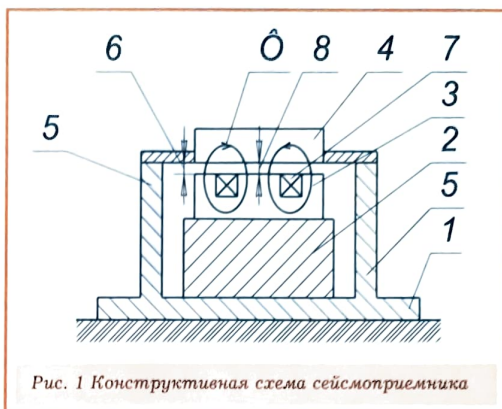


Рис. 1 Конструктивная схема сейсмоприемника

Электромагнитный источник сейсмических волн "Геотон" предназначен для возбуждения сейсмических колебаний в земной коре при проведении сейсморазведочных работ.

Источник "Геотон" относится к группе импульсных наземных невзрывных источников сейсмических колебаний, исполнительный механизм которых осуществляет единичные воздействия на геологическую среду. Длительность этих воздействий меньше периода возбуждаемых колебаний.

Область применения работа при проведении профильных и площадных сейсморазведочных работ, региональных геофизических исследований с применением невзрывных источников возбуждения сейсмических колебаний, работ ВСП.

В основе конструктивного решения импульсного электромагнитного сейсмоисточника положена идея применения в качестве источника силы короткоходового электромагнита, возбуждаемого от импульсной схемы питания, обеспечивающей энергопреобразование в режиме, близком к постоянству потокосцепления магнитного поля электромагнита [1]. Это решение позволило обеспечить к.п.д. преобразования энергии, потребляемой от емкостного накопителя схемы питания

порядка 60-70% и развивать усилия в десятки тонн длительностью (5-8)·10 с, что и определило эффективное создание сейсмических волн в необходимом для сейсморазведочных работ частотном диапазоне.

На рис. 1 приведена конструктивная схема электромагнитного сейсмоисточника.

Излучателем сейсмических волн является жесткая, помещенная на грунте плита 1, на которую оперт массивный пригруз 2 с закрепленным на нем индуктором электромагнита 3. Якорь 4 электромагнита оперт на стойки 5 на плите 1 и отделен от индуктора зазором 6, который может регулироваться для обеспечения наиболее эффективного создания импульсного воздействия на грунт с различными реологическими свойствами. При подаче в обмотку возбуждения 7 импульса тока необходимой величины и длительности возникает магнитный поток Φ , а между якорем и индуктором электромагнита возникает усилие от 8 до 30·10 Н. Это усилие через стойки 5 передается на плиту 1, в результате чего плита перемещается вниз и осуществляет импульсное воздействие на грунт, сопровождающееся созданием сейсмической волны. Под действием электромагнитной силы 8 индуктор перемещается вверх. В результате

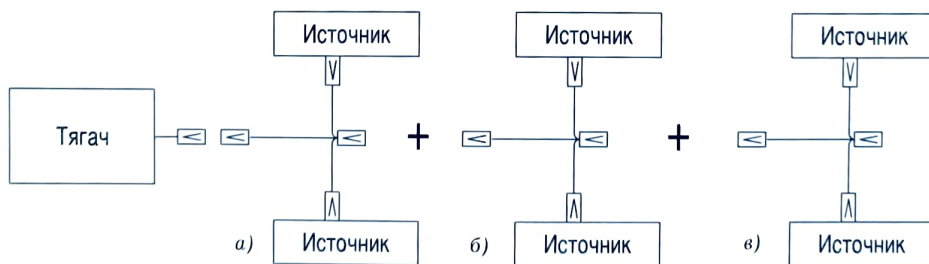


Рис. 2 Схема группирования источников.

- а) суммарная сила воздействия $60 \cdot 10^4$ Н (2 источника);
- б) суммарная сила воздействия $120 \cdot 10^4$ Н (4 источника);
- в) суммарная сила воздействия $180 \cdot 10^4$ Н (6 источника)

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



Таблица 1 Основные технические характеристики сейсмоисточника "Геотон"

Характер воздействия на грунт	импульсный
Сила воздействия на излучающую поверхность в импульсе, Н, не менее	30×10^4
Интервал времени между последующими действиями с, не менее	5
Потребляемая источником мощность, кВт, не более	1
Напряжение питания источника, В	переменное 380 или переменное 220 или постоянное 24
Рабочее напряжение заряда конденсаторных батарей, В не более	950
Длительность воздействия, мс	4-8
Дорожный просвет, мм, не менее	400
Габаритные размеры модуля источника, мм, не более	
- длина полоза	1850
- ширина полоза	650
- ширина по кожуху блока питания	800
- ширина модуля с боковым отбойником	950
- высота со схемой питания	1400
Габаритные размеры сцепки из 2х модулей:	
- ширина колеи	2250
- ширина с боковыми отбойниками	2750
- длина с водилами	3500
Масса источника, кг, не более, кг	$2300 \pm 5\%$
Средний срок службы до списания, лет, не менее	5
Средний срок службы до капитального ремонта, воздействий, не менее	2×10^6

встречного движения якоря вниз, а индуктора вверх зазор δ выбирается, происходит ударное взаимодействие якоря с индуктором и в дальнейшем индуктор с пригрузом перемещаются вверх в поле тяжести. Их плавное перемещение из верхнего положения в исходное на плите 1 обеспечивается демпферами, что исключает создание волн-помех при возврате пригруза в исходное положение на плите.

Основные технические характеристики сейсмоисточника "Геотон" приведены в таблице 1.

Предложенное техническое решение [1] было использовано его авторами при совместной с "Енисейгеофизикой" разработке серии санных и на автомобильной транспортной базе импульсных сейсмоисточников "Енисей" и "КЭМ" [2]. Это же техническое решение было использовано при разработке импульсного сейсмоисточника "Геотон" [3].

Длительность силового воздействия на грунт регулируется напряжением заряда емкостного накопителя (оперативно) и изменением величины зазора δ между якорем и индуктором, что позволяет проводить настройку сейсмоисточника для обеспечения его наиболее эффективной работы на грунте с различными реологическими характеристиками.

Повышенная жесткость излучающей конструкции, совместно с персонифицированной схемой контроля и управления позволяет получать высокую повторяемость излучаемого импульса желаемой формы, а также формировать направленный фронт излучения.

Источник "Геотон" может использоваться как в единичном исполнении при проведении сейсморазведочных работ по изучению верхней части разреза, а также в качестве модуля при построении более мощных систем возбуждения, путем соединения нескольких источников в группы (см. Рис 2).

Управление сейсмоисточником "Геотон" осуществляется при помощи пульта управления (ПУ), расположенного в транспортном средстве.

Основные функции ПУ:

- управление зарядкой каждого источника или всех источников в группе;
- управление ручным запуском всех или каждого источника в отдельности;
- управление аварийным отключением всех источников от источника напряжения;
- получение сигнала запуска от дешифратора и передача его к каждому источнику с целью синхронного сейсмического воздействия;
- контроль над синхронностью работы каждого источника с помощью акселерометров, установленных на излучателях;
- получение и запись на РС параметров силы воздействия, формы импульса и др. для последующей интерпретации;
- обеспечение синхронного срабатывания источников в окне 50 мкс;

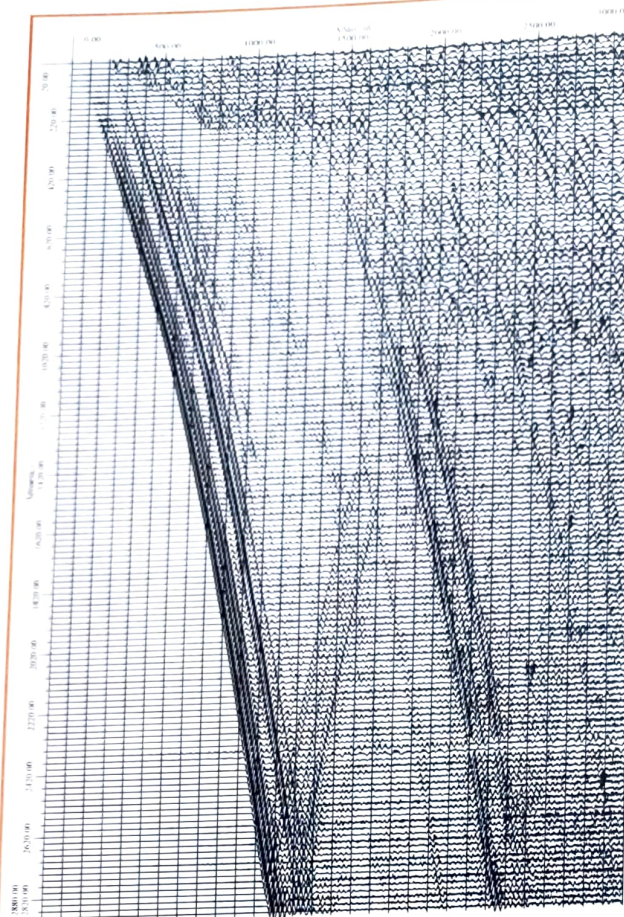
Основными достоинствами сейсмоисточников "Геотон" являются:

- надежность конструкции и простота обслуживания, надёжность в работе;
- низкое энергопотребление на единицу силы (кВт/Н);
- высокий электромеханический КПД;
- высокое отношение развиваемой силы/на массу источника (Н/кг);
- расширенный диапазон рабочих температур (до минус 40°C), благодаря использованию специальных сортов стали;
- повторяемость сейсмических сигналов, возбуждаемых источником, при накоплении;
- экологическая чистота, так как воздействие происходит в области линейных деформаций грунта без нарушений структуры грунтов;
- наличие точной стабилизации напряжения на емкостном накопителе и возможность его регулирования напряжения;
- наличие системы контроля за работой каждого источника и группы в целом;
- хорошая проходимость;
- большие возможности при группировании и расстановки источников на профиле (рис. 2);
- высокая повторяемость и идентичность сигнала;
- широкополосный спектр возбуждаемых сейсмических сигналов.

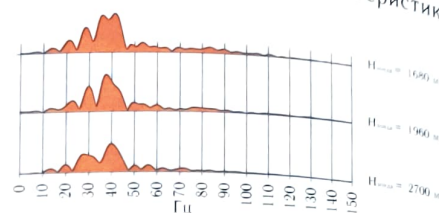
Литература

1. АС СССР №1261466. (Ивашин В.В., Чуркин И.М., Милорадов И.А.).
2. Патент РФ №2171478 (Детков В.А., Ивашин В.В., Певчев В.П.). Бюл. №21, 2001 г.
3. Свидетельство на полезную модель № 23688 (Иванников Н.А., Резвов В.И.)

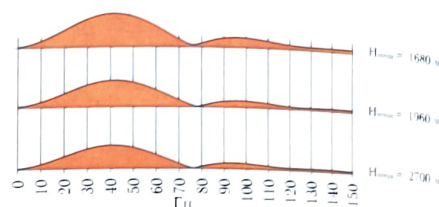
A red tractor is pulling two sleds loaded with equipment through a snowy forest. The sleds are labeled "REDTOM" and "EQUIPMENT". The forest is covered in snow, and the trees are heavily laden with snow.



Амплитудно-частотные характеристики



Амплитудные спектры прямой падающей волны в интервале 200 мс от первых вступлений



Амплитудные спектры прямой падающей волны в интервале 30 мс от первых вступлений

Z- компонента
удаление ПВ - 47 м
источник возбуждения - "Геотон"
Западная Сибирь

Рис. 3 Исходное волновое поле ВСП. АЧХ падающей продольной волны. Западная Сибирь, 2002 г.

различных сейсмогеологических условиях, обладают высокой надежностью, стабильностью условий возбуждения при большом количестве воздействий и существенно сокращают время на производство сейсморазведочных работ.

На рис. 3 и 4 приводятся исходные волновые поля данных ВСП, отработанных с помощью источников "Геотон". На рис. 3 представлено исходное волновое поле по z-компоненте с пункта взрыва (ПВ), расположенного на расстоянии 47 м от устья скважины, а также амплитудные спектры прямой падающей волны в интервалах 200 и 30 мс от первых вступлений. На рис. 4 приведены сейсмограммы z- и R- компонент с ПВ, расположенного на удалении 177 м. В первом случае обработка ВСП выполнялась группированием 4 модулей источника "Геотон" и с 5 накоплениями, во втором группа из 7 модулей и также с 5 накоплениями.

Для регистрации сейсмического сигнала использована телеметрическая модульная цифровая аппаратура для скважинной сейсморазведки: сейсморазведочная станция АМЦ-3-48 и трехприборный зонд АСПУ-3-48, производства АО НПП "ВНИИГИС" (г. Октябрьский, респ. Башкортостан). Точки наблюдения расположены равномерно по стволу исследуемой скважины с шагом 20 метров. Синхронизация возбуждения и регистрация сигналов "отметки момента" и "вертикального времени" осуществляется системой SGS-S, производства НПК "Сибгеосейс" (г. Новосибирск). По волновым полям, представленным на рисунках, выполнена динамическая коррекция за

геометрическое расхождение. На сейсмограммах представлены продольные Р и поперечные S, а также обменные PS волны, как проходящие, так и отраженные.

Сейсмограмма R-компоненты, изображенная на рисунке 4, представляет собой результат ориентации сейсмических трасс в пространстве из начальной системы координат датчиков в систему координат PRT и получена путем анализа вектора смещения прямой продольной волны: Р в направлении прихода прямой продольной волны из источника (главный вектор для главного собственного значения), R перпендикулярно Р в плоскости, содержащей ПВ и пункт приема (ПП), Т - третье направление в правосторонней ортогональной системе.

Как видно из рисунков 3 и 4, волновое поле стабильно, то есть наблюдается хорошая повторяемость регистрируемых колебаний от воздействия к воздействию. Прямая продольная волна отчетливо видна в первых вступлениях в виде импульса длительностью 25-30 мс. Амплитудная характеристика спектра с глубиной меняется незначительно. Интервал частот амплитудного спектра составляет 12-90 Гц. Соотношение сигнал/помеха в первых вступлениях практически везде больше 20. Волны-спутники прямой продольной волны видны на исходных сейсмограммах в виде низкочастотного сигнала (два-три периода общей длительностью до 250 мс), имеющего сложный многомодальный спектр (рис. 3).

Перед проведением производственных сейсморазведочных работ по методике ВСП, на



ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

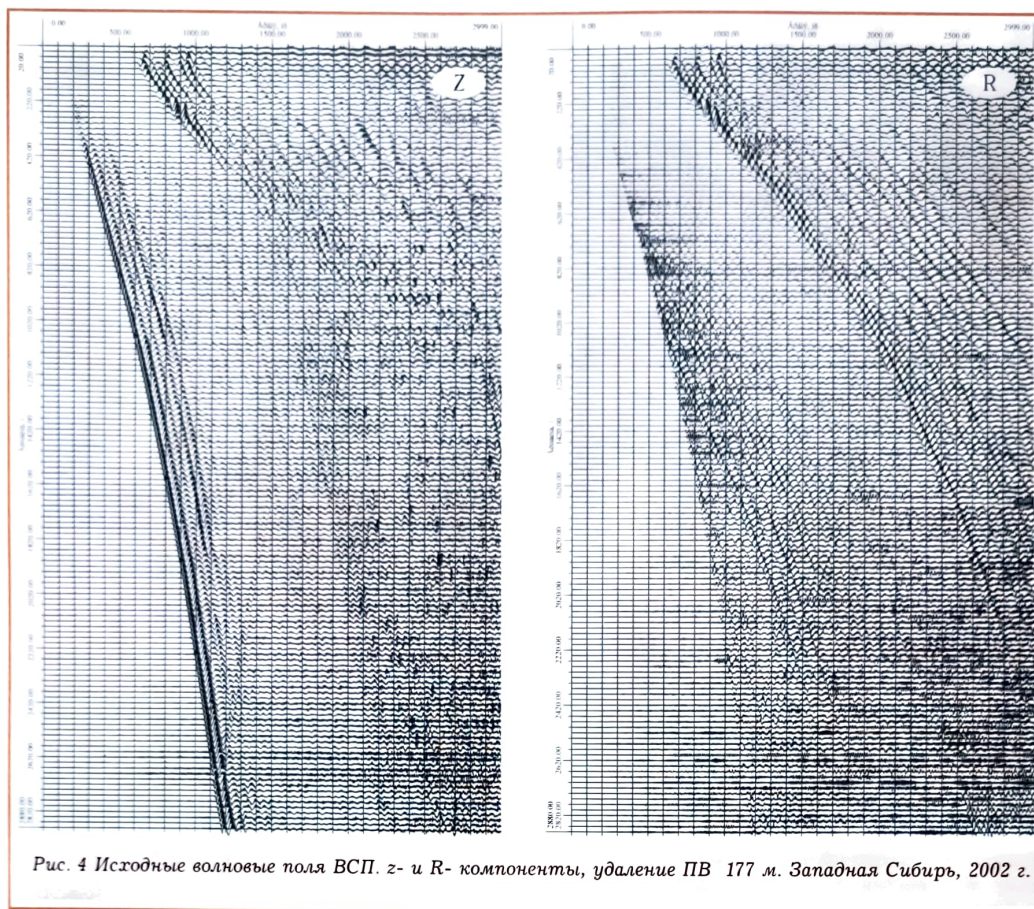


Рис. 4 Исходные волновые поля ВСП. z- и R- компоненты, удаление ПВ 177 м. Западная Сибирь, 2002 г.

каждой скважине выполняется достаточно большой объем опытных работ по выбору условий возбуждения. Но уже сейчас для полевых работ с источником "Геотон" сложился некоторый стандарт. Количество модулей при группировании обычно варьируется от 3 до 7, а количество синфазных накоплений может изменяться от 5 до 9. На рис. 5, 6 и 7 представлены результаты проведенных опытно-методических работ это сейсмические трассы, зарегистрированные зондом ВСП, отображаемые во временном интервале 700-1000 мс.

На рис. 5 и 6 приводится сопоставление сейсмических данных, зарегистрированных на глубинах 1500-1720 метров для различных условий возбуждения. Во-первых, это вариации в количестве накоплений: от одного до одиннадцати накоплений (рис. 5). Во-вторых, это изменения в количестве модулей при группировании источников "Геотон": 2, 4, 6 и 8 модулей (рис. 6). Визуальный анализ сейсмического материала позволяет сделать заключение о том, что более существенное влияние на энергетическую составляющую упругих колебаний, а также на отношение сигнал/шум, оказывает не количество накоплений, а количество модулей при группировании (рис. 7).

Представленные результаты позволяют сделать достаточно важные выводы о работоспособности и корректном использовании "Геотона" в качестве сейсмического источника упругих колебаний. Прежде всего, следует обратить внимание на сопоставление одноименных каналов записи сигнала от источника, состоящего из группы 4 модулей, для различного количества синфазных накоплений (рис. 7). По оценке когерентности импульса (выполнен расчет функции взаимной корреляции) установлено, что временные подвижки не превышают 0,1 мс.

Данное обстоятельство свидетельствует: во-первых, об идентичности (повторяемости) работы

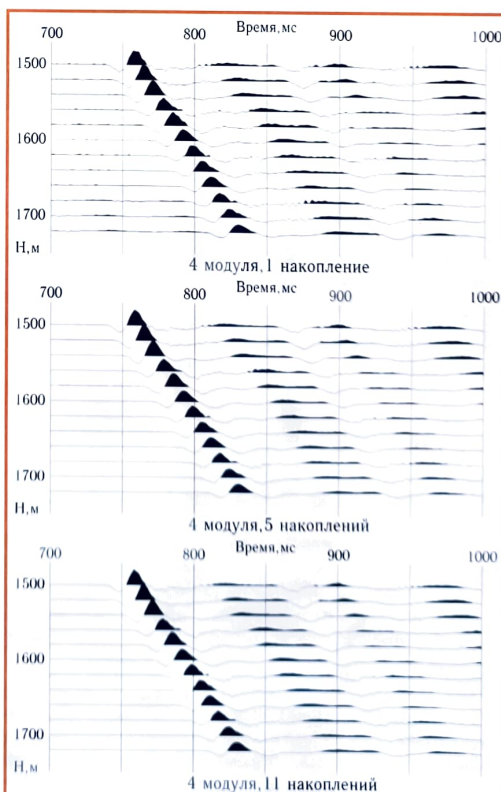
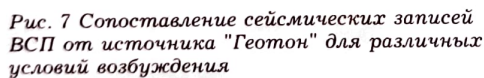


Рис. 5 Фрагмент исходного волнового поля ВСП. Источник "Геотон" 4 модуля, количество накоплений: 1,5,11. Удаление ПВ 185 м.

При увеличении числа модулей в группе (рис. 7) на сейсмических записях наблюдается повышение разрешенности и интенсивности сигнала, что косвенно указывает на синхронность работы модулей в группах. Для обоих экспериментов на спектральных характеристи-



Достаточно важным при работе с импульсным сейсмическим источником является выбор параметров возбуждения. Очевидно, что критерием успешности проведения сейсморазведочных работ является возможность решения поставленных геологических задач. Таким образом, необходимо провести оценки характеристик излучаемых колебаний для определения оптимальной конфигурации источника и достаточного количества синфазных накоплений. Следует отметить, что приповерхностные условия возбуждения в настоящей работе не рассматриваются. Но изучению этого

Графики, представленные на рисунке 8, отображают сравнительные энергетические характеристики зарегистрированных зондом ВСР сейсмических колебаний, излучаемых источником "Геотон" с разным количеством накоплений и модулей в группах. На первой диаграмме представлена сравнительная оценка энергии регистрируемых колебаний для различных условий возбуждения. Энергия сигнала считается в окне 100 мс от первых вступлений прихода прямой продольной волны. Шкала энергии приводится на диаграмме в долях единицы, где единице соответствует максимальное значение энергии из выборки. Зависимость энергии от различных значений количества накоплений (черная линия) служит еще одним свидетельством идентичности и синхронности работы источника "Геотон" (рис. 8а). Наблюдаются незначительные вариации в величине закачиваемой энергии с изменением количества синфазных накоплений. Второй график на верхней диаграмме (розовая линия) свидетельствует о линейном увеличении энергии возбуждаемых колебаний при увеличении количества модулей в группе до 6 штук. Дальнейшее поведение кривой указывает на насыщение закачиваемой энергии, и в некоторой степени свидетельствует об уменьшении количества модулей в группе.

На второй диаграмме (рис. 8б) представлены графики, отражающие зависимость энергетического отношения сигнал/шум от различных условий возбуждения: числа модулей в группе (розовая линия) и количества накоплений (черная линия). Первый график отражает данные, полученные с 5 синфазными накоплениями, второй — данные для источника из 4 модулей в группе. Отношения сигнал/шум определялось в окне 100 мс от первых вступлений прямой волны и рассчитывались на основе совместной обработки функций авто- и взаимной корреляции и спектров сейсмических записей. Наблюдается линейный рост отношения сигнал/шум с увеличением размера группы источников до 6 модулей и с увеличением количества накоплений до 11. Дальнейшее поведение графиков указывает на стабилизацию характеристик



ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

При отработке профиля ОГТ в качестве сейсмического источника использовались взрывы в скважинах, а данные ВСП были получены с применением импульсного источника "Геотон". При сопоставлении временных разрезов, полученных по данным наземной сейсморазведки и ВСП наблюдается хорошая корреляция отражений от основных сейсмических горизонтов (Г, М1, М, Б, А). В некоторых интервалах времени (например, отражения от юрских отложений в интервале 2000-2200 мс) разрешенность сейсмических отражений на разрезе преобразования ВСП-ОГТ гораздо выше, по сравнению с разрезом ОГТ. Таким образом, можно говорить о том, что применение импульсного источника "Геотон" обеспечивает получение информации, полностью сопоставимой по качеству с материалами взрывной сейсморазведки, что в совокупности с преимуществами методики ВСП позволяет решать достаточно тонкие геологические задачи.

Опыт работ с импульсными источниками "Геотон" показывает, что их можно с успехом использовать при проведении 2-D и 3-D сейсморазведки, изучении зоны ВЧР и работах ВСП. Источник "Геотон" достаточно стабилен по характеристикам возбуждаемого импульса. Мощность его воздействия позволяет регистрировать отражения от глубоких (более 3 км) горизонтов, а видимая частота (40-50 Гц) получать разрешенные разрезы. Таким образом, использование источников "Геотон" при проведении сейсморазведочных работ дает возможность проводить уверенное изучение целевых объектов нижней юры в условиях Западной Сибири. Не следует забывать, что успешное применение источников "Геотон" и получение положительных геологических результатов возможны лишь в тех случаях, когда методика работ, аппаратура и способы обработки материалов выбраны с учетом особенностей излучателей, заключающихся, прежде всего, в их ограниченной энергии и в приложении нагрузок к поверхности грунта. Эти факторы должны учитываться при планировании и проведении сейсморазведочных работ с импульсными источниками упругих колебаний "Геотон".

Литература

1. Бахарев Н. П., Ивашин В. В., Милорадов И. А. Анализ работы невзрывных импульсных источников сейсмических колебаний. Прикладная геофизика, вып. 97, М., Недра, 1980
2. Гонтовой И. З., Роман В. И. Электродинамические источники продольных и поперечных сейсмических волн. Разведочная геофизика, Обзор ВИЗМС, 1986
3. Невзрывные источники сейсмических колебаний. Справочник/Под ред. М. Б. Шнеерсона, М., Недра, 1992
4. Теория и практика наземной невзрывной сейсморазведки/Под редакцией М. Б. Шнеерсона, М., ОАО "Издательство "Недра", 1998
5. А. С. № 1261466 (СССР). (Ивашин В. В., Чуркин И. М., Милорадов И. А.)
6. Патент РФ № 2171478 (Детков В. А., Ивашин В. В., Певчев В. П.). Бюл. № 21, 2001
7. Свидетельство на полезную модель №23688 (Иванников Н. А., Резвов В. В.), 2002
8. Гальперин Е. И. Вертикальное сейсмическое профилирование. М., Недра, 1982
9. Гальперин Е. И. Вертикальное сейсмическое профилирование: опыт и результаты. М., Наука, 1994

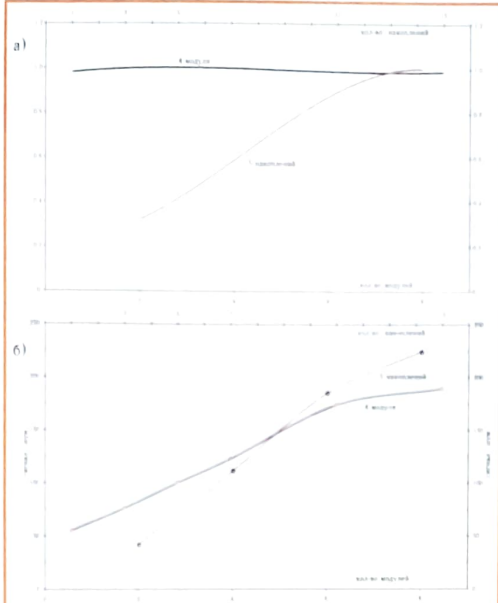


Рис. 8 Относительные энергетические характеристики импульсного источника "Геотон": а) сравнительная оценка энергии регистрируемых упругих колебаний; б) зависимость соотношения сигнал/шум от различных условий возбуждения

регистрируемых сейсмических колебаний и тоже свидетельствует о достижении оптимальных параметров сейсмического источника "Геотон".

В качестве демонстрации возможностей методики ВСП, а также для подтверждения применимости и работоспособности "Геотона", в настоящей статье представлен результат обработки данных ВСП, полученных на одном из месторождений Западной Сибири. На рисунке 9 приведено сопоставление результата преобразования ВСП-ОГТ с временным разрезом ОГТ (общая глубинная точка). Положение скважины соответствует номеру ОГТ 9575. Преобразование ВСП-ОГТ представляет собой миграцию Кирхгофа без суммирования, тем самым оно осуществляет преобразование поля отраженных волн из системы координат "глубина время" в координаты "глубина расстояние" и "время расстояние". Основной задачей процедуры "преобразования ВСП-ОГТ" является получение изображения околоскважинного пространства по направлению на положение источника. В рассматриваемом случае удаление источника от устья скважины составляет 370 м, таким образом, протяженность полученного временного разреза равна 175 метрам.

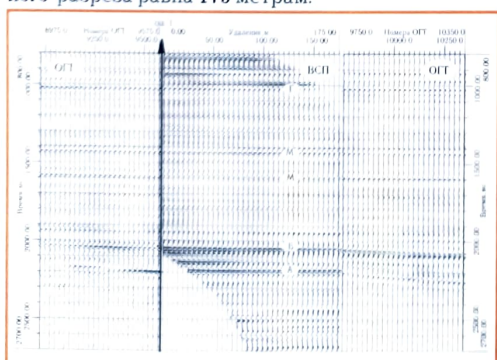


Рис. 9 Сопоставление временного разреза ОГТ с разрезом преобразования ВСП-ОГТ. Западная Сибирь, 2002 г.



Электромеханические источники сейсмических колебаний типа «Терра»

Бару Ю.А., Водаков Г.С., Зайцев И.Т., Мельник А.К., Ткаченко В.П.,
ОАО завод «Потенциал», г. Харьков

Прогресс в различных областях техники вплотную связан с внедрением новых технологических процессов, эффективность которых во многом определяется видом используемой энергии. В тех случаях, когда технологический процесс требует импульсного механического воздействия при стабильности амплитуды, длительности и частоты следования используемых порций энергии, вне конкуренции является применение электромеханических систем. При этом реализуются преимущества электричества как наиболее организованного и управляемого вида энергии.

Сотрудниками СКБТБЭ "Потенциал" (Харьков) в 70-х годах разработан чисто электротехнический способ получения импульсов механической силы. Использование этого способа позволило ОАО завод "Потенциал" изготавливать импульсные электромеханические сейсмоисточники, получившие

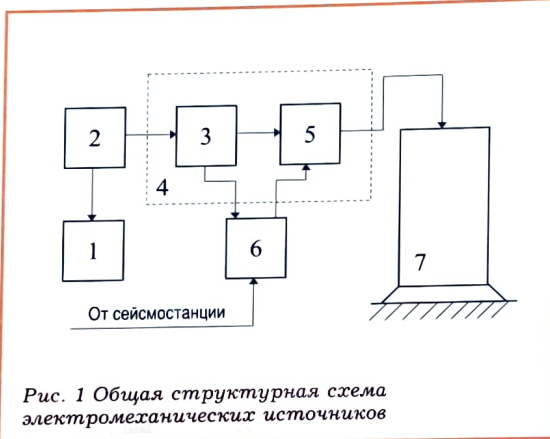


Рис. 1 Общая структурная схема электромеханических источников

название "сейсмодины" ("Сейсмодин С4800/12" и "Сейсмодин С7200/15"), и импульсно-кодовые источники "сейсмокоды" (ИКИ 10/40, ИКИ-4 и ИКИГ-1). Последний источник горизонтального действия для возбуждения поперечных волн.

Структурная схема всех электромеханических источников общая (рис. 1).

По сигналу оператора от источника электропитания (1) при помощи зарядного устройства (2) производится заряд емкостных накопителей (3) генератора электрических импульсов (4). Разряд накопителя производится по сигналу сейсмостанции. При этом из блока управления (6) поступает сигнал на тиристорные коммутаторы (5). Сформированный электрический импульс подается на обмотки линейного импульсного электромеханического преобразователя (ЛИЭП) (7). Развиваемый при этом импульс механической

силы используется не в виде удара, а в виде импульса давления (прессовой нагрузки), который передается грунту при помощи опорного элемента. Безударность возбуждения колебаний обеспечивает стабильность (воспроизводимость) воздействия, синхронность при группировании источников, повышает надежность и ресурс работы ЛИЭП. Удельные давления под опорной плитой не превышают $(6 \div 10) \cdot 10$ Па, что обеспечивает передачу нагрузок грунту в пределах его упругих деформаций, в результате чего источник может обрабатывать на одной стоянке без переезда сотни воздействий.

Реактивный механический импульс воспринимается статором, погруженным инертной массой.

По принципу действия ЛИЭП подразделяются на три типа:

- электродинамические, в которых электродинамическое преобразование происходит в результате взаимодействия токов, протекающих по обмоткам якоря и статора;

- электроиндукционные, импульс силы в которых образуется при взаимодействии магнитного поля обмотки статора с током, индуцируемым в короткозамкнутом контуре, расположенном на якоре;

- электромагнитные, механическая сила в которых возбуждается при взаимодействии магнитного поля обмотки индуктора с ферромагнитным телом, расположенном на якоре.

Выбор типа ЛИЭП зависит от технических требований к сейсмоисточнику: амплитуды силового импульса, длительности механического воздействия, величины перемещения якоря и пр.

Вне зависимости от принципа действия ЛИЭП процессы в нем подчиняются одной и той же закономерности, описываемой формулой:

$$W_{\text{мех}} = W_{\text{эл}} + W_{\text{пот}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{эл}}$ - электрическая энергия, подводимая от сети электропитания за исключением потерь в меди обмоток;

$W_{\text{мех}} = F \cdot v \cdot \Delta t$ - энергия системы, преобразованная в механическую энергию;

F - сила взаимодействия механической и электрической частей системы, т.е. сила, обеспечивающая возбуждение упругих колебаний в земной коре;

v - скорость;

Δt - длительность взаимодействия;

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Таблица 1 Технические характеристики источников "Терра"

Технические характеристики	Терра-М	Терра-2	Терра-2А
Амплитуда импульса силового воздействия, Н (кгс)	2700 (270)	15000 (1500)	15000 (1500)
Длительность импульса силового воздействия, мс	5		
Частота повторения импульсов, имп /с, не более	1		
Точность синхронизации, мс	0.5		
Источник питания	Аккумулятор 6СТ-60		
	1 шт.	4 шт.	4 шт.
Напряжение питания, В	12	24	
Ресурс без подзарядки аккумуляторов, ч	8	16	16
Транспортное средство	Переносной	Прицеп легкового автомобиля ПГУ-60	Автомобиль УАЗ-3303-01
Полная масса источника, кг	36	695	2210

W - изменение запасенной магнитной энергии.

Физически соотношение (1) означает, что сеть электропитания должна обеспечить не только совершение механической работы, но в то же время дать дополнительное количество энергии, запасаемой в магнитном поле.

Для снижения энергопотребления источника, а следовательно, и снижения его массы, что для мобильных устройств имеет особое значение, в выпускаемых ОАО завод "Потенциал" сейсмоисточниках предусмотрена рекуперация энергии, запасенной в обмотке ЛИЭП, обратно в конденсаторный накопитель. При этом первичная энергия аккумулятора или синхронного генератора используется только для дозарядки накопителя до рабочего напряжения. Это, помимо экономии электроэнергии, снижает и время зарядки накопителя, а значит, обеспечивает возможность повышения частоты повторения силовых воздействий.

Идеи и принципы, использованные в конструкции и электрических схемах "сейсмотринов" и "сейсмокодов", явились основой при разработке электромеханических источников типа "Терра", которые последние пять лет определяют направление работ ОАО завод "Потенциал" в области невзрывной сейсморазведки.

Источники "Терра" предназначены для исследования малых и средних глубин геологического разреза.

Область применения источников:

- изучение верхней части разреза при поиске нефти, газа и других полезных ископаемых;

- инженерно-строительные изыскания, предшествующие строительству метрополитенов, электростанций и других крупных сооружений;

- экологические исследования, проводимые с целью выявления источников загрязнения подземных вод;

- изучение карстовых явлений и оползней;

- работы, связанные с сейсморайонированием.

Сейсмоисточники "Терра" разработаны с учетом требований, предъявляемых при проведении малоглубинной, в т.ч. инженерной сейсморазведки: автономность, небольшие габариты, вес, масса и стоимость, минимальное количество обслуживающего персонала, возможность работы в труднодоступных местах. В источниках используются ЛИЭП электромагнитного типа, что обеспечивает высокую эффективность преобразования энергии - 120÷150 Н/Дж. ЛИЭП имеют магнитопроводы с коллекторной шихтовкой и кольцевую обмотку, что существенно уменьшает потоки рассеяния.

Все это уменьшает размеры питающих аккумуляторов конденсаторного накопителя и самого ЛИЭП, обеспечивает значительный ресурс аккумуляторов без подзарядки, облегчает транспортировку источника на профиле.

Технические характеристики выпускаемых заводом источников "Терра" приведены в таблице 1.

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

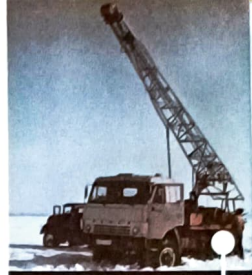




Рис. 2а

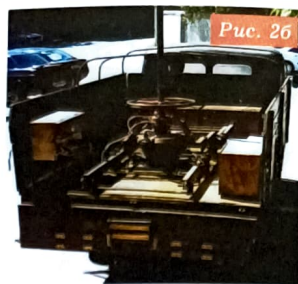


Рис. 2б



Рис. 2в

Рис. 2а Комплект оборудования "Терра-М"
Рис. 2б Сейсмоисточник "Терра-2А" в транспортном положении
Рис. 2в Сейсмоисточник "Терра-2А" в рабочем положении

Источники работают с сейсмостанциями любого типа.

На рис. 2а изображен комплект оборудования "Терра-М".

На рис. 2б сейсмоисточник "Терра-2А" в транспортном положении.

На рис. 2в "Терра-2А" в рабочем положении. Крымской ГРЭ ПГО "Укргеофизика" в Восточном Крыму с одним источником "Терра-М" в режиме накопления 50÷70 воздействий (общая продолжительность сеанса менее 1 мин.) были исследованы глубины до 300 м. Источник "Терра-М" использовался и при инженерных изысканиях в Алупкинском дворцово-парковом комплексе при оценке ситуации с Воронцовским дворцом. Откартирована кровля коренных пород на глубинах 50÷60 м. Частотный спектр отраженных волн достигал 150÷160 Гц.

В июле-августе 2000 г. Приднепровской ГРЭ ПГО "Укргеофизика" были проведены полевые работы с двумя источниками "Терра-М" в пределах Коробочкинской площади (Харьковская обл.) и на региональном профиле МОГТ Старобешево-Шахтерск-Луганск (Донецкая обл.).

В пределах Коробочкинской площади северного борта ДДВ уже при 50 накоплениях наблюдалось достаточно уверенное прослеживание преломленных волн на всей базе приема 950 м. Большое соотношение сигнал/помеха и динамическая выраженность первых вступлений позволяло надежно выполнять корреляцию последних и получать необходимую информацию о строении зоны малых скоростей.

При прослеживании отраженных волн применение полосовой и пространственной фильтраций позволяло надежно изучать отражения до 1+1.1 с, что соответствовало глубине 1200÷1350 м. Успешными были результаты работы и по методике прямого МСК.

Источники "Терра-2" используются в Украине, России, Казахстане. Один из образцов установки эксплуатировался в районе Северо-Ставропольского подземного хранилища газа (ПХГ) в районе населенного пункта Пелагида, где возник газовый грифон.

Для определения герметичности ПХГ и выявления возможных путей миграции газа был проведен комплекс работ, в т.ч. и сейсморазведочных.

Сейсморазведка должна была проследить как неглубоко залегающие горизонты (примерно с глубин 30÷40 м), так и горизонты хадума, в которых находится ПХГ. Сложность работ заключалась в том, что использование взрывных работ в районе ПХГ исключалось, применение мощных гидравлических вибраторов могло привести к разрушению жилых строений. Поэтому в качестве источника возбуждения была выбрана установка "Терра-2". Регистрация отраженных волн осуществлялась сейсмостанцией "Прогресс-Л".

Полевые работы показали, что с помощью одного источника при отсутствии интенсивных помех возможно стабильное прослеживание геологического разреза до глубин 0.4÷0.5 с. Исследование до глубин 0.85÷0.9 с. возможно при группировании источников.

Важным является то, что частотный спектр отраженных волн по сравнению со спектрами ОВ, полученных при использовании газодинамического источника СИ-32 и гидравлического вибратора СВ 10/80, был существенно шире, и простирался до 60÷65 Гц, что обеспечивало достаточно высокую разрешенность записи.

Был также сделан вывод о том, что в тех населенных пунктах, где очень узкие дороги и невысокое качество строительства домов, а линии магистральных газопроводов и водопроводов проходят вдоль обочин дорог, единственным средством для проведения разведки является источник "Терра-2".

В настоящее время в ОАО завод "Потенциал" ведется работа по созданию источников типа "Терра" с более высокой сейсмической эффективностью на базе автомобиля "Урал".

Электромагнитные источники сейсмических колебаний ряда «Енисей СЭМ, КЭМ»

Смирнов В.П., ОАО «Енисейгеофизика», г. Минусинск

Электромагнитные импульсные источники сейсмических колебаний ряда «Енисей СЭМ, КЭМ» (санные, колесные) нашли широкое применение на площадях с самыми разными сейсмогеологическими условиями Красноярского края при сейсморазведочных работах 2D, 3D, ВСП. За последние три-четыре года невзрывные источники ряда «Енисей-СЭМ, КЭМ» применялись в различных районах Прикаспийской впадины, Западной Сибири, Саратовского Поволжья.

Источники данного типа созданы на основе НИР, ОКР, опытно-методических и производственных работ в ОАО (ПГО) «Енисейгеофизика» в 1987-2002 г.г. при участии и финансовой поддержке ОАО «Хантымансийскгеофизика» в период с 1998-2002 г.г.

Основным силовым элементом источников сейсмических колебаний ряда «Енисей» является электромагнит. Якорь электромагнита через элементы конструкции опирается на жесткую плиту, установленную на грунт, - излучатель сейсмических колебаний. Индуктор электромагнита закреплен на пригрузе, имеющем возможность перемещения по вертикали между опорной плитой якоря (излучателем) и якорем. Конструктивно излучатель может быть оформлен как элемент санного полоза (днище полоза) санный электромагнитный источник (СЭМ) или как элемент шахты, (опорная плита каркаса шахты) колесный электромагнитный источник (КЭМ). В первом случае электромагнит и пригруз расположены внутри санного полоза (Ивашин В.В.), во - втором внутри шахты, которая навешена на транспортное средство, в частности на шасси «УРАЛ4320».

В несущем санном полозе или на шасси автомобиля можно разместить один или два, два или четыре силовых элемента.

Обмотка возбуждения индуктора электромагнита через тиристор присоединена к батарее конденсаторов, питаемой через зарядное устройство от автономного источника электроэнергии, например от синхронного генератора, установленного на валу отбора мощности коробки передач трактора или автомобиля. По заявке «Заказчика» может быть поставлено зарядное устройство, питаемое от аккумулятора (12 В). Номинальное напряжение на конденсаторной батарее может составлять от 200 до 1000 В.

Между якорем и индуктором электромагнита имеется зазор порядка 3-10 мм, конкретная величина которого обосновывается расчетами с вводом ряда упрощений или выбирается экспериментально для конкретных сейсмологических условий и грунтов (под излучателями).

Работает электромагнитный источник следующим образом. По команде от сейсмостанции через систему управления и синхронизации (ССВ или SGS) открывается тиристор в цепи конденсаторной батареи обмоток возбуждения индуктора.

При прохождении через обмотки возбуждения импульса тока длительностью 2-3 миллисекунды, с максимальными значениями до 5-10

килоампер между якорем и индуктором действует электромагнитная сила. Под действием электромагнитной силы пригруз источника начинает движение с нарастающим ускорением, достигающим через 2-3 миллисекунды величины в 10-40 g (рис. 1).

Встречное относительно индуктора движение якоря имеет более сложный характер (рис. 1), так как он опирается на плиту излучателя, а последняя на грунт.

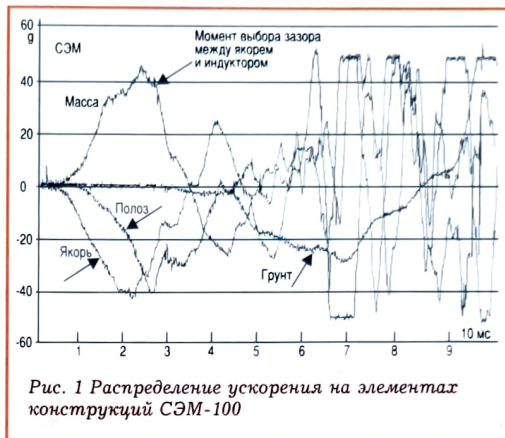


Рис. 1 Распределение ускорения на элементах конструкций СЭМ-100

Реакция грунта на давление плиты излучателя с очевидностью будет запаздывать и характеризоваться большей длительностью (рис. 1).

Как только в результате встречного движения якорь и индуктор выберут зазор между собой, движущейся вверх с ускорением пригруз (и индуктор) снимет якорь с опор, через которые он давил на плиту излучателя, и все они вместе под действием накопленной кинетической энергии пригруза будут перемещаться вверх в поле силы тяжести с начальной скоростью в момент (время 2,8 миллисекунды на рис. 1) полного выбора зазора. Следует заметить, что с этого момента, несмотря на движение пригруза с максимальной величиной ускорения, силовое воздействие излучателя на грунт прекращается.

Следствием обратного (вниз) движения пригруза, в т.ч. якоря и индуктора, будет ударный импульс при возврате в исходное положение, который необходимо ослабить демпферами. Штоки демпферов следуют за пригрузом при его движении вверх; при достижении пригрузом максимальной высоты подъема, в момент, когда скорость его движения равна нулю, они (штоки) подхватывают пригруз и медленно, 2-3 секунды, опускают пригруз в исходное положение. С этого момента источник готов к следующему воздействию на грунт.

Импульсный невзрывной сейсмоисточник с электромагнитным приводом и его основные узлы:

- импульсный электромагнитный привод невзрывного сейсмоисточника;
- силовой электромагнит импульсного невзрывного источника;
- сани излучатель невзрывного сейсмоисточ-

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



Таблица 1 Параметры электромагнитных источников ряда "Енисей"

	СЭМ-100	СЭМ-100М	СЭМ-50	СЭМ-20	КЭМ-4 КЭМ-4 (посл.)	КЭМ-2	КЭМ-4 (кругл.)
Расчетная сила воздействия электромагнитов на пригрузы модели (тонна/сила)	100	100	50	20	100	50	100
Количество излучателей, шт.	2	2	2	1	4	2	2
Площадь плиты излучателя, м ²	1,05	1,04	0,84	0,66	0,5	0,51	0,47
Реактивная масса (пригруз) (кг)	2526	2556	1270	800	1020 1210	1040	1260
Активная масса излучателя (плита), кг	1153	1070	710	490	580	660	380
Коэффициент соотношения реактивной и активной масс	2,14	2,39	1,8	1,63	$\frac{1,76}{2,09}$	1,58	3,32
Вес источника без транспортной базы (и без блока питания для СЭМов), кг	7600	7580	4600	1500	$\frac{9400}{10200}$	6200	9600
Удельное давление на грунт при транспортировке, кг/см ²	0,362	0,364	0,274	0,227	-	-	-

ника защищены патентами на изобретение за №№ 2171478, 2172496, 2172497, 2172498 от 23.02.2000 г. Патентообладателем является ЗАО "Континентальная геофизическая компания".

В связи с появлением ссылок на свидетельство РФ на полезную модель № 23688 "Электромагнитный источник сейсмических волн" от 28.12.2001 г., автор вынужден отметить, что приведенные существенные признаки, включая характеристику назначения, полезной модели идентичны перечисленным в выше названных патентах на изобретение.

В таблице 1 приведены параметры электромагнитных источников ряда "Енисей", выпускаемых в настоящее время "Геотехноцентром" филиалом ОАО "Енисейгеофизика". Охарактеризованные в таблице 1 невзрывные источники обеспечивают производство работ 2-Д, 3-Д, ВСП в летний и зимний полевой периоды, на суше и на льду водоемов (СЭМ-50, СЭМ-20).

Традиционно принято приводить тротильный эквивалент для той или иной модели невзрывного источника сейсмических колебаний.

Электромагнитный источник не избежал подобных оценок. На нескольких площадях Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты сейсмическая эффективность электромагнитных источников оценивалась относительно взрывов в скважинах, вибраторов. Для примера приводим относительно свежие (2000-2002 гг.) параметры сопоставления различных типов источников возбуждения сейсмических колебаний при регистрации колебаний телеметрическими сейсмостанциями Инпут/Оутпут 2, Серсель 388:

- группирование 3-х источников "Енисей СЭМ-100" с накоплением 5-7 воздействий заряд

тротила 0,4 кг, глубина скважины 9м, 3 вибратора М27 с накоплением 4 воздействий (Западно-Сибирская плита);

- группирование 4-х источников "Енисей СЭМ-100" с накоплением 8-ми воздействий заряд тротила 0,8 кг, глубины скважин 7-10 м (Сибирская платформа, Терско - Камовская площадь, профиль 5).

На уровне исходных сейсмограмм качество полевых материалов с применением взрывов явно выше при очевидной неоднородности поля волн-помех, спектральных характеристик сейсмических записей.

На уровне временных разрезов данные полученные с применением СЭМ-100 идентичны по глубинности исследований, разрешенности сейсмической записи и корреляции целевых горизонтов материалам с взрывной и вибрационной технологиями.

Исходя из выполненных сравнений, тротильный эквивалент одного источника СЭМ-100 в цикле 5-8 воздействий формально определяется величиной 100-200 грамм тротила.

Такой вывод следует определить как ошибочный, так как механизмы формирования упругих деформаций в грунте от взрыва ВВ в скважине и от воздействия электромагнитного источника на границе раздела земля-воздух принципиально различаются. У источника в момент разгона массы пригруза вверх (рис. 1) отсутствует ударная нагрузка на грунт (рис. 1). Первичный силовой импульс якоря на плиту излучателя короткий, его длительность не превышает 2,5 м/сек; деформация грунта фиксируется после 3-х миллисекунд, до 4-ой м/сек проявляется слабо, далее интенсивность деформаций грунта резко возрастает, достигая

максимума на отметке 7,0 м/сек и продолжается далее до 20 м/сек. Т. е. короткий первичный силовой импульс проходит раньше на 3 м/сек, чем начинается взаимодействие источника с грунтом.

Он лишь разгоняет излучатель, который затем в фазе свободных колебаний оказывает силовое воздействие на грунт, совершая вместе с ним колебания в течение 13-20 м/сек.

Как показала практика работ с электромагнитными источниками сила воздействий их излучателей не превышает динамический предел прочности грунтов (излучатели "Енисей КЭМ"), накатанной в снегу тракторной колеи ("Енисей СЭМ"). В том и другом случае следы от плит излучателей (полозьев) отсутствуют.

Сопоставление данных микросейсмокаротажа (рис. 2) с применением вибратора СВ-5-150 (управляющий сигнал 10-90 Гц, длительность 10

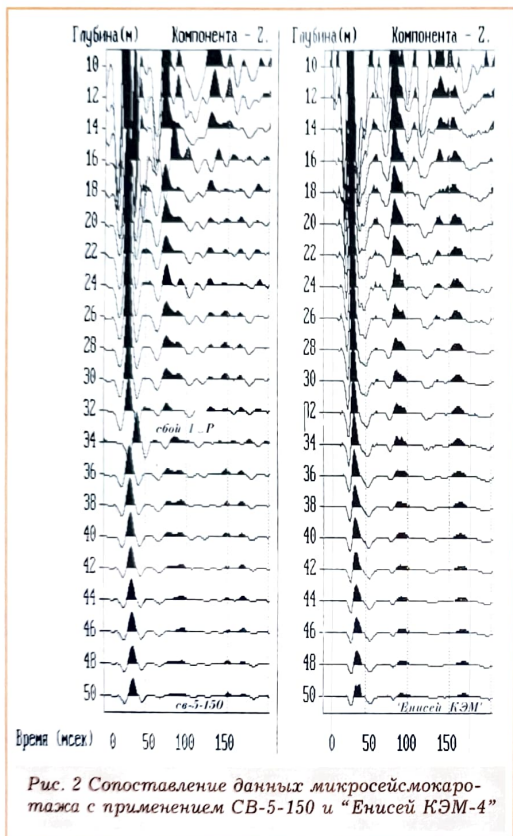


Рис. 2 Сопоставление данных микросейсмокаротажа с применением СВ-5-150 и "Енисей КЭМ-4"

сек.) и "Енисей КЭМ-4" (одиночные воздействия 2-х излучателей на устье скважины) даёт представление о спектральном составе возбуждаемых колебаний. Плиты излучателей СВ-5-150 и КЭМ-4 устанавливались на мерзлый грунт с глубиной промерзания не больше одного метра. Из данных рис. 2 следует, что видимые периоды и центральные частоты спектров колебаний, генерируемых этими источниками практически совпадают. Например, центральные частоты спектров записей (3 сек) для глубины 20 м на уровне 70% находятся в пределах 12-70 Гц (вибратор), 10-70 Гц (КЭМ-4), на уровне 30% - в пределах 8-100 Гц, 8-140 Гц соответственно. Измерения производились аппаратурой АМЦ-ВСП-3-48-М с дискретом записи одна м.сек.

При установке излучателей "Енисей КЭМ" на талые грунты зависимость спектров возбуждаемых колебаний от упругих свойств среды может проявляться в широких пределах

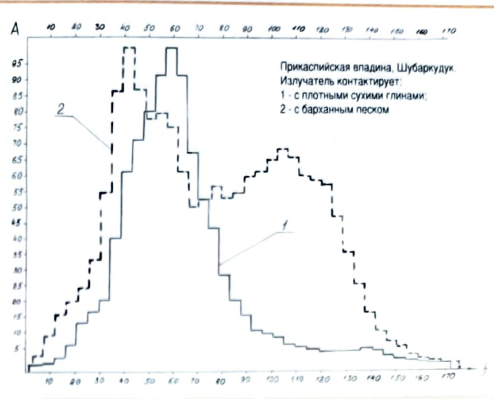


Рис. 3 Диапазон вариаций амплитудно-частотных спектров импульса возбуждения электромагнитного источника сейсмических колебаний "Енисей КЭМ-2" (по Σ 14 трасс).

(рис. 3).

Представление о глубинности сейсмических исследований с применением электромагнитных источников ряда "Енисей" можно получить из рис. 4, на котором представлено исходное волновое поле ВСП для глубин до 3862 м. Полученные материалы свидетельствуют о возможности применения данных источников для исследований по продольным и обменным отраженным волнам в диапазоне глубин до 4-5 км и выше. Из имеющихся материалов 2-Д и 3-Д глубинность исследований с данными источниками можно определить в 9-12 км (данные профилирования МОГТ в граничных зонах между Енисейским краем и Сибирской платформы, съемки 3-Д на Курумбинской площади).

Преимущества невзрывной технологии с

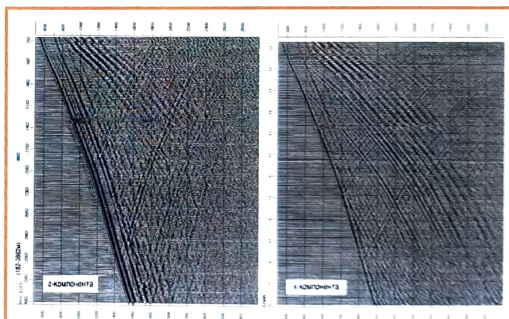


Рис. 4 Исходящее волновое поле ВСП в глубокой скважине. Источник возбуждения "Енисей СЭМ-100", группирование 4-х источников, накопление 5-7 воздействий

применением электромагнитных источников "Енисей КЭМ" наглядно проявляются при изучении сложно - построенных складок Южно - Минусинской межгорной впадины (рис. 5-6). Своды складок проявляются на поверхности выходами коренных скальных пород каменноугольного пермского возраста, осложнены взбросо надвиговыми дислокациями. Попытки бурения здесь взрывных скважин в 70-е годы при производстве профилирования МОВ и КМПВ закончились неудачей.

В результате исследований МОГТ в зимний сезон 2000 - 2001 г.г. с группированием 4-х "Енисей КЭМ-2" и накоплением 8-ми воздействий получены информативные временные разрезы с постоянной краткостью 48 (рис. 5-6). Регистрация сейсмозаписей осуществлялась сеймостанцией

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



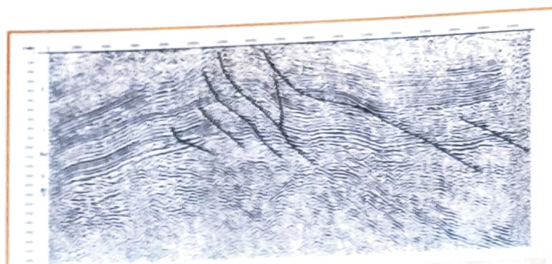


Рис. 5 Предварительный временной разрез на профиле 226, ЮМВ группировки 4-х "Енисей КЭМ-2", сумма 8 воздействий

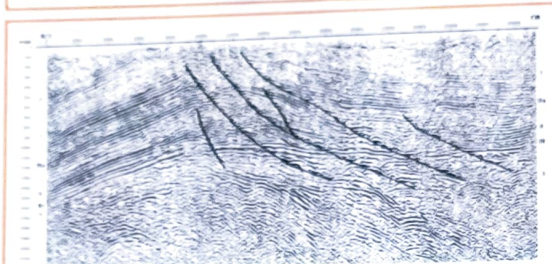


Рис. 6 Предварительный временной разрез на профиле 227, ЮМВ группировки 4-х "Енисей КЭМ-2", сумма 8 воздействий

"Прогресс 96).

Синхронность воздействий излучателей и электромагнитных источников в целом оценивалась по показателям сейсмоприемников в скважинах на глубинах 3-7, 20 м и записям от акселерометров, установленных на пригрузе, якорю, полозе источников. Характерная форма сейсмического импульса падающей волны,

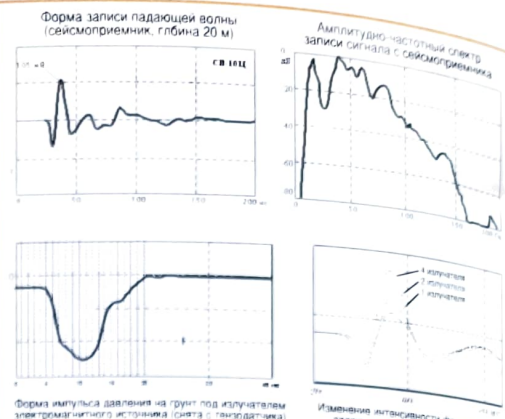


Рис. 7 Характеристика сейсмических импульсов при возбуждении упругих колебаний 1, 2, 4 излучателями "Енисей КЭМ-4"

зарегистрированной от скважинного сейсмоприемника (рис. 7) цифровым осциллографом Tektronix с несущей частотой 20 МГц, позволила с высокой точностью определить несинхронность воздействий меньше 0,1 м/сек. Степень несинхронности и повторяемости воздействий по измерениям ускорений акселерометрами ADXL-150 на элементах конструкции источника иллюстрирует рис. 8. Как следует из приведенных данных, отклонения не превышают 0,08 м/сек для элементов конструкции КЭМ-4.

Выше перечисленные эксплуатационные характеристики и выбор санной транспортной базы для модификаций "Енисей СЭМ" обеспечивают применение и проходимость

НОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ РАЗРАБОТКА

ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ ВИБРАТОР СВ-120/250ВИ

Предназначен для возбуждения сейсмических колебаний при сейсморазведочных работах на нефть, газ и рудные ископаемые



Цель разработки - повышение сейсмогеологической эффективности работы геологоразведочных комплексов, т. е. повышение глубинности прохождения сейсмических сигналов и точности отображения горизонтов геологических сред (слоев) в "разрезах". Указанная цель достигается за счет:

- повышения мощности возмущающего силового вибрационного воздействия на поверхность грунта;
- расширения частотного диапазона вибратора, наличия в системе управления широкого спектра законов сканирования частоты вибраций (линейные, степенные, логарифмические);
- снижения уровня нелинейных искажений;
- оснащения высокоэффективной системы импульсных сигналов (воздействий), обеспечивающей исследование зоны малых скоростей (на глубинах 20...50 м);
- наличия системы оперативного контроля технического состояния каждого сеймовибратора.

Основные параметры возбуждения:
максимальное толкающее усилие
диапазон частот вибрации
статическая нагрузка на грунт
пиковое значение импульсного воздействия

12т.с.
5...250Гц
13т.с.
12т.с.

Приведенные параметры подтверждены результатами эксплуатации сейсмической партии в Саратовской геофизической экспедиции. Поставщик производит ввод сеймовибраторов в эксплуатацию, гарантийное и послегарантийное обслуживание.

Наши реквизиты:

РОССИЯ, 352913, г. Армавир, Краснодарского края,
Промзона, Точмашприбор, НИКСИМ
Тел. (86137) 6-76-43, 6-83-24; факс: (86137) 6-74-63, 7-85-78
Http://www.niktsim.ru, e-mail: info@niktsim.ru

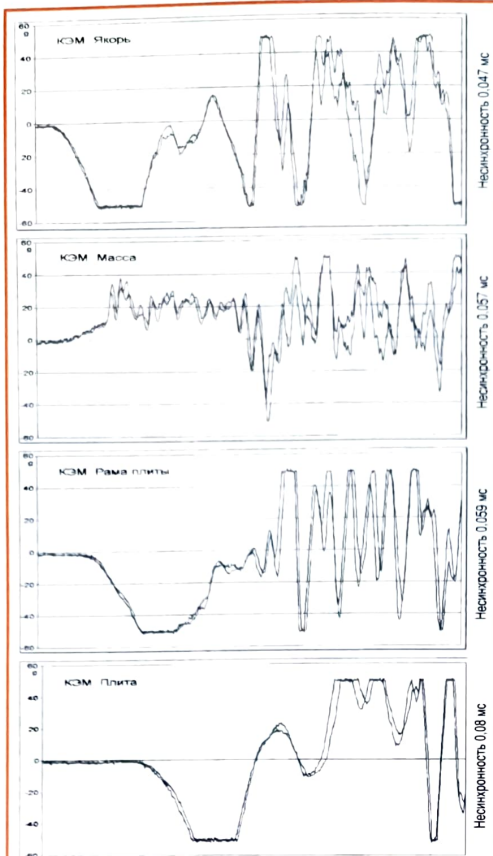


Рис. 8 Оценка несинхронности КЭМ-4 при управлении источником по радиоканалу: запись в окне 10 мсек

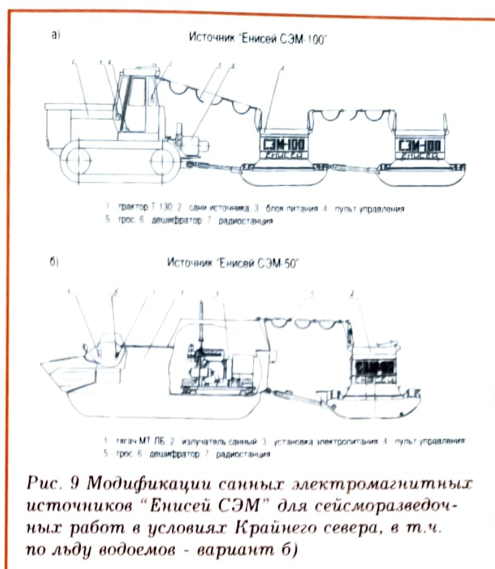


Рис. 9 Модификации санных электромагнитных источников "Енисей СЭМ" для сейсморазведочных работ в условиях Крайнего севера, в т.ч. по льду водоемов - вариант б)

ОАО "Енисейгеофизика". Данная система будет включать в себя функции тестирования каждого излучателя и источника в целом, группы источников.

Разработанная методика тестирования (ноу-хау) обеспечивает ежемесячную, декадную проверку идентичности электромагнитных источников в группе. В процессе проверки идентичности источников возбуждения будут получены данные для подбора параметров напряжения заряда конденсаторной батареи, зазора между якорем и индуктором под конкретные поверхностные сейсмогеологические условия (лёд, болото, рыхлые сухие грунты и т.д.).

В заключении следует подчеркнуть экологическую безопасность электромагнитных источников сейсмических колебаний. Структура грунтов, растительность под излучателями практически сохраняется в естественном состоянии.

Применение в качестве источников электроэнергии для зарядного устройства "сухих" экологически чистых аккумуляторов обеспечивает электробезопасность и экологическую чистоту при возбуждении упругих колебаний в пределах водоёмов, в шахтах. В последнем варианте комплектации источников полностью исключается выброс в атмосферу продуктов сгорания, разлив на сушу и водоемы ГСМ, кислот или щелочей в процессе возбуждения колебаний.

Необходимо отметить, что с переходом к рыночным отношениям, у "Заказчика" на проведение сейсморазведочных работ проявилось негативное отношение к невзрывной технологии. А если "Заказчик" и соглашается на применение невзрывных источников, то это обстоятельство используется им для того, чтобы сбить цену за фазнаблюдение (пог. км) 2-Д или 3-Д.

Наглядная и убедительная реклама возможностей невзрывной технологии ограничивается введенным понятием "коммерческая тайна".

Обязательства по решению данных проблемных вопросов должны были бы взять на себя ряд министерств РФ и в первую очередь МПР РФ.

электромагнитных источников в зимний период на любой площади Крайнего Севера (рис. 9). Источники на шасси "УРАЛ 4320" могут применяться как в летний так и в зимний периоды в диапазоне климатических условий от южных пустынь и полупустынь до лесотундры.

Особо следует оговорить, что в отличие от других типов невзрывных источников сейсмических колебаний на электромагнитных источниках можно обеспечить дистанционный контроль за эксплуатационными характеристиками в процессе отработки каждого воздействия с регистрацией ускорений на элементах конструкции и плите излучателя; расчет формы импульсного воздействия прикладываемого к грунту; диагностику неисправностей и оценку состояния источника (величины зазора, емкости конденсаторной батареи и пр.). Всю эту информацию можно будет довести в сжатом виде до оператора сейсмостанции в реальном времени для текущего контроля за качеством работы источников в группе или принятия им решения о внесении изменений в технологию работ по возбуждению колебаний. Подробная информация может заноситься в память блока управления на источнике.

Макет подобной системы контроля по сигналам, снимаемым с датчиков ускорений на пригрузе и якорю, токового шунта в цепи конденсатор тиристор успешно был испытан в декабре 2002 г. на базе "Геотехноцентра" (г. Минусинск). В I-II кварталах 2003 г. должен быть изготовлен и испытан головной образец этой системы. Образец изготавливается по заказу

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ САРАТОВСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ ЕВРО-АЗИАТСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА



ЗАО "ГЕОСВИП" 107140, Москва, ул. Нижняя Красносельская, 4
Телефон: (095) 264-6787 Факс: (095) 26406621
E-mail: jsc.geosvip@relcom.ru

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Разработка и производство вибраторов 14-27 тс, для различных геологических работ
- Разработка и производство электросистем управления вибраторами
- Поставка запасных частей и комплектующих

ЯНВАРЬ

Пн. 3 10 17 24 31
Вт. 4 11 18 25
Ср. 5 12 19 26
Чт. 6 13 20 27
Пт. 7 14 21 28
Сб. 8 15 22 29
Вс. 2 9 16 23 30

ФЕВРАЛЬ

Пн. 3 10 17 24
Вт. 4 11 18 25
Ср. 5 12 19 26
Чт. 6 13 20 27
Пт. 7 14 21 28
Сб. 8 15 22 29
Вс. 2 9 16 23

МАРТ

Пн. 3 10 17 24 31
Вт. 4 11 18 25
Ср. 5 12 19 26
Чт. 6 13 20 27
Пт. 7 14 21 28
Сб. 8 15 22 29
Вс. 2 9 16 23 30

АПРЕЛЬ

Пн. 7 14 21 28
Вт. 1 8 15 22 29
Ср. 2 9 16 23 30
Чт. 3 10 17 24 25
Пт. 4 11 18 25 26
Сб. 5 12 19 26 27
Вс. 6 13 20 27

МАЙ

Пн. 5 12 19 26
Вт. 6 13 20 27
Ср. 7 14 21 28
Чт. 1 8 15 22 29
Пт. 2 9 16 23 30
Сб. 3 10 17 24 25
Вс. 4 11 18 25

ИЮНЬ

Пн. 2 9 16 23 30
Вт. 3 10 17 24 25
Ср. 4 11 18 25 26
Чт. 5 12 19 26 27
Пт. 6 13 20 27 28
Сб. 7 14 21 28 29
Вс. 1 8 15 22 29

ГЕОСВИП:

ГЕОфизические Системы Вибрационного Поиска



НОСТИ:

ационных источников, усилением
-климатических условий
ронных систем

лекующих для вибраторов

- Запуск в эксплуатацию, сервисное обеспечение и ремонт вибраторов
- Сдача вибраторов в аренду
- Подготовка технического персонала для управления и обслуживания вибраторов

ИЮЛЬ

Пн. 7 14 21 28
Вт. 1 8 15 22 29
Ср. 2 9 16 23 30
Чт. 3 10 17 24 31
Пт. 4 11 18 25
Сб. 5 12 19 26
Вс. 6 13 20 27

АВГУСТ

Пн. 4 11 18 25
Вт. 5 12 19 26
Ср. 6 13 20 27
Чт. 7 14 21 28
Пт. 1 8 15 22 29
Сб. 2 9 16 23 30
Вс. 3 10 17 24 31

СЕНТЯБРЬ

Пн. 1 8 15 22 29
Вт. 2 9 16 23 30
Ср. 3 10 17 24
Чт. 4 11 18 25
Пт. 5 12 19 26
Сб. 6 13 20 27
Вс. 7 14 21 28

ОКТАБРЬ

Пн. 6 13 20 27
Вт. 7 14 21 28
Ср. 1 8 15 22 29
Чт. 2 9 16 23 30
Пт. 3 10 17 24 31
Сб. 4 11 18 25
Вс. 5 12 19 26

НОЯБРЬ

Пн. 3 10 17 24
Вт. 4 11 18 25
Ср. 5 12 19 26
Чт. 6 13 20 27
Пт. 7 14 21 28
Сб. 1 8 15 22 29
Вс. 2 9 16 23 30

ДЕКАБРЬ

Пн. 1 8 15 22 29
Вт. 2 9 16 23 30
Ср. 3 10 17 24 31
Чт. 4 11 18 25
Пт. 5 12 19 26
Сб. 6 13 20 27
Вс. 7 14 21 28

2003



Принципы повышения эффективности импульсных электромагнитных сейсмоисточников малой мощности для исследования малых глубин

Селезнев В.А., Живодров В.А., ФГУП «Саратовская геофизическая экспедиция», г. Саратов;
Угаров Г.Г., Усанов К.М., Саратовский государственный аграрный университет, г. Саратов

В импульсной невзрывной сейсморазведке для изучения геологического строения земли нашли применение электромагнитные источники сейсмических колебаний [1]. Признано эффективным применение электромагнитного генератора сейсмических колебаний на глубины до 500 м при энергии воздействия до 500 Дж и частоте воздействия до 1 Гц [2, 3]. В процессе испытания выявились достоинства источника: высокочастотный спектр возбуждаемого сигнала (50...500 Гц), высокая идентичность сейсмосигналов при повторяемых воздействиях в процессе накопления, автоматизация сейсморазведочных работ, безопасность и простота обслуживания, простота конструкции и технологичность изготовления.

Также выявилась необходимость повышения энергии воздействия сейсмоисточника при сохранении его высокой маневренности, снижение массы источника питания и устройства управления им.

В настоящей работе обосновывается принцип решения поставленных задач.

Одним из эффективных путей повышения энергии и КПД сейсмоисточников с электромагнитным приводом является форсированное аккумулирование магнитной энергии в рабочих воздушных зазорах линейного электромагнитного двигателя (ЛЭМД). Практическая реализация данного способа состоит в приложении к якору ЛЭМД противодействующего усилия, препятствующего его движению до момента достижения током заданной величины.

Рассмотрим влияние силы сопротивления движению якоря - бояка в момент трогания на энергию удара ЛЭМД.

Уравнение баланса сил, действующих на якорь имеет вид:

$$\frac{md^2\delta}{dt^2} = F_s(\delta) - F_n(\delta) \quad (1)$$

где m - масса якоря, δ - перемещение, $F_s(\delta)$, $F_n(\delta)$ - электромагнитная и противодействующая силы.

Положим, что сила F_n , противодействующая движению якоря изменяется по закону:

$$F_n = f_n(\delta) + F_0, F_0 > f_n(\delta), \text{ при } t > t_0; \delta = \delta_1 \quad (2)$$

$$F_n = f_n(\delta), \text{ при } t \geq t_0, \delta < \delta_1$$

Умножая (1) на $d\delta$ с учетом (2) получим уравнение энергетического баланса:

$$\int_{V_1}^{V_2} mVdV = \int_{\delta_2}^{\delta_1} F_s d\delta - \int_{\delta_2}^{\delta_1} f_n(\delta) d\delta \quad (3)$$

где V_1 , V_2 - начальная и конечная скорость движения якоря.

Энергию, запасенную в системе к моменту трогания якоря можно представить в виде:

$$A_1 = 0,5I_1\psi_1 = 0,5I_1^2 L_1 \quad (4)$$

где ψ_1 , L_1 - потокосцепление и индуктивность в момент трогания, откуда:

$$L_1 = \frac{2A_1}{I_1^2} \quad (5)$$

При постоянном потокосцеплении энергия, превращаясь в полезную работу за время цикла равна:

$$A = 0,5\psi_1 (I_1 - I_2) \quad (6)$$

где I_1 , I_2 - значения токов в начале и в конце цикла; ψ - потокосцепление.

При $U = \text{const}$ закон изменения тока $i(t)$ до начала движения якоря определяется известным выражением:

$$i(t) = \frac{U}{r} (1 - e^{-\frac{r}{L_1}t}). \quad (7)$$

Из (7) можно найти время трогания t_0

$$t_0 = \frac{L_1}{r} \ln \frac{1}{1 - \frac{I_1}{I_s}} \quad (8)$$

где $I_s = \frac{U}{r}$ установившееся значение тока.

Время движения $t_{\text{дв}}$ найдем при допущении, что якорь движется равноускорено:

$$t_{\text{дв}} = \frac{2\delta_1}{V_2} \quad (9)$$

Для импульсного характера работы сейсмоисточника пренебрежем противодействием $f_n(\delta) \approx 0$ и потерями в системе. Тогда конечную скорость V_2 якоря найдем из условия:

$$0,5mV_2^2 = 0,5\psi_1 (I_1 - I_2),$$

откуда $V_2 = \sqrt{\frac{(I_1 - I_2)\psi_1}{m}} \quad (10)$

Согласно [4] начальные значения I_1 и ψ_1 , соответствующие моменту трогания якоря можно представить в виде

$$I_1 = \sqrt{\frac{2F_0\delta_1}{L_1}} \quad (11)$$

$$\psi_1 = \sqrt{2F_0\delta_1 L_1} \quad (12)$$

Учитывая (11), (12) представим скорость V_2 в виде:

$$V_2 = \sqrt{\frac{(k-1)2F_0\delta_1}{k}} \quad (13)$$

где $k = \frac{L_2}{L_1}$

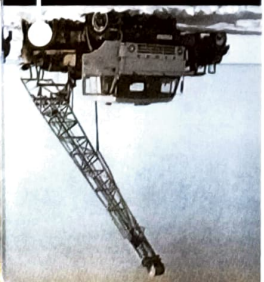
Из равенств (11), (12) и (8 - 10), (13) найдем время трогания t_0 и движения $t_{\text{дв}}$ в зависимости от величины F_0

$$t_0 = \frac{L_1}{r} \ln \frac{1}{1 - \frac{\sqrt{2F_0\delta_1}}{\sqrt{L_1}I_s}} \quad (14)$$

$$t_{\text{дв}} = \frac{2\sqrt{2\delta_1 m}}{\sqrt{F_0(k-1)}} \quad (15)$$

Из уравнений (14), (15) следует, что при увеличении удерживающего усилия F_0 в момент

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



тепей источника питания сейсмостойчивого аккумулятора электрического режима разряда, обеспечения аккумуляторов батарей и упрощения схемы типичного коммутатора предлагается питать аккумулятор от ИЭМД с помощью промежуточного конденсатора накопителя, периодически заряжаемого через автономный инвертор. При этом существенно облегчается электрический режим работы аккумулятора за счет снижения разрядного тока, уменьшающегося объем и масса источника питания в 2...4 раза.

Литература

1. Теория и практика наземной невзрывной сейсмозащелки/Под ред. М.Б. Шнейersona М.: ОАО Издательство "Недра", 1998. 527 с.
2. Селазнев В.А., Усанов К.М., Угров Г.Г. Комбинированный источник питания импульсного электромагнитного генератора сейсмических колебаний/Материалы Всероссийской конференции "Прогрессивные технологии в обучении и производстве". Волгоград, 2002.
3. Бритков Н.А., Малахов А.П., Рашенцев Н.П. и др. Электромагнитный импульсный сейсмостойчивый малой мощности/Сборник научных трудов: Электромагнитные импульсные системы. ИД СО СССР. Новосибирск: наука, 1989.
4. Тер-Анопов А.К. Динамика быстродействующих электромагнитов. М., "Энергия", 1965.

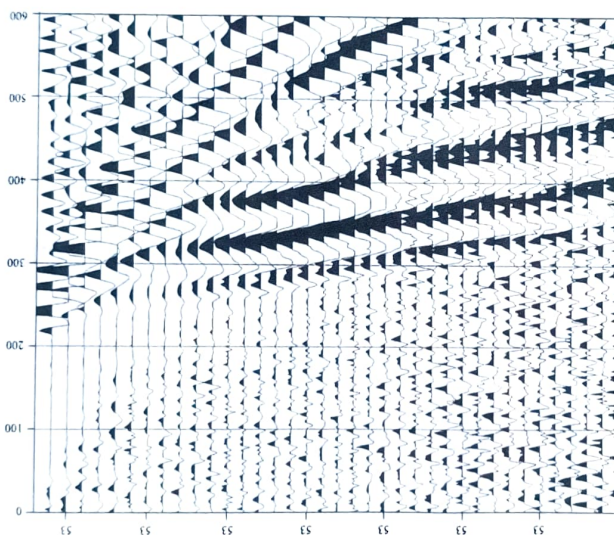
тотальная время тротания увеличивается, а время движения уменьшается. Увеличение времени тротания позволяет накопить большую энергию магнитного поля, а уменьшение времени движения при той же величине хода обуславливает большую конечную скорость V_2 якоря.

Следовательно, при увеличении противодействующего усилия F_0 будет возрастать энергия ядра сейсмостойчивника

$$A_{\text{я}} = m \frac{V_2^2}{2} = F_0 \delta (k-1) \quad (16)$$

Поскольку на этапе тротания полезной работы не совершается, необходимо, чтобы требуемое количество энергии магнитного поля в системе запаслось за минимальное время. Для этого следует применить режим форсированного питания ИЭМД сейсмостойчивника. Для практики реализации изложенного способа повышения эффективности импульсных электромагнитных сейсмостойчивников разработано несколько вариантов устройств, обеспечивающих надружение якоря ИЭМД противодействующим усилием. Экспериментальная проверка изложенных теоретических положений подтвердила их корректность (см. фото прототипа и фрагмент материала, полученного с его помощью).

С целью улучшения масштаба протитных показ-



ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Материалы, представляемые для опубликования в журнале должны отвечать следующим требованиям. Статья представляется в электронном виде на компакт-дисках емкостью 640-700 Мб. Форматы текстового файла должны быть в виде Microsoft Word for Windows (версия 6.0 или выше), графические приложения и таблицы, выполненные электронным образом, представляются в отдельных файлах формата MS Excel (версия 4.0 или выше), либо в формате CorelDRAW версии 7.0 и выше. Все контуры и графики на рисунках, а также все цифры и надписи должны быть выполнены четко, чтобы при уменьшении они легко читались. Рисунки присылаются в виде растровых файлов формата "TIF", с разрешением не менее 250 точек на дюйм (допускается LZW-сжатие). "JPG" с качеством не менее 12-ти. Максимально допустимый размер иллюстрации - А4. Максимально допустимое количество выделенных четких и ясных шрифтов. Все математические символы, скалярных величин набираются курсивом, а векторные - жирной прямой заглавной буквой. Вместе со статьей в редакцию направляются краткие сведения об авторах, необходимо указать город, место работы и должность, научную степень.

От редакции. Ответственность за подбор и изложение фактов в статьях несут авторы. Редакция может публиковать статьи, не разделяя точки зрения авторов.



Пневматические источники сейсмического волнового поля

Бадиков Н.В., Москаленко Ю.А., ОАО «Пульс», г. Геленджик;
Захаров Н.В., Шумский Б.В., ГНЦ ФГУП «Южморгеология», г. Геленджик

Одно из главных мест в комплексе сейсморазведочных работ занимают источники возбуждения геофизических полей, влияющие в решающей степени на геологическую эффективность сейсморазведки в целом.

Если, начиная с 30-х годов, морские



Рис. 1 Пневмоисточники ряда "Пульс-6"

сейсморазведочные работы выполнялись с применением зарядов ВВ, то с 60-х годов в морской сейсморазведке начинается постепенный переход к использованию принципиально новых невзрывных средств возбуждения сейсмических сигналов, так называемых пневматических источников (пневмоисточников). Начиная с 80-х годов, они находят все более широкое применение на мелководных участках морей, в зоне предельного мелководья и переходных зонах суша-море.

В последние 10-15 лет интенсивно разрабатывались новые конструкции пневмоисточников ("Пульс-2"; "Пульс-5" в РФ, "Sleeve-Gun", "Bolt Longe Life" - за рубежом), которые должны удовлетворять современным требованиям: высокой технологичности, экономической эффективности, обеспечению безопасности обслуживающего персонала и охраны окружающей среды.

В этой связи в 1999-2001 г.г. ГНЦ ФГУП, "Южморгеология" совместно с предприятием ООО "Пульс" провели разработку ряда пневмоизлучателей "Пульс-6", безопасных для фауны и флоры.

По сравнению с излучающими системами "Пульс-2" (НИИморгеофизика), "Пульс-5" (ООО Пульс), ряд "Пульс-6" имеет большой набор объемов пневмокамер, позволяющий более гибко осуществлять набор излучающих систем (рис. 1).

Механические характеристики размерного ряда "Пульс-6" при рабочем давлении 14,0 мПа и глубине погружения пневмокамер 5,5 м. приведены в Таблице 1.

Таблица 1 Механические характеристики размерного ряда "Пульс-6"			
Объемы размерного ряда пневмокамер, дм ³	Амплитуда волны давления излучаемого сигнала в пересчете на 1 м от выхода 0-Пик, мПа	Диапазон частот излучаемого сигнала, Гц	Погрешность синхронизации, мс
0,3	0,2	от 20 до 300	±0,5
0,5	0,31		
0,75	0,21		
1,5	0,25	от 10 до 150	±0,5
2,1	0,27		
1,5	0,37		
2,5	0,38		
3,0	0,37		
5,0	0,49	от 10 до 80	
7,0	0,71		

Групповые источники линейного типа, собранные из пневмокамер ряда "Пульс-6", широко используются при работах организациями НПП "ЮМГсейс", НПП "ГЕО-Эко", СК "Петро-Альянс" и др. Объемы групп в зависимости от поставленной задачи, составляют от 1,2 дм³ до 21 дм³.

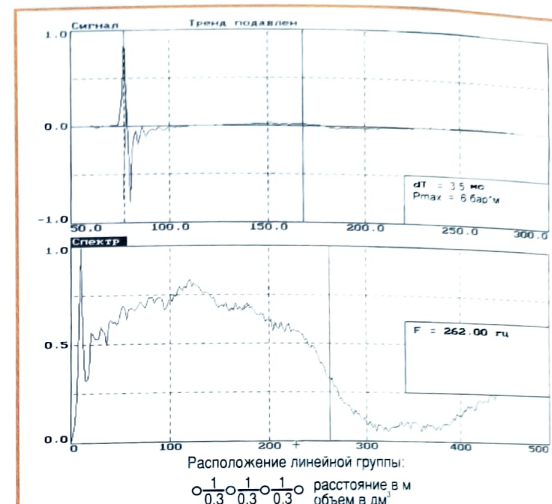


Рис. 2 Излучаемый сигнал и частотный спектр линейной группы

На рис. 2 представлены форма излучаемого сигнала и его амплитудно-частотный спектр для линейной группы из 4-х пневмоизлучателей по 0,3 дм³ каждый, расположенных с интервалом в 1 м общим объемом 1,2 л при глубине погружения источников 2 м (рабочее давление 14,0 мПа).

Конструкция группы позволяет получать сигналы длительностью 3,5 мс. с амплитудно-частотным спектром в диапазоне до 300 Гц, что необходимо при решении задач высокого разрешения.

Характерный временной разрез МОВ ОГТ 2-D с использованием рассмотренной группы приведен на рис. 3. Здесь разрешенность записи

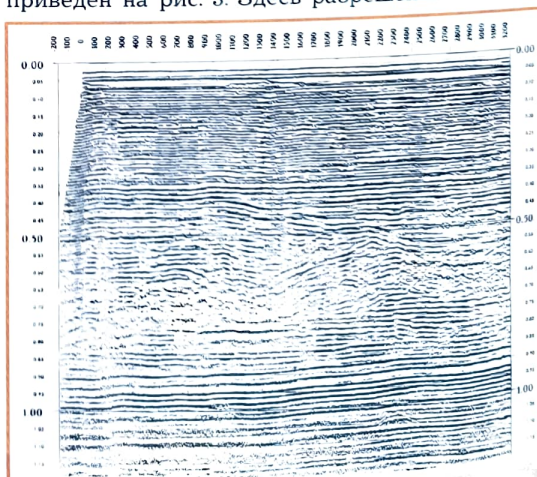


Рис. 3 Временной разрез ВРС, полученный в морских условиях (Северный Каспий)

Таблица 2 Технические характеристики ряда "Пульс-6С"

Объем пневмокамеры, дм	Амплитуда волны давления в пересчете 1 м от выхлопа бар/м	Рабочее давление, мПа	Частотный диапазон, Гц	Погрешность синхронизации, мс
Диаметр 60 мм				
0,4	1,0	$14,0 \pm 0,5$	от 20 до 500	$\pm 0,5$
0,1	1,9	$14,0 \pm 0,5$	от 20 до 300	$\pm 0,5$
Диаметр 90 мм				
1,0	2,1	$14,0 \pm 0,5$	от 20 до 200	$\pm 0,5$
2,0	2,4	$14,0 \pm 0,5$	от 20 до 200	$\pm 0,5$
Диаметр 110 мм				
2,0	2,7	$14,0 \pm 0,5$	от 20 до 150	$\pm 0,5$
Диаметр 130 мм				
2,5	4,7	$14,0 \pm 0,5$	от 20 до 200	$\pm 0,5$
5,0 ¹	5,3	$14,0 \pm 0,5$	от 20 до 150	$\pm 0,5$

составляет 5-10 м. Регистрируемый частотный диапазон сигналов 80-100 Гц. Глубинность исследований при такой конфигурации источников невелика.

Для получения отражений от более глубоких границ используются сложные конструкции излучающих устройств.

На рис. 4 приведена форма излучаемого сигнала и его амплитудно-частотный спектр для линейной группы из 8 источников (конструкция линейной группы рис. 4) общим объемом 20,1 дм³. Подобные группы применяются при выполнении сейсморазведочных исследований МОВ ОГТ 2-D, 3-D.

Наряду с излучателями работающими в водной среде, в эти же годы разработан ряд пневмокамер "Пульс-6С", позволяющих прово-

максимальное время срабатывания составило 14,3 мс, минимальное 13,55 мс, что является высоким показателем его работы.

В Таблице 2 приведены технические характеристики ряда "Пульс-6С" при рабочем давлении 14,0 мПа и глубине погружения 3,5 метра.

Пневмокамеры прошли широкое опробование в производственных условиях. Так, совместно с НП "Запприкаспийгеофизика" в районе кряжа Карпинского проведен комплекс работ ВРС на суше с использованием пневмоисточника диаметром 110 мм и объемом 2 дм³ в сравнении с тротильной шашкой массой 75 г.

Совместно с Астраханской геофизической экспедицией отработано на суше в труднодоступных местах более 200 п.км. сейсмических профилей.

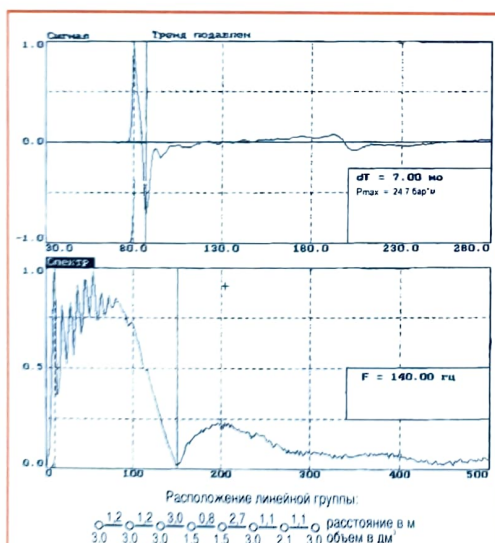


Рис. 4 Излучаемый сигнал и частотный спектр линейной группы для сейсморазведки 2D, 3D (V=20,1 дм³ при P_{раб}=14,0 мПа и H_{погр}=5,5 м)

дить сейсморазведочные работы в труднодоступных зонах, а также в зимних условиях до -35°C.

Ряд "Пульс-6С" имеет набор пневмокамер максимальным диаметром от 60 до 130 мм, которые рассчитаны на два рабочих давления 14,0 и 17,0 мПа. Пневмокамеры работают устойчиво в глинистом растворе, песке.

Например, при наработке 1000 циклов пневмокамерой диаметром 130 мм с объемом 2,5 дм³ в глинистом растворе при глубине погружения 1 метр и рабочем давлении 14,0 мПа

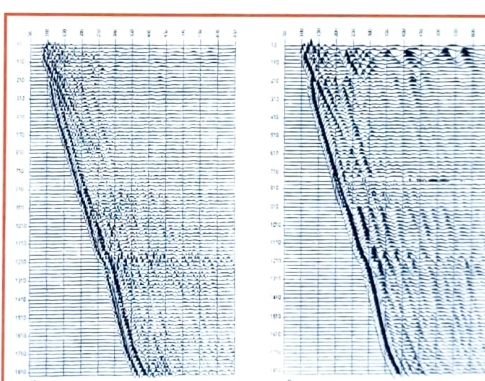


Рис. 5 Исходное волновое поле ВСП при возбуждении, а) тротилом; б) пневмопушкой

На базе ряда "Пульс-6С" созданы мобильные комплексы, позволяющие проводить работы в зимних условиях на болотах, где стандартная техника из-за своих массогабаритных характеристик не проходит.

Совместно с АО "Татнефтегеофизика" (г. Бугульма) проведен комплекс работ ВСП и МСК. При работах ВСП использовался излучатель диаметром 110 мм объемом 2 дм³, а при работах МСК излучатель диаметром 60 мм объемом 1 дм³. Результаты показаны на рис. 5.

Учитывая изложенное, можно констатировать, что разработанные излучатели ряда "Пульс-6" и "Пульс-6С" позволяют проводить сейсморазведочные работы на водных акваториях, суше, транзитных зонах и мелководных районах шельфа морей при решении широкого круга геологических задач.



ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



К вопросу о возможности управления частотой возбуждаемых колебаний в наземной невзрывной сейсморазведке

Шнеерсон М.Б., ФГУ ЦГПП «Центргеофизика», г. Москва

Направленное управление частотой возбуждаемых колебаний в наземной невзрывной сейсморазведке является важным элементом полевой методики, от которого во многом зависит эффективность выполняемых исследований. Этот вопрос применительно к импульсной и вибрационной модификациям метода рассмотрен в ряде работ [1,2], что позволяет достаточно обоснованно подойти к его решению. Актуальностью этого вопроса можно объяснить появление сообщений о возможности высказываются предположения о возможности управления спектральным составом возбуждаемых волн в импульсной невзрывной сейсморазведке сравнительно простыми средствами в рамках заданного источника колебаний без изменения его основных параметров. В частности, в [2] указывается на возможность управления спектрами возбуждаемых колебаний, расширяя их в сторону высоких частот, степенью прижима излучателя (имеется ввиду источник "Енисей-КЭМ") к грунту. С этим тезисом можно согласиться только при том условии, что изменение прижима приведет или к значительному уменьшению энергетических характеристик излучателя, или размеров излучающей плиты, что мало вероятно. В этой связи остановимся на основных особенностях возбуждения волн в невзрывной сейсморазведке. При импульсном генерировании волн к поверхности земли прикладываются кратковременные нагрузки, длительность которых существенно меньше периода инициируемых волн. Под их действием определенный (так называемый присоединенный) объем грунта, прилегающий к плите излучателя, выводится из положения равновесия и начинает совершать собственные колебания, частота которых зависит от упругих свойств среды и суммарной массы рабочей плиты излучателя и присоединенного объема грунта. В свою очередь масса последнего зависит от энергетических параметров источника и размеров его излучающей плиты. Т.е. чем более мощный источник, тем ниже частота собственных колебаний системы грунт - рабочая плита излучателя. Очевидно, что и частотный состав генерируемых волн, и максимумы их спектральных характеристик будут в наибольшей степени соотноситься с частотой собственных колебаний системы плита-грунт. Они и определяют частотный состав волн, возбуждаемых импульсными невзрывными источниками колебаний. И для его изменения необходимо изменить или энергетический параметр излучателя, или массу плиты, или упругие свойства грунта в пункте возбуждения колебаний. Зависимость между частотой возбуждаемых волн и параметрами среды и излучателя носит качественный характер и пока не поддается количественным оценкам, но хорошо подтверждается экспериментальными данными. Из опыта сейсморазведки известно, что слабые,

маломощные источники колебаний возбуждают волны более высокочастотного состава, чем и пользуются при проведении работ [3]. Можно вспомнить, что достаточно мощные невзрывные импульсные источники ГСК-10 или ГСК-6 возбуждали более низкочастотные колебания, чем излучатели "Сейсморин" и тем более "Енисей-КЭМ", которые в несколько раз меньше первых по уровню возбуждаемых волн, величинам воздействия на среду и, как следствие, присоединенным массам грунта.

Таким образом, направленное управление частотой возбуждаемых колебаний в импульсной невзрывной сейсморазведке теоретически возможно, но весьма ограничено из-за необходимости изменения энергетических параметров излучателей или упругих свойств грунта, что трудно реализовать в процессе проведения полевых работ. Можно лишь изначально выбирать тот или иной источник колебаний или его параметры в невзрывной сейсмике, или вес заряда и глубину его заложения во взрывной.

Аналогичная картина имеет место и в вибрационной сейсморазведке. На частоте собственных колебаний системы плита-грунт наблюдается максимум спектральных характеристик возбуждаемых волн, который оказывается весьма стабильным по частоте для ряда вибрационных источников. Собственная частота колебаний также определяется упругими параметрами среды в точках возбуждения колебаний и суммарной массой присоединенного объема грунта и рабочей плиты источника. В связи с этим современные высокочастотные вибраторы имеют обремененную по массе плиту. Намечавшаяся в последнее время тенденция увеличения силовых параметров вибрационных источников (20 и более тонн) с выше рассмотренных позиций не оправдана. Но применение нелинейных управляющих сигналов позволяет в вибрационной сейсморазведке, в определенной степени, управлять частотой возбуждаемых сигналов. Определенный интерес по расширению частотного состава возбуждаемых волн может представлять использование волн-гармоник при работах с вибрационными источниками колебаний.

Литература

1. Теория и практика наземной невзрывной сейсморазведки/Под редакцией М.Б. Шнеерсона. М. ОАО "Издательство "Недра", 1998. - 527 с.: ил.
2. Селезнев В.А., Живодров В.А., Смиронов В.П. Результаты применения импульсного сейсмического источника "ЕНИСЕЙ-КЭМ" в Саратовской области. «Приборы и системы разведочной геофизики» 02/2002.
3. Колосов Б.М., Кобылкин И.А., Голиченко А.М., Ужакин Б.А. Выходящая сейсморазведка в Нижнем Поволжье РФ и во впадине Талиму в Китае. «Приборы и системы разведочной геофизики» 02/2002.



Разработки Армавирского Специального конструкторского бюро испытательных машин

Кастанов А.С., ОАО «СКБИМ», г. Армавир

352900, Россия, г. Армавир Краснодарского края, ул. Энгельса, 154,
тел/факс (86137) 5-33-42, 4-80-37, E-mail: skbim@mail.ru, http://skbim.tech.ru

Армавирское Специальное конструкторское бюро испытательных машин около 50 лет занимается разработкой и изготовлением техники для испытания различных материалов, металлопродукции, пространственных конструкций. С 1968 года по постановлению правительства ведутся работы по созданию виброоборудования, а также невзрывных источников сейсмических колебаний. За эти годы разработан ряд модификаций сейсмических вибраторов типа СВ и совместно с объединением "Точмашприбор" выпущено около 1500 сейсмических вибраторов, эффективно и надежно работающих на любых грунтах во всех климатических районах России и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Сейсмические вибраторы СВ, выпускаемые ОАО "СКБИМ" предназначены для:

- сейсморазведочных работ на нефть и газ;
- исследования околоскважинного пространства;
- геофизических, в том числе малоглубинных, исследований;
- инженерных изысканий различного характера (экологических, при выборе и подготовке территорий под строительство и т.д.);
- вибрационной диагностики зданий, сооружений, трубопроводных систем и для оценки их остаточной прочности.

Отличительной особенностью семейства сейсмических вибраторов типа СВ является их компоновка на автомобилях "УРАЛ-4320" различных модификаций с применением двигателя насоса, аналогичному силовому агрегату транспортного средства. Эта транспортная база и удачное распределение массы сейсмического вибратора по осям гарантируют уверенное перемещение сейсмических вибраторов СВ по дорогам любых категорий и по бездорожью.

Конструкция сейсмических вибраторов позволяет легко переоборудовать сейсмический вибратор, имеющий штатную систему управления производства СКБИМ на систему управления компании "Pelton" (США) с целью улучшения технических и эксплуатационных характеристик сейсмических вибраторов.

Необходимо отметить некоторые конструктивные особенности современных сейсмических вибраторов типа СВ.

Возбудитель вибрации крепится непосредственно на опорную плиту без промежуточных стоек, что способствует максимальной виброотдаче с минимальным количеством паразитных автоколебаний. Использование сайлент-блоков и противощумных прокладок в местах соединения узлов и агрегатов сейсмического вибратора делает его работу "мягкой".

Принципиально новое решение - гидросистема снабжена электронными датчиками давления, что обеспечивает экспресс диагностику гидросистем на рабочем месте оператора.

Установка насосная оборудована холодильным агрегатом, выполненным из латуни, что значительно снизило загрязненность рабочей жидкости, подогревателем ПЖД30Г для облегчения запуска двигателя в зимних условиях, а обороты двигателя регулируются с помощью электрического привода.

Конструкторские решения апробированы и защищены 12-ю патентами, которые внедрены во все новые разработки.

Набор пиковых усилий (100, 150 и 200 кН) и широкий диапазон рабочих частот позволяют выбрать для конкретных геофизических условий наиболее эффективный тип вибратора.

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Основные параметры и характеристики

Наименование параметров	СВ5-150М2А	СВ15-180	СВ20-200
Максимальная амплитуда силы	100 ± 10 кН	150 ± 15 кН	200 ± 20 кН
Диапазон рабочих частот	5...180 Гц	5...180 Гц	5...200 Гц
Неравномерность амплитуды силы в диапазоне частот	от 5 до 7 Гц - 10 дБ от 8 до 11 Гц - 6 дБ от 12 до 150 Гц - 3 дБ от 151 до 180 Гц - 6 дБ	от 5 до 7 Гц - 10 дБ от 8 до 11 Гц - 6 дБ от 12 до 150 Гц - 3 дБ от 151 до 180 Гц - 6 дБ	от 5 до 10 Гц - 12 дБ от 11 до 150 Гц - 3 дБ от 151 до 200 Гц - 6 дБ
Сила прижима плиты	117,5 кН	125 кН	190 кН
Площадь опорной плиты	1,6 м ²	1,6 м ²	1,95 м ²
Привод	электрогидравлический с сервоклапаном		
Приводной двигатель насоса	ЯМЗ 236 М2, 132 кВт		ЯМЗ 238 М2, 176 кВт
Время непрерывной работы	не менее 9 часов по емкости топливного бака		
Тип транспортного средства	автомобиль УРАЛ 4320-1111-10 к.ф. 6×6	автомобиль УРАЛ 4320-1111-31 к.ф. 6×6	автомобиль УРАЛ 4320-1912-30 к.ф. 6×6
Двигатель транспортного средства	ЯМЗ 236 М2, 132 кВт		ЯМЗ 238 М2, 176 кВт
Запас хода	800 км		
Скорость перемещения	не более 50 км/час		
Дорожный просвет	400 мм		360 мм
Радиус поворота (по габариту)	11 м		13 м
Габариты (длина×ширина×высота)	(7700×2500×3160) мм	(8230×2500×3160) мм	(9078×2500×3100) мм
Полная масса	13500 кг	15320 кг	20535 кг



Невзрывные технологии производства исследований МОГТ на нефть и газ в Саратовской губернии

Живодров В.А., Селезнев В.А., ФГУП «Саратовская геофизическая экспедиция», г. Саратов;
Чиликов С.М., Кравченко А.Ф., НИКЦИМ «Точмашприбор» РИА, г. Армавир



В 1994 г. Саратовская геофизическая экспедиция произвела последние буровзрывные работы и получила последнюю геолого-геофизическую информацию с использованием взрывного источника возбуждения сейсмических волн МОГТ. С тех пор и поныне экспедиция выполняет региональные, поисковые и детальные сейсморазведочные работы с целью поиска и подготовки к бурению антиклинальных и неантиклинальных (рифы, выклинивания, тектонически и стратиграфически экранированные ловушки, палеорусла) объектов в отложениях перми, карбона и девона с использованием экологически чистых невзрывных источников возбуждения сейсмических колебаний вибрационного типа.

Предприятие без сожаления рассталось с отжившей технологией XX века, оставив для истории недостатки взрывного источника: трудоемкость и повышенная опасность буровзрывных работ; наносимый вред окружающей среде за счет разрушения и загрязнения плодородного слоя земли, нарушений водоносных горизонтов; ухудшение экологической обстановки огромных территорий из-за загрязнений вредными для здоровья людей и животных соединениями ртути и других веществ - продуктов взрыва; ограниченность и даже невозможность проведения мониторинговых исследований в зонах разрабатываемых месторождений, населенных пунктах, промышленных регионах и вблизи подземных коммуникаций.

В результате исследований, выполненных ФГУП «Саратовская геофизическая экспедиция» за последнее десятилетие в пределах Дальнего Саратовского Заволжья и Правобережья, подготовлены под поисковое бурение 35 объектов общей площадью 360 км с оценкой ресурсов по категории С 91 млн. т. усл. топлива. Пробурены 6 скважин, в бурении находится одна скважина. В 4-х скважинах (Чернавская и Южно-Перелобская площади) получены притоки УВ пока без промышленной оценки залежей. В двух скважинах притоков УВ не получено. По отношению продуктивных скважин к их общему количеству коэффициент успешности составляет 0,75.

Проведены сейсмические исследования по доразведке Липовского и Павловского месторождений, созданию подземного газохранилища на Таловском месторождении.

Фонд перспективных структур на настоящее время насчитывает свыше 50-ти объектов общей площадью до 300 км.

Высокая степень успешности бурения указывает на надежность объектов, подготовленных под бурение Саратовской геофизической экспедицией с использованием современных технологий вибросейсморазведки.

Внедрение невзрывных источников сейсмических колебаний начато в СГЭ в 1976 г., когда были выполнены первые опытно-методические исследования с источником ГСК-10, а в 1977 г. уже согласно плану внедрения новой техники, утвержденного Министерством геологии СССР вместо предусмотренных 100 пог. км МОГТ было отработано 125 пог. км. Последующие годы динамика роста объемов следующая: 1978 г. - 259,9 пог. км., 1979 г. - 309 пог. км., 1980 г. - 320 пог. км.

В 1981-1985 г.г. ежегодно отработывалось 400-485 пог. км МОГТ с установками ГСК-6 и ГСК-6М, что составило 30-35% от общего объема выполненных экспедицией объемов сейсмических профилей.

Внедрение в практику работ вибрационных источников СВ-5/150 начато в 1982 г., когда были отработаны первые 45 пог. км. сейсмических профилей, и далее к 1985 г. - этот объем был доведен до 185 пог. км. за год.

В 1976-1985 г.г. внедрение первых источников в практику работ экспедиции проводилось в соответствии с методическими рекомендациями НПО «Нефтегеофизика» по работе с невзрывными, экологически чистыми источниками возбуждения типа ГСК и СВ-5/150, а также разработанной сотрудниками СГЭ и НВНИИГТ «Методики работ с невзрывными импульсными и вибрационными источниками упругих волн» (а.с. № 811166 и а.с. № 1065797 - СССР).

Последние годы (2001-2003 г.г.) согласно новой методической разработке выполняется направленное возбуждение при использовании вибрационных излучателей с оптимизацией параметров источника на разные глубинные уровни в едином технологическом цикле, обеспечивающем пятикратное увеличение помехоустойчивости записи и четырехкратное увеличение плотности сбора полевой информации с целью повышения достоверности поисково-геофизических работ на нефть и газ.

В настоящее время в экспедиции эксплуатируются в производственном непрерывном режиме работы 3 комплекта вибрационных источников Армавирского завода «Точмашприбор»:

1 комплект - 5 источников типа СВ-5/150 М1 (год выпуска - 1990 г.) с 7 т. пиковым усилением на грунт;

2 комплект - 5 источников типа СВ-5/150 М2 (год выпуска - 1998 г.) с 10 т. пиковым усилением на грунт;

3 комплект - 4 источника типа СВ-12/250 ВП (год выпуска - декабрь 2002 г.) с 12 т. пиковым усилением на грунт.

Они обеспечивают проведение исследований МОГТ 3-мя сейсмическими партиями.

Работы МПВ с целью изучения строения ВЧР проводятся с использованием установок ГСК-6М.

Надежность эксплуатационных качеств выпускаемых ФГУП "Точмашприбор" вибраторов проверена длительной и успешной работой комплекта вибраторов 1990 г. выпуска.

В 2001-2002 гг. по специальному заказу ФГУП

Таблица 1 Основные параметры вибратора СВ-120/250 ВИ

Наименование	Значение
Пиковое усилие при квазигармоническом возбуждении, кН, не менее	120
Диапазон частот возбуждения колебаний, Гц	5...250
Вес реактивной массы, кг	1800
Эффективная площадь поршня силового цилиндра, см ²	60
Максимальная амплитуда перемещения реактивной массы, мм	±60
Статическая нагрузка на грунт через опорную плиту, кг	13000
Пиковое значение силы импульсного воздействия, кН	120
Длительность импульса, мс	4...30
Интервал времени между последовательными единичными импульсами, мс	4...8
Габаритные размеры, мм	
Длина	7700
Ширина	2500
Высота	3250
Полная масса, кг	13500
Дорожный просвет рабочей плиты в транспортном положении, мм	420

"СГЭ" для обеспечения оригинальных методик вибро-импульсной сейсморазведки Армавирскими фирмами "НИКЦИМ Точмашприбор" и ФГУП заводом "Точмашприбор" разработан и изготовлен вибратор СВ-120/250 ВИ, технические характеристики которого приведены в Таблице 1.

Источник сейсмических колебаний вибрационно-импульсный СВ-120/250 ВИ

Назначение

Сейсмический вибратор СВ-12/250 ВИ предназначен для возбуждения продольных сейсмических колебаний при геофизических изысканиях в целях разведки нефти и газа, а также для повышения нефтеотдачи старых нефтяных скважин. Кроме того, источник может использоваться при диагностике сейсмостойкости и остаточного ресурса зданий и других инженерно-строительных сооружений.

Конструктивные особенности

Новая разработка является дальнейшим развитием и совершенствованием выпускавшихся серийно ПО "Точмашприбор" (г. Армавир) сейсмовибраторов типа СВ.

Повышение сейсмогеологической эффективности достигается за счет:

- повышения мощности (увеличено пиковое

усиление и соотношение массы вибратора к массе плиты);

- расширения частотного диапазона и снижения нелинейных искажений;
- оснащения эффективной системой импульсного воздействия, позволяющей исследовать зону малых скоростей (малых и средних глубин);
- применение принципа регулируемой жесткости позволяет работать вибратору на регулируемой масляной подушке, что увеличивает эффективность работы вибратора на высоких частотах и снижает нелинейные искажения на 5%. В качестве транспортной базы используется автомобиль повышенной проходимости "Урал-4320", пробег которого без дозаправки увеличен в 1,5 раза за счет увеличения емкости топливного бака (300 литров).

Особенности работы импульсных режимов.

Предусмотрены два импульсных режима: традиционный и квазисинусоидальный.

Традиционный импульсный режим предусматривает движение реактивной массы вверх с максимально возможным ускорением и относительно медленное ее перемещение к первоначальному положению. Начало движения реактивной массы вверх определяется фронтом сигнала Тс, а амплитуда - уровнем напряжения, снимаемым с переключателя "АМПЛИТУДА", % передней панели блока вибратора.

В режиме квазисинусоидального импульса формируется период синусоидального сигнала с начальной фазой 90° или 270°. Таким образом задается начальное направление движения реактивной массы (вниз при начальной фазе 90° или вверх при начальной фазе 270°). Ширина импульса определяется установкой переключателя Гнач. и Гкон., а амплитуда, как и для традиционного импульса - переключателем "АМПЛИТУДА", %. Имеется дополнительная возможность изменения формы импульса за счет установки разных значений начальной и конечной частот и длительности сигнала. При этом всегда формируется один импульс. Очевидное преимущество квазисинусоидального импульса перед традиционным - возможность изменять спектр излучаемого вибратором импульсного сигнала.

Амплитудно-частотные характеристики вибратора СВ-120/250 ВИ

приведены на рис. 1-2. Испытания проводились на жестком грунте. Амплитуда колебаний 100% с форс-контролем, свип-сигнал (14-170) Гц длительностью 8 секунд.

Характеристика, приведенная на рис. 1, наиболее полно иллюстрирует возможности сейсмовибратора - пиковое усилие по первой гармонике составляет 12 т. в полосе частот до 150 Гц.

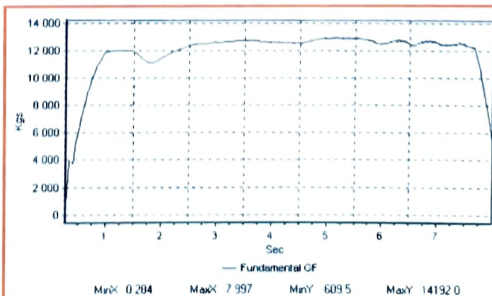


Рис. 1 Пиковое усилие



ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

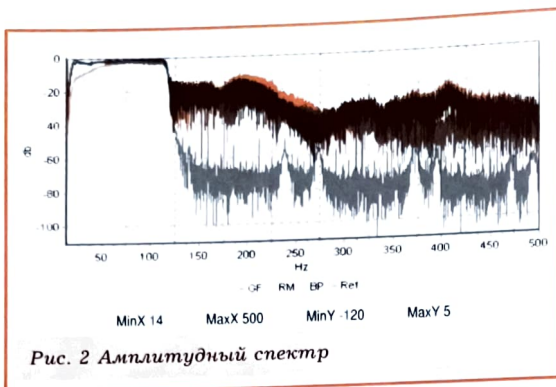


Рис. 2 Амплитудный спектр

На амплитудном спектре вибратора, изме-

ренном при тех же условиях и приведенном на рис. 2, хорошо видна полоса частот от 14 до 120 Гц, в пределах которой обеспечивается поддержание максимальной силы воздействия на грунт с отклонением + 3 Дб.

В феврале-марте 2003 г. с новыми источниками сейсмических колебаний СВ-120/250 ВИ отработано более 160 пог. км сейсмических профилей. Полученные материалы (рис. 3) характеризуются высокой степенью информативности в освещении глубинного строения одного из наиболее сложных участков территории Саратовской области и технической готовности нового вибрационного комплекса для решения нефтегазо-поисковых задач.

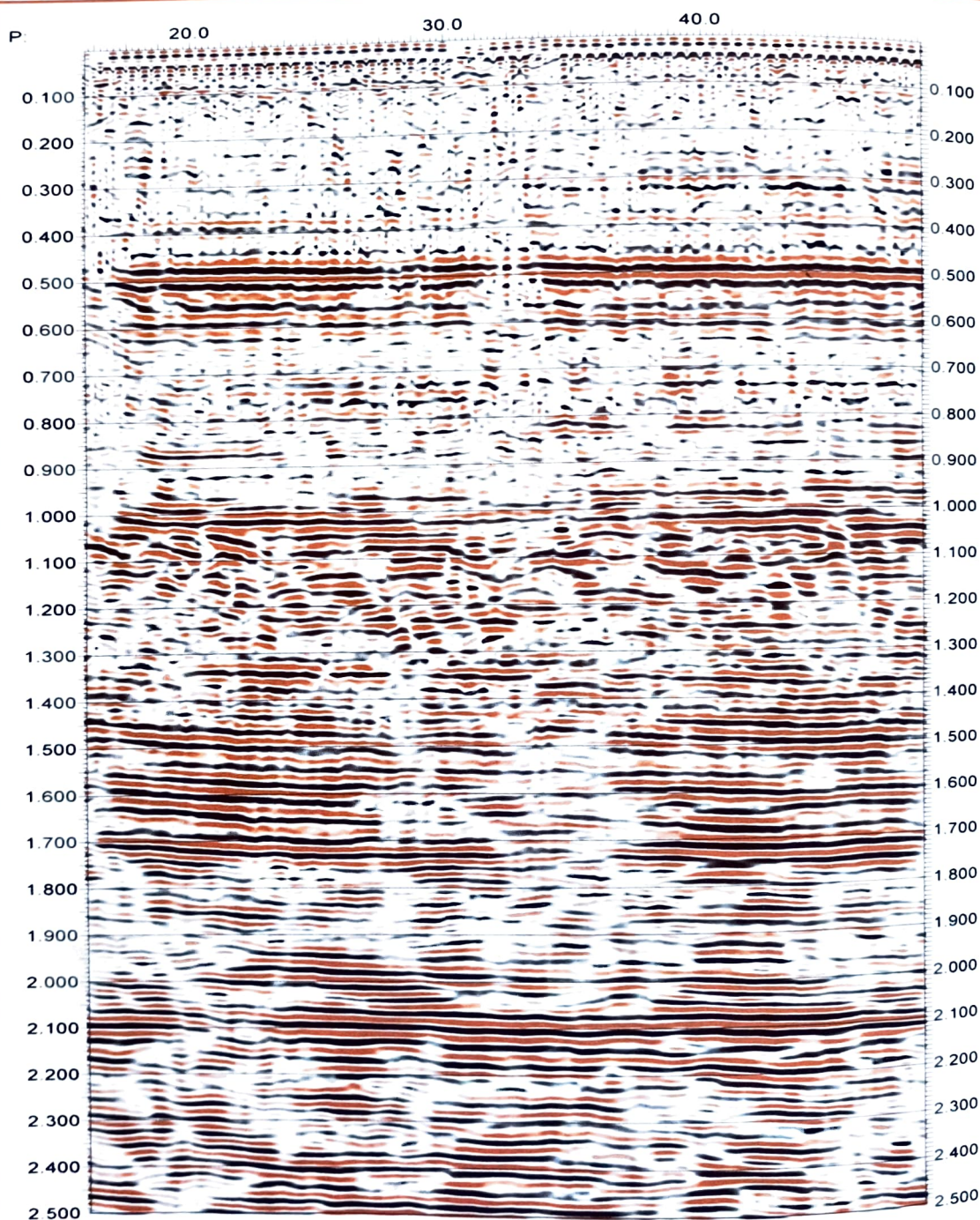
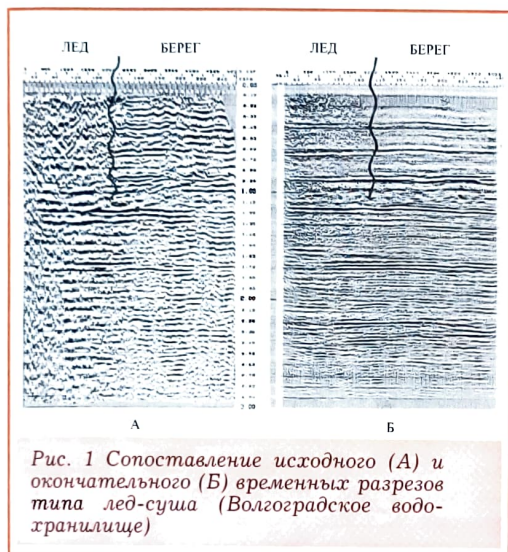


Рис. 3 Пример полученных результатов

Опыт проведения сейсморазведочных работ на акваториях в зимних условиях

Соколов В.Г., Федорчук Р.А., ОАО «Саратовнефтегеофизика», г. Саратов

Эффективность применения сейсморазведочных работ и их рентабельность в значительной степени зависят от условий производства. Не секрет, что сейсмические исследования, проводимые в условиях Западной Сибири, относятся к повышенной категории сложности. Ряд факторов, таких как большие перепады высот (до 300 м. на 1 км.), труднопроходимый лесной покров (I-категория сложности), заболоченность, а также низко развитая инфраструктура и отсутствие



низкочастотных волн-помех забивающих полезные отражения, а также низкая мощность и частотность самого источника [3]. Кроме того, качество материала значительно ухудшается при малых глубинах водоема. Следует, однако, отметить, что часть этих проблем решается на этапе обработки путем подбора параметров корректирующей фильтрации со спектральной балансировкой и процедур подавления волн-помех [2]. Пример профиля типа "лед-суша", на разных стадиях обработки приведен на рис. 1.

В зимний полевой сезон 2002-2003 года АО "Саратовнефтегеофизика" были выполнены сейсморазведочные работы по акватории в условиях Сибири с использованием пневмоисточников производства ООО "ПУЛЬС" г. Геленджик. Лунки для погружения источников сверлились механическим буром диаметром 200 мм. Регистрация сейсмических данных производилась на 120 канальной сейсмосистеме Sercel SN-388. В качестве системы синхронизации возбуждения была выбрана ССВ-2, ОАО СКБ СП г. Саратов, с версией программного обеспечения для работы с невзрывными источниками сейсмического сигнала. Сейсмогруппы состояли из 12 последовательных приемников, ОАО "ОЙО-ГЕО-ИМПУЛЬС" г. Уфа, на базе 50 метров. Пневмоисточники были укомплектованы блоком управления АСТРА. К сожалению, следует отметить, что указанный блок управления пневмоисточниками предназначен в основном для проведения морских работ при группировании пневмоисточников и синхронизации момента возбуждения от навигационной системы судна. В полном объеме его функции реализуются только в сопряжении с управляющим компьютером, который в частности решает задачу синхронизации источников по моменту возбуждения.

подъездов к профилю в значительной степени осложняют производство сейсморазведки и, как следствие, увеличивают ее стоимость. Эти же факторы влияют и на качество сейсмического материала, которое, как известно, в решающей степени зависит от условий возбуждения и приема колебаний. Проведение работ по руслу протекающих рек может в некоторой степени решить эту проблему. Однако поисковые работы в зоне акватории сдерживаются отсутствием технологий, способных пройти экологическую экспертизу и в то же время обеспечить надежное картирование глубоко залегающих сложно построенных структур [1].

Одним из способов решения этой проблемы является проведение сейсмических работ в акватории в зимних условиях по ледовой поверхности. Впервые подобные работы были проведены ОАО "Саратовнефтегеофизика" в акватории Волгоградского водохранилища. На основании опытных работ была выбрана методика и основные параметры полевой системы наблюдений, такие как количество накопителей, глубина погружения пневмоисточника, величина давления в камере и др. Безусловно, у данной методики есть свои сложности. В первую очередь это наличие специфических интенсивных "ледовых"

Так как блок использовался в автономном режиме, возникли проблемы, связанные с задержкой момента возбуждения относительно запускающего сигнала от ССВ-2. Дело в том, что сам пневмоисточник "Пульс" имеет нестабильную задержку срабатывания порядка 14-18 мс. Наличие в пневмоисточнике герконового датчика отметки момента и удобная индикация значения задержки, как на шифраторе, так и на дешифраторе ССВ-2 позволяли вести за ней постоянный контроль. Изменения величины задержки носили достаточно плавный характер, и она не мешала работать с накоплением сейсмических сигналов. Сама же величина задержки передавалась по радиоканалу ССВ-2 и регистрировалась на вспомогательной трассе SN-388 в двоичном коде, что обеспечивало возможность ее компенсации при обработке сейсмического материала.

Пневмоисточники "Пульс" неплохо



ОБМЕН ОПЫТОМ

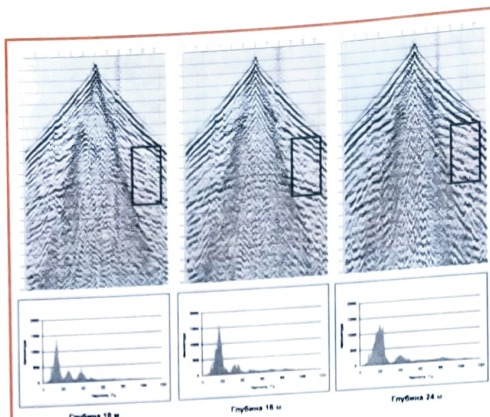


Рис. 2 Опробование различной глубины погружения пневмоисточника ($H_{\text{дна}}=30$ м.)

проявили себя в условиях сибирской зимы. После того как обслуживающий персонал приспособился к морозу и льду, они работали достаточно надежно и стабильно. Время подготовки к очередному возбуждению не превышало 7 секунд и не вносило никаких дополнительных задержек между накоплениями в пределах одной физической точки. Самой проблемной оказалась операция спуска-подъема источника в процессе перемещения

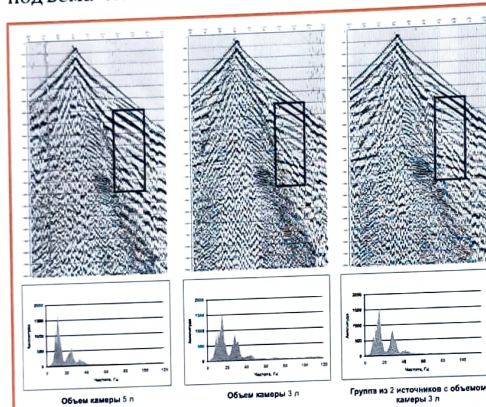
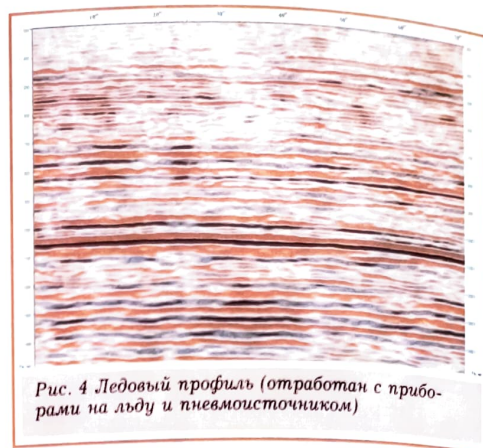


Рис. 3 Опробование различных объемов камеры пневмоисточника: $H_{\text{дна}}=19$ м., $H_{\text{г}}=13$ м.

по профилю, выполняемая практически вручную с использованием лебедки. Достаточно большой вес оборудования (пневмоисточник, не считая воздушных шлангов и боевой линии, весит около 60 кг.) и глубина погружения до 25 метров делали эту работу весьма трудоемкой. Механизировать же эту процедуру представляется слишком сложной задачей.

В ходе проведенных опытных работ было установлено, что оптимальной для производственных работ является глубина порядка 30 м., источник при этом должен опускаться на глубину не менее 16 м. На Рис. 2 приведены первичные сейсмограммы и соответствующие им амплитудно-частотные характеристики, по которым видно, что при глубине источника 10 м. доминирующая частота равна 12 Гц, а для 16 и 24 м. - 18-20 Гц. При небольших глубинах (12-16 м.) источник следует располагать в 4-6 м. от дна. Что касается мощности источника и частоты излучаемого им сигнала, то для проведения данных работ в распоряжении исполнителей имелось три различных



модификации пневмоисточника "Пульс" с объемом камеры 5, 3.5 и 2.2 литра, диапазон излучаемых частот которых 80-90 Гц, 100-110 Гц и 120-130 Гц соответственно. Опробовав все модификации и сопоставив результаты, удалось сделать ряд следующих выводов. Наибольшей мощностью обладает пневмоисточник "Пульс" с объемом рабочей камеры 5 л., но соответствующая этому варианту сейсмограмма в наибольшей степени осложнена низкочастотными помехами (Рис. 3). Мощность источника с объемом камеры 2.2 л. оказалась слишком низкой для уверенного картирования сейсмических границ, хотя частотный состав записи здесь наиболее высок. Наилучшие результаты получились при использовании пневмопушки с объемом 3.5 л., годографы отраженных волн прослеживаются уверенно, а уровень низкочастотных помех достаточно низок. Повышение качества материала также достигается при группировании источников. Отстрел одной точки с двух позиций дал наилучший результат, однако для производственных работ такой метод не применялся по причине его не технологичности и опасности обрушения льда.

Сопоставляя результаты работ на акватории 1996 г. и 2003 г., несмотря на отличие в геологическом строении, заметно повышение качества временных разрезов в пользу последних (Рис. 4). Такое улучшение связано в первую очередь с различием в условиях производства работ, а также с использованием более совершенного оборудования источника и прямо-региструющей аппаратуры. В заключении стоит отметить, что совершенствуя полевые системы наблюдения, следует также развивать и методику обработки ледовых материалов, которая как уже говорилось ранее, может решить ряд существующих проблем и повысить качество сейсмической информации.

Литература

1. Балашканд М.И., Ловля С.А. Источники возбуждения упругих волн при сейсморазведке на акваториях. - М., Недра, 1978.
2. Соснов К.Н., Федорчук Р.А. Некоторые особенности обработки сейсмических материалов, полученных в акватории р. Волга. Региональный научно-технический журнал «Недра Поволжья», выпуск 33, 2003г.
3. Федорчук Р. А. Невзрывные источники возбуждения колебаний на акваториях. Региональный научно-технический журнал «Недра Поволжья», выпуск 29, 2002г.

Денисенко Ю. В., г. Краснодар

A large truck-mounted crane is shown in a snowy environment, lifting a heavy object. The crane's lattice boom is extended high into the air, and a person is visible standing near the base of the crane for scale. The truck is a heavy-duty model with a large cab and a flatbed. The ground is covered in snow, and the background is a pale, overcast sky.

Как геофизическая регистрирующая система "ПРОГРЕСС-96В" представляет из себя набор электронных устройств и блоков, объединенных интерфейсом типа "Звезда". Как видно из рис. 1,

В принципе можно было подключить персональный компьютер вместо магнитофона по варианту "Союзморгео" и не требовалось бы никаких аппаратных и программных доработок. Но, во-первых, весь кузов сейсмостанции забит аппаратурой и физически некуда было ставить компьютер. Во-вторых, мы рассмотрели надеж-

Поэтому было принято решение строить совершенно новую систему, не многолучевая "Звезда", а исходя из дальнейших эксплуатационных характеристик, которые должны не уступать новой, только с завода, сейсмостанции. Новый

Было решено оставить на борту только аналоговую и преобразующую часть с электрон-

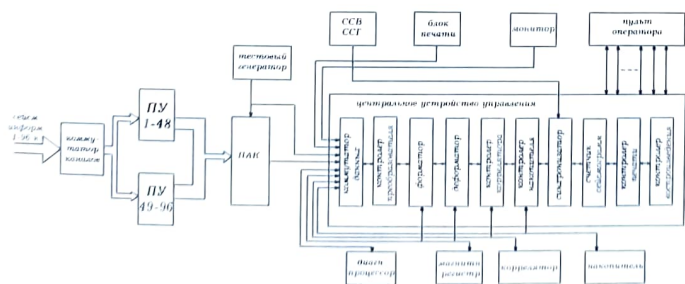


Рис. 1 Структурная схема сейсмостанции "Прогресс-96В"

ядром такой системы является центральное устройство управления, от которого во все стороны расходятся радиальные связи: информационные и управления. Все отдельные устройства, входящие в систему, могут обмениваться данными через ядро и каждое может быть как активным, так и пассивным элементом системы.



ным коммутатором ОГТ, тестовый генератор и входной блок, куда помещается система ССВ или ССГ. На рис. 2 показана структурная схема "ПРОГРЕСС-96В-РС". В системе осталось центральное устройство управления совершенно новый блок, состоящий из 3 вновь изготовленных субблоков, минимального размера с 20-30 микросхемами серии 555. Функционально это устройство не занимается организацией системного интерфейса "звезда", а выполняет нижеуказанные функции, которые разбросаны по субблокам.

"Синхронизатор" - осуществляет синхронизацию работы всех устройств, входящих в состав сейсмостанции.

"Устройство обмена данными" - преводит 24-



Рис. 2 Структурная схема сейсмостанции "Прогресс-96В-РС"

х разрядные данные в 3 байтный формат и побайтно передает на "Адаптер РС";

"Адаптер РС" - побайтный формат переводит в 2 байтный, кроме этого служит для организации взаимодействия между РС и "Синхронизатором".

Инициализация работы сейсмостанции производится с пульта оператора или клавиатуры РС. Это удобно при наладке: сейсмостанция может настраиваться без компьютера.

Режим работы сейсмостанции, а именно длина записи, частоты среза фильтров, время квантования, каналность набираются на пульте.

Перевод сейсмической информации в формат SIG-B или в демультимплексный производится в РС, а не в центральном устройстве управления.

На монитор РС выводятся промежуточные записи для контроля оператором, а также сейсмическая информация в режиме "Профиль". Естественно, есть вывод на принтер для документирования.

Из системы выведен диагностический процессор, диагностика производится программно. Для этой цели оставлен тестовый генератор, с помощью которого осуществляется ряд контрольных записей для программной диагностики.

В сейсмостанции "ПРОГРЕСС-96В-РС" используется офисный компьютер с процессором не хуже Intel Pentium 3, имеющий системный блок, 17 дюймовый монитор и принтер.

Для питания компьютера разработан в "Союзморгео" источник питания - преобразователь постоянного 24-вольтового напряжения в переменное 220 В на постоянное потребление 500 Вт и в импульсе до 4 кВт.

Устройства и блоки сейсмостанции "ПРОГРЕСС-96В-РС", которые входят в систему "ПРОГРЕСС-96В-РС" остались на своих местах, кроме тестового генератора. Уст-

ройства, которые не входят в состав системы "ПРОГРЕСС-96В-РС" убраны. В результате полностью освободился стол оператора, на котором размещен персональный компьютер со своим источником питания преобразователем 24 В на 220В. Монитор и принтер на столе оператора, в левой тумбе стола преобразователь, в правой системный блок компьютера. Освободилась полностью стойка, часть которой занимал магнитофон вместе со своим устройством управления. Под устройством ПАК в стойке была установлена корзина для одинарных плат с субблоками "Центрального устройства управления" (ЦУУ). Под этой корзиной была расположена корзина с субблоками тестового генератора, перенесенная из правой стойки.

Пульт управления вынесен под блок ПАК, переключатели для задания длины записи, параметры фильтров и коэффициенты усиления на переднюю дверку ПАК и были сделаны соответствующие надписи.

Блок связи, электронный коммутатор оставлены на своих местах над

столом оператора.

Система электропитания сейсмостанции практически осталась прежней: от двух аккумуляторов в полевых условиях и от сетевого блока питания на базе. Время работы без подзарядки не уменьшилось, а скорее увеличилось, так как количество сильноточной электроники значительно сократилось. Освободившиеся источники вторичного питания образовали дополнительный резерв и повысили надежность сейсмостанции по питанию.

Щиток питания со схемой защиты и определенным порядком включения потребителей от двух кнопок сохранены. Схема принципиальная не изменилась, а только сократилась по линии стойки, которая была убрана совсем. Сервисное оборудование осталось прежним: обогрев, освещение, громкоговорящая связь и т.д.

Тщательное диагностирование показало, что уровень собственных шумов сейсмостанции не превышает 0,3 мкВ. Получился неплохой инструмент для геофизических исследований.

Сейсмостанция "ПРОГРЕСС-96В-РС" была опробована в полевых производственных условиях с импульсными и вибрационными источниками возбуждения. По всем параметрам данная аппаратура удовлетворяет современным требованиям.

О работе сейсмостанций Интромарин с различными источниками упругих волн

Запорожец Б.В., Баленко С.Н., Крутов А.Л., Иванов И.Г.,
ООО «Си Технолджи Инструментс», г. Геленджик

Известно [1], что все источники упругих волн (ИУВ) подразделяются на взрывные и невзрывные, последние из которых делятся на импульсные и вибрационные. Условия проведения сейсморазведочных работ определяют необходимость использования того или иного ИУВ. Так, например, возбуждение упругих волн с применением взрывов в наземных водоемах (реки, озера) и морях запрещено.



Рис. 1 Сейсмостанция Интромарин L/L2

Сейсмостанции Интромарин L/L2 (рис. 1) работают с любыми системами возбуждения упругих волн. О некоторых особенностях работы сейсмостанций с различными ИУВ будет рассказано ниже.

Классическая схема работы с взрывным источником стандартно реализована в системах Интромарин L/L2. Оператор с помощью меню настройки вводит параметры регистрации в соответствии с заданием (дискретизация, время регистрации и т.д.) Отметка момента взрыва приходит от системы синхронизации взрывов (ССВ).

При работе с вибраторами в сейсмостанциях предусмотрен режим работы с накоплением. В этом режиме оператор включает программно коррелятор и сумматор, указывает их параметры. Начало серии регистрации синхронизируется ССВ.

Одной из разновидностей импульсных источников упругих волн является механическое устройство, производящее удар по грунту с помощью падающего груза. Обычно груз ударяет по массивной плите, лежащей на грунте. Так, например, специалисты "Си Технолджи" выполняли работы по настройке станции Интромарин L2 в организации, где в качестве источника использовался груз, падающий с высоты 4 м на металлическую плиту размером 1х1 м.

При этих работах приходилось учитывать следующее:

- сигнал отметки момента (ОМ) должен был вырабатываться устройством во время соприкосновения груза с плитой;

- ложные срабатывания устройства при повторном ударе груза о плиту из-за подсаживания должны быть исключены.

При разработке такого устройства специалисты "Си Технолджи" учитывали, что в электрическом контакте после многократных

срабатываний может появиться нежелательный дребезг, дающий ложные срабатывания схемы. В качестве датчика в непосредственной близости с плитой был применен сейсмоприемник. Нарастающий фронт сигнала от этого датчика использовался для выработки ОМ и передачи его к сейсмостанции. С помощью электронной схемы отсекаются повторные срабатывания системы при подсаживании груза.

Системы Интромарин L/L2 использовались со скважинными пневмоисточниками типа Пульс-6С (рис. 2). Схема работ аналогична работе со взрывными источниками.

В связи с тем, что на море и водоемах запрещено использование взрывных источников, в этих условиях применяют пневмоисточники, электрогидравлические и электродинамические ИУВ. Применение всех этих типов источников на море имеет одну особенность. Так как судно, на котором расположен источник, выйдя в заданную по карте точку взрыва, не может мгновенно остановиться и зафиксироваться, то управление и синхронизацию работой ИУВ принимает на себя навигатор (на море - гидрограф). Он ведет судно по заданному профилю и в моменты прохождения пунктов взрыва подает команду на взрыв и посылает сигнал на начало регистрации и ОМ на сейсмостанцию. К выходу в следующую точку, сейсмостанция должна завершить регистрацию и быть готова к новому циклу.

Сейсмостанции Интромарин L/L2 хорошо себя зарекомендовали при работе в различных условиях и с различными ИУВ. В "Си Технолджи" разработаны телеметрические системы семейства Xzone, которые унаследовали эту универсальность и уже хорошо зарекомендовали себя при работе на мелководье и в транзитных зонах Каспийского моря.

Литература

1. Бондарев В.И. Основы сейсморазведки: Учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2000 г.

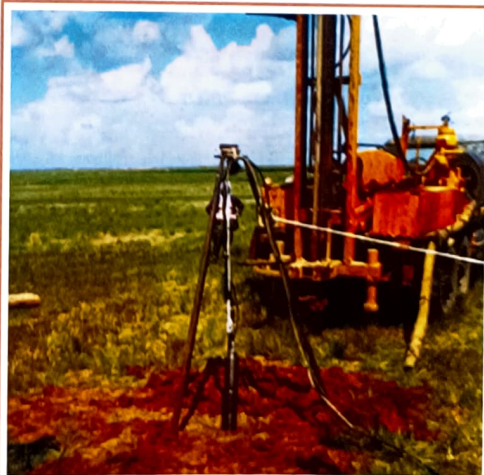


Рис. 2 Скважинный пневмоисточник Пульс-6С

ОБМЕН ОПЫТОМ



Готовим кадры

Малышева М.А., Гришков А., университет «ДУБНА»,
г. Дубна, Московская обл.



Университет "Дубна" - элитное, высококлассное образовательное учреждение Московской области.

Информация об университете:

Международный университет природы, общества и человека "Дубна" создан в 1994 году.

Ректор университета - президент РАЕН, профессор, д.т.н., Кузнецов Олег Леонидович.

В 2001 году университету присвоен статус губернаторского. Губернатор Борис Громов возглавляет Попечительский совет университета.

Утверждена и действует специальная программа развития университета, реализация которой делает его мощным базовым центром Московского региона по профессиональному образованию.

В университете 14 выпускающих кафедр. В их числе кафедра общей и прикладной геофизики, имеющая в своем арсенале самые современные технические и программные средства.

Цели и задачи кафедры общей и прикладной геофизики:

- Подготовка специалистов по разведочной геофизике, сочетающих углубленную физико-математическую и геологическую подготовку со специальными техническими знаниями, а также современную подготовку в области информатики, достаточные для творческой работы на всех видах геофизической разведки.

- Организация учебных и производственных практик на ведущих предприятиях нефтяной отрасли НПП "Тверьгеофизика", ОАО "ТЮМЕННЕФТЕГЕОФИЗИКА", НПФ "Центргеофизика", Российская геофизическая компания, Запсибнефтьгеофизика, и учебных полигонах: НИПИ океан геофизики (г. Геленджик), МГУ (г. Южнов, Калужская обл.), ФГУП НИИ "Атолл".

- Проведение практических занятий и лабораторных работ в ФГУП НИИ "Атолл" на базовой лаборатории кафедры.

- Выполнение научно-исследовательских работ по заказам ведущих нефтедобывающих фирм России и зарубежных фирм Schlumberger, Shell, Halliburton, Chevron.

Выпускник кафедры получает следующие знания:

- подготовку в области фундаментальных основ геологии, геофизики, физики нефтяного пласта, основ нефтяного дела, прикладной гидроакустики;

- современные знания о прикладных геофизических, гидроакустических и информационных технологиях;

- необходимые знания и навыки для уверенного владения вычислительной техникой, включая математическое моделирование;

- знания современного менеджмента и экономики недропользования.

Получаемая специальность "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" в рамках направления "Технологии геологической разведки". Квалификация выпускника горный инженер.

Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки горного инженера по очной форме обучения 5 лет.

Область и виды профессиональной деятельности выпускника

Сегодня работа горного инженера представляет собой совокупность технологий, способов и методов человеческой деятельности в области науки и техники, направленных на поиски, разведку и эксплуатацию месторождений полезных ископаемых, в том числе в шельфовой зоне, а также на изучение строения планеты Земля, происходящих в ее недрах и шельфе процессов, посредством использования естественных и искусственных физических полей.

Выпускник по направлению подготовки "Технологии геологической разведки" подготовлен к выполнению следующих видов профессиональной деятельности:

- проектно-изыскательская;
- производственно-технологическая;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая.

География сферы деятельности охватывает территорию всей России с юга на север, с запада на восток, включая все климатические зоны, от субтропиков до полярных областей на море, на суше и в воздухе.

Объекты профессиональной деятельности выпускника

Объектами профессиональной деятельности горного инженера являются:

- геологические тела в земной коре;
- горные выработки;
- физические модели пластов, разрезов, месторождений полезных ископаемых в процессе их разведки и разработки;
- геофизические системы и комплексы, теоретические и физические модели для их проектирования и эксплуатации.

Выпускники кафедры с успехом найдут свое применение в нефтедобывающих компаниях, геофизических сервисных службах, научно-производственных и научно-исследовательских организациях.

Горный инженер-это:

- престижная специальность,
- высокооплачиваемая профессия,
- романтика дальних дорог.

Профессорско-преподавательский состав кафедры

Кузнецов Олег Леонидович, научный руководитель кафедры, ректор университета "Дубна", президент РАЕН, д.т.н., профессор

Неретин Владислав Дмитриевич, заведующий кафедрой, действительный член РАЕН д.т.н., профессор

Демкин Владислав Петрович, зам. заведующего кафедрой по научной работе к.ф.-м.н., зам. директора по научной работе ФГУП НИИ "Атолл"

Курьянов Юрий Алексеевич, зам. заведующего кафедрой по научно-технологическому развитию, к.т.н., генеральный директор ОАО "ТЮМЕННЕФТЕГЕОФИЗИКА"

В профессорско-преподавательский состав кафедры общей и прикладной геофизики входят ведущие профессора МГУ им. М. В. Ломоносова и Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина, ГНЦ "Акустический институт им. Акад. Н. Н. Андреева", ФГУП НИИ "Атолл".

В качестве visiting professor приглашены крупнейшие мировые специалисты в области геофизики и гидроакустики:

Дж. Чилингар, профессор Университета Южной Калифорнии (США);

Мирзаджанзаде А. Х., президент Восточной академии нефти и газа (Азербайджан);

Жданов М. С., профессор университета Солт-Лейк-Сити (штат Юта, США);

Симкин Э. М., профессор (Германия);

Дубровский Н. А., профессор, действительный член РАЕН (Россия).

-ИНВЕСТИЦИИ В БУДУЩЕЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Взрывной источник возбуждения геофизических полей: проблемы безопасности

ОАО «ВНИПИ взрывгеофизика», г. Раменское Московской обл.

Проблемы безопасности ведения геофизических работ с использованием взрыва в качестве источника возбуждения волновых геофизических полей всегда оставались в центре внимания организаторов этих работ. В настоящее время по инициативе Минтранса и МВД РФ перерабатываются Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом с ориентацией на положения Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)

Требования безопасности при выполнении прострелочных и взрывных работ

Гайворонский И.Н., Шахназаров Г.Г.

В соответствии лицензией (№ 00-ДЭ-000869 (В) от 11.03.03 г.), выданной Федеральным горным и промышленным надзором России, ОАО «ВНИПИ взрывгеофизика» выполняет экспертизу промышленной безопасности:

- проектной документации, технических устройств, зданий и сооружений, используемых на взрывных работах в геофизике.

ОАО «ВНИПИ взрывгеофизика» разрабатывает, изготавливает и поставляет технологию, методику и технику для:

- вскрытия перфорацией продуктивных и водоносных пластов, перекрытых обсадной колонной;

- разобщения пластов и установки разделительных мостов в обсадной колонне;

- повышения производительности скважин и приемистости пластов коллекторов путем обработки их пороховыми генераторами давления и горючими окислительными составами;

- очистки фильтров и обсадных колонн;

- предотвращения и ликвидации аварий, возникающих в процессе бурения (прихват бурильного инструмента, оставление металлических предметов на забое и в стволе скважин и т.д.).

В нормативно-правовом отношении эти вопросы согласованы с Федеральным горным и промышленным надзором России. Геофизические организации для выполнения работ должны иметь лицензию на эксплуатацию производств по вскрытию нефтегазоносных пластов с применением прострелочной и взрывной аппаратуры, освоению нефтегазодобывающих скважин, проведению геофизических и геодинамических исследований [2]. Учитывая, что при выполнении работ используют взрывчатые материалы, необходимы также лицензии на хранение и на применение взрывчатых материалов [3].

Проектирование, организация и проведение технологических процессов должны предусматривать:

- устранение контакта работающих с исходными материалами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное действие;

- комплексную механизацию, применение дистанционного управления;

- герметизацию оборудования;

- применение средств коллективной защиты работающих;

- своевременное получение информации о возникновении опасных и вредных производ-

ственных факторов на отдельных технологических операциях;

- систему контроля и управления технологическим процессом;

- своевременное удаление и обезвреживание отходов производства [4].

Требования безопасности к технологическому процессу должны быть изложены в технологической документации (проекте работ).

Лица, допускаемые к участию в производственном процессе, должны иметь профессиональную подготовку (в том числе по безопасности труда), соответствующую характеру работ.

Производственные площадки, на которых выполняются работы вне производственных помещений, должны соответствовать требованиям действующих норм и правил, утвержденных Госгортехнадзором России (Единых правил безопасности при взрывных работах [7], Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности [8]). При использовании электрического метода взрывания предусмотрено применение допущенных Госгортехнадзором России технических средств защиты от блуждающих токов защищенных систем электровзрывания, блокировок и др. В качестве средств иницирования в таких системах могут быть использованы взрывные патроны типов ПГН и ПВПД-Н (при производстве прострелочных и взрывных работах в скважинах), электродетонаторы ЭДС-2 (при взрывных работах в сейсморазведке), нечувствительные к воздействию блуждающих токов. Для их задействования используют специальные взрывные приборы соответственно, ПВВ-1 и ПВВ-2. Для контроля исправности взрывных патронов типа ПГН и ПВПД-Н, электродетонаторов ЭДС-2 предназначены, соответственно, приборы ТЕСТ-ЭДТ-А, ТЕСТ-ЭДТ, ПК-124. Защищенные системы прошли полный цикл Государственных приемочных испытаний под контролем Госгортехнадзора России, допущены к применению, внедрены в практику промышленного производства нефтяного и газового комплекса России. Изготовителем взрывных патронов ПГН и ПВПД-Н является ФГУП «Краснознаменец», приборов ПВВ-1, ПВВ-2, ТЕСТ-ЭДТ, ТЕСТ-ЭДТ-А, ПК-124 - Научно-исследовательский инженерный институт (г. Балашиха).

Одним из наиболее ответственных этапов технологического процесса является работа с отказавшими или не полностью сработавшими



БЕЗОПАСНОСТЬ



БЕЗОПАСНОСТЬ

аппаратами, которые представляют опасность для производственного персонала [9]. На протяжении нескольких десятилетий организации Минприбора выпускали оборудование для взрывных работ в геофизике: лабораторию перфораторной станции (ЛПС) и станцию взрывного пункта (СВП), размещенные на самоходных закрытых автотранспортных средствах высокой проходимости. Учитывая, что держателями подлинников конструкторских документов являлись организации-изготовители, оторванные от геофизического производства, совершенствование их шло только в части обеспечения одной функции перевозки взрывчатых материалов. Затем выпуск ЛПС и СВП был прекращен. Теперь необходимо "реанимировать" ЛПС и СВП, как оборудование для технологического процесса взрывных работ; при этом одной из функций, как и прежде, должна быть перевозка ВМ. В таком исполнении ЛПС и СВП будут являться специализированными транспортными средствами и в правилах автоперевозок будут иметь "падающий" режим. Поэтому НПФ "ГИСприбор" и ОАО "ВНИПИ взрывгеофизика" приступили к разработке лаборатории перфораторной станции в многофункциональном назначении. Варианты конструкторского исполнения учитывают методику и технологию ПВР: спуск ПВА на кабеле, на НКТ, объем работ, плотность вскрытия, тип применяемой ПВА, а также необходимость геофизического сопровождения работ. Лаборатория перфораторной станции должна выпускаться по конструкторской документации, согласованной с Госгортехнадзором и МВД РФ, а также быть укомплектована необходимым оборудованием в соответствии с требованиями нормативных документов, утвержденных этими ведомствами. Для выполнения небольших объемов взрывных работ необходимо предусмотреть перевозку ВМ на каротажном подъемнике.

В 1994 году Россия официально присоединилась к Европейскому соглашению о международной дорожной перевозке опасных грузов ДОПОГ [11]. В сложившейся ситуации вопросы перевозки ВМ, в том числе в ЛПС или СВП, как осуществляемые с выездом на дороги общего пользования, теперь стали решать Минтранс РФ и ГУ ГИБДД МВД РФ, они же утвердили "Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом" (Приказ Минтранса № 73 от 08.08.95 г.).

За последние годы в геофизических организациях изменилась структура автоперевоз-

зок ВМ: возрос объем по самовывозу, усложнились вопросы организации перевозок ВМ в связи с лицензированием и спецподготовкой водителей, согласованием маршрута, выделением транспортных средств сопровождения, вооруженной охраной, ограничений по группам совместимости изделий класса 1 в одном транспортном средстве. Все это требует дополнительных затрат, которые увеличивают стоимость добываемого углеводородного сырья; и лишний раз подтверждает необходимость применения лаборатории типа ЛПС или СВП как технологического оборудования.

При перевозках ВМ в Северных регионах России необходимо учесть, что грузовые места серийно выпускаемых изделий из ВМ для взрывных работ в геофизике относятся к подклассу 1.1 по ГОСТ 19433-88 [6] (с опасностью взрыва массой); поэтому их перевозка авиатранспортом запрещена. Вместе с тем, наибольший объем применения ВМ приходится на нефтегазовые регионы, расположенные на Севере России, где основной вид транспорта авиация. Поэтому представляется целесообразным разработка упаковок, обеспечивающих подкласс опасности 1.4, и, допущенных к перевозке авиатранспортом.

В соответствии с [7], все ВМ должны подвергаться испытаниям в целях определения пригодности для хранения и применения:

- при поступлении с заводов-изготовителей или других складов;

- при сомнении в доброкачественности;

- в конце гарантийного срока.

Испытания должны проводиться согласно требованиям (Руководства по применению, инструкции). По изделиям, не выдержавшим испытания, согласно [7] решение принимает руководитель организации. После истечения гарантийного срока хранения, в целях определения возможности дальнейшего хранения и применения потребитель проводит испытания изделий по методике и критериям оценки результатов этих испытаний, изложенных в Руководстве по применению. Периодичность таких испытаний, возможности продления срока хранения, указания об очередном сроке испытаний или необходимости уничтожения изделий также изложены в Руководстве по применению.

В 2002 г. вышел свет перечень взрывчатых материалов [12] допущенных к применению в Российской Федерации; в нем не представлены отдельные взрывчатые материалы и виды оборудования, имеющие ограниченное применение или в настоящее время не выпускаемые.

Особенности перевозки взрывчатых материалов на геофизических работах

Шахназаров Г.Г.

На взрывных работах в геофизике применяют изделия (кумулятивные заряды, детонирующий шнур, взрывные патроны, шашки тротильные и твердых ракетных топлив и др.), чувствительность которых к механическим воздействиям не всегда тождественна взрывчатым веществам, в них содержащимся. Это небольшие по размерам, прочные, герметичные оболочки, устойчивые к воздействию среды в глубоких скважинах: температуре, давлению, агрессивной жидкости. За пределами допустимых параметров

применения в скважинах эти изделия выгорают или теряют свои взрывчатые свойства. На земной поверхности и в небольших количествах изделия горят спокойно без ярких внешних проявлений, в воде не растворяются. Исключение составляют изделия, содержащие инициирующие взрывчатые вещества (ВВ) детонаторы, применяемые в относительно малых количествах, которые очень чувствительны к механическим воздействиям, теплу, пламени, зарядам статического электричества.

Для обеспечения безопасности при перевозке и хранении изделия, содержащие ВВ, упаковывают в ящики из дерева или гофрокартона. Заданное размещение и фиксация изделий обеспечивается решетками, разделительными перегородками, ячейками. Для отдельных категорий изделий предусмотрены также и особые требования. Упаковка с размещенной в ней продукцией (изделиями) образует единичное грузовое место, масса которого для обеспечения безопасности при погрузочно-разгрузочных работах не должна превышать 25 кг. Наряду с нормами механической прочности и с учетом наружных габаритов тары, диктуемыми стандартом [5], грузовое место должно удовлетворять требованиям правил перевозки, например, при свободном падении, штабелировании, влагостойкости [10]. В соответствии с действующим стандартом [6] взрывчатые материалы (ВМ) отнесены к опасным грузам класса 1, который в зависимости от способа упаковки продукции (конструкции упаковки) может иметь следующие подклассы опасности:

1.1. Взрывчатые материалы с опасностью взрыва массой;

1.2. Взрывчатые материалы, с невзрывающейся массой;

1.3. Взрывчатые материалы пожароопасные, с невзрывающейся массой;

1.4. Взрывчатые материалы не представляющие значительной опасности.

С учетом стандарта [6] применяемые на взрывных работах в геофизике изделия могут быть отнесены к следующим группам совместимости:

- "В"- изделия, содержащие инициирующие ВВ (например: ПГ-170; ПВПД-Н; ЭДС; ПГН);

- "С"- метательные и другие дефлагирующие ВВ (например: ПГД.БК);

- "D"- вторичные детонирующие ВВ (например: детонирующий шнур, кумулятивные заряды);

- "G"- пиротехнические вещества и изделия (например ПП9; ППТ-230; ППВ.ПГД.БК);

- "S"- вещества или изделия, упакованные или сконструированные так, что при случайном срабатывании любое опасное проявление ограничено самой упаковкой.

Небольшие количества (по массе) ВМ, принадлежащие к нескольким группам совместимости составляют особенности перевозки их на геофизических работах. Принадлежность конкретного ВМ к группе совместимости и подклассу опасности определяет разработчик, подтверждает организация-эксперт по безопасности работ; эту информацию указывают в технических условиях и Руководствах по эксплуатации соответствующих ВМ. Последовательную запись обозначения подкласса опасности и группы совместимости грузового места называют классификационным кодом (например 1.1D). В перечне опасных грузов приводят обобщенное (групповое) наименование "надлежащее отгрузочное наименование" ВМ и соответствующие ему классификационный код и номер по ООН [10]. Для одного и того же "надлежащего отгрузочного наименования" в зависимости от конструкции упаковки имеем классификационный код и соответствующий ему номер по ООН (Таблица 1).

Таким образом, номер по ООН однозначно определяет классификационный код и надлежащее отгрузочное наименование, соответствующее грузовому месту, содержащему упакованную продукцию.

Таблица 1 Классификационный код и соответствующий ему номер по ООН

Надлежащее отгрузочное наименование	Классификационный код	Номер по ООН
Заряды кумулятивные	1.1D	0059
промышленные, без	1.2D	0439
капсюля - детонатора	1.4D	0440
	1.4S	0441

На грузовое место наносят знак опасности, предусмотренный стандартом [6].

В качестве технологического оборудования для выполнения взрывных работ в геофизике, как известно, применяют самоходную лабораторию многофункционального назначения типа ЛПС; это закрытое автотранспортное средство, которое удовлетворяет требованиям правил [11], предназначено, в том числе и для перевозки ограниченного количества ВМ разных групп совместимости. В переднем отделении лаборатории размещают изделия группы совместимости "В", а в заднем отделении изделия группы "D" (или "С"), в зависимости от выбранной методики работ.

Прострелочные и взрывные работы в скважинах выполняют по проекту работ, для его обеспечения необходимо перевести на место работ (скважину) автомобильным или авиатранспортом изделия ВМ разных групп совместимости. Кроме ЛПС, для перевозки ВМ допускается применение автомобилей: специальных, специализированных или доработанных до требования правил. С учетом среднестатистического объема (разового задания) работ по проекту и принятой технологии их выполнения бывает необходимо перевезти (в пересчете на массу нетто по ВВ):

-изделия группы совместимости "В" (взрывные патроны типа ПГ-170, упакованные как 1.1) 0,020 кг;

-изделия группы совместимости "D" (кумулятивные заряды и детонирующий шнур, упакованные как 1.1) 25,0 кг.

Как видно из примера, изделия группы "В" с учетом массы нетто по ВВ составляют до 1% от общей массы ВМ.

В таких небольших количествах со склада на склад одной организации или непосредственно к месту работ изделия ВМ различных групп совместимости перевозились ежедневно, на протяжении нескольких десятков лет, без инцидентов. В нормативном плане такая запись имеется в правилах [7], утверждаемых Госгортехнадзором России, который осуществляет надзор за ведением взрывных работ. Сохранность ВМ в пути следования обеспечивает геофизический отряд, состоящий из исполнителей и руководителя взрывных работ профессиональная подготовка и допуск к взрывным работам которых периодически согласовывается с Госгортехнадзором России и МВД РФ.

Однако, указанная доставка ВМ к местам прострелочных и взрывных работ невозможна без выезда на дороги общего пользования, где органом надзора является Главное управление ГИБДД МВД РФ. Огромный опыт безопасной технологической перевозки ВМ автомобильным транспортом, накопленный в порядке надзора и одобренный Госгортехнадзором России, получил наконец, нормативное подтверждение с момента официального присоединения России к ДОПОГ [1], которое нашло отражение в ограничительной части Правил [13].

БЕЗОПАСНОСТЬ





ДОПОГ нормативно обеспечивает совместную перевозку изделий разных групп совместимости при их ограниченном (небольшом) количестве, которое удовлетворяет требованиям геофизических работ, допускает щадящий режим согласования маршрута перевозки. Упаковки, содержащие изделия группы совместимости "В" и вещества и изделия группы совместимости "D" могут грузиться совместно в одно и то же транспортное средство при условии, что они перевозятся в разных отделениях, и при этом отсутствует опасность передачи детонации между ними. Пример такого расчета, сделанного с учетом требований правил [5] показывает, что при перевозке изделий "В" в количестве до 2,0 кг и изделий "D" в количестве до 1000,0 кг безопасное расстояние между ними составляет 14 м.

Используя понятие по ДОПОГ "транспортные категории" можно так же обеспечить перевозку ограниченного количества опасных грузов разных групп совместимости. Упаковки с большинством серийно выпускаемых изделий ВМ для геофизики пока соответствуют подклассу ВМ для геофизики (кроме упаковок с ЗПКС 1.2D и опасности 1.1 (кроме упаковок с ЗПКС 1.2D и опасности 1.1 (кроме упаковок с ПГД БК-1.4С) и относятся к транспортной категории I; максимальная общая масса нетто по ВВ при перевозке составляет 20 кг. Для максимального использования этого положения ДОПОГ необходима разработка упаковок, отвечающих требованиям подкласса 1.4 [6].

Поддерживая вышеизложенные положения ДОПОГ (техническое обеспечение транспортных средств остается без изменений) необходимо отметить, что переработка Правил [13] целесообразна только в том случае, если в них решаются специфические вопросы Российских условий перевозки, а именно:

- разработка и согласование маршрута,
- обеспечение сохранности ВМ,
- заправка топливом в пути,
- организация отдыха и питания.

Эти вопросы в ДОПОГе не изложены, хотя очень важны, т.к. отражают специфику перевозок опасных грузов в Российских условиях и должны решаться применительно к отраслям, перевозящим и использующим эти грузы.

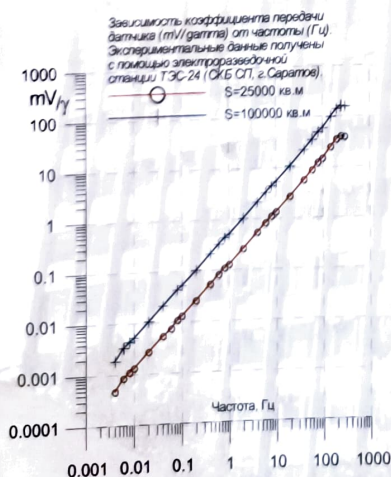
Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 3.02.94 г. № 76.
2. Постановление правительства Российской Федерации от 04.06.02 № 382.
3. Постановление правительства Российской Федерации от 26.06.02 г. № 468.
4. ГОСТ 12.3.002-75 процессы производственные. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ 21140-88 Тара. Система размеров.
6. ГОСТ 19433-88 Грузы опасные. Классификация и маркировка.
7. Единые правила безопасности при взрывных работах ПБ 13-407-01.
8. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности РД 08-200-98.
9. Инструкция по ликвидации отказов при прострелочных и взрывных работах в скважинах. Раменское, 1999 г.
10. Технические инструкции по безопасной перевозке опасных грузов по воздуху, ИКАО, 1997. 1998 г.г. Дос 9284-AN/903.
11. Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов - ДОПОГ ООН. Нью-Йорк и Женева, 1996 г.
12. Перечень взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации. НТЦ Госгортехнадзора России, 2002 г.
13. Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом., Москва, 1996 г.

Датчик поля для электромагнитных исследований методом становления поля

Датчик магнитного поля dB/dt, с эффективной площадью 100000 м², заменяет многвитковую петлю, используемую в настоящее время в полевых партиях. Датчик работает совместно с многоканальными электроразведочными станциями, преимущественно при решении задач нефтяной и газовой геофизики.

В корпусе датчика размещается магнитная антенна с сердечником из прецизионного магнитомягкого аморфного сплава и предусилитель с переключаемым коэффициентом усиления. Переключение усиления позволяет уменьшить эффективную площадь датчика в 4 раза. В зависимости от варианта исполнения датчик комплектуется встроенным или внешним генератором гармонического тестового сигнала, позволяющим контролировать стабильность коэффициента передачи.



Технические характеристики:	
Эффективная площадь, м ²	100000 (25000)
Габаритные размеры:	
- диаметр, мм	85
- длина, мм	900
- масса, кг	5(10)
Напряжение источника питания:	
+Uп, В	6 - 15
-Uп, В	6 - 15
Ток потребления, мА:	
- предварительный усилитель	5
- генератор тестового сигнала	20



ООО "Специальные геофизические системы"
410019, г. Саратов, ул. Крайняя, 129.

тел/факс (845-2) 72-62-24

Страницы истории отечественного геофизического приборостроения

Зайченко В.Ю., ВНИИгеосистем, г. Москва

*"Отыщи всему начало и
ты многое поймешь"*
К. Прутков

Введение

Информационной базой геофизических полей являются данные измерений их параметров в пространстве и во времени, которые используются при интерпретации материалов и изучении явлений, связанных с природными и техногенными процессами, происходящими в недрах земли и в ее оболочках, с целью познания их происхождения, эволюции, строения, свойств и взаимосвязей с планетарными объектами и их влиянием на живую и неживую природу [2].

Измерения в геофизике как науке играют главную роль, поэтому измерительная техника и ее разрешающая способность во многом определяют возможности решения теоретических и прикладных задач с необходимой эффективностью. Без учета возможных трансформант параметров геофизических полей их общее число в современной геофизике насчитывается свыше 50, что характеризует потенциальные возможности ее методов, а также перспективы решения прикладных задач. С расширением познаний в области естественных наук число используемых геофизических полей постоянно растет, что требует новых измерительных приборов для их изучения. Указанные особенности геофизических исследований и определяют ту значимость измерительной техники, которую она занимает в области экспериментальной и прикладной геофизики, как самостоятельное научное и техническое направление в общем комплексе работ. В связи с этим представляет особый интерес рассмотрение этапов становления и развития данного направления в разведочной геофизике, что позволит составить представление не только об истории отечественного геофизического приборостроения, но и заглянуть в его будущее в связи с происходящими реформационными процессами.

Рассмотрение этого вопроса целесообразно осуществлять в рамках отдельных геофизических дисциплин как отраслей научных знаний, в которых формируются основы измерения тех или иных параметров геофизических полей и создаются технические средства для измерений.

В современной геофизике измерения параметров геофизических полей для решения геологических, экологических и других задач выполняют на различных уровнях по отношению к поверхности Земли: в космосе; в воздухе; на земле (на суше и на море); в выработках ниже поверхности земли в скважинах; в шахтах и рудниках. Это вызвано необходимостью сбора максимального объема данных об изучаемом предмете и использования технологий интегрированного анализа изучаемой информации, с целью наиболее полного и объективного установления имеющихся связей с природными и техногенными процессами.

Создание измерительных средств является одной из задач рассматриваемых научных геофизических дисциплин, решение которой во многом определяют возможности создания методных прикладных технологий и формирование целых разделов разведочной геофизики.

В связи с тем, что историю делают личности, основное внимание должно уделяться описанию не столько технических характеристик измерительных

приборов и их анализа, сколько обнаружению личностей, талант и труд которых обеспечил создание технической базы для разведочной геофизики.

Изложенная методология рассмотрения истории отечественного геофизического приборостроения и была положена в основу изложения содержания отдельных ее разделов.

Гравиметрия

Гравиметрия является старейшей научной дисциплиной в геофизике, её истоки уходят вглубь веков, когда человек впервые задумался, почему ему не удается оторваться от Земли, почему именно на землю падают предметы и т.д. Это вызвало потребность измерений величины тех сил, которые вызывают явление притяжения. Так возникли первые приборы для измерения абсолютных значений силы тяжести, на базе которых стали формироваться гравиметрия, как самостоятельное направление в геодезии, а затем и гравиразведка, для изучения внутреннего строения Земли.

Гравиметрические определения с разведочными целями в России впервые были проведены при исследовании Курской магнитной аномалии (КМА). В 1919 году началась организация гравиметрического отряда, а в сентябре 1921 года под руководством профессора А.А. Михайлова он приступил к полевым работам с маятниковым прибором Штюкрат. Одновременно был организован вариометрический отряд под руководством профессора П.М. Никитина. Измерения выполнялись с помощью вариометров Этвеша, закупленных в Венгрии.

На первом всероссийском съезде по горной промышленности (ноябрь 1933 г.) по предложению И. Н. Губкина, П. П. Лазарева и А.Д. Архангельского было принято решение о продолжении буровых и геофизических работ до полного выяснения природы магнитных и гравитационных аномалий в районе КМА, что послужило толчком для усиления исследований [3].

Академик В.А. Стеклов, занимаясь обработкой данных вариометрии по КМА, пересмотрел общую теорию прибора Этвеша и внес предложение о существенном ее изменении, что послужило началом творческого отношения к конструкции вариометров, а в дальнейшем дало возможность создать отечественные измерительные приборы для гравиметрической разведки.

В совершенствовании конструкции и теории вариометров существенный вклад также внесли: П.П. Лазарев, П.М. Никифоров, Б.В. Нумеров, О.Ю. Шмидт, А.А. Михайлов и др.

В связи с возрастающей ролью методов геофизики при изучении геологического строения Земли и поисках месторождений полезных ископаемых Совнарком СССР 1 августа 1923 года принял постановление об организации специализированного Института прикладной геофизики в системе ВСНХ СССР. В этого момента началась активная работа по разработке отечественных измерительных приборов для разведочной геофизики.

П.П. Лазарев, будучи организатором первого специализированного физического института, в г. Москве осуществлял общее руководство многими научными исследованиями в области физики и биофизики, а ознакомившись с результатами исследований Курских магнитных аномалий Э. Е.



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ



Лейстом, занялся изучением природы этого явления и внес существенный вклад в развитие совершенно нового для него направления в геофизику.

Пытаясь найти однозначный ответ на вопрос об источнике аномалий магнитного поля, он первый предложил использовать различные геофизические методы исследований. По его настоянию в дополнение к магнитным измерениям были включены и измерения силы тяжести с маятником Штюкрата, вариометрами Этвеша и по отклонению отвеса. В статье "О соотношении между аномалиями земного магнетизма и аномалиями силы тяжести" (1924 г.) П.П. Лазарев показал совпадение измеренных максимумов гравитационной и магнитной аномалий с теоретически вычисленными для случая призматического пласта. Позже П.П. Лазарев попытался включить в комплекс геофизических исследований и электроразведочные методы, которые только проходили опытное опробование, а также сейсмические работы с "искусственными землетрясениями". Все это не могло не сказаться на развитии работ по созданию измерительных геофизических приборов в нашей стране.

П.М. Нумеров проводил в 1918-1924 гг. опробование вариометров Этвеша в районе КМА и показал бесспорную ценность гравиметрических методов разведки. Одновременно он большое внимание уделял и конструкции гравитационных вариометров. Им был создан первый отечественный гравитационный вариометр; в 1924 году в мастерских Физико-математического института Академии наук по его чертежам было изготовлено четыре прибора, два из которых были переданы Институту прикладной геофизики ВСНХ для проведения полевых разведочных работ.

Первую программу работы Института прикладной геофизики разработал Д.И. Мушкетов, который и стал проводить ее в жизнь. В ней были предусмотрены исследования по гравиметрическим, магнитометрическим, электрометрическим и радиометрическим методам поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Отдел гравиметрии возглавил Б.В. Нумеров, отдел магнитометрии ученик В.И. Баумана И.М. Бахурин, отдел электроразведки А.А. Петровский, а радиометрии профессор Л.Н. Богоявленский. Таким образом, Институт прикладной геофизики ВСНХ с 1923 года практически возглавил разработку геофизических методов и аппаратуры и их внедрение в разведку месторождений полезных ископаемых, а также подготовку специалистов геофизиков в нашей стране.

Весьма показательными были работы отдела гравиметрии в области гравиметрического приборостроения.

Б.В. Нумеров, понимая значимость гравиметрии для решения задач геологии и геодезии, большое внимание уделял совершенствованию конструкций гравиметрических приборов и организации приборостроительной базы. Хорошо зная конструкции маятниковых измерительных приборов, а также гравиметрических вариометров Этвеша и Швейдара Бамберга, Б.В. Нумеров задумал создать полевой гравиметрический вариометр, требующий меньшего времени для измерений на одном пункте, и обладающий меньшим весом.

Побывав в 1924 году на заводе фирмы Аскания-Верке в Германии, он хорошо изучил технологию производства вариометров, по возвращении разработал новый трехрычажный вариометр, основной рабочей частью которого были три наклонных коромысла, расположенные в вертикальных плоскостях, наклоненных друг к другу под углом в 120°. Такое расположение коромысел позволяло обеспечивать постоянный контроль работы вариометра, так как среднее от отсчетов трех коромысел должно быть постоянным в любом азимуте. Для определения градиента силы тяжести на точке этим прибором достаточно было

произвести наблюдения только в двух азимутах. Простота обслуживания и большая азимутная определенность значений градиентов силы тяжести давала возможность использовать этот прибор для полевых работ с большой производительностью. По чертежам Б.В. Нумерова новый трехрычажный вариометр в 1929 г. был изготовлен на заводе Аскания-Верке, а в начале 30-х годов их производство было налажено в мастерских Астрономического института АН СССР. Позже на вариометра был создан отечественный венгерского типа вариометр ВГ-1, серийное производство которого под маркой S-20 было организовано на заводе "Геологоразведка" в Ленинграде. Он отличался более жесткими нитями и уменьшенным расстоянием между ограничителями, уменьшающими первоначальную амплитуду колебаний коромысел, что позволяло довести время экспозиции в одном азимуте до 15 мин. за счет снижения точности до $\pm 4-5$ Е. Этот прибор получил массовое применение при гравиметрической разведке [5].

Материалы гравиметрических съемок на территории СССР, выполненные с зарубежными и отечественными приборами, к 30-м годам были изучены и проанализированы А.Д. Архангельским. В ряде своих работ он показал их решающее значение для геологических региональных построений. Его книга "Геология и гравиметрия", вышедшая в 1933 году, оказала огромное влияние на использование данных гравиметрических наблюдений не только для изучения приповерхностных структур, благоприятных для скопления нефти и других полезных ископаемых, но и для выяснения расположения слоев различной плотности на больших глубинах, для понимания глобальных процессов возникновения больших и малых землетрясений; для выработки основных представлений о строении земной коры и механизма ее движений.

В начале 30-х годов геологам, геофизикам и геодезистам стало ясно, что для решения разнообразных задач геологии и геодезии необходимо знание распределения силы тяжести на территории всей страны. Поэтому в 1932 году было намечено проведение общегосударственной гравиметрической съемки территории СССР с густотой сети 1 пункт на 1000 кв. км. К концу 1937 года было выполнено свыше 7 тысяч измерений, в основном в европейской части страны [3]. Столь масштабные работы не могли не повлиять на развитие гравиметрической аппаратуры, так как требовались приборы для выполнения ускоренной съемки с достаточной точностью измерений. Гравитационные вариометры, а также закупаемые за рубежом у фирм Болиден, Исинг, Норгард и др. статические гравиметры, не могли уже удовлетворять все растущее производство гравиметрических работ. В связи с этим были развернуты широкомасштабные исследования по созданию портативных гравиметров различного назначения. Первый статический гравиметр в СССР был построен в 1938 году в Центральном научно-исследовательском институте геодезии, аэрофотосъемки и картографии (ЦНИИ-ГАИК) М.С. Молоденским [6]. Несколько модификаций этого прибора было выпущено в довоенные и военные годы, под марками ГНК-1, ГНК-2 и ГНК-3, которые широко использовались при производстве полевых гравиметрических исследований.

Опыт использования гравитационных вариометров для геологоразведочных целей в предвоенные годы показал, что они могут эффективно применяться при изучении солянокупольной тектоники, при поисках месторождений рудных полезных ископаемых и решении других геологических задач, имеющих принципиальное значение для геологоразведчиков. Учитывая все возрастающее значение гравиметрии для геологического изучения недр, появилась необходимость расширения объемов гравиметрических исследований и увеличе-



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

ния охвата изучаемых территорий, что можно было сделать только при наличии приборов с большей производительностью и повышенной точностью по сравнению с гравитационными вариометрами и имеющимися отечественными гравиметрами. К тому времени уже появились зарубежные статические гравиметры: широкодиапазонный гравиметр Лакоста-Ромберг (США) с ошибкой единичного измерения 0,15 мГл, весом 12 кг, предназначенный для высокоточных гравиразведочных работ; термостатированные гравиметр Аскания GS-11 и GS-12 (Германия) пружинного типа с ошибкой единичного измерения порядка 0,05 мГл, весом 29 кг, предназначенные для детальных гравиразведочных работ и общей гравиметрической съемки; бестермостатный прибор Норгард (Швеция), с горизонтальной крутильной нитью, помещенной в специальную жидкость, обеспечивающую температурную компенсацию, с ошибкой единичного измерения 0,15-0,40 мГл, весом 12 кг, предназначенный для общих гравиметрических съемок и ряд других. Это подтолкнуло отечественных ученых к созданию аналогичных измерительных приборов в нашей стране.

В послевоенные годы сформировались две школы отечественного гравиметрического приборостроения: Ленинградская во главе с заведующим техническим отделом геофизического отделения ЦНИГРИ Поддубным С.А., в последствии заведующим гравиметрической лаборатории ВИРГ, и Московская, во главе которой стояла целая группа выдающихся отечественных гравиметристов: М.С. Молоденский, П.И. Лукавченко, В.В. Федьинский, К.Е. Веселов и ряд других, внесших значительный вклад в создание отечественных гравиметров различного назначения. Московская школа формировалась на базе гравиразведочной лаборатории научно-исследовательского института геофизической и геохимической разведки (НИИ-ГПР), который в 1953 году был переименован в НИИ геофизической разведки (НИИГР), а в 1956 году во Всесоюзный научно-исследовательский институт геофизических методов разведки (ВНИИ-геофизика).

В 1945 году под руководством Поддубного А.А. был создан один из первых отечественных термостатированных гравиметров с горизонтальной крутильной нитью СН-3, производство которого было освоено на заводе "Геологоразведка", затем гравитационный градиентометр ГРБМ-2 и шахтный гравиметр ПИ-1 [5]. Гравиметр СН-3 под маркой ВИРГ-53, ВИРГ-56 и др. серийно выпускались на заводе "Геологоразведка" вплоть до 1961 года. В 1950 году за разработку и внедрение гравиметрической аппаратуры работникам ВИРГ А.А. Поддубному и Н.Н. Самсонову была присуждена Государственная премия СССР. Однако гравиметры этого типа были громоздкими, требовали внешних источников постоянного тока для питания термостата. Поэтому московская школа гравиметристов пошла по другому пути. Вначале были созданы неастирированные металлические гравиметры типа ГKM (М.С. Молоденский, П.И. Лукавченко, В.В. Федьинский), затем на этой же базе были созданы кварцевые астирированные гравиметры ГКА, построенные по принципу вертикального сейсмографа Голицина (А.М. Лозинская, П.И. Лукавченко, В.В. Федьинский, Л.В. Петров, Л.В. Калишева, Н.Б. Сажина и др.), которые были более чувствительными и не требовали термостатирования [1]. Гравиметры этого типа были освоены на московском заводе "Нефтехим" и выпускались серийно в достаточно большом количестве. За разработку астирированных металлических пружинных бестермостатных гравиметров в 1951 году А.М. Лозинской, П.И. Лукавченко, Л.В. Калишевой, Н.Б. Сажиной, В.В. Федьинскому, М.С. Молоденскому, Л.В. Сорокину и Л.В. Петрову была присуждена Государственная премия СССР, что

явилось признанием достойного вклада отечественных ученых и инженеров в создание приборной базы гравиметрии.

Необходимо отметить, что идею использования принципа вертикального сейсмографа Голицина для измерений в гравиметрии была высказана В.В. Нумеровой еще в 1935 году и только спустя 15 лет была реализована на практике [6]. Для этого необходимо было создать теорию нелинейных (астазированных) гравиметров, разработать принципы устройства температурной компенсации и измерений силы тяжести, чтобы построить на базе этой теории кварцевый астирированный бестермостатный гравиметр. Теоретические предпосылки для решения этой весьма важной задачи создали выдающиеся ученые нашей страны - К.Е. Веселов и П.И. Лукавченко [1].

Появление портативных переносных полевых гравиметров отечественного производства с достаточно высокой точностью измерений, позволило приступить к планомерным гравиметрическим съемкам территории СССР в масштабе 1:1000000, 1:200000, 1:50000 и в более крупных масштабах. Ответственность за выполнение общей съемки была возложена на ГУГК, а практическое выполнение маятниковых наблюдений на Институт геодезических и гравиметрических работ (ИОГИР), впоследствии реорганизованный в Московское аэрогеодезическое предприятие (МАГП) [6].

В 1933 году гравиметрическим советом при Госплане СССР была утверждена первая техническая инструкция по выполнению общей гравиметрической съемки, требования которой были обязательными для всех организаций страны (авторы М.И. Казанский, М.С. Зверев, М.С. Казаков, М.С. Молоденский, В.В. Федьинский). Инструкция впоследствии постоянно совершенствовалась и переиздавалась, но появление первой редакции инструкции упорядочило нормативную базу выполнения гравиметрических съемок в нашей стране и обеспечило достаточно высокую точность составляемых гравиметрических карт различного масштаба, которые использовались как для решения геолого-геодезических, так и оборонных задач.

В пятидесятых начался новый этап гравиметрического изучения территории страны, получивший название Государственной гравиметрической съемки масштаба 1:200000. инициатором этих работ был В.В. Федьинский [6]. Впоследствии с 1955 года с учетом рекомендаций этого выдающегося гравиметриста начала проводиться Мировая гравиметрическая съемка (специальные гравиметрические работы) М 1:200000, которой покрывались не только континентальные территории, но и прилегающий шельф, а также отдельные акватории Мирового океана съемками 1 и 2 классов (1:1000000 и 1:200000). Такие работы нуждались в соответствующей гравиметрической измерительной аппаратуре.

(Продолжение следует)

Литература

1. Веселов К.Е., В.О. Баграмянц. 50 лет гравиразведке во ВНИИ геофизике, состояние, проблемы, перспективы. Прикладная геофизика, М., Недра, 1994, № 131.
2. Горная энциклопедия, том 2. М., изд. Сов. энциклопед., 1986.
3. Ильина Т. Д. Формирование советской школы разведочной геофизики, М., изд. "Наука", 1983.
4. Камянской В.В. Классификация и параметрический ряд гравиметрической аппаратуры. Геофизическая аппаратура. Санкт-Петербург, 1992, вып. 96.
5. Справочник геофизика. том V. М., Недра, 1968.
6. Хейфец М.Е. К истории развития гравиметрической съемки в нашей стране. Геодезия и картография. М., Геодезиздат, 1992, № 4.

SERCEL объявляет о вездеходном вибраторе нового поколения NOMAD 65

SERCEL, Франция

ИСТОЧНИКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Для разведочных компаний в их стремлении добиться максимального успеха в обеспечении мира, испытывающего нехватку энергии, нефтью и газом, сейсмические данные чрезвычайно важны. Во многих труднодоступных регионах мира, таких как пустыни, арктическая тундра или городские районы, наиболее экономически эффективным вариантом возбуждения акустической энергии, необходимой для сейсмических исследований, являются сейсмические вибраторы.

В этих тяжелых условиях к сейсмическим работам предъявляются высокие требования, особенно в области обеспечения сохранности окружающей среды и высокой производительности.

Для обеспечения максимальной производительности в ограниченный период времени, в течение которого они могут работать без вреда для окружающей среды, партии вынуждены работать 24 часа в сутки. Например, это имеет место в Северо-Американской Арктической зоне или в Сибири, куда доступ ограничен лишь зимним сезоном.

Нетрудно понять, что круглосуточное использование любой машины в таких трудных условиях, как условия арктических зим или пустынь в летнее время, предъявляет особые требования к износостойчивости и надежности, как транспортной базы, так и самого вибратора. Чтобы создать такой вибратор, SERCEL в тесной связи с пользователями его оборудования проанализировал недостатки современных вибраторов и выработал требования к вибратору нового поколения.

Эти требования были переданы инженерам компании, и они создали совершенно новое поколение вибраторов, обеспечивающих по сравнению с любым выпускаемым в настоящее время вибратором, более высокую надежность и легкость обслуживания без снижения требований к качеству возбуждаемых сигналов и обеспечению сохранности окружающей среды.

Этот вибратор, NOMAD 65 с пиковым усилием 62 000 фунтов, был представлен на прошлогодней выставке EAGE во Флоренции.

Одним из лучших способов повышения надежности и снижения требований к обслуживанию изделия является простота конструкции вибратора и обеспечение возможности легкого усвоения оператором принципов его работы. Этот подход к конструированию обусловил следующие особенности NOMAD 65.

Внесены изменения в систему гидравлики, в которой использованы более надежные и доступные компоненты. Упрощена конструкция, в особенности сокращено количество насосов и шлангов. Гасители пульсаций установлены непосредственно на массе, как можно ближе к отверстиям сервоклапанов для снижения проблем кавитации, минимизации времени реакции возбуждателя и обеспечения более плавного и быстрого опускания и подъема базовой плиты. Использована единая магистраль со встроенными

фильтрами, регуляторами и датчиками давления, что уменьшило количество шлангов и обеспечило подключение гидравлики непосредственно к массе.

Электрическая цепь представляет собой мультиплексную систему, которая не только распределяет энергию, но также измеряет и отображает в режиме реального времени рабочие параметры, как двигателя, так и вибратора. Соответствующие сообщения отображаются на специальных и эргономичных экранах для управления, обслуживания, предупреждения или автоматического отключения в случае неисправности. Эта информация о состоянии установки непосредственно в процессе работы позволяет устранить неприятные и непродуктивные перерывы и потери производительности.

Транспортная база вибратора должна быть прочной, с тем, чтобы выдерживать воздействия, исходящие от вибратора или неровностей местности 24 часа в сутки в условиях минусовой или очень жаркой погоды. Транспортная база NOMAD 65 выгодно отличается благодаря существенным техническим нововведениям, появившимся как результат понимания требований, предъявляемых при данных условиях эксплуатации. Транспортный носитель смонтирован на низкопрофильной шарнирно-сочлененной трубчатой раме, с тем, чтобы исключить структурно слабые места. Ключевые компоненты находятся на уровне глаз, что обеспечивает низкий центр тяжести всей конструкции и легкий доступ при обслуживании. Вокруг вибратора имеется узкий мостик для обзора, а видеосистема обеспечивает контроль тыльной части вибратора и зоны базовой плиты. Кабина выгодно отличается большой зоной панорамного обзора, полностью амортизированным сиденьем водителя, эргономичной панелью управления с видеомониторами и множеством контрольно-измерительных приборов. Безопасность, комфорт и доступность являются ключевыми моментами в конструкции NOMAD 65.

Любой вибратор должен в процессе выполнения работ перемещаться по пересеченной местности. Для обеспечения максимальной проходимости нового вибратора в условиях любой местности NOMAD 65 может быть оборудован либо 4-мя ведущими колесами, либо 2-мя или 4-мя резиновыми гусеницами с использованием тех же осей.

Мы убеждены в том, что NOMAD 65 предлагает характеристики и качество, обеспечивающие наивысшую производительность, наибольшую сохранность окружающей среды и высочайшую надежность в отрасли.

Представительство фирмы
"Генеральная геофизическая компания"
в г. Москве:
123557, г. Москва, Б. Тишинский пер., 8/2
тел. (095)254-19-24
факс (095)254-17-52

NOMAD 65

A New Generation of all-terrain Vibrator



Easily convertible from wheels to tracks



discover the advantage

