

«Восток» - название, вдохновляющее на открытия

Первый в России практический опыт эксплуатации виброисточников нового поколения «Восток 62Т/62».



«Восток» —военный шлюп Первой русской кругосветной экспедиции 1819–1821 годов под командованием Ф. Ф. Беллинсгаузена, открывшей Антарктиду.



«Восток» —первый в мире космический аппарат, поднявший на своём борту человека на околоземную орбиту, открывший путь в Космос в 1961 году.

Колесный вибрационный источник сейсмических сигналов тяжелого класса

Сейсморазведочная партия 477 компании АО «Геотек» начала реализацию проекта в Оренбургской области, используя две группы новых виброисточников «Восток 62». Хотя проект еще в процессе выполнения, уже сейчас отмечается высокая надежность этих машин и их значительный потенциал для применения в геологоразведке. Прогнозируемый успех выполнения данного проекта во многом будет обеспечен использованием новых виброустановок.



«Восток» - российская антарктическая научная станция, основанная в 1957 году, «полюс холода» нашей планеты, место научных исследований и открытий.



«Восток» – компания «Геотек» начинает в 2024 году промышленную эксплуатацию виброисточников нового поколения.

Колесная модификация флагманской модели гусеничного вибрационного источника «Восток 62Т» предназначена для генерации упругих продольных волн, имеет пиковое усилие до 30 тонн. Этот источник выделяется широким частотным диапазоном, характеризуется высоким стабильностью, особенно в низкочастотной области спектра. Минимальная паспортная частота в режиме полной мощности составляет менее 5 Гц, что позволяет эффективно выполнять задачи геологоразведки на современном технологическом уровне в самых различных условиях.

Параметр	Значение
Статический вес (тонн)	31,6 тонн
Пиковое усилие (кН)	300
Частотный диапазон, Гц	1-250
Стартовая частота выхода на полную мощность, Гц	Менее 5 Гц
Ход поршня, мм	203,2
Вес реактивной массы, кг	5400
Вес опорной плиты, кг	1850
Отношение веса реактивной массы к весу опорной плиты	2,92
Аккумулятор высокого и низкого давления, л	2 x 2 x 25
Вес, кг	34 400
Габариты Д x Ш x В, мм	10 600 x 3 530 x 3 640

◀ Табл. 1.
Технические
характеристики
«Восток 62».

Данная модель предназначена для непрерывной работы в любых климатических условиях. Она установлена на шасси внедорожного типа с шарнирно-сочлененной рамой, что обеспечивает отличную маневренность. Возможность замены колес на гусеницы значительно увеличивает универсальность применения машины, позволяя ей эффективно функционировать на разнообразном рельефе в разных сезонах и условиях. Это делает «Восток 62Т» идеальным решением для геофизических исследований в

сложных условиях.

До выхода техники на производственную эксплуатацию, специалисты официального дилера* провели подготовку персонала для работы с высокотехнологичными машинами. Программа подготовки заняла несколько дней, во время которых операторы и механики изучали регламенты по обслуживанию и эксплуатации техники. Обучение завершилось проверкой полученных знаний и выдачей сертификатов от завода-производителя BASV.

▼ Рис. 1. Инструктор Поповиченко С.Н. - главный инженер ООО ТД «Олимп-ойл» (первый слева) с группой сертифицированных специалистов по работе с виброустановками «Восток62/62Т».



► Табл. 2.
Производственные
параметры работы
виброисточников
на проекте.

Количество групп вибрационных установок	1-2
Количество вибрационных установок в группе	4
Частотный диапазон свип-сигнала, Гц	7 – 110
Тип свипа	ЛЧМ
Длина свипа, с	12
Тэйперинг, мс	500
Количество накоплений	2-4
Мощность воздействия	60%
Система синхронизации	GDS-II

Допустимые пределы отклонений параметров возбуждения:

- среднее фазовое отклонение (Average Phase) - 3 град;
- пиковое фазовое отклонение (Peak Phase) - 10 град;
- средняя мощность $\pm 5\%$ от установленной мощности;

- нелинейные искажения: средние -25 %;
- пиковое значение нелинейных искажений - 50%.

Анализ параметров работы виброустановок по результатам первого опыта эксплуатации.

Отработано 3031 физическое наблюдение

Среднее отклонение фазы		
Отклонение фазы	Количество воздействий	%
От 0 до 1	21395	86.2
От 1 до 2	2829	11.4
От 2 до 3	596	2.4
Более 3	0	0

◀ Табл. 3.
Среднее
отклонение
фазы.

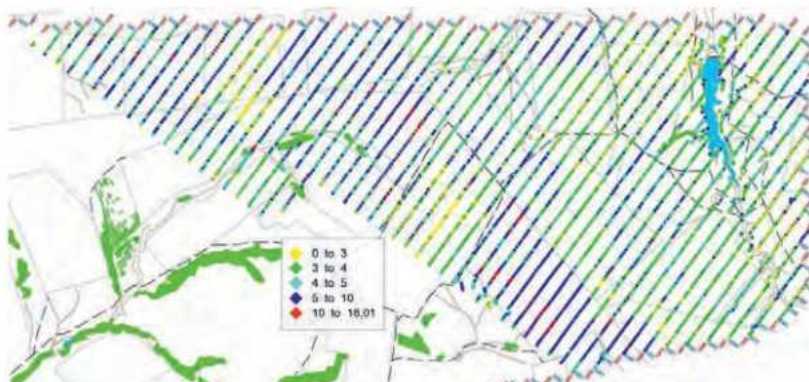
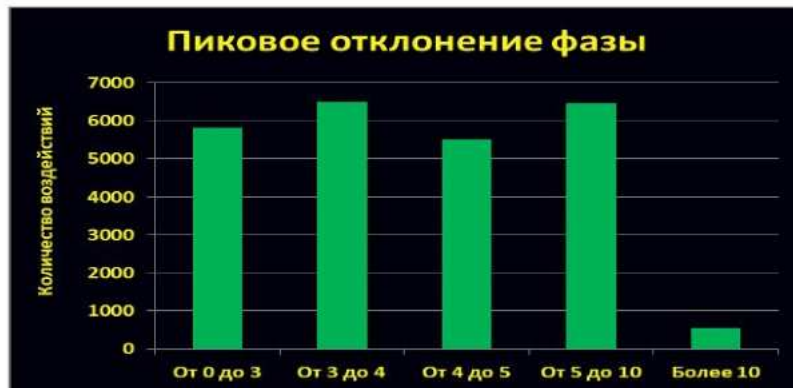
▼ Рис. 2. Карта средних значений отклонения фазы.



Пиковое отклонение фазы		
Отклонение фазы	Количество воздействий	%
От 0 до 3	5826	23.5
От 3 до 4	6471	26.1
От 4 до 5	5502	22.2
От 5 до 10	6466	26.1
Более 10	555	2.1

Табл. 4.
Пиковое отклонение фазы.

Рис. 3. Карта пиковых значений отклонения фазы.



ние, при этом произведено 74 820 одиночных воздействий (накоплений). В работе было задействовано девять виброустановок (две группы).

Площадь характеризуется различными типами грунтов – от небольших заболоченных участков, полей пашни и полей озимых культур и до твердой степной целины.

По результатам оценки проведенных воздействий установлено следующее:

Средние отклонения фазы:

- Подавляющее большинство воздействий (86.2%) имело отклонение до одного градуса;
- Небольшое количество воздействий (11.4%) имело отклонение 1-2 градуса;
- Мизерное количество воздействий (2.4%) имело

Средние нелинейные искажения		
	Количество воздействий	%
От 1 до 9	5906	23.8
От 9 до 11	8967	36.1
От 11 до 15	8379	33.8
От 15 до 25	1564	6.3
Более 25	4	0

Табл. 5.
Средние нелинейные искажения.

► Рис. 4. Карта средних значений нелинейных искажений.



Пиковые нелинейные искажения		
	Количество воздействий	%
От 8 до 15	4674	18.8
От 5 до 18	6225	25.5
От 18 до 25	9223	37.2
От 25 до 50	4557	18.3
Более 50	41	0.2

► Табл. 6. Пиковые нелинейные искажения.

► Рис. 5. Карта пиковых значений нелинейных искажений.



отклонение 2-3 градуса;

- Отклонений более 3 градусов не наблюдалось.

Пиковые отклонения фазы:

- Подавляющее большинство воздействий (71.7%) имело отклонение до пяти градусов;

- Часть воздействий (26.1%) имела отклонение 5-10 градусов;

- Малая часть (2.1%) воздействий имела «выбросы» более 10 градусов.

► Табл. 7. Среднее усилие прижима плиты.

Среднее усилие прижима плиты		
	Количество воздействий	%
От 54 до 57	28	0.1
От 57 до 59	3273	13.2
От 59 до 61	21491	86.6
От 61 до 63	28	0.1
Более 63	0	0

Средние нелинейные искажения:

- Подавляющее большинство воздействий (93.7%) имело уровень нелинейных искажений ниже 15%.

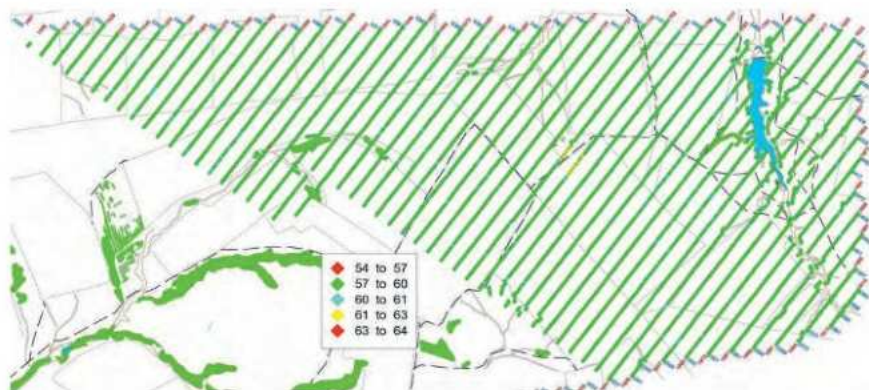
- Небольшое количество воздействий (6.3%) имело уровень нелинейных искажений от 15 до 25

- Воздействий с уровнем нелинейных искажений более 25% практически не

наблюдалось



◀ Рис. 6. Карта средних значений мощности излучений.



Пиковые нелинейные искажения:

- Подавляющее большинство воздействий (81.5%) имело уровень пиковых нелинейных искажения до 25%.

- Небольшая часть воздействий (18.3%)

имела уровень пиковых нелинейные искажения 25-50%.

- Мизерная часть воздействий (0.2%) воздействий имела «выбросы» более 50%.

Средняя мощность излучения:

- Подавляющее большинство воздействий (86.6%) имело уровень мощности 59-61%.

- Небольшая часть воздействий (13.2%) имела уровень мощности 57-59%.

- Мизерная часть воздействий (0.2%) выходила за указанные выше диапазоны.

По проведенному анализу можно сделать следующие выводы:

- Установки очень хорошо держат требуемые параметры возбуждения.

- Установки стабильны на разных видах грунта. Так при заезде установок на мягкий грунт (например, на пашню) реально-го ухудшения параметров излучения не наблюдалось. Можно отметить, что в установках других производителей при переходе на мягкий грунт параметры (в первую очередь уровень нелинейных искажений) сильно ухудшаются, что требует снижения уровня мощности при возбуждении.

- Установки могут стабильно работать (с блоками GDS-II) с начальной частотой свипа 2 Гц.

Вибросейсмические установки «Восток 62» (в колёсной модификации)/ «Восток 62Т» (в гусеничной модификации) практически ни в чем не уступают, а в некоторых позициях и превосходят имеющиеся в России аналоги виброисточников.

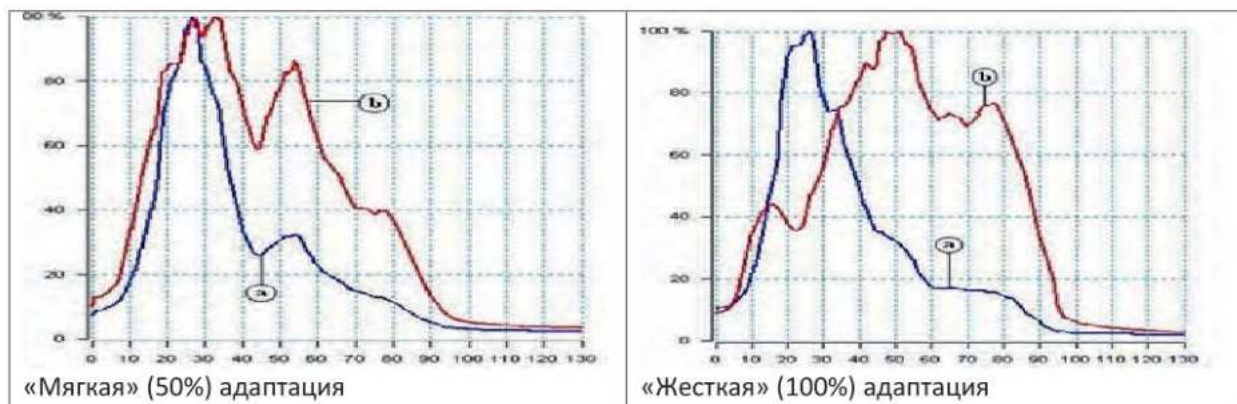
Перспективы и широкие возможности виброустановок «Восток»

- Виброустановки «Восток» открывают новую страницу вибросейсморазведки с использованием сложно построенных свип-сигналов, обеспечиваемых современной системой управления типа GDS-II (разработка фирмы ООО «Геофизические системы данных»). В частности, указанная система позволяет реализовать использование:

- низкочастотного свип-сигнала;
- широкополосного свип-сигналом;
- адаптивного свип-сигнала.

Адаптивная вибрационная сейсморазведка - это технология построена на использовании нелинейных свип-сигналов, адаптированных к сейсмогеологическим условиям каждой площадки возбуждения на профиле, в отличие от стандартного метода, в котором для всего профиля и всей изучаемой площади используется единая форма сигнала возбуждения (свип-сигнал). Недостатком стандартного метода является невозможность гибкого учёта меняющихся вдоль профиля поверхностных и глубинных сейсмогеологических условий района работ. Адаптация сигнала к каждой площадке возбуждения осуществляется в автоматическом режиме на основе анализа АЧХ сейсмической записи в целевом интервале и её инвертирования на уровне

▼ Рис. 7. АЧХ коррелограмм линейного (синий цвет) и адаптивного (красный) свипов.



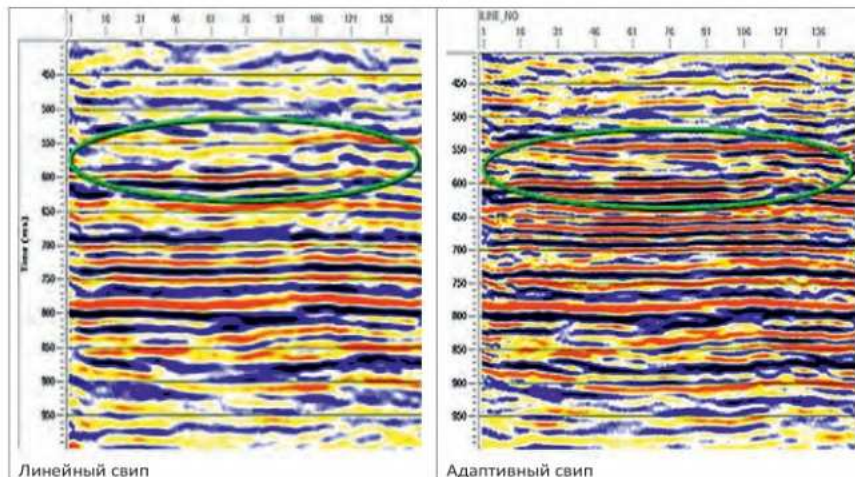


Рис. 8. Фрагменты разреза опытного профиля. Презентационные материалы компании НПФ «Спецгеофизика».

адаптированного свипа. В результате применения этой технологии достигается эффект расширения спектра сигнала, повышения разрешенности отраженных волн, стабилизируются динамические характеристики записи на площади работ.

На приведенных выше графиках амплитудно-частотных характеристик видно насколько частотный спектр адаптивного свипа богаче. И расширения спектра происходит в обе стороны:

- В сторону низких частот на 1-2Гц;
- В сторону высоких частот на 20-30Гц.

Это в свою очередь существенно повышает разрешающую способность сейсмической записи. И это прекрасно видно на приведенных ниже фрагментах временных разрезов одной и той же части профиля.

На приведенных фрагментах хорошо видно, насколько увеличилась информативность временного разреза при применении адаптивного свипа:

- В выделенной зеленым области с адаптивным свипом начал просматриваться косослой, а с линейным свипом его не видно.
- На времени 650мсек с линейным свипом наблюдаем «кашу», а с адаптивным свипом все выстроилось в отражающие горизонты.
- На времени 680мсек с линейным свипом наблюдаем однофазное отражение, а с адаптивным свипом оно становится

двухфазным.

Приведенный пример показывает, что иметь хорошие установки недостаточно для получения геологической информации значительно более высокого качества по сравнению с традиционными подходами. Требуются еще хорошие системы управления источниками, позволяющие использовать возможности установок «Восток 62»/ «Восток 62Т» для существенного повышения геологической информативности вибросейсморазведки.

Вибросейсмические установки «Восток 62» (в колёсной модификации)/ «Восток 62Т» (в гусеничной модификации) с блоками управления GDS-II составят очень хороший комплекс для проведения сейсморазведочных работ с получением сейсмической информации очень высокого качества.



Главный редактор журнала «Приборы и системы разведочной геофизики»

Слонов Д. Н.