

О НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМАХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ГРУПП МОЩНЫХ ВИБРАТОРОВ ПРИ ГЛУБИННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ*

Виктор Михайлович Соловьев

Алтае-Саянский филиал Геофизической службы СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, заместитель директора; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)330-75-68, e-mail: solov@gs.nsc.ru

Виктор Сергеевич Селезнев

Геофизическая служба СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, директор; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)333-20-21, e-mail: sel@gs.sbras.ru

Александр Федорович Еманов

Алтае-Саянский филиал Геофизической службы СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, директор; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, доктор технических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)333-27-08, e-mail: emanov@gs.nsc.ru

Александр Сергеевич Сальников

Сибирский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 67, доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом сейсморазведки, тел. (383)222-62-13, e-mail: seispv@sniiggims.ru

Владимир Николаевич Кашун

Алтае-Саянский филиал Геофизической службы СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, главный инженер, тел. (383)333-38-01, e-mail: kashun@gs.nsc.ru

Илья Евгеньевич Романенко

Алтае-Саянский филиал Геофизической службы СО РАН, старший научный сотрудник, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, тел. (383)333-25-35, e-mail: romanenko.ilyuha@gs.nsc.ru

Семен Александрович Елагин

Алтае-Саянский филиал Геофизической службы СО РАН, старший научный сотрудник, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, тел. (383)333-25-35, e-mail: maelstrom@gs.nsc.ru

* Работа выполнена при финансовой поддержке Партнерского интеграционного проекта 54 "Развитие методов математического моделирования геофизических полей и экспериментальные исследования геодинамических процессов в сейсмоопасных и вулканических зонах".

Анастасия Евгеньевна Шенмайер

Алтае-Саянский филиал Геофизической службы СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник, тел. (383)330-75-68, e-mail: shen@gs.nsc.ru

Представлены результаты полевых экспериментов с группами мощных вибраторов при глубинных сейсмических исследованиях на опорных профилях на Востоке России. В результате исследований установлены оптимальные расстояния между двумя вибраторами в группе в 1–2 м. Выявлена значительная роль в повторных сеансах вибраторов и использовании разных дебалансов для разных вибраторов в группе для повышения разрешенности коррелограмм и увеличения отношения сигнал/шум.

Ключевые слова: вибратор ЦВ-40, профили ГСЗ, группирование мощных вибраторов, коррелограммы, резонанс, дебаланс.

**ABOUT SOME PROCESSING METHODS FOR RAISE
OF EMANATION EFFICIENCY OF HIGH-POWER VIBRATIONS
GROUP AT DEEP SEISMIC RESEARCHES**

Victor M. Solovyev

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Deputy Director; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Ph. D., Researcher, tel. (383)330-75-68, e-mail: solov@gs.nsc.ru

Victor S. Seleznev

Geophysical Survey SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Director; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Doctor of Science, tel. (383)333-20-21, e-mail: sel@gs.nsc.ru

Alexander F. Emanov

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Deputy Director; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Doctor of Science, Researcher, tel. (383)333-27-08, e-mail: emanov@gs.nsc.ru

Alexander S. Salnikov

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasny Prospect, Doctor of Science, Head of Seismic Prospecting Department, e-mail: seispv@sniiggims.ru

Vladimir N. Kashun

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Chief Engineer, tel. (383)333-38-01, e-mail: kashun@gs.nsc.ru

Ilya E. Romanenko

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Researcher, tel. (383)333-25-35, e-mail: romanenko.ilyuha@gs.nsc.ru

Semen A. Elagin

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Researcher, tel. (383)333-25-35, e-mail: maelstrom@gs.nsc.ru

Anastasia E. Shenmayer

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Junior Researcher, tel. (383)330-75-68, e-mail: shennastya@gs.nsc.ru

There are presented the results of field experiments with groups of high-power vibration sources at deep seismic researches on the profiles in the East of Russia. As a result of research there were determined optimum distances of 1-2 m between two vibration sources in the group. There was determined significant role of repeated vibrator sessions and use of different unbalanced masses for various vibration sources in the group for raise of correlogram resolution and raise of signal/noise ratio.

Key words: vibration source CV-40, DSS profiles, high-power vibration sources grouping, correlograms, resonance, unbalanced mass.

В последние годы при глубинных сейсмических исследованиях на опорных профилях на Востоке России наряду с использованием взрывных источников используются мощные передвижные вибраторы ЦВ-40 [1, 2]. Для повышения мощности излучения при полевых исследованиях в 2009–2013 гг. на профиле ЗДВ были начаты эксперименты по группированию мощных вибраторов [2]. Схема одного из экспериментов по определению максимальных расстояний разносов между вибраторами при группировании и результаты представлены на рис. 1. От центра длинной оси вибратора расставлялись регистрирующие датчики на удалениях от 3 до 18 м через один метр. Диапазоны излучения вибратора составляли 7.91–11.5 Гц для средних дебалансов 46.2 кг*м.

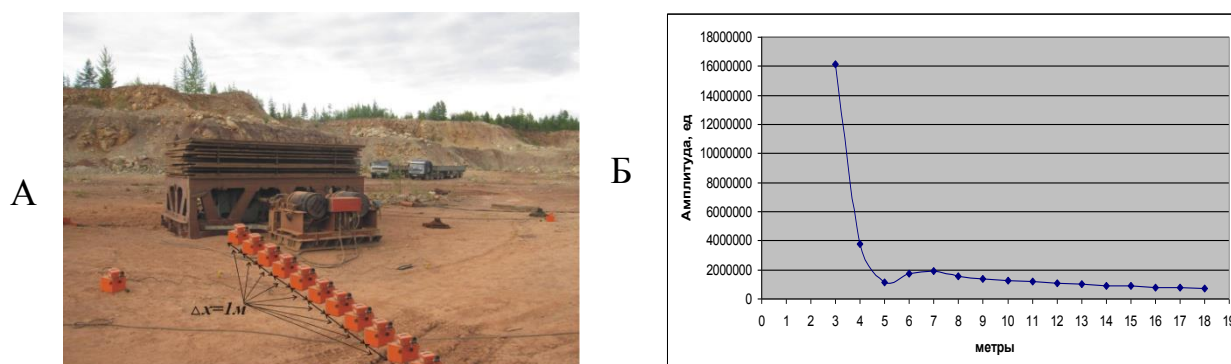


Рис. 1. Схема размещения регистрирующей аппаратуры в районе 40-тонного вибратора ЦВ-40 (А) и график амплитуд излучения в ближней зоне (приведенный от центра вибратора) (Б) соответственно

Из представленного рис. 1Б видно, что максимальные излучения от одиночного вибратора сохраняются примерно до удалений в 3 метра от центра вибратора; далее начинается резкий спад, затем некоторое возрастание и вновь спад. Результаты экспериментов коррелируют с результатами исследователей, измеряющих сейсмотермический эффект от работающего вибратора ЦВ-40 на Быстровском полигоне [3]. В этих исследованиях было установлено, что при

работе вибратора выделяется тепло, максимум которого происходит на полусфере радиусом от центра вибратора также около 3 м. Из результатов экспериментов следует, что для увеличения интенсивности излучения группы вибраторов расстояния между центрами вибраторов не должны превышать 4–6 м, соответственно между боками вибраторов – не более 2–4 м. В этом случае суммарная площадь синхронного излучения двух вибраторов, согласованных с грунтом, может достигать 80–90 кв. м. Соответственно, происходит увеличение суммарной мощности излучения и понижение центральной частоты эффективного спектра излучения. Материалы регистрации на профиле подтверждают вышесказанное. Как видно из рис. 2, качественные коррелограммы с записями опорных волн от границ в земной коре и верхней мантии получены только при регистрации на профиле группы из двух 40-тонных вибраторов с расстояниями в 1 м между боками вибраторов.

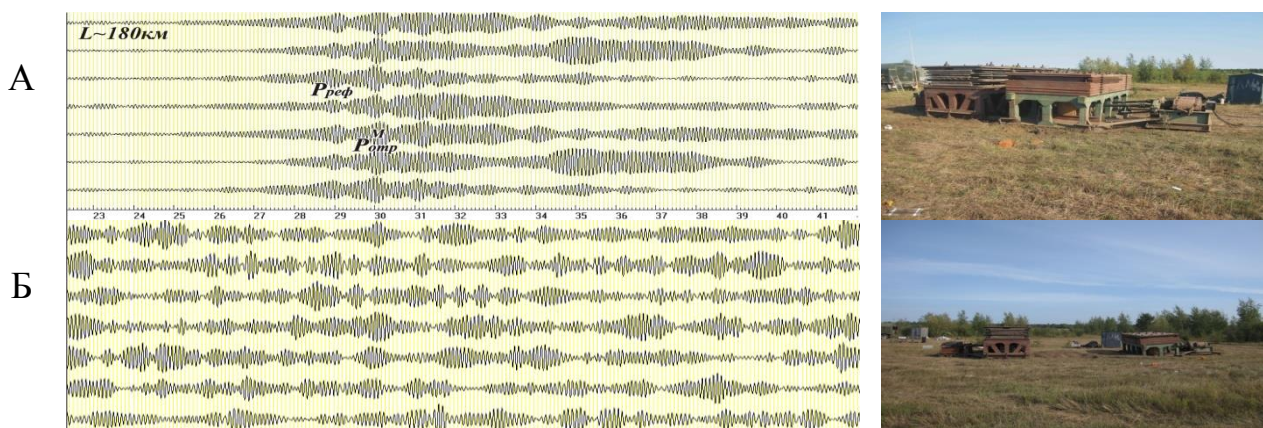


Рис. 2. Примеры коррелограмм на удалении ~180 км от группы из 2-х 40-тонных вибраторов с расстояниями между центрами в 3 м (вверху) и 8 м (внизу) соответственно

При экспериментальных исследованиях на профиле 3ДВ использовались два 40-тонных вибратора, различающихся весом на несколько тонн. По результатам экспериментов было установлено, что время наступления резонанса зависит как от характеристик грунта и условий вибратор/грунт, так и от конструкции вибраторов. От более тяжелого вибратора (более высокий на рис. 2, 3) отмечается менее сильный временной сдвиг при повторных сеансах, чем от легкого высокочастотного вибратора. Кроме того, при излучении двух близстоящих вибраторов на одних и тех же грунтах более тяжелый вибратор (вибратор 3 на рис. 3) имеет пониженный резонанс по сравнению с резонансом от более легкого вибратора (вибратор 2 на рис. 3). При совместном излучении в начальный период вибраторы работают не синхронно, что хорошо видно на поляризационных диаграммах датчиков с платформ вибраторов (рис. 3В). При достижении участка резонанса обоими вибраторами излучающие платформы вибраторов начинают работать синхронно (участок от 38 до 50 минут на рис. 3В); это же ка-

сается и колебаний грунта в районе вибраторов. При этом увеличивается в 1.2–2 раза амплитуда излучения по сравнению с работой единичных вибраторов. Это позволило в большинстве точек регистрации получать коррелограммы с более высоким соотношением сигнал/шум, чем от единичных вибраторов [1, 2].

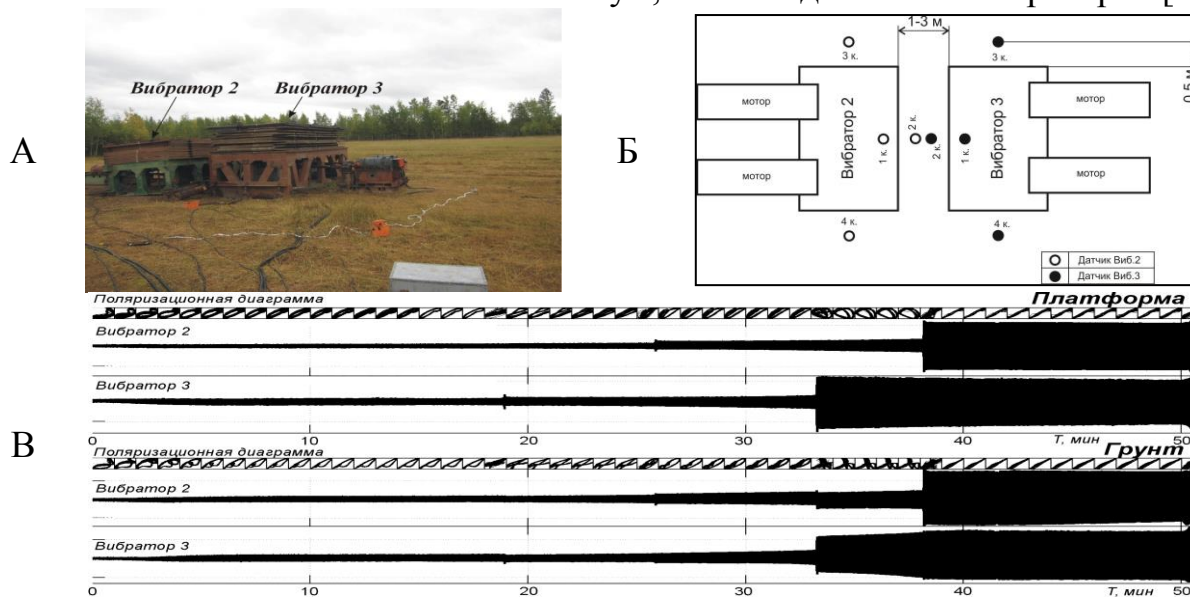


Рис. 3. Схема размещения группы вибраторов и регистрирующих датчиков в ближней зоне (1 – на платформе, 2–4 – у разных сторон вибраторов на глубинах около 1.5 м) (А, Б) и виброграммы, и поляризационные диаграммы колебаний платформы и грунта при работе двух вибраторов (В)

На ряде площадок профиля 3ДВ в высокогорных регионах с высокоскоростной верхней частью разреза не удавалось достичь согласованных на двух вибраторах резонансов при реализуемых диапазонах излучения 6–12 Гц, соответственно, было сложно получить качественный материал даже на небольших удалениях. В этих условиях применялся методический прием при группировании вибраторов, заключающийся в сближении резонансных частот двух вибраторов, где происходит максимальная отдача в грунт. Предполагалось, что при работе легкого вибратора на тяжелых дебалансах (56.8кг*м) произойдет смещение резонанса в область низких частот, а при работе более тяжелого вибратора на легких дебалансах (36.9кг*м) максимум резонанса наиболее сильно сдвинется в область высоких частот. Результаты экспериментов показали повышение интенсивности излучения и существенное улучшение качества коррелограмм от сеансов, когда устанавливались разные дебалансы на вибраторах.

Экспериментальными исследованиями на большом количестве площадок с группами вибрационных источников в пределах разнородных геологических зон установлено также, что повторные сеансы (без перерыва) в большинстве случаев приводят к смещению времени скачкообразного увеличения мощности излучения в сторону начала сеанса (низких частот), что можно трактовать как

изменение характеристик грунтов. Чем резонанс сеанса наступает раньше, тем коррелограммы в дальней зоне разрешеннее и с более высоким отношением сигнал/шум.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

5. Селезнев В.С., Соловьев В.М., Еманов А.Ф., Ефимов А.С., Сальников А.С., Чичинин И.С., Кашун В.Н., Романенко И.Е., Елагин С.А., Лисейкин А.В., Шенмайер А.Е., Серезников Н.А., Максимов М.А. Глубинные вибросейсмические исследования на Востоке России // Проблемы информатики. - 2013. - № 3. - С. 30–41.

6. Соловьёв В.М., Романенко И.Е., Елагин С.А., Кашун В.Н. О некоторых приемах повышения качества вибрационных записей при работах ГСЗ на опорных профилях России // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2012. - № 1. - С. 86–95.

7. Юшин В. И., Аюнов Д. Е., Дучков А. Д. Мониторинг изменения температуры под плитой действующего сейсмического вибратора. – Новосибирск: СГГА, 2011. – Т. 2. – С. 32–36.

© В. М. Соловьев, В. С. Селезнев, А. Ф. Еманов, А. С. Сальников, В. Н. Кашун,
И. Е. Романенко, С. А. Елагин, А. Е. Шенмайер, 2015