

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СКВАЖИННОГО ДЕБАЛАНСНОГО
ВИБРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА**

Л.А. Рыбалкин

*Научный руководитель заведующий лабораторией С.В. Сердюков
Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Повышение эффективности предварительной дегазации угольных пластов предполагает интенсификацию десорбции метана, что экономически оправданно только при использовании малоэнергетических нетепловых физических воздействий. Одним из перспективных методов является воздействие на углепородный массив вибросейсмическими колебаниями, создаваемыми скважинными источниками. Экспериментальными исследованиями показано, что для значимого повышения проницаемости призабойной зоны по газу и жидкости, частота воздействия должна быть 100 – 300 Гц, интенсивность – не ниже 0.01 Вт/м², продолжительность – от 4 часов [1, 2]. Численные исследования ближней зоны излучения различных источников [3,4] показали, что необходимые значения указанных параметров обеспечивает дебалансный сейсмический источник (дебалансный вибрационный источник) с амплитудой вибротяговой силы 10–20 кН и более [3]. Ниже рассмотрены конструкция такого источника и результаты его испытаний в грунтах и крепких породах.

Источник состоит из генератора упругих колебаний дебалансного типа 1 с пневматическим приводом и прижимного электромеханического устройства 2 (рис. 1).



Рис. 1. Скважинный дебалансный вибросейсмический источник

В режиме сейсмического воздействия сжатый воздух поступает на вход пневматического привода, а с его выхода сбрасывается в атмосферу. Частоту вибрации контролируют по показаниям частотомера, на вход которого подаются сигналы геофона, регистрирующего скорость смещения породного массива. Управление частотой осуществляется за счет регулирования давления и подачи воздуха.

Основные характеристики разработанного устройства представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики разработанных технических средств сейсмического воздействия

Амплитуда вибротяговой силы	до 15 кН
Максимальная частота воздействия в монолитных крепких породах	не менее 150 Гц
Давление воздуха	до 0.8 МПа
Подача воздуха	до 13.8 л/с
Длина вибросейсмического модуля	1430 мм
Масса	16 кг

Серии испытаний были проведены в глинистом грунте и монолитных горных породах. В первом случае источник был установлен на глубине 3 м в вертикальной обсаженной скважине диаметром 180 мм. Скважина пробурена в приповерхностном слое рыхлого суглинка плотностью 1300 кг/м³ мощностью 5–6 м, залегающего на плотных влажных суглинках плотностью 1550 кг/м³ и мощностью несколько десятков метров. В ходе экспериментов установлено, что скорость продольных сейсмических волн (VP) в приповерхностном слое составляет 300 м/с, в подстилающих породах – 1350 м/с. Регистрацию сейсмических колебаний осуществляли геофонами GS20–DX (ООО «ОЙО–Гео лимитед», г. Октябрьский), установленными вдоль линейного профиля длиной 145 м с шагом 5 м. Запись сигналов выполняли аппаратурой РОСА–А (СНИИГиМС, г. Новосибирск). Давление воздуха в пневматическом приводе источника меняли от 0.4 до 0.7 МПа. Получено, что частота первой гармоники сейсмических колебаний грунта зависит от давления воздуха в пневматическом приводе и составляет 35–36 Гц при 0.7 МПа, 30–31 Гц при 0.6 МПа и 24–26 Гц при давлении воздуха 0.4–0.5 МПа. Мощности привода

не хватает, чтобы в условиях эксперимента довести вращение дебалансов генератора до частоты более, чем 36 об/с. Основная причина – высокая реактивная нагрузка вибрационного источника в такой среде.

На рис. 2 представлены спектры потока сейсмической энергии в нескольких пунктах наблюдений при давлении воздуха в пневматическом приводе источника 0.7 МПа.

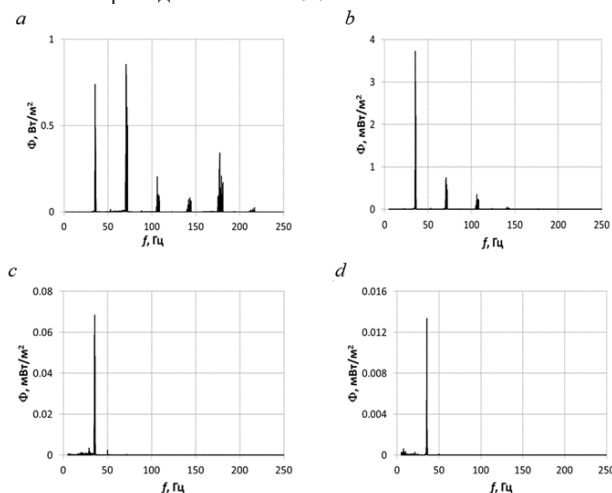


Рис. 2. Спектры потока сейсмической энергии (интенсивности сейсмического воздействия) на различных расстояниях r от источника при давлении воздуха в пневмоприводе 0.7 МПа: (а) – $r=1$ м; (б) – $r=5$ м; (с) – $r=30$ м; (д) – $r=65$ м

Мощность высших гармоник колебаний снижается еще сильнее и на расстоянии в 20–30 м и более они ничтожно малы (рис. 2в, г). Суммарный поток сейсмической энергии в грунте на частотах до 250 Гц на удалении 1 м от источника равен 8,8 Вт/м², на 5 м – 0.033 Вт/м², на 30 м – 0,46 мВт/м². Радиус вибрационного воздействия интенсивностью более 0,01 Вт/м² составил около 7 м. Если учитывать только основной тон колебаний частотой 35–36 Гц, то радиус воздействия источника в грунте не превышает 3–4 м.

Испытания источника в монолитных горных породах проводились в горизонтальных не-обсаженных скважинах диаметром 105 мм, пробуренных в борту карьера. Давление на входе пневматического привода источника в экспериментах меняли от 0,6 до 0,8 МПа. На рис. 3 приведены выходной сигнал геофона и амплитудный спектр колебаний призабойной зоны породного массива на удалении 0.5 м от источника при давлении воздуха в его приводе 0,8 МПа.

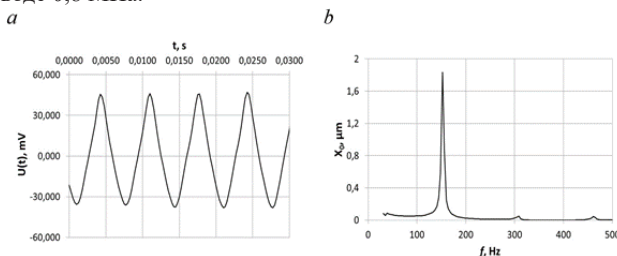


Рис. 3. Выходной сигнал геофона (а) и амплитудный спектр (б) смещения призабойной зоны массива в сейсмическом поле ($r=0.5$ м)

Сигнал близок по форме к синусоиде (рис. 3а). Амплитуды второй и третьей гармоник сейсмических колебаний не превышают 3% от амплитуды основного тона частотой 152–156 Гц (рис. 3б). Поток сейсмической энергии в этой полосе частот в пункте наблюдений составил 19.2 Вт/м², радиус воздействия интенсивностью более 0.01 Вт/м² оценен в 12 м.

Литература

1. R. Westermarck, J.F. Brett Enhanced oil recovery with downhole vibration stimulation in Osage County. Final Report DOE Contract Number DE-FG26-00BC1519. – Oklahoma: Oil & Gas Consultants International, Inc., 2003. – 181p.
2. Курленя М. В., Сердюков С. В. Определение области вибросейсмического воздействия на месторождение нефти с дневной поверхности // ФТПРПИ. – 1999. – №4. – С. 4–11.
3. Сказка В. В., Сердюков С. В., Курленя М. В. Анализ ближней зоны излучения скважинного дебалансного вибросейсмического источника // ФТПРПИ. – 2014. – №6. – С.33–40.
4. Сказка В. В., Сердюков С. В., Ерохин Г. Н., Сердюков А. С. Анализ ближней зоны излучения сейсмического источника, действующего вдоль оси скважины // ФТПРПИ. — 2013. — № 1.