

Письмо в редакцию: Проще о мифах и парадоксах в виброразведке

Ф.И. Григоров, ОАО "СКБИМ", г. Армавир

Хочу поделиться своим мнением об одном из мифов сейсморазведки. Лично я считаю, что это миф и довольно стойкий. В статье В.И. Юшина приведена такая фраза: "два вибратора излучают волну с амплитудой в два раза большей, чем один" (В.И. Юшин, "Мифы и парадоксы сейсморазведки. Приборы и системы разведочной геофизики" №02/2007). Далее по тексту подобное утверждение: "амплитуда сигнала в дальней зоне также пропорциональна числу вибраторов. Это бесспорный, многократно проверенный факт". В статье Н.Б. Шнеерсона есть фраза: "если амплитуда увеличилась вдвое за счёт работы двух вибраторов, то суммарная мощность возрастает в два, а не в четыре раза". (Н.Б. Шнеерсон "Вибрационная сейсморазведка без мифов и парадоксов". "Приборы и системы разведочной геофизики" №02/2007.)

Теперь попробуем разобраться с этими утверждениями - мифами.

Авторы вышеназванных статей делают логическую ошибку, неосознанно предполагая, что при установке рядом двух вибраторов амплитуды складываются, но это неверно. Такому неосознанному заблуждению "помогла" статья с рассмотрением одновременного воздействия двух пульсирующих сфер на полупространство. К моему сожалению я не нашёл сейчас этой статьи и не могу назвать её авторов. В этой статье доказывалось, что амплитуда суммарного сигнала равна сумме амплитуд составляющих сигналов. Самое интересное, что в статье нет математической ошибки. Но в ней не рассмотрена физическая сторона вопроса.

При одновременном воздействии обеих сфер для поддержания неизменным радиуса их пульсации, требуется мощность в два раза большая для каждой из сфер. Увеличение амплитуды сигнала в два раза потребовало увеличения мощности сигнала в четыре раза. Приведу пример, который больше подтверждает не физику явления, а логику рассуждения. Вставим в трёхлитровый баллон два воздушных шарика, и будем надувать их по очереди "загоняя" в каждый из них по два литра воздуха. На это потребуется какая-то энергия, очень небольшая. А теперь попробуйте надуть оба шарика одновременно. Вы сразу почувствуете, что энергии на это требуется гораздо больше, так как в трёхлитровый баллон нужно загнать четыре литра воздуха. Кого не убедил мысленный эксперимент, попробуйте на практике! Приведу ещё один пример "возможно-го" выигрыша мощности, подтверждающий ошибочность мнения о простом сложении амплитуд. На плите десятитонного вибратора установим два пятитонных вибратора. Сделать это намного легче, чем изготовить двадцати тонный вибратор, утверждаю со всей ответственностью, так как на нашем предприятии выпускаются гидравлические вибраторы всех этих типов.

Если амплитуда суммарного сигнала увеличится в два раза, то при установленной двойной мощности пятитонных вибраторов получим эффект от действия учетверённой мощности. А если установить десять однотонных вибраторов? Амплитуда сигнала должна увеличиться в десять раз, а мощность такого сигнала увеличится в сто раз, правда по сравнению с мощностью однотонного вибратора. Но всё равно это сказочный выигрыш мощности! Думаю, что все оппоненты в один голос воскликнут, что это абсурд. Однако я пользовался только одним допущением, значит оно ошибочно! Третий пример. Я читал отчёт об экспериментах по проверке одновременной работы двух вибраторов. В ней авторы утверждали, что смогли получить увеличение амплитуды только в 1,4 раза. Эти авторы добились очень хорошего результата и выжали из вибраторов всё, что только было возможно. Добиться большего эффекта не разрешают законы физики.

В статье В.И. Юшина приведена такая фраза: "Мощность на поверхности должна возрастать квадратично увеличению амплитуды сигнала, либо амплитуда сигнала в дальней зоне должна возрастать как корень квадратный из числа установленных одинаковых вибраторов". Здесь выделено очевидное утверждение,

которое не дописано в статье и потом осложняет осмысливание всего вопроса.

Теперь рассмотрим работу установленных рядом двух вибраторов. При их одновременной работе в фазе происходит увеличение мощности сигнала (сложение), а амплитуда суммарной волны в дальней зоне увеличится пропорционально корню квадратному из увеличения мощности. Два замечания к этому утверждению. Первое: амплитуда суммарной волны просто обязана подчиняться этому закону и в дальней, и вообще в любой зоне, где геометрическое сложение векторов может быть приближённо заменено алгебраическим сложением. Второе: проверку можно производить, имея любые два вибратора, совсем не обязательно одинаковой мощности.

Немного замечаний по сервогидравлическому приводу вибраторов. При работе такого привода с насосом постоянной производительности, его максимальный КПД не может быть больше 0,67. И это относится к гидравлической энергии подаваемой насосом. КПД может достигать 0,67 только при конкретном распределении давлений между агрегатами. При отработке синусоидального сигнала КПД не может быть более 0,34 (очень грубая прикидка, причём в сторону завышения). Это плата за возможность практически мгновенно менять частоту и фазу действующего сигнала. В дебалансных вибраторах нет этих потерь, но нет и возможности быстрого изменения сигнала. При установке насосов переменной производительности "именно такие насосы установлены на вибраторах нашего производства", их КПД может достигать более высоких значений, но это увеличение относится только к потребляемой мощности, а обратить в полезную более 0,34 установленной мощности (необходимой) невозможно. Вся бесполезная для нас энергия превращается в тепло, поэтому и приходится устанавливать большие холодильники на сейсмических вибраторах. Значит, если на сейсмивибраторе с электрогидравлическим приводом установленная мощность составляет 200 кВт, то в полезную может быть переведена энергия не более 70 кВт (опять грубая прикидка в сторону завышения).

Прежде чем сделать ещё одно замечание к работе сейсмических вибраторов, определимся с понятием амплитуды. Дело в том, что сейсмические вибраторы с электрогидравлическим приводом могут работать с разной амплитудой, но нельзя путать понятия амплитуды сигнала и амплитуды вибратора - это разные амплитуды и относятся они к разным явлениям.

Возбудитель вибрации сейсмивибратора с электрогидравлическим приводом имеет конструктивное ограничение максимального перемещения - амплитуды, поэтому на низких частотах (на наших вибраторах ниже 13 Гц), не может быть использована вся "читай установленная" мощность. Пропорционально снижению частоты уменьшается и мощность полезного сигнала. Т.е. при снижении частоты в два раза, в два раза понизится и мощность полезного сигнала. "Не забывайте - точка отчёта 13 Гц и от неё в сторону уменьшения частоты". Это многое объясняет, особенно при рассмотрении работ вибраторов разных типов.

Сравнивать работу вибраторов нужно по мощностям возбуждаемых волн на рабочих частотах. При этом нужно использовать одни и те же расчётные формулы. Только так можно качественно сравнить работу вибраторов различных типов. К сожалению, не могу этого сделать, т.к. совсем не знаю характеристик дебалансных вибраторов, да и самих вибраторов тоже. Но только таким сравнением можно объяснить второй парадокс, рассматриваемый в статье В.И. Юшина.

Литература:

В.А. Хохлов "Электрогидравлический следящий привод"

P.S. Буду очень благодарен читателям, которые помогут найти брошюры, упоминаемые мною в этой статье.