

ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА, ПОВЫШАЮЩЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ НЕФТИ

В. Н. Гарбуз

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Е. А. Храбров

В процессе разработки нефтяной скважины при интенсивной добыче область породы, находящаяся непосредственно рядом со скважиной, уплотняется, т. к. идущий к трубе поток нефти спрессовывает частички нефтеносных пластов, до этого находившиеся во взвешенном состоянии. Негативное воздействие в такой ситуации оказывают тяжелые фракции нефти и парафины, которые осаждаются на образовавшемся фильтре из наносов и закупоривают скважину, после чего нефтеотдача последней снижается при том, что запасы нефти могут быть еще большими. В такой ситуации прибегают к различным методам повышения нефтеотдачи у «засорившейся» скважины.

Один из методов повышения нефтеотдачи состоит в том, что на пробки из породы вокруг скважины оказывается вибрационное воздействие, что приводит к их размягчению и разрушению (рис. 1). Сущность предлагаемого метода состоит в следующем: толща породы, состоящая из нескольких пластов, вносит определенные амплитудные и фазовые искажения в передаваемый с поверхности сейсмический сигнал. Это объясняется тем, что сейсмические волны разной длины имеют в разных пластах разную скорость и затухание. При моделировании автор считал, что толща породы передает сейсмическое воздействие на породу к точке воздействия с передаточной функцией $F(p)$. Функция $F(p)$ – является преобразованием Лапласа для сигнала $F(t)$, регистрируемого в точке воздействия, при переданном с поверхно-

сти сейсмическом воздействии вида $\delta(t)$ (функция Дирака). Поэтому, имея даже мощные сейсмические источники, добиться большой энергии сейсмического воздействия на забой скважины невозможно без предварительного искажения сигнала с учетом $F(p)$. Предлагается передаваемый сейсмический сигнал $Sp(t)$ предварительно исказить следующим образом: сверткой его с функцией, обратной функции $F(p)$:

$$Si(p) = Sp(t) \frac{1}{F(p)}. \quad (1)$$

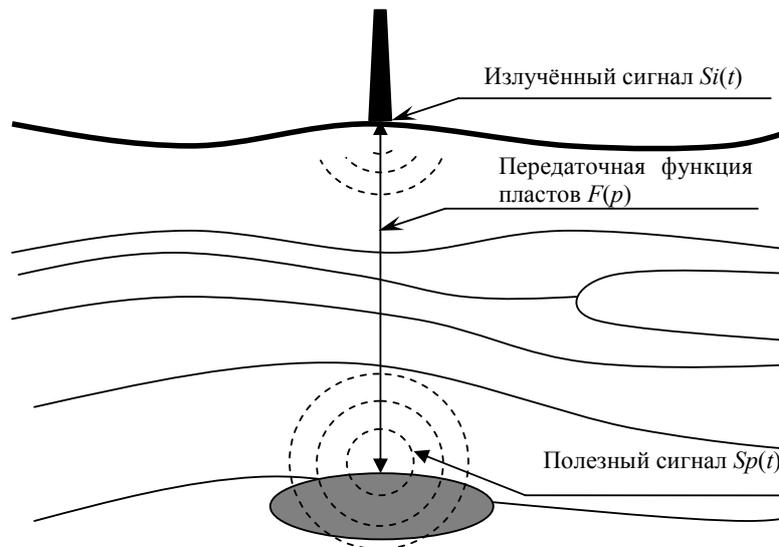


Рис. 1. Схема предлагаемого способа увеличения нефтеотдачи

При передаче через породу происходит свертка сигнала $Si(p)$ с передаточной функцией $F(p)$, в результате чего в устье скважины возникает желаемое вибрационное воздействие $Sp(t)$:

$$Si(p)F(p) = Sp(p) \frac{1}{F(p)} F(p) = Sp(p). \quad (2)$$

Сложность метода заключается в том, что получить передаточную функцию $F(p)$ очень сложно, поэтому на практике воспользуемся АЧХ и ФЧХ пластов, которые можно получить, например, с помощью вибрационного просвечивания с накоплением сейсмических сигналов. Далее необходимо варьировать фазу сигнала таким образом, чтобы компенсировать фазовый сдвиг, вносимый породой и амплитуду сигнала для того, чтобы компенсировать затухание сигнала, вносимое пластами земли. Амплитуда излучаемого сигнала рассчитывается по формуле:

$$Ai(f) = Ap(f) \frac{1}{Apl(f)}, \quad (3)$$

где f – частота; $Ai(f)$ – значение АЧХ излучаемого сигнала на частоте f ; $Ap(f)$ – значение АЧХ «рабочего» сигнала на частоте f ; $Apl(f)$ – затухание на частоте f , вносимое породой.

Фаза излучаемого сигнала рассчитывается по формуле:

$$\phi_i(f) = \phi_p(f) - \phi_{pl}(f), \quad (4)$$

где $\phi_i(f)$ – значение ФЧХ излучаемого сигнала на частоте f ; $\phi_p(f)$ – значение ФЧХ «рабочего» сигнала на частоте f ; $\phi_{pl}(f)$ – фазовый сдвиг на частоте f , вносимый породой.

Чтобы упростить вычисления при моделировании воздействия примем, что АЧХ пластов в диапазоне всех передаваемых частот (1...70 Гц) равна 1, а ФЧХ пластов нелинейно зависит от частоты передаваемого сигнала (рис. 2).

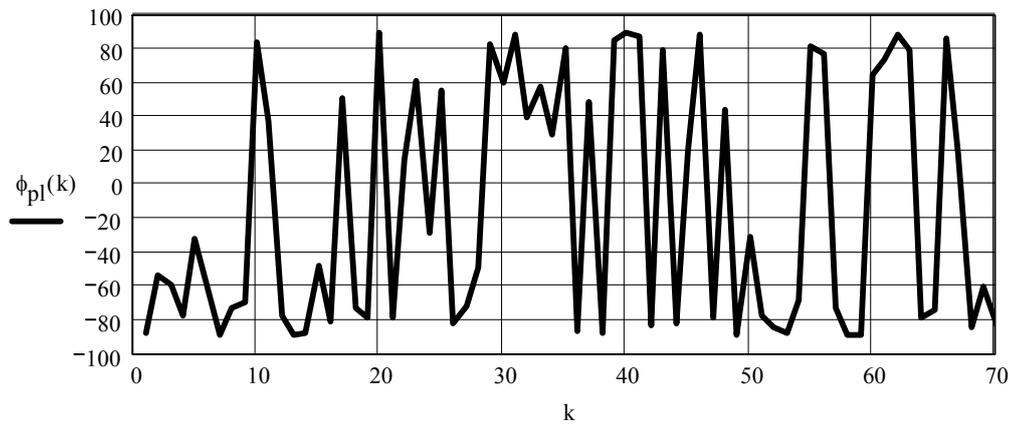


Рис. 2. ФЧХ земляных пластов

Предположим, что у устья нефтяной скважины необходимо получить сигнал $Sp(t)$ вида $Sp(t) = 100 \frac{\sin(x)}{x}$ (рис. 3). Воспользуемся формулой (2) для получения излучаемого сигнала $Si(t)$. Полученный в результате преобразований сигнал представлен на рис. 4.

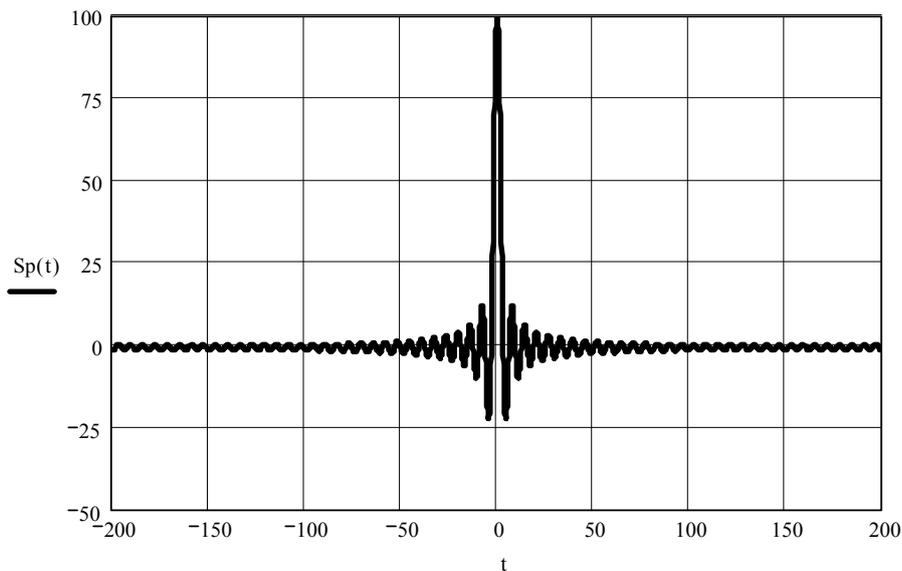


Рис. 3. Желаемый сигнал $Sp(t)$

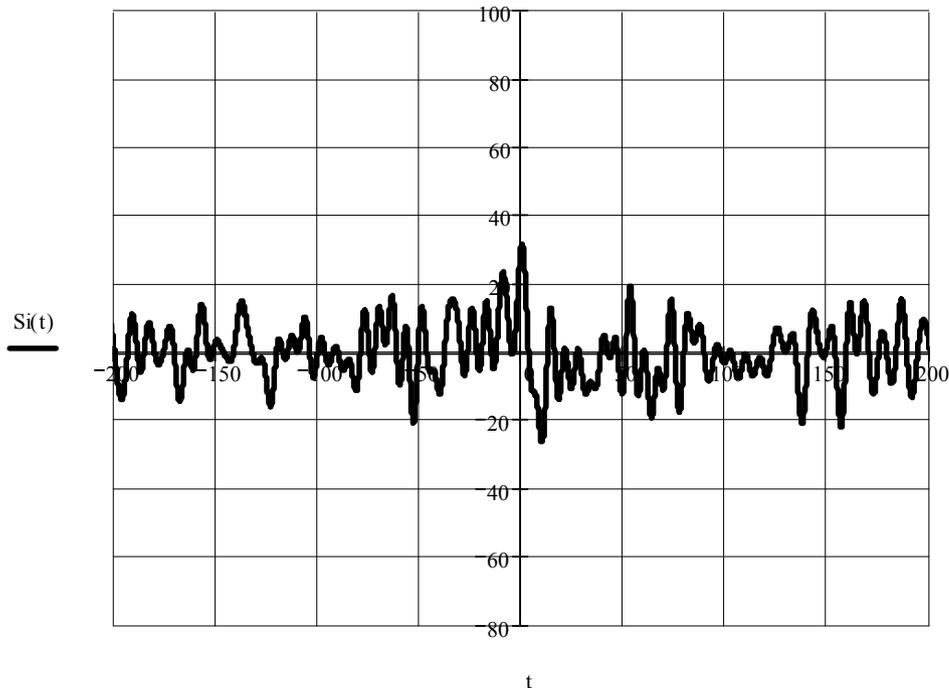


Рис. 4. Излучаемый сигнал $S_i(t)$

При рассмотрении результатов можно сделать вывод, что амплитуда передаваемого сигнала меньше в 3,2 раза по сравнению с сигналом, наблюдаемым в породе. Применение данного метода не только гарантирует получение сигнала на заданной глубине с заданными свойствами, но и позволяет существенно уменьшить амплитуду передаваемого сигнала, а значит и получать в требуемом месте (устье скважины) большую энергию воздействия.

Литература

1. Храбров, Е. А. Вибрационная линия связи / Е. А. Храбров, В. Н. Гарбуз // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. V Междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 8–9 апр. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2004. – С. 136–137.
2. Радиолинии космических систем передачи информации / И. М. Тепляков [и др.]. – Москва : Сов. радио, 1975. – 218 с.