

V. V. Losev

ALGORITHMIC SUPPORT OF GRID-SYSTEM FUNCTIONING AS THE ARCHITECTURAL PLATFORM OF DISTRIBUTED AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

The paper considers the main algorithms of GRID-system functioning used as the architectural platform for the deployment in distributed automated control systems of specialized OLTP-oriented software for data management to distribute the transactional load among multiple nodes.

Keywords: automated control system, algorithm, interface, transaction data processing.

© Лосев В. В., 2009

УДК 550.834(075)

В. А. Детков

ИМПУЛЬСНЫЕ НЕВЗРЫВНЫЕ ИСТОЧНИКИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПРИВОДОМ

Дается анализ методов и конструкций невзрывных источников сейсмических волн, используемых при сейсморазведочных работах на нефть и газ. Описывается принцип действия невзрывных источников, делается акцент на преимуществе импульсных невзрывных источников, реализованных в отечественной системе «Енисей».

Ключевые слова: невзрывные, импульсные, сейсмоисточники, электромагнитные.

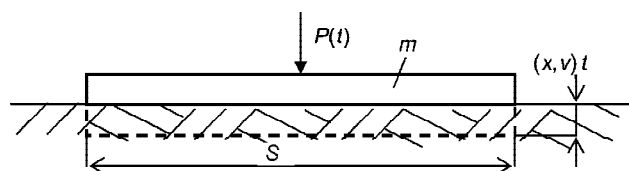
Метод создания сейсмических волн с помощью взрыва заряда взрывчатого вещества в скважине или на поверхности грунта, традиционно применявшийся при проведении сейсморазведочных работ в 1960–70 гг., в основном исчерпал свои возможности развития и применения в связи с большой стоимостью буровзрывных работ и ограниченным применением при его использовании более совершенных приемов обработки сейсмической информации. Взрывной способ наносит значительный вред природе, не может использоваться в местах поселений, вблизи мостов, линий электропередач, железных дорог.

Для проведения сейсморазведочных работ стали разрабатываться альтернативные взрывному невзрывные способы создания сейсмических волн. Такого вида устройства, создающие упругие волны в грунте, получили название невзрывных сейсмоисточников.

Создание сейсмических волн в грунте невзрывным сейсмоисточником происходит в результате деформации x грунта излучающим элементом, обычно выполненным в виде жесткой массивной плиты m , расположенной на поверхности грунта, при воздействии на плиту усилием $P(t)$, создаваемым приводом сейсмоисточника (см. рисунок). В зависимости от характера изменения прикладываемой к плите силы и создаваемых при этом деформаций грунта невзрывные поверхностные сейсмоисточники принято классифицировать на три типа: вибрационные, импульсные и кодоимпульсные (виброимпульсные) [1].

Сейсмические вибраторы создают под плитой квазигармонические деформации грунта с изменяемой частотой колебаний в течение длительного интервала време-

ни (до 10 с и более). Наиболее широкое применение находят мощные электрогидравлические вибраторы. Основными их недостатками являются большая стоимость и эксплуатационные расходы и ограниченные возможности применения ввиду значительного веса вибратора. Эти недостатки обусловлены в основном двумя взаимосвязанными факторами: принципом действия, в основу которого положена необходимость создания квазигармонических силовых воздействий на излучающую плиту, и применением гидравлического силового привода, КПД преобразования потребляемой энергии которого в механическую энергию движения излучающей плиты и упругие деформации грунта не превышает нескольких процентов.



Принцип работы невзрывного сейсмоисточника

При создании импульсных невзрывных сейсмоисточников преследовалось достижение иной цели – решение задач импульсной взрывной сейсморазведки более эффективными и дешевыми техническими средствами и расширение возможных областей применения сейсморазведки [1; 2].

Сейсмоисточники кодоимпульсного типа занимают некоторое промежуточное положение между вибрационными и импульсными. Они создают на излучающую

плиту последовательность однополярных импульсов силы, следующих друг за другом с переменными или постоянными временными интервалами в течение длительного сеанса работы сейсмоисточника [1]. Максимальные значения импульсов силы соизмеримы с силами, создаваемыми вибраторами. Применение специального импульсного электромеханического привода с более высоким, в сравнении с вибраторами КПД преобразования энергии, обеспечило возможность упростить конструкцию сейсмоисточника и существенно уменьшить его вес, стоимость и потребляемую мощность. Для снижения уровня корреляционных шумов при обработке сейсмической информации, получаемой при работе кодоимпульсных сейсмоисточников, целесообразно обеспечение режимов со специальным СВИП-сигналом. В настоящее время сейсмоисточники такого типа серийно не изготавливаются.

При разработке отечественных аналогов вибрационных сейсмоисточников с электрогидравлическим приводом основное внимание уделялось конструктивным и технологическим решениям, направленным на обеспечение надежности их работы в сложных погодных-климатических условиях различных районов Советского Союза (разрабатывались конструктивные решения на колесной и санной транспортной базе и т. д.). При этом широко использовался опыт разработки сейсмических вибраторов за рубежом.

Разработки импульсных сейсмоисточников проходили в несколько ином формате, характеризуемом, в основном, инициативой различных сейсморазведочных организаций министерств геологии и нефтяной промышленности СССР создания импульсных сейсмоисточников для решения сейсморазведочных задач в конкретных районах страны. В связи с этим были предложены различные технические решения создания импульсных невзрывных сейсмоисточников, основанные на различных способах создания импульсного механического воздействия на поверхность грунта с целью его деформации, обеспечивающей образование сейсмических волн с необходимой интенсивностью и амплитудочастотным спектром. При этом важным фактором, основанном на опыте взрывной сейсморазведки и определяющим техническое решение невзрывного сейсмоисточника, было стремление создать сейсмоисточники, мощность механического воздействия на грунт которых позволяла бы применять методики работ с использованием взрыва. Однако при взрывном способе основная часть энергии (до 90 % и более) расходуется на разрушение и уплотнение грунта в расширяющемся очаге взрыва. И только тогда, когда скорость сжатия частиц грунта на внешнем радиусе очага приближается к скорости, при которой создаются упругие деформации грунта, происходит формирование сейсмической волны.

Создание же невзрывного сейсмоисточника с энергией воздействия на грунт, сравнимой с энергией взрыва или приближающейся к ней, приводит к чрезмерному увеличению веса, стоимости сейсмоисточника и образованию в месте воздействия на грунт значительных остаточных деформаций, что снижает методические возможности невзрывной сейсморазведки, в том числе применение группирования сейсмоисточников. Применение

невзрывных импульсных сейсмоисточников в сравнении с использованием взрывного способа должно обеспечивать уменьшение стоимости выполнения сейсморазведочных работ, расширять возможности их применения в районах, где взрывные работы не разрешены, и использовать более эффективные новые методики проведения сейсморазведки. Это может быть достигнуто за счет следующих факторов:

- повышения коэффициента передачи энергии механического воздействия на грунт в энергию его упругих деформаций при существенном уменьшении потерь на неупругие деформации;
- повышения коэффициента передачи потребляемой сейсмоисточником энергии в энергию механического воздействия на плиту-антенну;
- выбора силового привода, обеспечивающего, с одной стороны, необходимые технические силовые характеристики, в достаточной мере обеспечивающие достижение выполнения вышесказанного, а с другой стороны, позволяющего создать наиболее простое техническое решение сейсмоисточника, удовлетворяющего условиям его применения.

С технической точки зрения решение первой задачи позволяет определиться с условиями согласования выходных силовых параметров сейсмоисточника с реологическими характеристиками грунта и проектировать сейсмоисточник как генератор механических воздействий, работающий на согласованную или близкую к ней нагрузку – грунт. При этом решение первой задачи позволяет более определенно выполнить вторую и третью.

Импульсный сейсмоисточник любого типа – взрывной или невзрывной – генерирует сейсмические волны в результате деформирования грунта, причем интенсивность излучаемых сейсмических волн зависит в основном от упругих свойств грунта и величины создаваемых в нем механических напряжений. Деформация грунта сопровождается созданием в нем неупругих и упругих составляющих. На создание неупругих деформаций расходуется часть механической энергии воздействия на грунт. При взрывном способе основная часть энергии затрачивается на неупругие деформации грунта, т. е. на его уплотнение, сопровождающееся разрушением первоначальной структуры грунта. При взрыве в скважине радиус очага увеличивается, и на некотором радиусе излучения начинают проявлять себя в основном упругие деформации, следствием которых и является создание сейсмических волн.

Создание значительных неупругих деформаций грунта невзрывным сейсмоисточником недопустимо, поскольку приводит к увеличению его веса, стоимости и другим последствиям, снижающим его технические и эксплуатационные характеристики. Важным фактором, определяющим механические напряжения в грунте при создании сейсмических волн, является скорость смещения частиц грунта, определяющая уровень возникающих механических напряжений при формировании сейсмической волны. Эта скорость, как известно, зависит от реологических свойств грунта, т. е. от его состава, влажности, температуры, плотности и т. д. При этом интегральной характеристикой реологических свойств грунта как

среды с распределенными параметрами является его плотность ρ и волновое сопротивление $c = \rho v_p$, где v_p – скорость распространения сейсмической волны. Связь между скоростью v_{cm} смещения частиц грунта и механическими напряжениями σ в нем определяется известным выражением [3]

$$v_{cm} = \frac{\sigma}{\rho v_p}. \quad (1)$$

По мере удаления формируемой сейсмической волны от излучающей плиты-антенны сейсмоисточника v_{cm} и σ уменьшаются.

С увеличением скорости деформации грунта возрастают создаваемые в нем механические напряжения и потери энергии на неупругие деформации, грунт уплотняется, повышается энергия поверхностных волн. Интересные количественные соотношения, отражающие влияние скорости деформации грунта плитой на энергию генерируемой продольной волны, приведены в работе [4]. На плиту-штамп площадью 1 м^2 с различной высоты сбрасывался груз массой 300 кг . Регистрация колебаний осуществлялась сейсмоприемниками в скважине на глубине 40 м . При увеличении высоты сброса груза от $0,3$ до $0,6 \text{ м}$ наблюдалось почти линейное увеличение амплитуды сигнала. При дальнейшем увеличении высоты сброса груза нарастание сигнала уменьшалось и затем, при $H = 1,2\text{--}1,5 \text{ м}$, сигнал не увеличивался. Скорость груза в момент воздействия на плиту при $H = 0,5 \text{ м}$ рассчитывается по формуле $v = \sqrt{2gh} = 3 \text{ м/с}$. За счет удара по массивной плите площадью 1 м^2 скорость воздействия на грунт, по-видимому, не превышала 2 м/с (в работе не приводится). Полученные результаты позволяют сделать вывод от том, что скорости деформации грунта более $1,5\text{--}2 \text{ м/с}$ нежелательны, поскольку приводят к резкому уменьшению КПД преобразования механической энергии воздействия на грунт в энергию продольной сейсмической волны. Косвенным подтверждением этого положения является то, что электрогидравлические вибраторы, нашедшие широкое применение, создают скорости деформации грунта, близкие к скорости смещения v_{cm} в упругой сейсмической волне. Такие же скорости деформации характерны для сейсмоисточников кодоимпульсного типа и для дебалансного сейсмоисточника «Вибролокатор» и электродинамических вибраторов повышенной частоты, предназначенных для высокочастотной сейсморазведки [5].

Сейсмоисточник должен работать на грунтах с различными реологическими характеристиками. В работе [4] приводятся рассчитанные значения скоростей деформации грунта, определенные с помощью формулы (1) для грунтов зоны малых скоростей при вариациях изменения $\sigma = (2\text{--}7)10^5 \text{ Па}$, $\rho = 1\text{--}2 \text{ кг/м}^3$, $v_p = 300\text{--}500 \text{ м/с}$. Показано, что для грунтов различных плотностей $v_{cm} = 0,2\text{--}0,5 \text{ м/с}$, т. е. изменяется в относительно узком диапазоне. Это объясняется тем, что при переходе от мягких грунтов к более жестким прочность грунтов увеличивается, но при этом примерно в такой же степени увеличивается и акустическое сопротивление ρv_p , что, как следует из формулы (1), приводит к слабому изменению v_{cm} .

С увеличением площади излучающей плиты возрастает и излучающая способность сейсмоисточника. Обыч-

но плиты выполняют прямоугольными или круглыми. С увеличением площади плиты возрастает ее масса, а также так называемая «эквивалентная масса» грунта, участвующая в движении при деформации грунта плитой, что приводит к снижению частотного спектра возбуждаемых сейсмических волн [2].

Однако на снижение частотного спектра с увеличением площади плиты существенное влияние оказывает возрастание длительности упругой деформации грунта. В работе А. А. Харкевича [6] рассмотрена задача деформации упругого полупространства движущимся с постоянной скоростью штампом (ударником). Интересным теоретическим результатом является вывод, что давление на поверхности штамп–грунт через время, которое находится по выражению

$$t_\phi = \frac{D}{v_p}, \quad (2)$$

где D – диаметр штампа; v_p – скорость распространения продольных волн, снижается до нуля и может даже изменять знак.

Таким образом, при воздействии на упругое полупространство штампом (нелинейные свойства грунта не учитывались) формирование сейсмической волны завершается через время t_ϕ , зависящее от диаметра штампа. Дальнейшее перемещение штампа в направлении грунта может приводить к последующему созданию упругих деформаций грунта и формированию сейсмических волн, не использующихся в сейсморазведке. Реальный грунт по мере повышения создаваемых в нем при деформации механических напряжений все в большей мере проявляет свои пластические свойства: под плитой образуется область уплотненного грунта, выполняющая роль «сейсмического очага». Особенности взаимодействия плиты с грунтом при образовании очага с физической точки зрения характеризуются тем, что при образовании очага часть энергии воздействия на грунт расходуется на уплотнение грунта в объеме очага, а с другой стороны, площадь границы очага, определяемая его поверхностью, на которой скорость смещения частиц грунта приближается к v_{cm} по [1], становится больше площади поверхности плиты. Последнее должно приводить к увеличению времени t_ϕ формирования сейсмической волны. В [6] А. А. Харкевичем отмечается особенность формирования сейсмической волны при шаровой форме излучателя в сравнении с излучением расположенной на поверхности упругого полупространства плоской плиты-антенны. При шаровой форме, как это имеет место при взрыве в скважине, за счет дифракции обеспечивается постепенное уменьшение реакции среды на границе очага.

Таким образом, одним из существенных факторов, определяющих преобразование механической энергии импульсного воздействия на грунт излучающей плитой наземного сейсмоисточника в энергию упругих деформаций грунта и, следовательно, в энергию генерируемой сейсмической волны, является скорость и время деформации грунта плитой: чрезмерное их увеличение приводит, соответственно, к увеличению мощности необходимого привода, создающего механическое воздействие на грунт, веса, стоимости и потребляемой сейсмоисточником мощности.

Опыт создания и использования невзрывных источников, работающих на импульсном принципе и впервые предложенных в России, позволяет оценивать эту технологию сейсморазведки как наиболее эффективную, неразрушающую грунт, с сохранением геофизической информативности. Сегодня заключено несколько соглашений о поставке импульсных невзрывных источников типа «Енисей» производства ОАО «Енисейгеофизика» в США, Иран, Индию.

Библиографический список

1. Невзрывные источники сейсмических колебаний: справ. / М. Б. Шнеерсон, А. И. Лугинец, В. К. Андреев [и др.]; под ред. М. Б. Шнеерсона. М. : Недра, 1992.

2. Теория и практика наземной невзрывной сейсморазведки / под ред. М. Б. Шнеерсона. М. : Недра, 1998.

3. Федьинский, В. В. Разведочная геофизика / В. В. Федьинский. М. : Недра, 1967.

4. Молоканов, Г. И. Преобразование механической энергии в сейсмическую при ударе по поверхности / Г. И. Молоканов // Разведочная геофизика. М., 1979. Вып. 65. С. 3.

5. Певзнер, А. А. Широкополосные сейсмические источники / А. А. Певзнер. Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 2007.

6. Харкевич, А. А. Избранные труды. Т. 1. Теория электроакустических преобразователей. Волновые процессы / А. А. Харкевич. М. : Наука, 1973.

V. A. Detkov

PULSED EXPLOSIVE SOURCES OF PROSPECTING SEISMOLOGY WITH ELECTROMAGNETIC DRIVE

Method and construction analysis of explosive sources of seismic waves used at prospecting seismology of oil and gas are given. The operating principle of explosive sources is described. The advantage of pulsed explosive sources realized in the home system «Enisey» is emphasized.

Keywords: explosive, pulsed, seismographs, electromagnetic.

© Детков В. А., 2009

УДК 665.743.3

Ю. Н. Безбородов, И. В. Надежкин, Н. Ф. Орловская, Д. А. Шупранов

К АНАЛИЗУ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА ДЖЕТ А-1 НА БАЗЕ НЕФТИ ЮРУБЧЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Освоение нефтяных месторождений Эвенкии связано с изучением свойств и показателей качества добываемой нефти и получаемых из нее топлив. Актуальность проблемы обусловлена ужесточающимися экологическими требованиями к получаемым нефтепродуктам, а также мерами по снижению затрат по эксплуатации нефтедобывающего, нефтеперерабатывающего и технологического оборудования.

Ключевые слова: нефть, производство авиационного топлива Джет А-1, сероводородная и меркаптановая сера.

Эвенкийские нефти исследовались на разных стадиях разработки месторождений. По имеющимся данным нефть Юрубченского месторождения Байkitской антеклизы является малосернистой (серы общей 0,18–0,24 %), малосмолистой (смола силикогелевых 2,50–4,76 %, асфальтенов до 0,10 %), парафинистой (парафинов 2,03–3,26 %). Потенциальное содержание фракций, выкипающих до 200 °С составляет 27,00–32,50 %, до 350 °С – 54,60–67,00 %. По данным группового углеводородного состава по мере утяжеления фракций содержание ароматических углеводородов возрастает от 0 до 15 %, парафиновые углеводороды преобладают во всех фракциях.

Нефть Юрубченского месторождения является легкой, малосернистой, малопарафинистой. Она богата светлыми фракциями, относится к нафтенно-метановому типу. Следовательно, среднестиллятные фракции этой нефти по содержанию серы могут удовлетворять требованиям ГОСТ Р 52050–2006 «Топливо авиационное для газотурбинных двигателей Джет А-1 (Jet А-1). Технические условия». Проведены предварительные исследования среднестиллятных фракций, полученных по ГОСТ 2177–99 (способ Б). При небольшом содержании серы общая среднестиллятная фракция юрубченской нефти содержала элементарную серу и следовые количества меркаптанов.