УДК 550.834

Н.А.ПОЗНЯКОВА, *аспирантка*, *natopel@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

N.A.POZNYAKOVA, *post-graduate student*, *natopel@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОН ВОЗМОЖНОЙ УТЕЧКИ ГАЗА ИЗ ПЛАСТА-КОЛЛЕКТОРА МЕТОДОМ МЕЖСКВАЖИННОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ

Рассмотрены возможности метода межскважинной сейсмоакустической томографии для изучения герметичности покрышки пласта-коллектора подземного хранилища газа (ПХГ), созданного в водоносном горизонте, исследовании межскважинного пространства для определения зон возможной миграции и накопления газа за пределами ловушки. Обоснована система наблюдений, используемая при проведении межскважинной сейсмической томографии, приведен пример выявления зон миграции и накопления газа за пределами пласта-коллектора. Определены перспективы применения данного метода на ПХГ в режиме мониторинга.

Ключевые слова: подземное хранилище газа (ПХГ), межскважинная сейсмическая томография, мониторинг ПХГ, пласт-коллектор ПХГ, миграция газа, зона накопления газа.

DEFINITION AREAS OF POSSIBLE MIGRATION GAS FROMTHE RESERVOIR BY CROSS-HOLE SEISMIC TOMOGRAPHY METHOD

Possibilities of cross-hole a seismoacoustic tomography method for studying tightness a tire-cover of a reservoir underground storehouse of gas (USG), created in water-bearing horizont. Research cross-hole spaces for definition zones possible migration and accumulation gas outside of a trap are considered. The system of supervision used at carrying out cross-hole seismoacoustic tomography is proved, the example of revealing zones migration and accumulation gas outside from reservoir is resulted. Prospects application the given method on USG in a monitoring mode are defined.

Keywords: underground storehouse of gas (USG), cross-hole a seismoacoustic tomography, monitoring mode, reservoir USG, migration gas, zones of accumulation gas.

В последние годы интерес к межскважинной сейсмической томографии возрастает в связи с тем, что этот метод позволяет получить изображение изучаемой среды с хорошей разрешающей способностью. Использование данного метода при исследовании строения горного массива позволяет изучить пространство достоверно и детально.

С целью достижения наибольшей густоты линий просвечивания, более полного по угловым координатам их покрытия исследуемой области (одно из важных критериев качества решения томографической задачи) была использована встречная веерная система наблюдений (рис.1). Практически данная система реализуется последовательным перемещением приемного зонда (пункт приема, ПП) вдоль всего исследуемого интервала глубин с заданным шагом (шаг приема) при фиксированном положении источника упругих колебаний (пункт возбуждения, ПВ). Такие наблюдения повторялись для различных положений фиксированного источника по глубине скважины (Нз), который перемещался по стволу скважин с выбранным шагом возбуждения. При смене

скважин возбуждения и приема технологический цикл повторялся. В результате получалась серия вертикальных волновых полей, соответствующая сетке лучей, равномерно покрывающей исследуемое межскважинное пространство.*

Данная система позволяет достичь наибольшей густоты лучей сейсмопросвечивания, что определяет возможность адекватного изучения среды как в субгоризонтальном, так и в субвертикальном направлениях.

При проведении метода межскважинной сейсмоакустической томографии используется следующая аппаратура:

– источник импульсов – ИСС – 2/3.2, разработанная в ООО НПЦ «Геомир», мощность излучения – 1-2 кДж, частотный спектр – 0,1 Гц – 10 кГц;

– приемная аппаратура – АМЦ-ВСП 3-48, разработанная ОАО «ВНИИГИС» и ООО НПФ «Гитас».

Данная аппаратура позволяет работать в скважинах, удаленных друг от друга на расстояние более 500м и до глубин 1000 м, что позволяет применять ее при проведении работ на ПХГ.

Метод межскважинной сейсмотомографии основан на изучении упругих характеристик горных пород в пространстве между скважинами и связи их с геологическими и физическими особенностями среды путем сейсмического «просвечивания» и последующей томографической обработкой и интерпретацией. Особенностью метода является повышение разрешающей способности за счет перенесения точек возбуждения и приема упругих колебаний во внутреннюю часть среды, повышения энергии и расширение частотного диапазона возбуждаемых и регистрируемых сейсмических волн (до 1-2 кГц), непосредственного приближения к объектам исследований.

Данная технология на основе метода сейсмотомографии была успешно применена

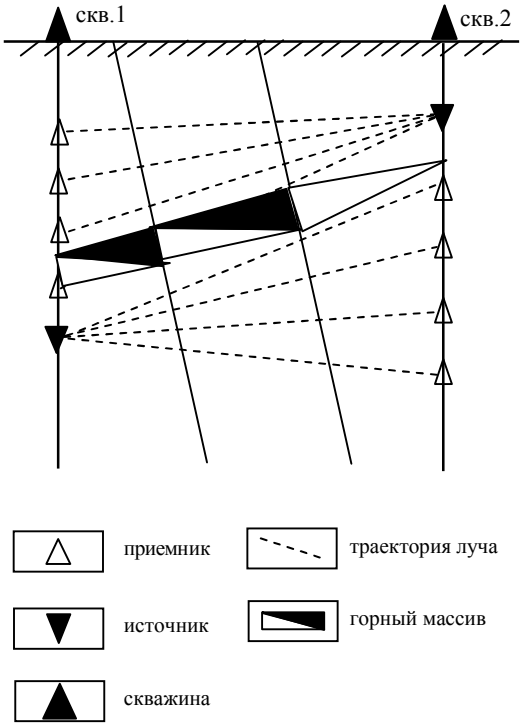


Рис.1. Система наблюдений, применяемаяпри проведении работ методом межскважинной сейсмической томографии

для изучения строения массива горных пород в межскважинном пространстве на одном из ПХГ России с целью выявления причин и путей миграции газа из пласта-коллектора, а также определения мест наибольшего скопления газа.

Методика и технология обработки и интерпретация. Томографическая обработка проходит в два этапа: считывание годографов сейсмических волн, построение томографического разреза, путем решения обратной задачи.

Считывание годографов можно проводить разными способами: в ручную и в полуавтоматическом режиме, используя подпрограмму XTomo-LM2.0 DPU. После считывания годографов формируется входной файл для программы томографической обработки, который содержит информацию о считанных волнах. Далее происходит многократное решение обратной задачи с целью расчета томографического разреза по наблюденным годографам.

Как показывают многочисленные исследования, скорость упругих колебаний в гор-

* *Зубарев А.П.* Комплексный геофизический и геохимический контроль при эксплуатации подземных газохранилищ / А.П.Зубарев, В.Н.Шулейкин. М.: Недра, 2009. 264 с.

Zubarev A.P. Common geophysical and geochemical control during exploitation underground gas storage / A.P.Zubarev, V.N.Shuleikin. Moscow: Nedra, 2009. 264 p.

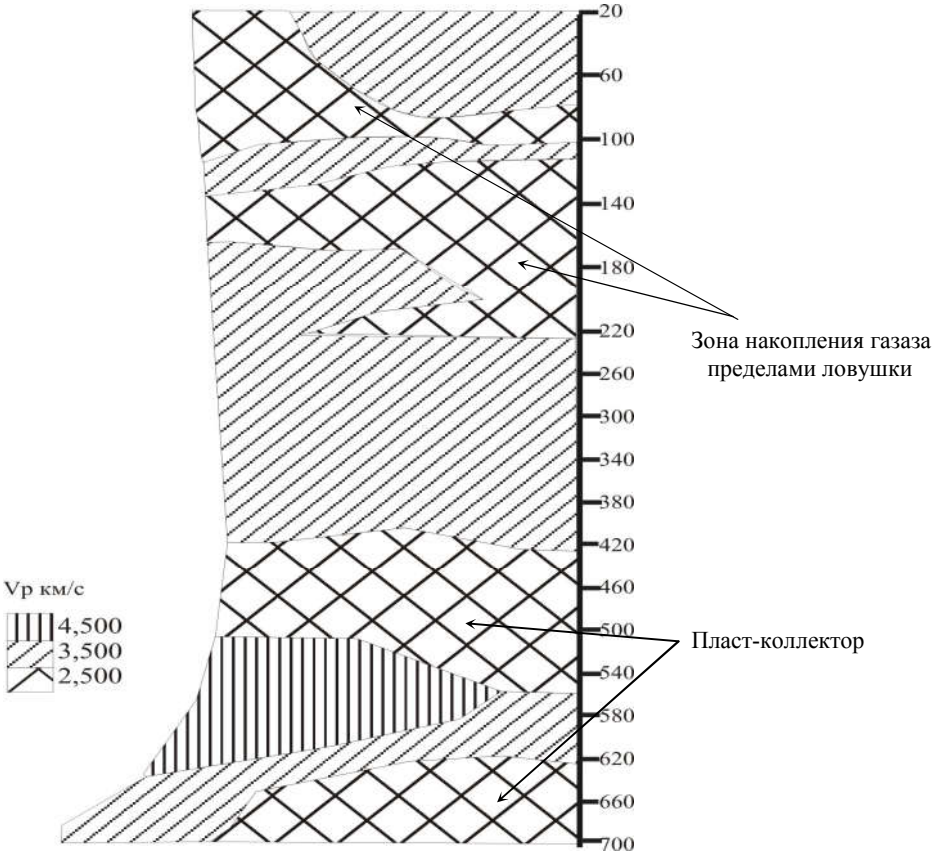


Рис.2. Сейсмотомографический разрез межскважинного пространства ПХГ

ных породах существенно зависит от их пористости, трещиноватости и в значительной степени от свойств флюида, заполняющего поры и трещины. Относительно резкое отличие значений скорости продольной волны V_p наблюдается в породах, поры которых заполнены газонасыщенным флюидом. Даже при небольшом количестве (около 5%) газа в порах породы упругие свойства флюида (сжимаемость) будут определяться высокой сжимаемостью газа, что приводит к уменьшению значений V_p в газонасыщенных участ-участках пород.

На рис.2 представлен сейсмотомографический разрез межскважинного пространства подземного хранилища газа.

Газонасыщенность пород в изучаемом массиве пород должна проявляться по кинематическим признакам (уменьшению значений V_p) на результатах томографической обработки.

Как видно из рис.2 пласт-коллектор подземного хранилища газа располагается на глубине 650 м. В приповерхностной части выделяются зоны пониженных скоростей, приуроченные к скоплениям газа за пределами ловушки. Нахождение газа в такой непосредственной близости от поверхности является потенциально опасным для экологии, поэтому своевременное его определение позвопозволяет предотвратить возможный ущерб экологии путем разгрузки этих горизонтов горизонтально-направленными скважинами*.

* *Бобровский С.А.* Газовые сети и газохранилища/ С.А.Бобровский, Е.И.Яковлев. М.: Недра, 1980. 174 с.
Bobrovskij S.A., *Jakovlev E.I.* Network of gas and a gasholder. Moscow: Nedra, 1980. 174 p.