

УДК 550.822.2.013:389

Н. Г. Козыряцкий
ООО "Нефтегазгеофизика"
Г. А. Калистратов
ЗАО "ГИСприбор-М"

УНИФИЦИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ КОНТРОЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ С ИМИТАТОРАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ, АКУСТИЧЕСКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТОВ ГОРНЫХ ПОРОД

Предложена унифицированная конструкция контрольной скважины с искусственным разрезом для контроля работоспособности и стандартизации скважинной геофизической аппаратуры.

Ключевые слова: скважина, метрология, имитаторы свойств горных пород.

В настоящее время накоплен значительный опыт создания и эксплуатации контрольных скважин с открытым стволом различных конструкций с естественным разрезом [1, 2]. Доказана их высокая эффективность для скважинных испытаний геофизической аппаратуры различных методов ГИС, оценки и контроля качества геофизических измерений в скважинах, обеспечения единства определений параметров геологического разреза различными типами геофизической аппаратуры и разными операторами.

Однако существующие контрольные скважины с естественным разрезом далеки от тех, которые могут быть предложены в качестве типовых, так как значения различных физических и геофизических параметров, воспроизводимых такими контрольными скважинами, как правило, не могут быть наперед заданными; количество воспроизводимых разрезом значений параметров не всегда обеспечивает эффективный контроль во всем диапазоне измерений скважинной геофизической аппаратуры, конструкции скважин не унифицированы, не имеют детально проработанных проектов. По имеющимся данным в большинстве нефтегазоносных регионов страны верхняя часть разреза скважины (0–300 м) не может иметь устойчивый открытый ствол, свойства разреза недостаточно дифференцированы для задач контроля промыслово-геофизической аппаратуры во всем диапазоне изменений измеряемых величин.

На основе анализа опыта создания и эксплуатации контрольных скважин и анализа реального разреза на базах геофизических предприятий представляется целесообразным, чтобы ствол скважины был обсажен, а свойства разреза, воспроизводимые скважиной, задавались имитаторами, обеспечивающими унификацию контрольных скважин. При этом имитаторы унифицированной скважины, называемой также скважиной с искусственным разрезом, должны отвечать следующим требованиям:

- имитаторы должны обеспечить воспроизведение величин, определяемых основным комплексом ГИС при промыслово-геофизических исследованиях;
- конструкция имитаторов должна обеспечивать минимальные отклонения реально воспроизводимых значений от ожидаемых после завершения строительства скважины;
- диапазоны воспроизводимых значений величин должны соответствовать диапазонам измерений скважинной геофизической аппаратуры;
- количество воспроизводимых в скважине значений каждой величины должно позволять достаточно эффективно контролировать качество работы промыслово-геофизической аппаратуры;
- воспроизводимые имитаторами значения на локальном участке разреза скважины должны быть однородными;
- имитаторы должны иметь модульную конструкцию;
- конструкция имитаторов должна быть достаточно простой для их создания силами буровых и геофизических предприятий.

В начале 90-х годов во ВНИГИК была разработана унифицированная конструкция контрольной скважины с искусственным разрезом, которая прошла “проверку временем” (внедрена в ряде организаций Российской Федерации и Казахстана) и может быть рекомендована для геофизических предприятий, проводящих исследования в нефтегазоразведочных скважинах. Такую контрольную скважину условно можно разделить на обсадную и имитационную колонны. Назначение обсадной колонны состоит не только в креплении ствола скважины, но и в экранировании влияния вмещающих горных пород на величины, воспроизводимые имитаторами в скважине. Унифицированная конструкция скважины разработана по модульному принципу, причем каждый модуль может быть реализован в

отдельной скважине. Однако в одной скважине участки модулей дополняют друг друга, расширяя ее функциональные возможности. На рис. 1 приведена типичная конструкция контрольной скважины с искусственным разрезом, содержащая полный набор имитаторов для контроля аппаратуры методов АК, РК и ЭК, хотя такая полнота имитаторов не является обязательной.

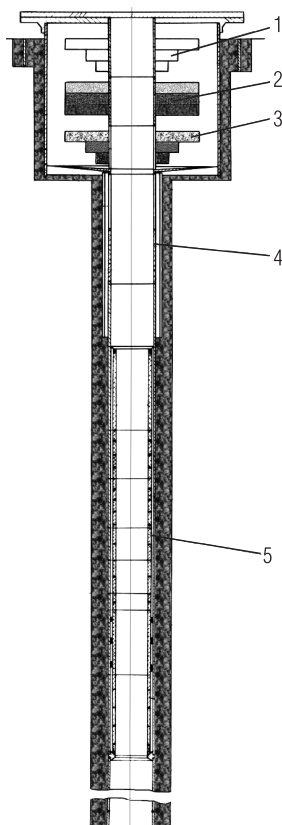


Рис. 1. Конструкция унифицированной контрольной скважины с искусственным разрезом:

1 – имитаторы пористости пласта; 2 – имитаторы плотности; 3 – имитаторы естественной радиоактивности; 4 – имитаторы упругих свойств (звукопроводы); 5 – имитаторы удельного электрического сопротивления

На практике по разным соображениям чаще всего реализуются контрольные скважины отдельно с имитаторами АК и ЭК в одной контрольной скважине и с имитаторами для аппаратуры РК в другой контрольной скважине. На рис. 2–4 приведены конструкции имитаторов для аппаратуры РК, на рис. 5, 6 – для аппаратуры ЭК.

Имитатор пористости пласта аналогичен широко распространенным имитаторам, использующимся при калибровке аппаратуры НК при выпуске из производства и в геофизических предприятиях.

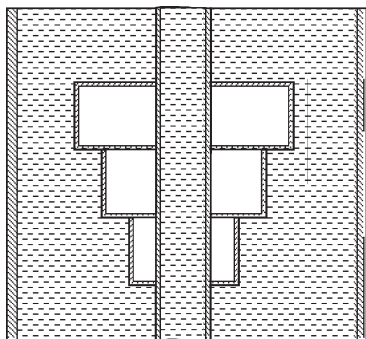


Рис. 2. Конструкция имитатора пористости пласта

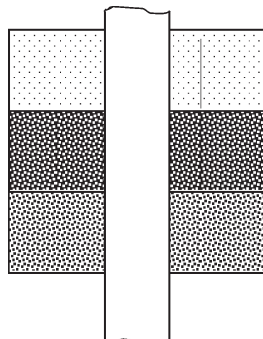


Рис. 3. Конструкция имитатора плотности пласта

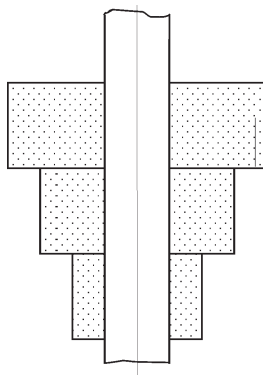


Рис. 4. Конструкция имитатора естественной радиоактивности пласта

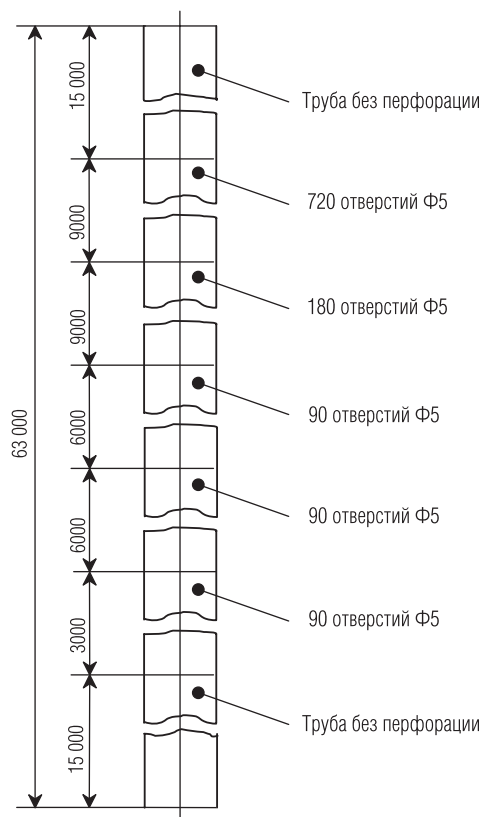


Рис. 5. Конструкция имитатора электрических свойств (все размеры даны в миллиметрах, количество отверстий указано на одну трубу)

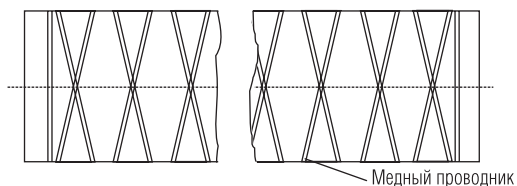


Рис. 6. Имитатор проводимости для контроля работоспособности аппаратуры ИК

Имитатор плотности горных пород воспроизводит три значения эффективной плотности благодаря использованию сухого кварцевого песка с объемной плотностью $1,7 \text{ г/см}^3$, кварцевого песка, заполненного пресной водой, – имитируемая плотность $2,05 \text{ г/см}^3$, и корундового порошка, заполненного пресной водой, – имитируемая плотность $2,5 \text{ г/см}^3$. Имитатор ГК воспроизводит три значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения (10, 20, 40 мкР/ч) в пластах толщиной около 3 м. В состав имитатора ГК входят также еще два участка, имитирующие пласты весьма малой толщины, предназначенные для определения реальных динамических характеристик измерительных каналов аппаратуры гамма-каротаж, например постоянной времени τ . Имитаторы ГК и НК данной конструкции могут быть использованы также для контроля качества и стандартизации показаний аппаратуры акустических методов контроля цементирования скважин.

Как уже отмечалось выше, на практике чаще всего реализуются контрольные скважины без имитаторов для аппаратуры РК.

Типовая конструкция внешней обсадной колонны унифицированной контрольной скважины без имитаторов НК, ГК и ГГК приведена в табл. 1.

Таблица 1

Параметры обсадной колонны контрольной скважины

Интервал, м	Основные имитаторы (метод ГИС)	Наружный диаметр, мм	Материалы труб
0–50	АК, МК, БМК	324	Сталь
50–150	БКЗ, БК	219	Сталь
150–178	Перфорации колонны	168	Сталь
178–217		140	Сталь
217–250	ИК	140	Стеклопластик с внешним медным проводником

Следует отметить, что в интервале 150–250 м в данной конструкции обсадная колонна является одновременно и имитационной. Основное назначение имитационной колонны – воспроизведение совместно с обсадной колонной и скважинной жидкостью заданных

значений физических величин во всем диапазоне измерений промыслово-геофизической аппаратуры (табл. 2).

Таблица 2

Параметры внутренней трубы имитационной колонны

Интервал, м	Материал труб	Внутренний диаметр, мм	Метод ГИС
0–6	Сталь	225	АК, МК, БМК
6–50	Стеклопластик, сталь, чугун, полиэтилен, асбестоцемент	175–200	АК, МК, БМК
50–54	Сталь	150	БК, БКЗ
54–144	Полиэтилен (стеклопластик)	125	БК, БКЗ
144–150	Асбестоцемент	130	БК, БКЗ

В верхней части скважины (0–50 м) находится модуль имитатора для аппаратуры акустического каротажа, совмещенный функционально с модулем имитатора для аппаратуры микроэлектрических методов каротажа. Основной частью модуля имитатора АК является комбинированный звукопровод, воспроизводящий акустические свойства пластов толщиной 6–12 м в диапазоне 180–500 мкс/м. От влияния наружной обсадной (324 мм) трубы участки звукопровода защищены слоем акустической изоляции. Основным участком имитатора микроэлектрических методов является асбестоцементная труба, имеющая специальное покрытие, позволяющее воспроизводить значения кажущегося удельного электрического сопротивления в диапазоне от 1 до 100 Ом·м для аппаратуры МК и БМК. Участки металлических, стеклопластиковых и полиэтиленовых труб имитатора АК играют вспомогательную роль для контроля аппаратуры БМК и МК.

Основной частью имитатора электрических свойств пластов для аппаратуры БК и БКЗ является полиэтиленовая (или стеклопластиковая) труба длиной 90 м, в стенках которой просверлено около 25 000 отверстий (рис. 5). Имитатор БК и БКЗ воспроизводит 13 значений относительного кажущегося удельного электрического сопротивления ρ_k/ρ_c в диапазоне от 0,5 до 5000 (ρ_c – удельное сопротивление промывочной жидкости; ρ_k – удельное электрическое

сопротивление, воспроизводимое перфорированными полиэтиленовыми трубами).

Для бокового каротажа задание значений ρ_k/ρ_c при изготовлении возможно с точностью 5–10%. Ниже полиэтиленовой трубы находится участок имитатора БК и БКЗ из асбестоцементной трубы, имитирующий набор тонких пластов для аппаратуры БК и БКЗ. Ниже находится участок имитации перфорации обсадных колонн на основе обсадной трубы диаметром 168 мм и длиной 28 м, имеющей перфорацию отверстиями диаметром 5, 10, 20, 28 мм. Снаружи труба покрыта прочным немагнитным, непроводящим ток слоем, позволяющим имитировать цементаж колонны.

Зумпф скважины обсажен стеклопластиковыми трубами, на внешней стороне которых могут быть размещены имитаторы индукционного каротажа (рис. 6). В состав скважинной жидкости вводятся ингибиторы коррозии.

Конструкции имитаторов контрольной скважины удовлетворяют сформулированным выше требованиям, обеспечивают высокую стабильность воспроизводимых значений. Разработаны и испытаны не только конструкции имитаторов, но и технологии их изготовления, спуска имитационных колонн. Разработанные имитаторы могут обеспечивать контроль качества и скважинные испытания аппаратуры, применяемой также в скважинах, бурящихся на руды, уголь и воду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блюменцев А. М., Калистратов Г. А. и др. Метрологическое обеспечение геофизических исследований скважин. М.: Недра, 1991. С. 54–65.
2. Дембицкий С. И. Оценка и контроль качества геофизических измерений в скважинах. М.: Недра, 1991.

Рецензент доктор техн. наук А. М. Блюменцев