



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1534183 A1

(51)5 E 21 B 33/14, 47/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4390945/23-03¹

(22) 07.01.88

(46) 07.01.90. Бюл. № 1

(71) Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт по креплению скважин и буровым растворам

(72) В.В.Беслапов, В.Х.-М.Дулаев, А.К.Куксов, В.И.Петреску и В.М.Сугак

(53) 622.245:622.241 (088.8)

(56) Булатов А.И. Технология цементирования нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 1973, с.259-264.

Авторское свидетельство СССР
№ 129151, кл. E 21 B 33/14, 1960.

(54) СПОСОБ ОБРАТНОГО ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ
ОБСАДНЫХ КОЛОНН

(57) Изобретение относится к области бурения нефтяных скважин и может быть использовано в нефтегазодобывающей промышленности. Цель изобретения -

Изобретение относится к области бурения нефтяных и газовых скважин и может быть использовано в нефтегазодобывающей промышленности.

Целью изобретения является повышение достоверности определения момента поступления тампонажного раствора в обсадную колонну.

Как следует из экспериментальных данных (таблица), при объемном газосодержании растворов 0,5% и более акустические волны, возбуждаемые в обсадной колонне аппаратурой АКЦ, полностью затухают. Поэтому преднамеренное азрирование буферной жидкости позволяет определить момент

²
повышение достоверности определения момента поступления тампонажного раствора в обсадную колонну. Закачивают в затрубное пространство перед тампонажным раствором меченую путем азрирования пачку буферной жидкости. При этом объемное содержание в буферной жидкости газа для условий забоя скважины поддерживают не менее 0,5%. На забое в обсадной колонне скважины возбуждают и регистрируют акустические волны. Момент прохождения пачки буферной жидкости определяют по нулевым значениям амплитуды акустических волн. Использование данного способа позволяет осуществить процесс обратного цементирования с остановкой его точно в требуемый момент времени. Это позволяет значительно сократить затраты времени и средств. 1 табл.

поступления тампонажного раствора в обсадную колонну по уменьшению амплитуд акустических волн и дать точную команду для окончания процесса цементирования.

Способ осуществляют следующим образом.

В обсадную колонну, подготовленную к цементированию и снабженную лубрикаторм, на каротажном кабеле спускают скважинный прибор аппаратуры АКЦ и устанавливают его в нижней части обсадной колонны на расстоянии 15-20 м от ее башмака. В затрубное пространство закачивают пачку мече-

(19) SU (11) 1534183 A1

ной путем азирования буферной жидкости объемом 1,0-1,5 м³. Степень аэрации должна быть такой, чтобы в буферной жидкости, приведенной к условиям забоя данной скважины, было не менее 0,5 об.% газа. После этого начинают закачивать тампонажный раствор. Одновременно с этим включают и настраивают аппаратуру АКЦ согласно инструкции на ее применение, после чего возбуждают и регистрируют непрерывно акустические волны с амплитудой A_k с помощью каротажного фоторегистратора. Контроль за процессом цементирования осуществляют визуально путем наблюдения за значениями амплитуды A_k .

В процессе цементирования промышленная жидкость, вытесняемая из затрубного пространства, проходит в обсадную колонну и движется мимо скважинного прибора аппаратуры АКЦ. При этом значения амплитуды A_k остаются на уровне, близком к их максимальным значениям. При поступлении азированной буферной жидкости в обсадную колонну значения амплитуды A_k резко снижаются до нулевого уровня, что служит сигналом о поступлении в обсадную колонну буферной жидкости. Последующее возрастание этой амплитуды свидетельствует о том, что в обсадную колонну начала поступать смесь буферной жидкости и тампонажного раствора. Дальнейшее увеличение A_k до значения, близкого к максимальному, означает, что в обсадную колонну начал поступать чистый тампонажный раствор. Этот момент и будет служить сигналом для окончания цементирования.

П р и м е р. При проведении экспериментов по изучению качества цементирования в скважине, ствол которой на глубину 3900 м обсажен 254 мм колонной, проводили цементование 506 м колонны НКТ диаметром 60,3 мм, спущенной в обсадную 146 мм колонну длиной 510 м. Нижняя часть обсадной колонны была заглушена, а ее полость заполнена буровым раствором плотностью 1,35 г/см³. Устьевое оборудование содержало специальную головку, позволяющую осуществлять обратную циркуляцию.

В колонне НКТ, снабженной лубрикатом, на каротажном кабеле на глубину 491 м был спущен скважинный при-

бор аппаратуры АКЦ-36. После этого в пространство между обсадной колонной и колонной НКТ закачали азированную буферную жидкость в количестве 0,5 м³ со степенью аэрации 4,5, рассчитанной по следующей методике.

Плотность газовой фазы в забойных условиях определяется приблизительно как отношение массы 1 кмоль воздуха к мольному объему воздуха, равному 0,2 м³/кмоль:

$$\rho_2 = \frac{29}{0,2} = 145 \text{ кг/м}^3,$$

где 29 кг/кмоль - масса 1 кмоль воздуха.

Растворимость воздуха в воде определяется

$$C = \frac{\mu_2 G_1 P}{\rho R T},$$

где μ_2 - масса 1 кмоль воздуха;
 G_1 - максимальный объем растворенного воздуха в 1 м³ воды;
 P - забойное давление;
 R - газовая постоянная;
 T - абсолютная температура;
 ρ' - плотность воды в буферной жидкости.

Известно, что максимальная растворимость газа в 1 м³ воды в термобарических условиях составляет 4 м³/м³. Объем воды $\rho'_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$ берется при $T = 15,55^\circ\text{C}$ и $P = 1 \text{ кгс/см}^2$.

$$C = \frac{29 \cdot 4 \cdot 1}{1000 \cdot 289 \cdot 0,082} = 0,005.$$

Находим мольную долю водяного пара в забойных условиях. По формуле Осборна-Майерса давление насыщения паров принято 1 кгс/см². При забойном давлении 51 кг/см² имеем ($\psi =$

$$= \frac{P_{\text{н}}}{P}) \quad \psi = \frac{1}{51} = 0,02.$$

Концентрация воды в газовой фазе определяется по формуле

$$K = \frac{1}{1 + \frac{1 - \psi}{\psi} \cdot \frac{\mu_2}{\mu_3}},$$

где μ_3 - масса 1 кмоль смеси газов;

$$K = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0,02}{0,02} \cdot \frac{29}{18}} = 0,0125.$$

Объем газа в забойных условиях должен составить 0,5% от объема жидкой фазы, т.е. 0,0025 м³.

Итого: объем буфера $V_{б.ж} = 0,5 + 0,0025 = 0,5025$ м³; вес воздуха $G_r = 145 \cdot 0,0025 = 0,38$ кг; вес воды $G_в = 0,5 \cdot 1000 = 500$ кг.

Плотность буферной жидкости в забойных условиях должна быть

$$\rho = \frac{500,18}{0,5025} = 995,4 \text{ кг/м}^3.$$

Отношение объема воздуха к объему воды с учетом взаимного перехода фаз под действием T и P

$$\beta = \frac{\rho_1 - \rho}{\rho - \rho_2} = \frac{1000 - 995,4}{995,4 - 145} =$$

$$= 0,0054,$$

где ρ_1 - плотность жидкой фазы;
 ρ_2 - плотность газовой фазы;
 ρ - плотность буферной жидкости.

Отношение массы воздуха к массе жидкой фазы

$$\beta = \frac{\rho \rho_2 (1-K) + C}{\rho (1-C) - \rho \rho_2 (1-K)} =$$

$$= \frac{0,0054 \cdot 145 (1 - 0,0125) + 1000 \cdot 0,005}{1000 (1 - 0,005) - 0,0054 \cdot 145 (1 - 0,0125)} =$$

$$= 0,0058$$

или

$$\beta = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1},$$

где V_1 - расход газовой фазы;
 V_2 - расход жидкой фазы,

т.е.

$$0,0058 = \frac{1,29 \cdot V_2}{1000 \cdot V_1}.$$

Минимальная степень аэрации

$$\alpha = \frac{V_2}{V_1},$$

тогда

$$\frac{V_2}{V_1} = \alpha = \frac{1000 \cdot 0,0058}{1,29} = 4,5.$$

Затем начали закачивать расчетный объем цементного раствора 5200 л. Одновременно с этим включили и откалибровали аппаратуру АКЦ-36. При этом амплитуда A_k имела максимальное значение. Через 8 мин после начала цементирования амплитуда A_k быстро (2-3 с) снизилась до нуля и остава-

лась на этом уровне примерно 30 с, после чего быстро (5-6 с) увеличилась до прежнего, максимального значения. В этот момент времени процесс цементирования был остановлен. Сразу же после этого скважинный прибор АКЦ-36 был поднят до глубины 250 м от устья скважины, после чего зацементированные колонны были оставлены на ОЗЦ.

Через 24 ч скважинный прибор АКЦ-36 начали спускать вниз. Прибор остановился на глубине 481 м от устья, вследствие посадки его на цементный стакан. После окончания экспериментов зацементированные колонны были подняты и разработаны. При этом наличие цементного стакана было установлено ниже глубины 483 м от устья скважины.

Применение описываемого способа позволит осуществлять процесс обратного цементирования с остановкой его точно в требуемый момент времени. Это позволит значительно сократить затраты времени и средств, связанные с разбуриванием излишних цементных стаканов в обсадных колоннах.

| Жидкость | Плотность, г/см ³ | Давление, МПа | Объемное содержание, % | Амплитуда A_k , о.е. |
|---|------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|
| Техническая вода | 1,00 | 0,0 | 0,50 | 0,00 |
| | | 0,2 | 0,25 | 0,52 |
| | | 0,5 | 0,10 | 0,85 |
| | | 1,0 | 0,05 | 0,94 |
| | | 5,0 | 0,01 | 0,99 |
| Глинистый раствор | 1,16 | 0,0 | 1,20 | 0,00 |
| | | 0,2 | 0,60 | 0,00 |
| | | 0,3 | 0,40 | 0,25 |
| | | 1,0 | 0,12 | 0,78 |
| | | 5,0 | 0,02 | 0,96 |
| Утяжеленный глинистый раствор | 1,86 | 0,0 | 7,50 | 0,00 |
| | | 1,5 | 0,50 | 0,00 |
| | | 1,7 | 0,44 | 0,08 |
| | | 5,0 | 0,15 | 0,71 |
| | | 10,0 | 0,08 | 0,87 |
| Тампонажный раствор на основе портландцемента | 1,83 | 0,0 | 3,50 | 0,00 |
| | | 0,7 | 0,50 | 0,00 |
| | | 0,8 | 0,44 | 0,09 |
| | | 2,0 | 0,18 | 0,58 |
| | | 10,0 | 0,04 | 0,93 |

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ обратного цементирования обсадных колонн, включающий закачку в затрубное пространство перед тампонажным раствором пачки меченой буферной жидкости и последующую регистрацию момента поступления тампонажного раствора за буферной жидкостью в обсадную колонну по показаниям геофизической аппаратуры, отличающийся тем, что, с целью повышения достоверности определения мо-

мента поступления тампонажного раствора в обсадную колонну, буферную жидкость метят путем азрирования, причем объемное содержание в ней газа для условий забоя скважины поддерживают не менее 0,5%, на забое в обсадной колонне скважины возбуждают и регистрируют акустические волны, а момент прохождения пачки буферной жидкости определяют по нулевым значениям амплитуды акустических волн.

Редактор Л. Гратилло Составитель М. Тупысев
 Техред Л. Сердюкова Корректор М. Шароши

Заказ 28 Тираж 479 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101