

## Применение технологических жидкостей при ликвидации скважин на месторождении Урихтау

А.Б. Измуханбетов<sup>1</sup>,

Э.А. Кязимов, д.т.н.<sup>2</sup>,

Э.Т. Мирмехтиева, к.т.н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал ТОО "НИИ ТДиБ "КазМунайГаз"

"Каспиймунайгаз", Атырау, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>НИПИнефтегаз

**Ключевые слова:** изоляционно-ликвидационные работы, технологические жидкости, цементный мост, компонентный состав, буровой и тампонажный растворы.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-2-16-20

e-mail: Elchin.Kazimov@socar.az

### Urixtau yatağında quyuların ləğvində texnoloji məhlulların istifadəsi

A.B. İzmuxanbetov<sup>1</sup>, E.A. Kazimov, t.e.d.<sup>2</sup>, E.T. Mirmehdiyeva, t.e.n.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>"KazMunayQaz" hasilat və qazma texnologiyaları ETİ MMC-nin "Kaspiymunayqaz" filialı, Atyrau, Qazaxıstan Respublikası,

<sup>2</sup>"Neftqazelmütədqiqatlayihə" İnstitutu

**Açar sözlər:** təcridetmə-ləğvetmə işləri, texnoloji məhlul, sement körpüsü, komponent tərkibi, qazma və tamponaj məhlulları.

Təcridetmə-ləğvetmə işləri tez-tez rast gəlinən əməliyyatlardandır. Qazaxıstan Respublikasının qanunlarına əsasən öyrənilməmiş strukturlarda aparılan kəşfiyyat işlərində Yer təkinin istifadəsi axtarış-kəşfiyyat quyularının tikintisi zamanı onların ləğvini də nəzərə almalıdır. Bu məqsədlə Urixtau yatağının karbohidrogen ehtiyatlarının kəşfiyyat obyektlərinin ləğvinin layihələndirilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Cənub və Şərq strukturların kəşfiyyatında karbonat qatının və Devon çöküntülərinin açılması nəzərdə tutulmuşdur ki, bu da öz növbəsində inert süxurlarda texnoloji məhlulların istifadəsini ön plana çəkmişdir. Həmin quyuların ləğvində də analoji texnoloji məhlulların istifadəsi təklif olunmuşdur.

### Implementation of process liquids in well abandonment in Urikhtau field

A.B. Izmukhanbetov<sup>1</sup>, E.A. Kazimov, Dr. in Tech. Sc.<sup>2</sup>,

E.T. Mirmehdieva, Cand. in Tech. Sc.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Branch of "SRI TDiB "Kazmunaigaz" LLC, "Kaspimunaigaz", Atyrau, Kazakhstan Republic,

<sup>2</sup>"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute

**Keywords:** insulation and abandonment operations, process liquids, cement plug, volume components, drilling mud and cement slurry.

According to the legislation of Kazakhstan Republic, during the exploration surveys on the unexplored structures, in the construction of exploration wells, the subsurface user should foresee their abandonment. Therefore, an abandonment project of the objects of hydrocarbon exploration in Urikhtau field has been developed. The completion of carbonate series and Devonian sediments was planned during the prospecting of South and East structure, which, in its turn, supposes the usage of process liquids towards the inert rocks embedded in target horizons. The abandonment of these wells supposes the usage of analogical process liquids.

В Актюбинской области Республики Казахстан в пределах геологического отвода нефтегазового месторождения Урихтау и прилегающей территории были проведены 3D сейсмические работы. В ходе работ было изучено геологическое строение месторождения Урихтау, а также выявлено наличие положительных структур к югу и востоку от месторождения, на наличие которых указывали и результаты 2D сейсморазведочных работ, проведенных в рассматриваемом районе.

Проектом поисковых работ было предусмотрено строительство четырех поисково-разведочных скважин и проведение 3D сейсморазведочных работ на участках Южный Урихтау и Восточный Урихтау. В итоге было осуществлено бурение двух скважин и проведена сейсморазведка. Интерпретация 3D сейсмических данных позволила построить уточненные структурные карты по кровле девона и карбонатной толще.

На данный момент недропользователем планируются работы по бурению с целью доизучения месторождений. Согласно законодательству Республики Казахстан и правилам консервации и ликвидации, при проведении разведки углеводородов и добыче урана недропользователь обязан иметь в наличии проект ликвидации разведочных скважин перед началом их строительства.

Критериями к таким работам являются:

- геологические – связанные с выполнением назначения скважины;
- технико-технологические – связанные с невозможностью использовать скважины в других целях (в качестве наблюдательных, пьезометрических, водозаборных и т.д.);
- технико-экономические – когда дальнейшие работы по ликвидации аварий и/или осложне-



ний при строительстве скважин технологически невозможны и экономически невыгодны из-за больших финансовых затрат;

– геолого-технические – связанные с восстановлением герметичности эксплуатационных колонн из-за смятия или нарушения целостности;

– экологические – связанные с выполнением требований нормативных правовых актов Республики Казахстан в целях обеспечения охраны окружающей среды;

– критерии выполнения решений и указаний компетентных и уполномоченных органов Республики Казахстан (указов президента, постановлений правительства, приказов министерств) в части выполнения работ по ликвидации аварийных скважин, загрязняющих окружающую среду.

В ходе бурения поисково-разведочных скважин были вскрыты только карбонатные толщи, поэтому данные о девонских отложениях отсутствуют. Стратиграфические данные по вскрытым горизонтам указаны в табл. 1.

При разработке проекта ликвидации поисково-разведочных скважин использовались

Таблица 1

Формация	Фактическая глубина	
	Кровля, м	Подшва, м
Q	0	3
Мел (К)	3	403
Юра (J)	403	544
Триас (T)	544	1160
Верхняя Пермь (P2)	1160	1960
Кунгур (P-1 kg)	1960	2714
Сакмарский + Ассельские (P1s-1a)	2747	2886
Верхний карбон (КТ-I)	2886	3383
Средний карбон (МКТ)	3383	3541
Нижний карбон (КТ-II)	3541	4656
Проектная глубина	4658	

Таблица 2

Конструкция скважины	Проектная	Фактическая
Шахтовое направление	Ø 720 мм (29") x 15 м	Ø 720 мм (29") x 15 м
Направление	Ø 508 мм (20") x 400 м	Ø 508 мм (20") x 402.55 м
Кондуктор	Ø 339.7 мм (13 3/8) x 1200 м	Ø 339.7 мм (13 3/8) x 1199.9 м
Техническая колонна	Ø 244.5 мм (9 5/8) x 2900 м	Ø 244.5 мм (9 5/8) x 2884 м
Эксплуатационная колонна	Ø 177.8 мм (7") x 3550 м	Ø 177.8 мм (7") x 3550 м
Хвостовик	Ø 127 мм (5") x 3350 – 4650 м	Ø 127 мм (5") x 3349.9 – 4656 м

Таблица 3

Номер скважины	Параметры бурового раствора									
	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Условная вязкость, с	Водоотдача, см <sup>3</sup> /30 мин	Статистическое напряжение сдвига, дПа		Содержание твердой фазы, % об.		рН	Пластическая вязкость, мПа·с	Динамическое напряжение сдвига, дПа
				1 мин	10 мин	активной	песка			
1	1230÷1240	50÷60	4÷5	10÷20	30-40	<2	< 1.5	8-9	25÷35	140-170
2	1230÷1240	50÷60	4÷5	10÷20	30-40	<2	< 1.5	8-9	25÷35	140-170
3	1720÷1750	50÷55	3÷4	10÷12	22-24	<3	< 0.5	9-9.5	16÷18	120-140
4	1720÷1750	50÷55	3÷4	10÷12	22-24	<3	< 0.5	9-9.5	16÷18	120-140

фактические данные по уже пробуренным скважинам и данные из проектов скважин, которые планируется пробурить.

Конструкция пробуренных скважин соответствует проектным данным (табл. 2).

При разработке проекта ликвидации, использовались параметры буровых растворов, идентичные использовавшимся при бурении нижней секции, так как история проводки скважин подтверждает совместимость и



Компонент	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Сорт	Содержание компонента в буровом растворе, кг/м <sup>3</sup>
Понижитель вязкости	1120	1	3
Каустическая сода (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	2120	1	2
Кальцинированная сода	250	1	2
Бактерицид	-	1	0.2
Понижитель фильтрации (полианионная целлюлоза)	150	1	4
Неферментирующий крахмал	150	1	4
Регулятор фильтрации (ксантановая смола)	160	1	3
Регулятор фильтрации	140	1	3
Пеногаситель	98	1	0.3
Вода техническая	1030	1	935
Нейтрализатор H <sub>2</sub> S	-	1	3

инертность раствора к породам, залегающим в разрезе данной секции. Параметры раствора указаны в табл. 3.

Пластовый флюид в продуктивных горизонтах содержит углекислый газ и сероводород, концентрация которого достигает 3.5 % и более, по этой причине в составе бурового раствора присутствует нейтрализатор сероводорода.

В табл. 4 приведен компонентный состав и концентрация химических реагентов в буровом растворе.

Компонентный состав бурового раствора, рекомендуемого к использованию при ликвидации, идентичен с компонентным составом бурового раствора, предназначенного для бурения той же скважины, так как в основном изоляционно-ликвидационные работы будут производиться в герметичной зацементированной обсадной колонне/хвостовике [1, 2].

Для приготовления раствора используется пресная вода и бентонитовый глинопорошок, далее регулируется концентрация компонентов для поддержания заданных параметров раствора.

При проведении изоляционно-ликвидационных работ колонну проверяют на наличие негерметичности путем спуска инструмента до забоя и проведением опрессовки обсадной колонны. При герметичности обсадной колонны устанавливают цементные мосты, в данном случае из-за присутствия сероводорода в пластовом флюиде, в интервале на 20 м ниже

нижней границы интервала перфорации/негерметичности и на 100 м выше верхней границы. Параметры цементного раствора указаны в табл. 5.

Таблица 5

Назначение цементного раствора	Тип цемента	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водоцементное соотношение
Изоляция (ликвидация)	ПЦТ-1 (ГОСТ 1581-96)	1800-1850	0.5

Для установки изоляционно-ликвидационных мостов используется балансовый способ установки, при котором размещение цементного раствора в интервале производится путем уравнивания столбов жидкостей в заливной колонне и кольцевом пространстве. При установке изоляционно-ликвидационных мостов в зонах проявления или поглощения, первоначально известными способами ликвидируется осложнение.

При установке цементных мостов разность плотностей тампонажного и бурового растворов должна быть не менее 20 кг/м<sup>3</sup>, а колебания плотности затворяемых растворов относительно заданной не должны превышать ±3 кг/м<sup>3</sup>.

Объемы цементного раствора, требуемая масса цемента, объем и состав буферной жидкости, объем продажной жидкости, потребное количество замедлителя или ускорителя схватывания цементного раствора, общая продолжительность операции по установке изоляционно-ликвидационного моста расчи-



Показатель	Обозначение	Коэффициент интенсивности смешения жидкостей			
		для бурильных труб		для насосно-компрессорных труб	
		Вода	Нет	Вода	Нет
Тип буферной жидкости	-	Вода	Нет	Вода	Нет
Потери цементного раствора: на стенках труб при смешении на I границе при смешении на II границе	$K_1$	0.01	0.03	-	0.01
	$K_2$	0.02	0.04	0.01	0.02
	$K_3$	0.02	0.03	0.01	0.02
Потери буферной жидкости при движении: по заливочной колонне по кольцевому пространству	$K_0$	0.02	-	0.02	-
	$K_4$	0.40	-	0.40	-

тывались формулами с учетом коэффициентов интенсивности смешения жидкостей (табл. 6).

Объемы цементного раствора рассчитываются по формуле:

$$V_u = HS_c + V_t (K_0 + K_1 + K_2 + K_3), \quad (1)$$

где  $H$  – проектная высота цементного моста, м;  $S_c$  – площадь сечения ствола скважины (или обсадной колонны) в интервале установки моста,  $m^2$  (в открытом стволе учитывается кавернозность ствола);  $V_t$  – внутренний объем заливочной колонны;  $K_1, K_2, K_3$  – коэффициенты, учитывающие потери цементного раствора соответственно на стенках труб, при смешении на I и II границах.

К примеру, в одной из проектируемых к ликвидации скважин присутствуют интервалы перфорации, представленные в табл. 7.

Таблица 7

Формация	Объекты	Интервал перфорации
Нижний карбон (КТ-II)	1	4216-4230 м
Нижний карбон (КТ-II)	2	4123-4133 м
		4113-4122 м
		4105-4111 м
Нижний карбон (КТ-II)	3	4073-4081 м
		4048-4056 м
		4035-4044 м
		4014-4018 м
		4004-4011 м

Для ликвидации данного участка, необходимо установить сплошной цементный мост в интервале 3904 – 4230 м высотой 346 м.

Конструкция рассматриваемой скважины представлена в табл. 8.

С помощью вышеуказанных формул и известных данных рассчитываем объем тампонажного раствора, необходимого для установ-

Таблица 8

Название секции	Диаметр, мм	Глубина спуска, м	
		от	до
Направление	508	0	405
Кондуктор	339.7	0	1200
Техническая колонна	244.5	0	2900
Эксплуатационная колонна	177.8	0	3550
Хвостовик	127	3350	4650

ки изоляционно-ликвидационного моста:

$$V_u = HS_c + V_t (K_0 + K_1 + K_2 + K_3)$$

$$V_u = 346 \text{ м} \cdot 9.84 \text{ мм} + 38.74 \text{ м}^3 (0.02 + 0.01 + 0.02 + 0.02)$$

$$V_u = 6.117 \text{ м}^3$$

Полноценная закачка цементного раствора в цементируемый интервал обеспечивается при условии выполнения требований методик расчетов объема цементного раствора и продажной жидкости. Одним из таких требований является обеспечение сохранения в заливочных трубах столба исходного тампонажного раствора равного по длине высоте столба несмешавшегося цементного раствора в затрубном пространстве и объемов жидкостей, учитываемых коэффициентами интенсивности их смешения. Данное требование представлено ниже:

$$\Delta V = K_1 + K_3 + H - S_c / V_t, \quad (2)$$

где  $\Delta V$  – объемная доля тампонажного раствора, оставляемого в заливочной колонне.

Далее при изоляции и после изоляции всех интервалов – перфорации/негерметичности, пространства между цементными мостами и всю верхнюю часть скважины до устья заполняют



незамерзающим раствором, обработанным ингибитором коррозии и нейтрализатором сероводорода.

Таким образом, ликвидационные работы, вскрывающие карбонатные толщи и девонские отложения не исключают применения технологических жидкостей, основой которых являются буровые и тампонажные растворы, пара-

метры и компонентный состав которых схожи с теми, что использовались при строительстве тех же скважин. Отличительной чертой является проведение расчетов для расхода объема тампонажного раствора, так как при заливке цементного моста внутри обсадной колонны/хвостовика не учитывается коэффициент каверности.

### Список литературы

1. Муллаяров Р.Р., Болотов В.П. Изоляция поглощающих пластов установкой цементного моста из условия равновесия пластового давления и давления в скважине // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело, 2006, 70-75 с.
2. Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы: учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1998, 424 с.

### References

1. Mullayarov R.R., Bolotov V.P. Izolyatsia pogloshchayushchikh plastov ustanovkoy tsementnogo mosta iz uslovia ravnovesia plastovogo davlenia i davlenia v skvazhine. Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologia, neftegazovoe i gornoe delo, 2006, 70-75 s.
2. Bulatov A.I., Makarenko P.P., Proselkov Yu.M. Burovye promyvochnye i tamponazhnye rastvory: uchebnoe posobie dlya vuzov. – M.: Nedra, 1998, 424 s.