

А. В. Михалюк, д-р техн. наук, президент

(Научно-производственная и внедренческая фирма “Геотехнология”),

Ю. И. Войтенко, д-р. техн. наук, заведующий отделом геофизической техники
(УкрГГРИ)

ОЦЕНКА ВКЛАДОВ ФИЗИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ В ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗРЫВО-ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА

Разработана методика количественной оценки вкладов физической и химической составляющих в случае комплексной обработки призабойной зоны скважин для интенсификации притока нефти и газа.

Ключевые слова: проницаемость породы-коллектора, взрыв, химическая обработка, продуктивность скважины.

Проблема управления проницаемостью горных пород вокруг скважины является общей для геологоразведочных работ на нефть и газ, для горного производства, где используются методы подземного выщелачивания металлов и легкоплавких соединений, а также для решения некоторых эколого-технологических задач [1, 3, 4, 11, 12].

Во всех указанных областях используются многочисленные методы восстановления или уменьшения, если это необходимо, естественной проницаемости пород-коллекторов или пород рудного тела.

Во многих технологических процессах с помощью искусственных трещин проницаемость горных пород повышают до величин много больших естественной для обеспечения требуемого уровня производительности скважины.

Как в области нефтегазодобычи, так и при подземном выщелачивании металлов методом скважинной геотехнологии наилучшие результаты показывают комплексные методы, в которых используются комбинации различных физических и химических способов воздействия на призабойную зону скважины [4, 5].

К таковым относятся различные виды силового, вибрационного, электрического электроимпульсного воздействия на призабойную зону пласта в активных жидкостях (кислотных растворах, растворах поверхностно-активных веществ (ПАВ), растворителях и т. п.), гидрокислотный разрыв и т. д.

При этом в случае правильно подобранных режимов физического воздействия и концентраций действующих веществ наблюдается синергетический эффект повышения проницаемости пород-коллекторов и увеличения производительности скважины [4, 6, 7].

Настоящая работа посвящена оценке вкладов физической и химической составляющих при комбинированном взрыво-химическом воздействии на призабойную зону нефтегазовой скважины. Исходным результатом для расчетов послужили опытные данные, полученные авторами на ряде скважин Анастасивского месторождения НГДУ “Ахтырканефтегаз” и Малодевицкого месторождения НГДУ “Черниговнефтегаз” ОАО “Укрнефть” в начале 2000-х годов.

К настоящему времени взрывные технологии интенсификации на основе дилатансионных методов внедрены в России, США, Китае, использованы в отдельных скважинах в Туркмении [9].

В процессе испытаний взрыво-химической технологии повышения продуктивности нефтегазовых и нагнетательных скважин как составная часть технологии был использован

“Способ взрывной обработки скважин”, защищенный патентом № 30919, разработанный с целью повышения производительности нефтегазовых скважин или поглощающей способности нагнетательных скважин на нефтегазовых месторождениях Украины. “Способ взрывной обработки скважин” по патенту № 30919 предусматривает последовательное взрывание не менее двух групп рассредоточенных зарядов с ультракоротким замедлением по отношению друг к другу. Группы зарядов размещают на определенном расстоянии друг от друга, зону действия каждой отдельной группы зарядов (торпеды) вдоль скважины ограничивают установлением над (иногда и под) торпедой на определенном расстоянии отражателя с демпфирующими элементами.

Данные по торпедированию нефтяных скважин одиночными торпедами в режиме ультракороткозамедленного взрывания зарядов следующие [2, 11]:

- коэффициент прироста дебита нефтяных скважин согласно работе [11] составляет 1,3–1,4, согласно работе [2] – 1,4–1,8.

“Способ взрывной обработки скважин” по патенту № 30919 характеризуется большим коэффициентом прироста производительности благодаря увеличению:

- количества зон дилатансионного разуплотнения пород-коллекторов, в том числе за счет оптимизации расстояния от заряда к системе “отражатель – локализатор”;

- размеров зон разуплотнения породы-коллектора в области суперпозиции взрывных волн, начиная с подрыва первой торпеды за счет неравномасштабности масс зарядов в торпедой и разной скорости их детонации;

- размеров областей радиальных трещин и дилатансионного разуплотнения, образованных каждым последующим взрывом при последовательном подрыве торпед;

- полезной энергии взрыва в зоне обработки на 35...45 % за счет отражения взрывных волн от движущихся отражателей с акустическим импедансом в 5...7 раз больше, чем акустический импеданс скважинной жидкости. На текущий момент технология усовершенствована несколькими патентами [9].

1. Общие сведения

В основу разработки взрыво-химической технологии обработки скважин была положена способность взрыва и реакции химического взаимодействия кислотного раствора с породой-коллектором образовывать новые гидродинамические каналы для движения подземных флюидов: при взрыве эта способность обусловлена развитием систем макро- и микротрещиноватости; при кислотной обработке – растворением карбонатов раствором соляной кислоты и кварцсодержащих пород – раствором плавиковой кислоты.

Различия в физической и физико-химической природе процессов, происходящих при взрыво-химической обработке скважин, позволяют оценить их относительный вклад в общую эффективность работ на основе принципа независимости действия, который положен в основу нижеследующих расчетов, выполненных с допущением о плоскорadiaльном характере подземных потоков.

2. Исходные данные для расчетов

Работы по внедрению (практическому использованию) взрыво-кислотной обработки скважин были проведены на скважинах НГДУ “Ахтырканефтегаз” Анастасивское месторождение и НГДУ “Черниговнефтегаз” Малодевицкое месторождение. Некоторые сведения о свойствах продуктивных отложений и результатах обработки приведены в таблице.

Таблица. Свойства продуктивных отложений и результаты их обработки

Наименование показателей	Единицы измерения	Скважины	
		НГДУ “Ахтырканефтегаз” Анастасивское месторождение	НГДУ “Черниговнефтегаз” Малодевицкое месторождение
Тип коллектора Вмещающие породы	– –	поровый песчаник с прослоями аргиллита и сидерита	поровый песчаник на карбонатном цементе
Карбонатность	%	5–7	5
Пористость	%	10–13	8,5–9
Глубина залегания продуктивного интервала	м	4400–4442, 4449–4452	2719–2721
Пластовое давление	МПа	17,5	21,0
Забойное давление	МПа	2,5	3,0
Дебит скважины до обработки	т/сут	1,6	0,94
Тоже после обработки	т/сут	18,2	5,00
Относительное, среднее увеличение дебита скважин	раз	11,37	5,32
Масса заряда в торпеде	кг	7,8	7,0
Количество кислотного раствора	м ³	2,0	1,5
Состав кислотного раствора		HCl+HF	HCl+HF
Время выдержки кислотной ванны	час	1,5	1,5

3. Вклад торпедирования в изменение дебита скважин

Как известно, приток к скважине в естественных условиях плоскорадиального движения флюида определяется формулой [13].

$$Q_0 = \frac{2\pi k_{II} m (p_{пл} - p_{заб})}{\eta \ln \frac{r_6}{r_c}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где: k_{II} – коэффициент проницаемости; m – мощность пласта; $p_{пл}$ и $p_{заб}$ – пластовое и забойное давление соответственно; η – коэффициент динамической вязкости флюида; r_6 – радиус влияния скважины радиусом r_c .

Величины m , $p_{пл}$ и $p_{заб}$ принимаем по данным таблицы. Величину r_c принимаем по данным о наиболее распространенной конструкции обсадных колонн скважин с использованием обсадных труб диаметром 146 мм при толщине стенки 10 мм.

Откуда

$$r_c = \frac{146 - 2 \cdot 10}{2} = 63 \text{ мм} = 0,063 \text{ м.}$$

Изменение продуктивности скважины под действием взрыва определяется двумя факторами:

- изменением эффективного радиуса скважины [10];
- изменением проницаемости пород-коллекторов в пределах нового эффективного радиуса скважины.

Тогда согласно формуле (1) относительное изменение дебита скважины под влиянием торпедирования составит

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{k_{II}^{cp} \cdot \ln \frac{r_6}{r_c}}{k_{II}^0 \cdot \ln \frac{r_6}{r_c}}, \quad (2)$$

где Q – дебит скважины после торпедирования; k_{II}^0 – естественная проницаемость коллектора; k_{II}^{cp} – средняя проницаемость пород продуктивного интервала после

взрывной обработки в пределах расстояний от $ч_c$ до $ч_3$, $ч_3$ – новый эффективный радиус скважины.

Величину k_{II}^0 по данным о коллекторских свойствах нефтегазовых месторождений Днепровско-Донецкой впадины принимаем равной:

– для скважины Ахтырского региона – $6 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$;

– для скважины Черниговского региона – $3,7 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$.

Величину $ч_3$ определим из условия, что на границе этой области проницаемость пород не отличается от естественного значения k_{II}^0 . Тогда, допуская, что удельная поверхность породы в зоне действия взрыва изменяется слабо, на основании закона Козени-Кармана получим, что

$$k_{II}(ч) = k_{II}^0 \left(\frac{n}{n_0} \right)^3 \left(\frac{1-n_0}{1-n} \right)^2, \quad (3)$$

где n – пористость породы на расстоянии $ч$ от очага взрыва.

На основании уравнения (3) найдем, что на расстоянии $ч_3$ должно соблюдаться условие

$$\left[\frac{n(ч_3)}{n_0} \right]^3 = \left[\frac{1-n(ч_3)}{1-n_0} \right]^2. \quad (4)$$

Как было показано в работе [10]; величина $n(ч_3)$ складывается из трех слагаемых:

$$n(ч_3) = n_0 + n_d + n_p, \quad (5)$$

где n_d – прирост пористости породы за счет дробления взрывом;

n_p – прирост пористости породы при разуплотнении ее структуры, применении дилатансионных методов торпедирования.

Согласно работе [10] для типа песчаников, слагающих продуктивные интервалы указанных выше скважин,

$$n_d = 85 \exp\left(-0,3 \frac{ч_3}{ч_3}\right), \quad (6)$$

где $ч_3$ – радиус заряда.

Величину n_p найдем по работе [8], исходя из условия, что самый выгодный режим дилатансионного разуплотнения при взрыве реализуется, если неравномерность взрывного нагружения $\xi = \frac{\sigma_\theta}{\sigma_\sigma}$ не

более 0, т. е. $\xi \leq 0$. Для случая, когда $\xi = 0$,

$$n_p = \frac{\sigma_\sigma(ч_3)}{k_\Delta}, \quad (7)$$

где σ_σ – амплитуда радиальной составляющей взрывной волны;

σ_θ – амплитуда окружной составляющей взрывной волны;

k_Δ – модуль дилатансии (согласно работе [8] $k_\Delta \approx 7,4 \cdot 10^3 \text{ МПа}$).

Амплитуду взрывной волны находим по корреляционным зависимостям, приведенным в работе [8]:

$$\sigma_\sigma(ч_3) = k \left(\frac{ч_3}{ч_3} \right)^{-\mu}; \quad (8)$$

$$k = 1,259 \cdot 10^6 \exp(-0,079 \cdot n_0); \mu = 1,62 + 0,0345 n_0. \quad (9)$$

С использованием уравнений (6)–(9) из зависимости (5) получим для скважин НГДУ “Ахтырканефтегаз”

$$n(ч_3) = 0,115 + 85 \exp\left(-0,3 \frac{ч_3}{ч_3}\right) + 0,686 \left(\frac{ч_3}{ч_3}\right)^{-2,017} \quad (10)$$

и для скважин НГДУ “Черниговнефтегаз”

$$n(ч_3) = 0,0875 + 85 \exp\left(-0,3 \frac{ч_3}{ч_3}\right) + 0,852 \left(\frac{ч_3}{ч_3}\right)^{-1,92}. \quad (11)$$

Из уравнения (4) очевидно, что $n(ч_3) = n_0$. Подставив это значение $n(ч_3)$ в уравнения (10) и (11), найдем соотношения, позволяющие определить значение $ч_3$ при данной величине (или радиусе) заряда в торпед для скважин Анастасивского месторождения

$$85 \exp\left(-0,3 \frac{ч_3}{ч_3}\right) + 0,686 \left(\frac{ч_3}{ч_3}\right)^{-2,017} > 0;$$

для скважин Малодевицкого месторождения

$$85 \exp\left(-0,3 \frac{ч_3}{ч_3}\right) + 0,852 \left(\frac{ч_3}{ч_3}\right)^{-1,92} > 0.$$

Из этих соотношений легко установить, что с точностью $10^{-3} \%$ величина $ч_3$ для ахтырских скважин равна $ч_3 = 80 ч_3$ или 8,32 м, а для черниговских $ч_3 = 98 ч_3$ или 10,19 м.

Для определения k_n^{CP} воспользуемся сведениями о распределении проницаемости пород в зоне взрыва, приведенными в работах [8, 10]. Согласно этим данным

зависимость $k_n(u)$ можно представить в виде степенной функции вида

$$k_n(u) = k_n^0 \left[1 + a \left(\frac{u}{u_3} \right)^{-\lambda} \right]$$

или

$$\frac{k_n(u)}{k_n^0} = 1 + a \left(\frac{u}{u_3} \right)^{-\lambda}. \quad (12)$$

Для пород типа песчаников ДДВ эмпирические коэффициенты a и λ равны соответственно $a = 36$, $\lambda = 1,25$.

Усреднение величины $\frac{k_n(u)}{k_n^0}$ на интервале $[u_c, u_3]$ выполним по формуле

$$\frac{k_n^{cp}}{k_n^0} = \frac{\int_{u_c}^{u_3} \left[1 + a \left(\frac{u}{u_3} \right)^{-\lambda} \right] du}{u_3 - u_c}. \quad (13)$$

Выполнив интегрирование, получим

$$\frac{k_n^{cp}}{k_n^0} = \frac{u_3}{u_3} - \frac{u_c}{u_3} - 36 \frac{1}{0,25} \left[\left(\frac{u_3}{u_3} \right)^{-0,25} - \left(\frac{u_c}{u_3} \right)^{-0,25} \right],$$

откуда для скважин ахтырского региона

$$\frac{k_n^{cp}}{k_n^0} = 2,45, \text{ а для скважин черниговского}$$

$$-\frac{k_n^{cp}}{k_n^0} = 2,205.$$

Радиус влияния скважин установим по формуле Зихарда [13]

– для ахтырских скважин

$$r_6 = 3 \cdot 10^5 (P_{пл} - P_{заб}) \sqrt{k_n^0 \frac{\gamma}{\eta}} =$$

$$= 3 \cdot 10^5 (17,5 - 2,5) \sqrt{6 \cdot 10^{-14} \frac{860}{1,4 \cdot 10^{-3}}} = 863,9 \text{ м};$$

– для черниговских

$$r_6 = 3 \cdot 10^5 \cdot (21 - 3) \sqrt{3,7 \cdot 10^{-14} \cdot \frac{860}{1,4 \cdot 10^{-3}}} = 814,1 \text{ м}.$$

Подсчитав полученные значения k_n^{cp}/k_n^0 , u_3 , u_c и u_c в формулу (2), получим, что в результате проведения взрывных работ с применением указанных выше зарядов дебит скважин возрастает: ахтырских – в 5,02 раза, черниговских – 4,76 раз.

4. Вклад химической обработки в изменение дебита скважин

Общая эффективность многофакторного процесса определяется формулой

$$\mathcal{E} = \prod_{i=1}^N \mathcal{E}_i, \quad (14)$$

где N – количество факторов.

Для условий взрывокислотной обработки скважин общее изменение их дебита согласно уравнению (14) находим по формуле

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{Q}{Q_0} \right)_{\text{взрывн.}} \cdot \left(\frac{Q}{Q_0} \right)_{\text{кислотн.}}, \quad (15)$$

откуда эффективность кислотной обработки

$$\left(\frac{Q}{Q_0} \right)_{\text{кислотн.}} = \frac{Q/Q_0}{(Q/Q_0)_{\text{взрывн.}}}$$

Используя данные об общих результатах торпедирования, приведенные в таблице, и установленного выше, эффективность взрывной обработки скважин определим для скважин ахтырского региона

$$\left(\frac{Q}{Q_0} \right)_{\text{кислот.}} = \frac{11,37}{5,02} = 2,26 \text{ раза,}$$

для черниговских скважин

$$\left(\frac{Q}{Q_0} \right)_{\text{кислотн.}} = \frac{5,32}{4,76} = 1,12 \text{ раз.}$$

5. Долевой вклад взрыва и кислотной обработки в общую эффективность работ

Долевой вклад каждого из применявшихся способов действия на призабойную зону скважин находим по формуле

$$\mathcal{E}_i^{\text{долев.}} = \frac{\mathcal{E}_i}{\Sigma \mathcal{E}_i},$$

что для взрывного воздействия составляет по НГДУ “Ахтыркнефтегаз”

$$\mathcal{E}_{\text{взрывн.}}^{\text{долев.}} = \frac{5,02}{5,02 + 2,26} = 69 \%,$$

по НГДУ “Черниговнефтегаз”

$$\mathcal{E}_{\text{взрывн.}}^{\text{долев.}} = \frac{4,76}{4,76 + 1,12} \cdot 100 = 80,9 \%,$$

для химической обработки долевой вклад в общую эффективность составляет:
– для скважин НГДУ “Ахтырканефтегаз”

$$\mathcal{E}_{\text{хим.}}^{\text{долев.}} = \frac{2,26}{5,02 + 2,26} \cdot 100 = 31 \%;$$

– для скважин НГДУ “Черниговнефтегаз”

$$\mathcal{E}_{\text{хим.}}^{\text{долев.}} = \frac{1,12}{4,76 + 1,12} \cdot 100 = 19 \%.$$

Таким образом, на примере эксплуатационных нефтегазовых скважин ДДЗ получены количественные оценки долевых вкладов в физической (взрывной) и химической составляющих комплексной технологии интенсификации притока нефти и газа к скважине.

Изложенная методика расчета может быть использована в расчетах при проектировании комплексных технологий вскрытия и интенсификации добычных и массообменных процессов в различных технологиях воздействия на породу-коллектор нефтяного или газового пласта, а также на породу рудной или соляной залежи при геотехнологических методах их разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаев Р. А.* Интенсификация притока газа после ремонтных работ перфорацией в активной среде/*Р. А. Бабаев, Т. А. Липчанская*//*Вузовская наука Северо-Кавказскому региону: материалы X региональной науч.-техн. конф./СевКавГТУ, 2006. – С. 3–5.*

2. *Войтенко Ю. І.* Фізико-технічні основи свердловинних геотехнологій з керованим тріщиноутворенням: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.15.11 “Фізичні процеси гірничого виробництва”/*Войтенко Юрій Іванович; Національний науково-дослідний інститут охорони праці. – К., 2000. – 35 с.*

3. *Взрывовые методы интенсификации спурдження підземних сховищ в кам'яносоляних структурах*/Михалюк А. В., Паршуков П. О., Захаров В. В., Мухін Є. А., Михалюк С. О. – К.: ВПОЛ, 1999. – 71 с.

4. *Каталог способов подготовки рудных залежей и интенсификации процессов подземного выщелачивания*//ВНИПИ “Промтехнология”. Под ред. О. Л. Кедровского, М. К. Пименова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 69 с.

5. *Качмар Ю. Д., Світлицький В. М., Силюк Б. Б., Ярелійчук Р. С.* Интенсифікація припливу вуглеводнів у свердловину. Кн. І. – Львів: Вид-во “Центр Європи”, 2004. – 351 с.

6. *Кучернюк А. А.* Підвищення продуктивності свердловин ударно-хвильовою дією на привібійну зону неоднорідних та низько проникних пластів: автореферат дис. ... канд. техн. наук.: 05.15.06/ДП “Науково-дослідний інститут нафтогазової промисловості”. – К., 2007. – 18 с.

7. *Лазаревич И. С.* Воздействие на призабойную зону нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1966. – 180 с.

8. *Михалюк А. В.* Горные породы при неравномерных динамических нагрузках. – Киев: Наукова думка, 1980. – 154 с.

9. *Михалюк Л. В., Лысюк Н. А., Мухин Є. А., Захаров В. В.* Защита обсадных колонн при взрывных работах в скважинах. – Киев: ВПОЛ, 2009. – 279 с.

10. *Михалюк А. В.* Торпедирование и импульсный гидроразрыв пород. – Киев: Наукова думка, 1986. – 208 с.

11. *Нагорний В. П.* Интенсифікація видобутку природних вуглеводнів і спорудження підземних ємностей для їх зберігання: автореферат дис. д-ра техн. наук:05.15.06/ВАТ “Український нафтогазовий інститут”. – К., 1995. – 31 с.

12. *Применение подземных ядерных взрывов в нефтяной и газовой промышленности. – М.: ВНИИОЭНГ, 1968. – 121 с.*

13. *Чугуев Р. Р.* Гидравлика. – М.: Энергия, 1971. – 552 с.

References

1. *Babaev R. A, Lipchanskaya T. A.* Stimulation of gas production after repairs perforations in the active medium. *Materials of scientific-X regional tehn. conf. X University Science North Kavkazckomu region “North-Caucasus”*. GPU. – 2006. – P. 3–5. (In Russian).

2. *Voytenko Y. I.* Physical and technical bases of well's technologies with controlled frackcturing: Manuscript. Thesis for Dr. of techn. sciences: 05.15.11/National Research Institute of labour safety.– К., 2000. – 35 p. (In Ukrainian).

3. *Blasting methods intensification construction of underground storage in geological structures*/A. V. Mykhalyuk, P. O. Parshukov, V V. Zakharov. – Kiev: Vipol., 1999. – 72 p. (In Ukrainian).

4. *Catalogue of methods to prepare the ore deposits and process intensification in situ leaching*/VNIPI “Promtehnologiya.” Ed. O. L. Ke-

drovskiy, M. K. Pimenov. – M.: *Energoatomizdat*, 1986. – 69 p. (In Russian).

5. *Kachmar Y. D., Svitlytskyi V. M., Sinyuk B. B., Yaremichuk R. S.* Intensification of hydrocarbons production into the wells Kn. I. – Lviv: Publishing House “Centre of Europe”, 2004. – 351 p. (In Ukrainian).

6. *Kuchernyuk A. A.* Increased productivity wells shock-wave action on the bottomhole area heterogeneous and low permeable reservoirs: Manuscript. Thesis for candidate of techn. sciences: 05.15.06/Research Institute of Petroleum Industry. – K., 2007. – 18 p. (In Ukrainian).

7. *Lazarevich I. S.* Action on the bottom-hole area of oil and gas wells. – M.: *Nedra*, 1966. – 180 p. (In Russian).

8. *Mikhalyuk A. V.* Rocks at non-uniform dynamic loads. – Kiev: *Nauk. dumka*, 1980. – 154 p. (In Russian).

9. *Mikhalyuk L. V., Lysyuk N. A., Mukhin E. A., Zakharov V. V.* Casing protection during blasting operations in wells. – Kiev: *Vipol*, 2009. – 279 p. (In Russian).

10. *Mikhalyuk A. V.* Torpedoing and pulse fracturing of rocks. – Kiev: *Nauk. dumka*, 1986. – 208 p. (In Russian).

11. *Nagorny V. P.* Intensification of natural hydrocarbons production and the construction of underground storage Manuscript. Thesis for Dr. techn. sciences 05.15.06/JSC “Ukrainian Oil and Gas Institute”. – Kiev, 1995. – 31 p. (In Ukrainian).

12. Application of underground nuclear explosions in the oil and gas industry. – M.: *VNIIOENG*, 1968. – 121 p. (In Russian).

13. *Chuguev R. R.* Hydraulics. – M.: *Energiya*, 1971. – 552 p. (In Russian).

Рукопис отримано 15.07.2014.

О. В. Михалюк, д-р техн. наук, президент (Науково-виробнича впроваджувальна фірма “Геотехнологія”),

Ю. І. Войтенко, д-р техн. наук, завідувач відділу геофізичної техніки (УкрДГПІ)

ОЦІНКА ВКЛАДІВ ФІЗИЧНОЇ І ХІМІЧНОЇ СКЛАДОВИХ В ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИБУХОВО-ХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПРИВИБІЙНОЇ ЗОНИ ПЛАСТА

Розроблено методику кількісної оцінки внесків фізичної та хімічної складових у разі комплексної обробки привибійної зони свердловин для інтенсифікації припливу нафти й газу.

Ключові слова: проникність породи-колектора, вибух, хімічна обробка, продуктивність свердловини.

A. V. Mikhalyuk, Doctor of Technical Sciences, president of the board, scientific production firm “Geotechnology”,

Y. I. Voytenko, Doctor of Technical Sciences, Head of Laboratory, Ukrainian State Geological Research Institute, Kiev, Ukraine, voytenkou@gmail.com

ESTIMATES OF THE CONTRIBUTION OF PHYSICAL AND CHEMICAL COMPONENT IN THE EFFICIENCY OF THE EXPLOSION-CHEMICAL TREATMENT BOTTOMHOLE FORMATION ZONE

On the example of four wells Anastasievskе and Malodevitske oil and gas fields of JSC “Ukrnaf-ta” Dnieper-Donets depression assessed equity contributions of explosive and chemical components in an increase in their productivity.

The physical component of the increase in permeability of the bottom hole area is based on the dilatancy decompression reservoir rock explosion of torpedoes special design. Chemical component is based on the use of the effects of dissolution of carbonates and silicates with hydrochloric acid, hydrofluoric acid. During the test, explosion and chemical technology to improve the productivity of oil and gas and injection wells as part of the technology has been used “Method of explosive treatment wells,” patent № 30919 UA, which was designed to improve the performance of oil and gas wells, or absorptive capacity of injection wells for oil and gas fields. “Method of explosive treatment wells” under patent № 30919 provides sequential detonation of at least two groups of self-contained charges with respect to each other. Group charges placed at a certain distance from each other; coverage of each group of charges (torpedo) along the well-established over the limit (and sometimes under) torpedo at a certain distance of the reflector with damping elements.

Data on oil wells torpedoes mode special blasting charges are as follows:

- growth rate of the oil well production rate – 1,4–1,8. “Method of explosive treatment wells” under the patent № 30919 is characterized by large coefficient of performance gain due to the increase:
- the number of zones of dilatancy decompression of reservoir rocks;
- the size of the decompression zone of the reservoir rock in a superposition of blast waves;
- the sizes of the radial cracks and dilatancy decompression formed each subsequent explosion of torpedoes;
- the useful energy of the explosion in the processing zone 35..45 % by reflecting blast waves from reflectors moving with the acoustic impedance is 5..7 times larger than the acoustic impedance of borehole fluid.

As a result of the treatments was obtained more effect exceeding the separate effects of the acid treatment and explosion treatment wells in a neutral liquid medium. To separate these effects were calculated sizes of fracture zones and decompression of reservoir rocks, which is achieved according to the calculations (80–100) r_3 (r_3 – the radius of a single charge in the torpedo). Calculated average permeability in the bottom hole area of wells, the radius of influence of the wells.

On the basis of these data, taking into account the overall increase in well productivity, defined contribution share of chemical treatments in the ratio of increase in productivity of wells, which is an additive quantity. The result of calculation shows for the wells NGDU “Ohtyrkanaftogaz” 31 % for wells NGDU “Chernigivnaftogaz” 19 % of the total increase in productivity.

Keywords: permeability reservoir rock, explosion, chemical treatment, the well productivity.

The technique of quantitative estimates of the contributions of physical and chemical components in the complex treatment of bottom-hole stimulation of oil and gas is developed.

Keywords: permeability reservoir rock, explosion, chemical treatment, the well productivity.