

МЕТОДИКА УСТАНОВКИ ПЕСЧАНЫХ ПРОБОК ИЗ КАСПИЙСКОЙ МОРСКОЙ РАКУШКИ

Аралбаева.Л., Мурзабеков Е.Т., Мурзабеков Т.К., Мурзабеков А.Т

Каспий теңізі жағасында ұлу қабыршақтарының ұнтағын мұнай ұңғысына берік көпір қою тиімділігі олардың суға ерімей, ісінбей, ұнтақ ұласының қаттылығымен және 97 пайыз органикалық құрамында. Уақытша көпірді бұзып, төменгі қабатқа өтер кезде 20 пайыз тұз қышқылының (HCl) әсері арқылы ұлтас тез еріп таза сұйыққа айналады. Бұл қасиеті өнімді қабаттың бекітілуге пайдаланған зат әсерінен ластанып, кірленбей мұнайлы қабаттан өнімнің кедергісіз мол шығуына әкелуі профессор Т.К.Мурзабеков мақаласында дәлелденген.

Sand plugs's advantage is, that they can install easily and rapidly without valuable materials expenses and also remove easily from wells during workover. Sand plugs property, consists of local raw stocks, sea shells including 97% of organic matters, is low permeability for fluid, and also during its interaction with hydrochloric acid forms water solution of calcium chloride.

New technology developed by professor Murzabekov T.K. for sand plugs installation during workover, consists of local raw stocks- sea shells, promote to acceleration and reduction of prices of this technological process.

В данное время ремонтно-изоляционными работами (РИР) скважин АО «Мангыстаумунайгаз» занимается ТОО «Ойл Сервис Компани». По состоянию на сегодняшний день капитальным ремонтом в Производственном управлении «Каламкасмунайгаз» числится -15 (20) бригад, ПУ «Жетыбаймунайгаз» - 27 бригад. Основным недостатком при РИР отмечено, что при установке песчаных пробок повсеместно практикуется использование не кондиционного грунта вокруг скважин, без хим. анализа их состава и свойств. Попросту говоря этот грунт ведрами ссыпается прямо в ствол скважины.

Песчаные пробки имеют то преимущество, что они легко и быстро без затраты ценных материалов могут быть установлены и так же легко удалены из скважины (промывкой или желонкой). Особенностью песчаных пробок предложенными нами из местного сырья- из морских ракушек, состоящий из 97% органических веществ является малопроницаемой для жидкости. При взаимодействии соляной кислоты ее образуется водный раствор хлористого кальция



Хлористый кальций хорошо растворим в воде. При температуре 100 °С растворимость его достигает 180г на 100г воды. Вязкость 20%-ного раствора CaCl₂ не превышает 16 секунд по СПВ-5, реакция при любом давлении происходит с выделением CO₂ в виде газовой фазы.

Для искусственных песчаных пробок служит песок из местного материала с морских ракушек без примеси глинистых частиц, просеянный через сито с ячейками 2x2 мм. Использование непросеянного песка недопустимо. Пробку создают с помощью песко-месительного агрегата ЗПА или вручную.

При использовании агрегата ЗПА закачивают смесь воды с песком (концентрация песка 150-200 г/л) в промывочные трубы, нижний конец которых находится на 7-10 м выше кровли песчаной пробки. После закачки смеси, равной объему труб, прокачивают воду в том же объеме с расходом, создающим в

кольцевом пространстве скорость восходящего потока не более 4 см/сек. Во время прокачки воды песок оседает, образуя пробку. Если высота пробки недостаточна, процесс повторяют.

При установке пробки вручную песок засыпают через колонну заливочных труб или непосредственно в эксплуатационную колонну. Заливочные трубы спускают в скважину так, чтобы их нижний конец находился на 30-35 м выше кровли создаваемой песчаной пробки. Верхний конец труб, удерживаемый при помощи элеваторов, устанавливают на 0,2-1 м выше фланца или муфты эксплуатационной колонны. В верхнюю муфту заливочных труб ввинчивают небольшую воронку, в которую одновременно заливают воду и засыпают просеянный песок. Скорость засыпки песка должна быть равна 10-12 л/мин. В процессе засыпки песка (после введения примерно каждые 40 л) необходимо расхаживать заливочные трубы (приподнимая их 2-3 раза на высоту около 0,7 м), чтобы предотвратить образование в них патронной песчаной пробки, а также избежать прихвата труб песком.

На грозненских промыслах песок часто засыпают непосредственно в эксплуатационную колонну. Для этого перед засыпкой в скважину спускают насосно-компрессорную трубу возможно большего диаметра. Ее подвешивают на элеваторе так, чтобы верхняя муфта располагалась на 0,7-1 м выше фланца муфты эксплуатационной колонны. Затем в трубу одновременно засыпают песок (со скоростью приблизительно 10 л/мин) и заливают воду.

В расчетной схеме примем, что частица песка находится в фильтрационном канале, в месте выхода его в ствол скважины. На частицу песка действуют две силы. Одна из них – сила потока флюида – стремится переместить частицу по направлению движения потока, вторая – сила трения Кулона – препятствует перемещению частицы. Силы сцепления частицы песка с массивом породы в расчет не принимаются. Условием покоя частицы песка и сохранности призабойной зоны скважины будет равенство сил

$$F_n = F_{тр}, \quad (1)$$

где F_n – силы потока флюида, действующая на частицу песка; $F_{тр}$ – сила трения. Определяем значения указанных сил по формулам

$$F_n = CA\rho_{фл}v^2, \quad F_{тр} = V_c(\rho_c - \rho_{фл})g\mu, \quad (2)$$

где C – коэффициент, зависящий от формы частицы; A – площадь сечения частицы в плоскости, перпендикулярной направлению потока (миделовое сечение); $\rho_{фл}$ – плотность флюида; v – скорость течения флюида в зоне фильтра; ρ_c и $\rho_{фл}$ – плотность материала частиц и занимаемый или объем; g – ускорение свободного падения; μ – коэффициент трения. При отсутствии процесса осадки песка скорость течения флюида будет равна [2]:

$$v = \frac{\varepsilon}{R_c h \ln \frac{R_k}{R_c}}, \quad (3)$$

где ε – коэффициент гидропроводности; h – мощность пласта; $\Delta p = \rho_{пл} - \rho_c$; $\rho_{пл}$ и ρ_c – давление на контуре питания и в скважине соответственно; R_k и R_c – радиусы контура и скважины соответственно. Используя формулы (2), (3) и условие (1), находим максимальное значение депрессии Δp_m , при котором будет отсутствовать вынос песка из пласта

$$\Delta p_m = v_m \frac{\varepsilon}{R_c h} \ln \frac{R_k}{R_c} \left(v_m = \sqrt{\frac{V_c(\rho_c - \rho_{фл})g\mu}{CA\rho_{фл}}} \right),$$

Условие неподвижности частиц песка в месте выхода фильтрационного канала в скважине для предлагаемой схемы равновесия сил выражается неравенством $\Delta p < \Delta p_m$.

Для оценки влияния кольматации на дебит скважины в связи с закупориванием зоны фильтра рассмотрим фильтр в виде цилиндрического кольца соответственно с внутренними и внешними радиусами R_c, R_1 , центром в оси скважины и установим изменения проницаемости фильтра в зоне кольца по времени. С этой целью используем модель течения жидкости через фильтр с учетом образования в фильтре осадки частиц песка [3]. Обозначим через W объем жидкости, поступившей в скважину за время t , k_0 и α коэффициенты фильтрации фильтра в месте выхода в скважину и осадки (при толщине последнего, равной единице). Уравнение неразрывности флюида записываем в виде

$$\rho_{\text{фл}} n [\alpha(r - R_c) + k_0] \frac{dW}{dt} = p(R_1) - p_c, \quad (4)$$

где n -пористость; r -переменный радиус осадки, образуемой в зоне фильтра ($R_c < r < R_1$); $p(R_1)$ -давление на внешнем контуре фильтра, определяемое по формуле

$$p(R_1) = p_{\text{пл}} - \frac{\ln\left(\frac{R_k}{R_1}\right) dW}{2\pi\epsilon} \frac{dW}{dt}, \quad (5)$$

Обозначаем через β относительное содержание осевших частиц в зоне фильтра. Тогда полагая $r - R_c = \beta W$ и подставляя выражение $p(R_1)$ из (5) в правую часть уравнения (2), получаем

$$(k_1 + \lambda W) \frac{dW}{dt} = \Delta p, \quad (6)$$

$$k_1 = n\rho_{\text{фл}} k_0 + \frac{\ln\left(\frac{R_k}{R_1}\right)}{2\pi\epsilon}, \quad \lambda = n\rho_{\text{фл}} \alpha \beta.$$

Решение уравнения при нулевом начальном условии ($W=0$ при $t=0$) имеет вид

$$W = \frac{1}{\lambda} (\sqrt{k_1^2 + 2\lambda\Delta p t} - k_1), \quad (7)$$

Увеличение объема жидкости по закону (7) происходит до момента времени

$$t_{\text{л}} = \frac{\Delta R}{2\beta^2 \Delta p} (\lambda \Delta R + k_1 \beta) \quad (\Delta R = R_1 - R_c),$$

При $t > t_{\text{л}}$ величина W возрастает по линейному закону

$$W = \frac{\Delta p (t - t_{\text{л}})}{(k_1 + n\rho_{\text{фл}} \alpha \Delta R)} + \frac{\Delta R}{\beta},$$

Скорость флюида при выходе из зоны фильтра вычисляется по формуле

$$v = \frac{1}{2\pi h R_c} \frac{dW}{dt} = \frac{1}{2\pi h R_c} \frac{\Delta p}{\sqrt{k_1^2 + 2\lambda\Delta p t}} \quad \text{при } 0 \leq t \leq t_{\text{л}},$$

$$v = \frac{1}{2\pi h R_c} \frac{dW}{(k_1 + n\rho_{\text{фл}} \alpha \Delta R)} \quad \text{при } t \geq t_{\text{л}}, \quad (8)$$

Максимальное значение скорости флюида достигается при $t=0$ и равно

$$v = \frac{1}{2\pi h R_c} \frac{\Delta p}{k_1}$$

Условие отсутствия выноса песка в этом случае записывается в виде

$$\Delta p < 2\pi h R_c k_1 v_m \quad (9)$$

Дебит скважины в результате кольматации фильтра из-за оседания частиц песка уменьшается от максимального значения

$$Q_{\max} = \frac{2\pi \varepsilon \Delta p}{S_{\min} + \ln\left(\frac{R_k}{R_c}\right)} \quad \text{при } t=0 \quad \text{до минимального} \quad Q_{\max} = \frac{2\pi \varepsilon \Delta p}{S_{\max} + \ln\left(\frac{R_k}{R_c}\right)}$$

при $t=t_k$, где S_{\min} и S_{\max} – параметры «скин-слоя» при $t=0$ и $t=t_k$, соответственно равные

$$S_{\min} = 2\pi n \varepsilon \rho_{\text{фл}} k_0 \ln \frac{R_1}{R_c}; \quad S_{\max} = S_{\min} + 2\pi n \varepsilon \rho_{\text{фл}} \alpha \Delta R.$$

Из уравнения (6) следует, что увеличение дебита скважины по времени происходит при выполнении неравенства $\frac{dW}{dt} > 0$, для чего достаточно потребовать $k_1 \geq 0$. Фильтры с гравийным материалом обладают значительно большей проницаемостью и меньшим фильтрационным сопротивлением, чем породы пласта-коллектора. Это обстоятельство указывает на возможность эксплуатации высокопроницаемых фильтров при значениях коэффициента k_0 , удовлетворяющих условиям а величина k_1 служит коэффициентом фильтрации.

$$0 < k_0 < \frac{\ln \frac{R_1}{R_c}}{2\pi n \varepsilon \rho_{\text{фл}}} - \alpha \Delta R \quad \text{при } \Delta R < \frac{\ln \frac{R_1}{R_c}}{2\pi n \varepsilon \rho_{\text{фл}} \alpha}, \quad (10)$$

$$0 < k_0 < \frac{\ln \frac{R_1}{R_c}}{2\pi n \varepsilon \rho_{\text{фл}}} - \alpha \Delta R \quad \text{при } \Delta R > \frac{\ln \frac{R_1}{R_c}}{2\pi n \varepsilon \rho_{\text{фл}} \alpha}, \quad (11)$$

По вычисленным значениям коэффициента k_0 необходимо дополнительно проверить условие отсутствия выноса частиц песка (9). При выполнении условий (10) в начале и конце процесса оседания песка фильтр служит «скин-слоем» с отрицательными значениями параметров S_{\min} и S_{\max} . Если выполняется условие (11), то отрицательное значение имеет только параметр S_{\min} , т.е. после завершения процесса оседания песка происходит закупоривание зоны фильтра вблизи ПЗП. Если нарушается условие (11), то процесс кольматации начинается сразу с началом процесса оседания песка в зоне фильтра [4].

После засыпки песка насосно-компрессорную трубу извлекают и через 1-2 ч в скважину спускают желонку на тартальном канате, чтобы установить отсутствие в стволе патронной песчаной пробки.

По результатам лабораторно-промышленных исследований [1] установлено, что одним из надежных способов борьбы с выносом песка являются различные призабойные фильтры. При проведении испытаний с фильтрами, набитыми гравием, в 85-90% случаев получены положительные результаты. Однако эти фильтры имеют общие недостатки, связанные с кольматацией фильтра, приводящей к снижению производительности скважины. Некоторые из таких конструкций представляют собой, в частности, открытый забой (скважину) увеличенного диаметра, заполненный гравийным или другим материалом с установленным фильтром-хвостовиком. Результаты испытаний различных фильтров на месторождении Кенкияк приведены в работе, где отмечается, что эффективным способом борьбы с выносом песка служат крепления призабойной зоны скважин

быстродействующей смолой из суммарных сланцевых фенолов с предварительной закачкой наполнителя, использование противопесочных фильтров, а также установка фильтров со стеклянными шарами[4].

Новая технология, разработанная профессором Т.К.Мурзабековым по установке песчаных пробок из местного сырья –из морских ракушек способствует к повышению качество работ ,ускорению и удешевлению этого технологического процесса.

Литература:

1. Ахметкалиев Р.Б., Айдарбаев А.С., Нурабаев Б.К. Исследование работы скважины в условиях пескопроявления в призабойной зоне.//Нефть и газ Казахстана.1997.№2.С. 78-83.
2. Рабинович Н.Р. Инженерные задачи механики сплошной среды в бурении. М.:Недра, 1989. 270 с.
3. Ишлинский А.Ю. Две задачи фильтрации мутной жидкости //Прикладные задачи механики. М.: Наука, 1986. Кн. 1. С. 345-348.
4. МурзабековТ.К., Мурзабеков А.Т., Мурзабеков Е.Т. Способ улучшения состояния заканчивания вертикальных, наклонно направленных и горизонтальных добывающих скважин в условиях пескопроявления. Актау, МИ «Болашак»., НМЖ «Наука и знание» № 2008, с.