УДК 622.276.72

В.А.КАПИТОНОВ
Самарский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОТЛОЖЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ И ПОДБОР ИНГИБИТОРОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЭТИМ ЯВЛЕНИЕМ

Одной из важных проблем нефтедобычи остается отложение неорганических солей в пласте, глубинно-насосном оборудовании, нефтепромысловых коммуникациях и оборудовании подготовки нефти. Это явление связано с изменением солевого состава попутно добываемых вод на данном месторождении, а также изменением термобарических условий в околоскважинной зоне пласта и технологической аппаратуре. Рассмотрены способы количественного сравнения защитного влияния ингибиторов на отложение солей.

Inorganic salt sedimentation in oil reservoir, on down hole pumping equipment, pipelines and oil treatment equipment remains one of the major problems. This phenomenon isconnected with change in salt composition of water produced at a particular deposit as well as with changes of thermobaric conditions in the borehole environment and technological equipment. The paper considers laboratory ways of quantitative comparison of protective effect of inhibiting agents on salts sedimentation.

Механизм действия ингибиторов отложений солей связан с процессами диффузии в растворе и последующей адсорбцией на поверхности микрочастичек солей. Процесс сорбции поверхностью частиц молекул ингибитора сопровождается образованием достаточно устойчивых ассоциаций. При этом ингибиторы подавляют дальнейший рост зародышевых кристаллов гипса, кальцита или другой малорастворимой соли. Образовавшиеся адсорбционные слои препятствуют не только соединению кристаллов, но и их прилипанию к внутренней поверхности оборудования и труб. Это обеспечивает унос частиц потоком жидкости.

Из гипотетической изотермы действия ингибитора (рис.1) видно, что возможно существование двух зон концентрации, в которых проявляется ингибирующее действие химического реагента. Минимальная (пороговая) концентрация (зона II) соответствует молярной пропорции ингибитора и осадкообразующего катиона от 2:5 до 1:10000. Пороговая концентрация обычно поддерживается при промышленном применении ингибитора. Зона III связана с появлением вторичных осадков, представляющих собой труднорастворимые соединения ингибитора и катиона. При максимальной концентрации ингибитора (зона IV) вновь образуются растворимые в воде комплексы. Это наблюдается при соотношении ингибитора и осадкообразующего катиона более 10:1. Таких концентраций на практике не бывает.

В лабораторных условиях можно сравнить эффективность ингибирования в пористом образце коллектора (рис.2), на рабочих колесах и направляющих электроцентробежного насоса (рис.3), при перенасыщении раствора (рис.4).



Рис.1. Гипотетическая изотерма действия ингибиторов солеотложений

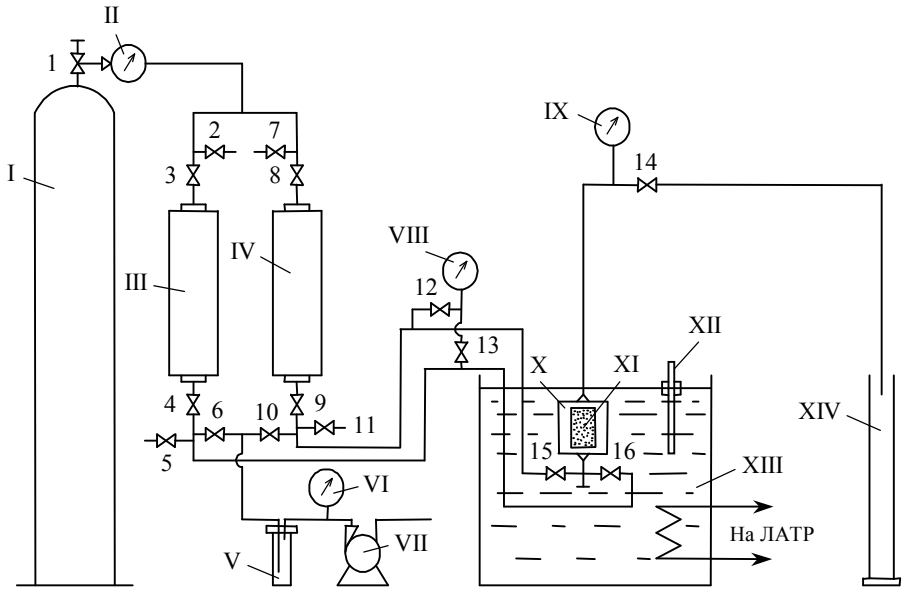


Рис.2. Схема изучения совместимости закачиваемой воды с пластовой водой и породой продуктивного пласта

I – баллон с гелием; II – газовый редуктор; III – контейнер для пластовой воды; IV – контейнер для закачиваемой воды; V – склянка Тищенко; VI – вакуумметр, VII – вакуумный насос; VIII и IX – манометры; X – кернодержатель; XI – керн; XII – термометр; XIII – водяная баня; XIV – мерный цилиндр; 1-16 – вентили

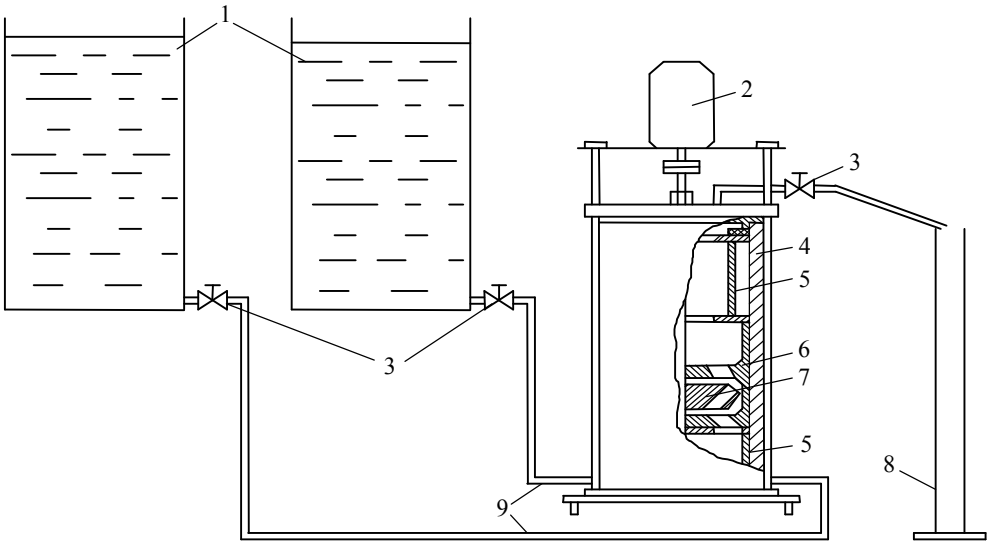


Рис.3. Лабораторная установка для изучения эффективности ингибиторов осадкообразования на рабочих колесах и направляющих аппаратах электроцентробежного насоса

1 – емкости для растворов хлористого кальция и соды; 2 – электродвигатель; 3 – вентили; 4 – корпус; 5 – цилиндры; 6 – направляющий аппарат; 7 – рабочее колесо; 8 – мерный цилиндр; 9 – трубопроводы

В первом случае сопоставляются коэффициенты водопроницаемости естественных образцов пород, измеренные до и после взаимодействия закачиваемой воды с пластовой водой и породой в поровых каналах. Коэффициент водопроницаемости образцов пород измеряют при установившейся фильтрации воды. Взаимодействие закачи-

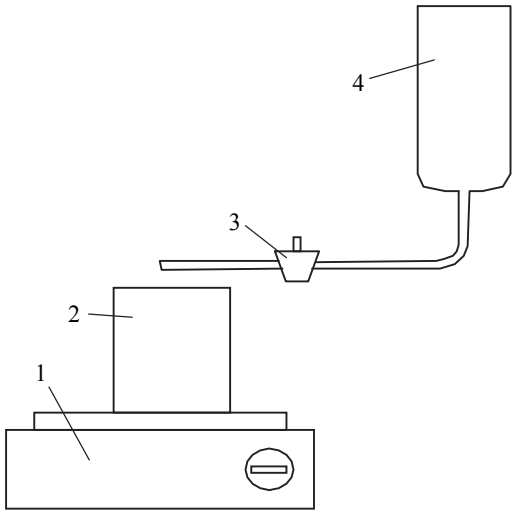


Рис.4. Схема установки по определению солеотложений на поверхности металла

1 – плитка с реле для поддержания постоянной температуры; 2 – металлическая емкость; 3 – кран для поддержания постоянного объема в упаривающей емкости; 4 – проградуированный стеклянный сосуд

ваемой воды с пластовой водой и породой осуществляют под давлением и при температуре, близкой к температуре заводняемого пласта.

Методика экспериментов по определению способности ингибиторов удерживать в растворе выпадающие соли (см. рис.3) заключается в смешивании двух химически несовместимых растворов, к каждому из которых добавлялась половинная доля испытуемого реагента.

В опытах по изучению эффективности ингибирования солеотложений при перенасыщении раствора (см. рис.4) оно создавалось в рабочей емкости путем выпаривания пластовой воды при постоянной температуре и сохранении объема выпариваемой воды. Данная модель выпадения соли из раствора пластовой воды точно отражает реальные процессы с большим числом ионов системы, встречающиеся в практике разработки.

Эффективность действия ингибиторов определяли по формуле

$$Э_и = 1 - \frac{m}{m_0},$$

где m – масса осадка, выпавшего из ингибированного раствора; m_0 – масса осадка, выпавшего из контрольного раствора.

В результате эксперимента с пластовой водой Краснодарского месторождения получены следующие данные:

Ингибитор	НТФ	Плав солей	СНК	Фосфорит	ОЭДФ
Эффективность, %	24/27	16/32	11/20	5/25	19/26

Примечание. В числителе и знаменателе – при концентрации ингибитора 10 и 20 г/м^3 соответственно.

Таким образом, наиболее эффективным оказался плав солей с эффективностью воздействия 32 %, что делает его наиболее перспективным в применении на предприятиях нефтедобычи.