

## «ПЛОЩАДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПЛАСТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»

**Абаев Ш.Б.**

*Қабаттағы мұнайды онымен араласатын сұйықпен ығыстыру кезінде, мұнаймен ығыстырғыш зат арасындағы фазалық айырмашылық толық жоғалады, капиллярлық күштер азайып, мұнай осы заттегімен араласады, соның нәтижесінде оны түгелдей қабат астынан шығарып алуға мүмкіндік туады. Егер қабатқа айдалатын суға беткі белсенді заттар қоссақ бұл мұнай-су қатынасындағы беттік тартылысты азайтады және тау-кен дәндерін ылғандырады, яғни сутартқыштығын арттырады.*

*When oil is displaced by a substance that mixes with that oil, this solves the problem of complete elimination of oil-displacer interface, the capillary forces "vanish", oil dissolves in this displacer substance, as a result, complete recovery of oil becomes possible from formation zone affected by displacement. Adding surfactants to injected water may significantly decrease the surface tension at oil-water contact and make formation particles surfaces more wettable i.e. increase their hydrophilic property.*

Эффективность вытеснения нефти из пластов растворами ПАВ зависит от степени диспергирования нефти в заводненной области пласта, структуры порового пространства, доли нефти, оставшейся в виде пленок на зернах породы во всей остаточной нефти, характера физико-химического взаимодействия ПАВ и пород коллекторов и т.д. Найти оптимальное условие применения какого-либо конкретного ПАВ или подобрать для заданных пластовых условий наиболее эффективное ПАВ - дело трудное.

Всем физико-химическим методам разработки нефтяных месторождений, включая вытеснение нефти водными растворами ПАВ, полимерное и мицеллярно-полимерное заводнение, сопутствует явление сорбции поверхностно-активных добавок к воде на зернах породы. Это оказывает решающее влияние на процесс извлечения нефти из пластов и экономику физико-химических методов разработки нефтяных месторождений. Поэтому рассмотрим его подробно с количественной стороны прежде всего на примере вытеснения нефти из прямолинейного пласта водными растворами ПАВ.

### **Применение поверхностно-активных веществ и мицеллярных растворов**

В настоящее время известны следующие технологий применения ПАВ при заводнении пластов:

1. Закачка растворов большого объема с низкой концентрацией ПАВ в воде оторочек. В эти растворы можно (но не обязательно) добавлять спирты для регулирования подвижности полимеров, желательно также, чтобы полученные растворы на границе с нефтью имели сверхнизкое межфазное натяжение порядка  $10^{-5}$ - $10^{-7}$  Н/м.

2. Закачка растворов ПАВ малого объема повышенной концентрации в виде оторочек. При этом раствор состоит не менее чем из четырех компонентов (вода, ПАВ, спирт, углеводород или полимер) и образует микроэмульсии. Первые мицеллярные растворы всегда содержали углеводород и, как правило,

образовывали микроэмульсии на нефтяной основе. В последнее время обычно используют растворы на водной основе.

Для предохранения созданной оторочки раствора между ней и закачиваемой в последующем в пласт создается оторочка буферной жидкости - чаще всего загущенной полимерами воды.

Вторую технологию использования ПАВ часто называют мицеллярно-полимерным или просто мицеллярным заводнением.

При первой технологии возможны различные модификации.

Так, при определенных условиях часть пластовой нефти может переходить в раствор, и в результате мицеллярный раствор образуется непосредственно в пласте. Именно такая технология представляется наиболее перспективной и в последнее время ей уделяют все больше внимания. Она также часто называется мицеллярным заводнением, а закачиваемые водные растворы ПАВ - мицеллообразующими. При этом количественные различия в объеме закачиваемой оторочки и ее концентрации при закачке мицеллярного раствора довольно условный.

Если межфазное натяжение на границе фаз нефть-раствор сверхнизкое, то такой процесс (тоже весьма эффективный) называют вытеснением растворами ПАВ с низким межфазным натяжением. Если же добавка ПАВ в воду снижает межфазное натяжение на границе с нефтью только до десятых долей мН/м, то соответствующий процесс является вытеснением нефти обычным раствором водорастворимых ПАВ. [1]

Рассмотрим особенности различных технологии применения ПАВ.

С гидродинамических позиций вытеснение нефти мицеллярными растворами или растворами ПАВ с низким межфазным натяжением представляет собой один из наиболее эффективных способов извлечения углеводородов, являющийся или приближающийся к вытеснению со смешением двух жидкостей. Такой метод направлен на максимально возможное извлечение находящейся в пласте нефти, в том числе и остаточной, после обычного заводнения. Коэффициент вытеснения при достаточном объеме оторочки в лабораторных экспериментах близок к 100%. Поскольку вязкость мицеллярного раствора за счет углеводородных компонентов или полимера обычно выше вязкости вытесняемой нефти, коэффициент охвата вытеснением также должен быть высоким.

Следовательно, теоретически такая технология применения ПАВ должна иметь очень высокую, приближающуюся к максимально возможной, технологическую эффективность. Однако при положительных лабораторных данных промышленные опыты в США показали значительно худшие результаты. Так, из 17 завершённых опытов 5 оцениваются как положительные, 5 - отрицательные и 7 - с неопределёнными результатами.

Основные причины неудач при промышленных испытаниях метода заключается в следующем.

Растворы очень чувствительны как к температуре, так и к минерализации пластовых вод. ПАВ и полимеры адсорбируются на породе и контактируют с минерализованной водой, что объединяет растворы и ухудшает первоначальные свойства химических реагентов. Оторочки мицеллярного раствора разбавляются пластовой и закачиваемой водой, вследствие

небольшого объема в неоднородных пластах механически разрушаются. В то же время эти растворы сохраняют способность снижать межфазное натяжение в относительно узкой области изменения составов. Поэтому эти системы в пластовых условиях нестабильны. Для успешного применения метода необходимо в соответствии с параметрами пласта и насыщающих его жидкостей строго подбирать рецептуру растворов.

Возникают также серьезные технические проблемы, связанные с необходимостью сохранения свойств реагентов при их транспортировании, хранениях и закачке. Все это сильно усложняет технологию применения метода.

Необходимо также заметить, что стоимость используемых при мицеллярном заводнении реагентов очень высока, они весьма дефицитны. И все же мицеллярное заводнение является одним из наиболее перспективных методов. В настоящее время наряду с продолжением промысловых опытов проводятся интенсивные, лабораторные и промысловые исследования.

Рассмотрим теперь процесс вытеснения нефти обычным раствором ПАВ, в качестве которых чаще всего применяют неионогенные ПАВ.

Существенное достоинство заводнения пластов подобными растворами - это исключительная простота применения, транспортировки, хранения, приготовления и закачки. По сравнению с другими методами он может быть значительно легче внедрен в относительно больших масштабах при небольших дополнительных капитальных вложениях в обустройство промыслов. Неионогенные ПАВ мало чувствительны к солям применяемым в широком диапазоне температур и хорошо совместимы с другими химическими реагентами.

Однако метод увеличения нефтеотдачи вытеснением нефти водой, содержащей добавки неионогенных ПАВ, обладает и определенными недостатками.

При закачке в пласт раствора ПАВ происходит несмешивающееся вытеснение нефти. Улучшение нефтевытесняющих свойств воды в интегральной форме выражается в повышении фазовой проницаемости для нефти и некотором снижении остаточной нефтенасыщенности, т.е. увеличений коэффициента вытеснения. Фазовая проницаемость для раствора в зависимости от свойств ПАВ, нефти и породы может быть как выше, так и ниже фазовой проницаемости для воды. Адсорбция химреагента на поверхности породы приводят к образованию вала неактивной воды, и первоначально нефть вытесняется обедненной, т.е. обычной водой, а затем только раствором реагента. В неоднородных пластах заметное влияние на процесс вытеснения могут оказать гравитационные, капиллярные и диффузионные силы. Именно приросты коэффициента вытеснения и адсорбции являются факторами, определяющими эффективность метода. Поскольку межфазное натяжение на границе раздела фаз достаточно мало, прирост коэффициента вытеснения невелик (для нефтей не превышает 10%). По этой причине же прирост коэффициента вытеснения зависит от нефтенасыщенности изучаемого к моменту начала закачки раствора. Растворы химического реагента плохо или почти совсем не отмывают остаточную, т.е. капиллярно удерживаемую в порах нефть, несуществующую в виде непрерывно связанной фазы.

Таким образом, простой в технологическом отношении метод имеет определенный диапазон эффективного применения. В пластах, характеризующихся большой удельной поверхностью пород или повышенным содержанием глинистого материала, адсорбция значительна и закачка раствора может не дать ощутимого эффекта.

Основные направления повышения эффективности применения неионогенных ПАВ следующие: установление четких границ и оптимизация технологии применения методов, использование лучших композиции ПАВ для снижения адсорбции и остаточной нефтенасыщенности, сочетание с другими видами, воздействие на пласт, прежде всего полимерным заводнением.

Наиболее перспективное направление это повышение эффективности метода сочетания закачки растворов ПАВ полимерным заводнением. Расчеты и лабораторные эксперименты показывают, что при этом может происходить синергетический эффект и нефтеотдача, особенно в неоднородных пластах заметно повышается.

Дальнейшие перспективы применения заводнения с ПАВ связанный с использованием новых, более эффективных ПАВ, способных в значительно большей степени понизить остаточную нефтенасыщенность. Согласно современным представлениям это прежде всего водные растворы мицеллообразующих ПАВ, позволяющие достигнуть сверхнизких межфазных натяжений на границе водного мицеллярного раствора и нефти.

### **Проблемы применения физико-химических методов**

Наиболее изучены и испытаны физико-химические методы разработки нефтяных месторождений с вытеснением нефти из пластов углеводородными растворителями, включая обогащенный углеводородный и природный газ при высоком давлении, а также двуокисью углерода.

Для вытеснения нефти используют газ, содержащий 65% метана и 35% этан-пропановых фракций, а также обогащенный газ. Коэффициент конечной нефтеотдачи при вытеснении нефти составляет 60-70% и более.

Результаты работ по использованию вытеснения нефти из пластов обогащенным газом при высоком давлений указывают на возможность достижения конечной нефтеотдачи 70% и выше.

Необходимое условие достижения высокой нефтеотдачи заключается в обеспечений смешиваемости нефти и газа, для этого она должна быть маловязкой, содержать незначительное количество смол и асфальтенов. Физико-геологические условия пласта должны быть такими, чтобы для вытеснения нефти можно было использовать природный или обогащенный газ при высоком пластовом давлений не ниже 20 МПа.

Важное обстоятельство – наличие вблизи месторождения ресурсов природного или обогащенного газа. В качестве таких ресурсов могут служить, главным образом, близлежащие газоконденсатные месторождения, а также нефтяные залежи, содержащие жирный нефтяной газ.

Опыт разработки нефтяных месторождений с использованием двуокиси углерода для вытеснения нефти показывает, что в этом случае при благоприятных условиях нефтеотдача пластов по сравнению с нефтеотдачей при обычном заводнении увеличивается на 10-15%. Наибольший эффект получают, если применяют оторочки CO<sub>2</sub> в жидком, закритическом или даже в

газообразном состоянии. Оторочки продвигаются по пласту под воздействием закачиваемой в него воды. Процесс вытеснения нефти  $\text{CO}_2$  следует применять преимущественно при разработке месторождений легких нефтей с незначительным содержанием тяжелых углеводородных компонентов, смол и асфальтенов, которые могут осаждаться в пористой среде при контакте нефти с двуокисью углерода и выделений из нее легких фракций. [2]

Главная проблема существующих физико-химических методов повышения нефтеотдачи, основанных на использовании добавок к закачиваемой в пласты в виде физико-химически активных примесей (ПАВ, полимеров и их смесей), заключается в преодолении отрицательного влияния пористой среды, а возможно, и остаточной нефти.

Дальнейшие исследования в области физико-химических методов повышения нефтеотдачи и тщательный анализ опытно-промышленных работ помогут более точно определить эффективность этих методов.

### **Вывод**

Разработка нефтяных месторождений с высоковязкой нефтью всегда сопровождается с проявлениями различных факторов, которые отрицательно влияют на весь ход процесса отборов флюидов из залежи. Из множества факторов, которые приводят к ухудшению условий фильтрации флюидов по продуктивным коллекторам, самой главной, следует отметить вязкость нефти в пластовых условиях. Повышенная вязкость особенно отрицательно влияет на увеличение охвата пластов вытеснением. Для увеличения отбора жидкости из пласта при разработке залежи с высоковязкой нефтью применяются различные способы воздействия. Одним из которых являются применение поверхностно-активных веществ, для более обширного охвата пласта вытеснением. Если добавить к закачиваемой в пласт воде поверхностно-активное вещество, то можно существенно снизить поверхностное натяжение на контакте нефть-вода и сделать поверхность зерен горных пород-коллекторов более смачиваемой водой, т.е. увеличить ее гидрофильность. Это позволит более полно извлечь остаточную нефть из трудноизвлекаемых участков пласта

### **Литература:**

1. Гимутидинов Ш.С. «Справочное руководство разработки нефтяных и газовых месторождений», Москва, Недра, 1983
2. Желтов Ю.П. «Разработка нефтяных месторождений», Москва, Недра, 1986 г. стр. 235-236