

$$m(T) = m_0 \exp\left(\frac{U}{RT}\right).$$

где  $T$  – абсолютная температура;  $m_0$  – предэкспонент;  $U$  – энергия активации вязкого течения;  $R$  – универсальная газовая постоянная.

Экспоненциальный вид зависимости включает в себя как частные случаи рейнولدсову и гиперболическую зависимости и случай постоянной вязкости.

Нестационарную систему уравнений движения и теплового баланса с учетом диссипации энергии можно записать в виде

$$\rho \frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( m \frac{\partial V}{\partial x} \right);$$

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = I \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + m \left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2.$$

где  $V$  – скорость жидкости;  $x$  – Эйлера координата;  $t$  – время;  $I$  и  $c$  – теплопроводность и вязкость;  $m$  – динамическая вязкость. В начальный момент времени температура жидкости равна температуре поверхности. Скорость жидкости на поверхности  $x=0$  должна удовлетворять условию (условие прилипания):  $V=U$ .

Будем считать, что через поверхность с окружающей средой осуществляется теплообмен по закону Ньютона. Тогда граничные условия можно записать следующим образом:

$$x = 0; V = A \cos \omega t; I \frac{\partial T}{\partial x} = a(T - T_0);$$

$$x = \infty; V = 0; \frac{\partial T}{\partial x} = 0.$$

Указанная задача в безразмерных переменных решалась методом преобразования Лапласа. Получено выражение для зависимости температуры от времени и координаты.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ  
КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ КИНЕТИЧЕСКИХ  
ДАНЫХ ПО РАЗРУШЕНИЮ  
МАТЕРИАЛОВ В СЛОЖНЫХ  
АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ**

Доровских И.В., Живаева В.В.

*Самарский государственный технический  
университет  
Самара, Россия*

Данная работа была посвящена исследованию изменения вещественного состава материалов на основе алюмосиликатов и алюмоферритов под воздействием коррозионного агента. В ходе выполнения работы были получены кинетические данные с исследуемых образцов, на основе которых были получены математические зависимости протекания коррозионных процессов. Созданная математическая модель в последующем

позволит с высокой долей вероятности прогнозировать сроки эксплуатации материалов, в основе которых содержатся алюмосиликаты и алюмоферриты в сложных агрессивных средах.

В ходе проведения анализа было уделено большое внимание изменению вещественного состава исследуемых материалов, что позволяет определять основы протекания коррозионных процессов в вязущих материалах и в дальнейшем разрабатывать методики и новые химические композиции для снижения или предотвращения коррозионных процессов при строительстве сооружений на основе вязущих веществ.

При проведении работы была получена прямая зависимость между исследуемыми величинами, седиментационной устойчивостью и степенью фильтрации тампонажных суспензий. Зная результаты предварительно проведенного седиментационного анализа тампонажного раствора, можно прогнозировать реологические и физико-механические свойства тампонажной суспензии и сформированного из нее тампонажного камня. Физико-механические характеристики сформированного тампонажного камня в свою очередь позволяют определять, в какой степени и за какой период в условиях эксплуатирующейся скважины произойдет диффузионное проникновение в него коррозионно-активного флюида и начнется его разрушение.

Результаты фундаментального исследования предполагается использовать в нефтяной и газовой промышленности при строительстве и ремонте нефтяных и газовых скважин, а также в других отраслях производства при использовании вязущих материалов на основе алюмосиликатов и алюмоферритов.

**КОЛЬМАТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ  
ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

Живаева В.В., Нечаева О.А.

*Самарский государственный технический  
университет  
Самара, Россия*

Эффективность строительства скважин напрямую связана с их продуктивностью, а последняя с сохранением максимально возможной проницаемости коллекторов и длительности высокопродуктивной работы скважин.

За последние годы актуальность проблемы сохранения потенциальной продуктивности скважин существенно возросла, в том числе и в связи с вовлечением в разработку месторождений со сложно-построенными залежами и низкопроницаемыми продуктивными пластами, к качеству вскрытия которых предъявляются более высокие требования.

Основным негативным фактором при заканчивании скважин, значительно ухудшающим продуктивность нефтяных скважин, является кон-

такт бурового раствора с продуктивным пластом во время бурения. При этом происходит кольматация пристволенной части пласта твердой фазой бурового раствора, проницаемая зона блокируется фильтратом бурового раствора; происходит физико-химическое взаимодействие фильтра как с пластовыми жидкостями, так и с породами пласта. Отрицательное воздействие фильтра бурового раствора, проникшего в пласт, может проявляться многообразно: - вызывать набухание глинистых частиц, содержащихся в пласте коллектора, в результате чего резко снижается проницаемость призабойной зоны; - образовывать водонефтяные эмульсии, которые в ряде случаев существенно снижают проницаемость призабойной зоны; - удерживаться в пористой среде капиллярными силами и частичное вытеснение его из поровых каналов может происходить лишь при значительных перепадах давления, что затрудняет продвижение нефти к забою скважины, особенно при низкопроницаемых коллекторах; - в результате взаимодействия фильтра бурового раствора с высокоминерализованной водой могут образовываться нерастворимые осадки в порах коллектора.

Физико-химическая природа кольматажа призабойной зоны скважин весьма сложна, так как в этом явлении переплетаются происходящие в порах породы процессы гравитации и адгезии относительно крупных взвешенных частиц, коагуляции коллоидов и различные виды сорбции растворенных в воде солей.

При кольматации проницаемой среды во времени можно выделить следующие этапы:

- снижение проницаемости по закону, близкому к прямолинейному, за счёт беспрепятственного проникновения частиц твёрдой фазы в поровое пространство;

- закупоривание проницаемой породы с одновременным образованием на её поверхности фильтрационной корки.

Анализ современного состояния научных концепций и тенденций развития технологии буровых работ позволяет сформулировать принципиально новый подход к проблеме повышения эффективности технологических процессов в изменяющихся геолого-технических условиях разработки нефтяных и газовых месторождений. Наиболее важные положения сводятся к следующему:

- основной процесс углубления скважины при бурении должен совмещаться с процессами управляемого физико-химического и гидравлического воздействия на пристволенную зону проницаемых пластов с целью регулирования и изменения фильтрационных характеристик продуктивного пласта;

- сформированный в процессе бурения в пристволенной зоне кольматированный слой должен существенно снижать или исключать гидродинамическое взаимодействие в системе скважина-пласт;

- при освоении и эксплуатации скважин удаление защитного слоя и восстановлении фильтрационных свойств призабойной зоны продуктивных горизонтов не должны вызывать трудностей.

Разработка и совершенствование способов кольматации и закупорки проницаемых пластов при вскрытии их бурением должны отвечать определённым требованиям. Кольматация стенок ствола скважины при вскрытии проницаемых пород должна быть управляемой. Время существования кольматационной зоны может быть либо ограничено периодом цементирования, освоения и эксплуатации скважины для интервала продуктивного пласта, либо быть более продолжительным для интервала залегания других пластов, содержащих агрессивные пластовые флюиды. При непродолжительных сроках закупорки пристволенной зоны кольматационный слой должен образовываться из материалов, легко удаляемых химическим раствором или другим способом.

Кольматационный слой стенок в продуктивном пласте должен обеспечивать сохранение его естественных коллекторских свойств, предупреждая глубокое проникновение бурового раствора, его фильтра и твёрдой фазы, надёжную изоляцию друг от друга водоносных и продуктивных пластов.

#### **ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НАСЫЩАЮЩИХ СМЕСЕЙ ПРИ ДИФфуЗИОННОМ БОРИРОВАНИИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ**

Кошелева Е.А., Гурьев А.М.

*Алтайский государственный технический университет  
Барнаул, Россия*

Основным материалом для изготовления деталей машин и инструмента является сталь, в силу наилучшего сочетания прочности, надёжности и долговечности. Химико-термическая обработка (ХТО) существенно изменяет физико-химические свойства поверхностных слоев. К перспективным методам ХТО относится борирование. Проводимые исследования воздействия насыщающих сред в виде обмазок при ХТО показали, что соединения бора с различными металлами достаточно эффективны как поставщики бора и как поставщики второго компонента. Использование соединений бора с титаном, бора с хромом в качестве добавки к карбиду бора, значительно увеличивает срок службы инструмента, а также более экономично в сравнении с другими способами ХТО при получении покрытий с заданными свойствами.

Повышение работоспособности деталей узлов машин и механизмов, инструмента и технической оснастки, их надёжности и долговечности в определенной мере зависит от химического со-