

ритонеальных клеток (ПК) мышей. Эксперименты проводили *in vitro* на клетках перитонеального транссудата мышей линии BALB/c, стимулированных полным адьювантом Фрейнда. Провели сравнительную оценку сегрегационной функции (по накоплению акридинового оранжевого в лизосомах) и уровня продукции кислородных метаболитов (при использовании НСТ-теста) в Мф и ЭК. Условная величина сегрегационной активности ЭК была ниже, чем у Мф. Уровень удельной продукции активных форм кислорода (отнесенной к объему цитоплазмы), оцениваемый по образованию в клетках формазана, также был выше в Мф по сравнению с ЭК. Вместе с тем, по предвари-

тельной оценке методом компьютерной морфометрии, абсолютная величина, характеризующая уровень продукции кислородных метаболитов (с учетом больших размеров ЭК), была выше в ЭК по сравнению с Мф. При использовании иммуноцитохимических методов исследования впервые установлено, что ЭК, формирующиеся *in vitro*, способны продуцировать IFN- $\gamma$  (интерферон-гамма) и bFGF (основной фактор роста фибробластов). Полученные данные указывают на определенную роль ЭК в регуляции гранулематозного процесса и, вероятно, в развитии фиброзных осложнений при эпителиоидно-клеточных гранулематозах.

### *Технические науки*

#### **ВОЗМОЖНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА НИКЕЛЕМ И ЖЕЛЕЗОМ**

Морозова Е.А., Муратов В.С.

*Самарский государственный технический  
университет,  
Самара, Россия*

Показано, что глубина проникновения никеля как легирующего элемента в титановую матрицу при скорости обработки 1,66 мм/с составляет 90 мкм, при 2,0 мм/с - 170 мкм и при 2,5 мм/с - 90 мкм. Из анализа изменения микротвердости по ширине упрочненной дорожки следует, что при исходной микротвердости исследуемых образцов 1800 МПа диапазон микротвердости при скорости лазерной обработки 1,66 мм/с составляет 7600-7800 МПа, при скорости 2,0 мм/с 7400-7600 МПа и при скорости 2,5 мм/с - 8400- 8600 МПа. Меньший прирост микротвердости наблюдается при скорости 2,0 мм/с вследствие увеличения объема расплава, уменьшения степени насыщения легирующим элементом и соответствующего снижения плотности распределения интерметаллидных фаз в зоне легирования.

Рентгеноструктурный анализ показал, что в поверхностном слое образцов имеет место образование интерметаллидов NiTi<sub>2</sub>. Проведение металлографических исследований подтвердило, что легированный объем состоит из двух зон: зоны оплавления и зоны термического влияния. В указанных зонах происходит процесс двойной фазовой перекристаллизации  $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$ . В зоне термического влияния наблюдается падение твердости вследствие распада пересыщенного твердого раствора, коагуляции интерметаллидов.

Исследован процесс лазерного легирования поверхности титана железом при мощности излучения 630 Вт и скорости обработки 0,5 и 1,66 мм/с.

Показано, что глубина проникновения железа как легирующего элемента в титановую матрицу при указанных скоростях обработки составляет 10 мкм. Из анализа изменения микротвердости по ширине упрочненной дорожки следует, что при скорости 0,5 мм/с наблюдается различный прирост микротвердости по ширине лазерной дорожки. В периферийной области зоны оплавления твердость достигает 9000-10000 МПа, а в центральной области - 5000-5200 МПа. При скорости 1,66 мм/с по всей ширине дорожки твердость составляет 8900-9100 МПа. Повышение микротвердости при большей скорости лазерной обработки вызвано уменьшением объема расплава и увеличением степени насыщения титана легирующим элементом.

Рентгеноструктурный анализ установил присутствие в поверхностном слое образцов интерметаллидов Ti<sub>2</sub>Fe и TiFe. Выявлено также присутствие  $\alpha'$ - фазы. С увеличением концентрации легирующего элемента при скорости 1,66 мм/с период решетки  $\alpha'$ - фазы уменьшается.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ СПИРТОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ АСПО**

Саляев В.В.<sup>1</sup>, Живаева В.В.<sup>1</sup>, Павлов П.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Самарский государственный технический  
университет,*

<sup>2</sup>*ООО «СамараНИПИнефть»,  
Самара, Россия*

Схемы составления композиций растворителей асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) многообразны и в большинстве случаев основываются на имеющемся местном сырье, в большинстве случаев побочных продуктов или отходов производства, удовлетворительных тех-

нологических и экономических показателях и в меньшей степени на эффективности получаемого реагента. Целенаправленно разработкой высокоэффективных композиционных растворителей занимаются только специализированные предприятия, имеющие научную и производственную техническую базу. Самыми простыми и примитивными растворителями, естественно, являются однокомпонентные реагенты, более сложными - двух- и трёхкомпонентные композиции с целенаправленно заданными свойствами – многокомпонентные.

Наиболее сложные композиции растворителей включают: алифатические углеводороды, ароматические углеводороды, полярный неэлектролит (эфир, спирты), ПАВ-неонолы, регуляторы pH, добавки, обеспечивающие предотвращение биодеструкции и снижение коррозионной активности.

Функция полярного неэлектролита заключается в стабилизации углеводородного раствора водорастворимого ПАВ-деэмульгатора, в облегчении процесса диффузии ПАВ из объёма растворителя в АСПО, а также в растворении полярных компонентов АСПО.

Из спиртов для удаления АСПО наиболее часто применяют алифатические спирты – метиловый, этиловый, бутиловый, циклические – циклогексанол, метилциклогексанол, бензиловый спирт (фенилкарбинол) и двухатомные спирты – гликоли.

Спирты относятся к сильно полярным жидкостям. Метиловый и этиловый спирты неограниченно смешиваются с водой. Растворимость спиртов в воде уменьшается по мере увеличения их углеводородной цепи.

Авторами, в качестве реагента для приготовления многокомпонентного растворителя АСПО предлагается использование растворителя СФПК (спиртовая фракция производства капролактама), являющегося отходом производства. Основные компоненты данного состава: амиловый спирт (52% мас.), пропанол (16% мас.), бутанол (15% мас.) и гексиловый спирт (6%). Реагент СФПК ранее хорошо зарекомендовал себя в роли ингибитора коррозии нефтепромыслового оборудования.

Лабораторные исследования на керновом материале показали, что проведение комплексной обработки призабойной зоны скважины (ПЗС) растворителями АСПО с использованием водорастворимого растворителя (СФПК) способствует не только очистке порового пространства от отложений высокомолекулярных углеводородных соединений, но и значительному восстановлению фазовой проницаемости призабойной зоны по нефти и позволяет свести к минимуму отрицательный эффект от закачки жидкостей глушения в процессе текущего и капитального ремонта скважин.

### МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА СИЛИЦИДАХ И ГЕРМАНИДАХ МЕТАЛЛОВ В ЭЛЕКТРОЛИТАХ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

Шейн А.Б., Ракитянская И.Л., Вилесов С.П.  
*Пермский государственный университет,  
Пермь, Россия*

Состав коррозионной среды оказывает многофакторное влияние на характеристики парциальных электрохимических процессов на металлах и сплавах. В качестве основных факторов выделяют изменение химического состава поверхности металла, воздействие на структуру растворителя и двойного электрического слоя, а также на электронную структуру поверхностного слоя металла.

Растворение сплавов (интерметаллических соединений) является сложным электрохимическим процессом, включающим ряд последовательных и параллельных, обратимых и необратимых стадий, к которому не применим принцип независимого протекания реакций. Кинетика и механизм растворения компонентов сплава часто оказываются взаимосвязанными. Поэтому представляло интерес сравнить механизмы анодного растворения силицидов и германидов металлов и их компонентов (чистых металлов (M), Ge и Si).

Материалами для исследования служили силициды Ni, Fe, Co, Mo, Mn, Ti, также чистые M, Ge и Si. Согласно ранее полученным результатам, MSi, аналогично чистому металлу (M), имеет на анодных поляризационных кривых выраженную область активного растворения. Силициды с более высоким содержанием кремния в кислых средах устойчиво пассивны, обладают высокой анодной стойкостью и не подвержены заметному воздействию агрессивных ионов, за исключением фторидов.

В результате электрохимических исследований и анализа изменения структуры электродов установлено, что механизм растворения силицидов в кислотах заключается в ионизации металлического компонента из подрешетки металла в силициде с одновременным окислением остающегося на поверхности Si до SiO<sub>2</sub>. В последующем, процесс анодного растворения силицида контролируется диффузией металла в объеме силицида и окисленного металла через слой гидратированного гидроксида кремния. На основании данных электрохимических измерений рассчитаны коэффициенты диффузии никеля в моносилициде никеля NiSi и Mn в MnSi, Mn<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>.

Анодное растворение чистого M в сернокислом электролите реализуется за счет ионизации атомов металла, а его пассивация - за счет образования защитной окисно-гидроксидной пленки.