

**КОРРОЗИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ НИТИНОЛА  
В ЖЕЛЧИ**

Муслов С.А., Ярема И.В., Савченко А.А.  
ГОУ ВПО Московский государственный медико-  
стоматологический университет (МГМСУ)  
Москва, Россия

Коррозионные свойства являются важнейшими показателями биохимической совместимости всех материалов, нашедших применение в медицине. Фундаментальной отправной точкой концепции химической биосовместимости медицинских материалов является степень коррозии – металлические компоненты могут растворяться в физиологических жидкостях под влиянием коррозии, вызывая деградацию одновременно конструкций и окружающей биосреды. Коррозия металлов в организме может привести к поломке элементов конструкций или невыполнению ими функций и может создать вредные продукты коррозии. Все это стимулировало широкий фронт работ по электрохимическому поведению и коррозионной стойкости материалов “кандидатов” к медицинскому применению в агрессивных (кислоты и щёлочи) и упрощённых, имитирующих биологическое окружение средах (в основном это физиологические растворы Хенка и Рингера с водородными показателями pH и буферными свойствами, близкими к таковым у реальных биологических жидкостей). Высокая кислотность (содержание ионов водорода  $\text{pH} < 7$ ) некоторых жидкостей тела особенно критична для металлических имплантатов и эндопротезов.

Широкий спектр приложений сверхэластичных сплавов с памятью формы из никелида титана NiTi (нитинола) в медицине (интраваскулярные эндопротезы и фильтры, сосудистые, уретральные и билиарные стенты, клапаны, окклюдеры, костные и дентальные имплантаты, брекет-системы, папиллотомы, экстракторы желчных и мочевых камней, пульпозэкстракторы, устройства для создания анастомоза, сетки для герниопластики, ранорасширители, клипсы, зажимы и т.д.) налагает специальные требования к его химической биосовместимости. С учётом этих требований нитинол, как потенциальный и многофункциональный биоматериал, не должен вызывать нежелательные, клинически выявляющиеся изменения в органах и тканях, а также вступать в химические реакции с органическими соединениями и образовывать с ними устойчивые комплексы на границе раздела фаз. В особенности эти явления негативны для медицинских изделий и устройств длительного по сравнению с аппаратами многократного кратковременного использования. Для

того чтобы нитинол использовался в качестве биоматериала, необходимо, чтобы он обладал не только адекватными физическими и механическими свойствами для выполнения своих функций, но и устойчивостью к коррозии.

Общепризнанными и рекомендованными в мире для проведения испытаний являются два основных метода исследования сопротивления коррозии. По классификации ASTM (Американского общества по испытанию материалов) – это метод потенциодинамической поляризации и потенциалостатический тест. В России коррозионные испытания регламентированы рядом соответствующих ГОСТов и стандартов. Наиболее простой и информативный метод определения коррозионной стойкости является весовой метод расчета коррозионных потерь (в абсолютных –  $\text{г/м}^2$ , а также относительных – % единицах) и скорости коррозии, основанный на измерении убыли веса за время испытаний. Основным показателем в этом тесте есть потеря веса испытуемых пластин.

Объектом настоящего исследования являлся нитиноловый сплав (Ti–50,8 ат.% Ni), применяемый для изготовления экстракторов желчных камней и конкрементов, очистки желчевыводящих протоков от желчного ила и сладжа, а также билиарных стентов. Испытания проводили в медицинской консервированной желчи (*chole coservata medicata*). Аптекарская желчь является препаратом, содержащем натуральную желчь свиней (пищеварительная система свиньи во многом подобна аналогичной у человека) и представляет собой жидкость желтовато-коричневого цвета со специфическим запахом. Для осуществления метода производили предварительную подготовку – применяли механическую зачистку поверхностей образцов. Долговременные коррозионные испытания проводили при полном погружении в исследуемую среду с последующим визуальным осмотром поверхности и периодическим взвешиванием. Один раз в две недели образцы вынимали, тщательно промывали, высушивали и взвешивали на торсионных весах типа ВТ с точностью до 1 мгс. Фиксировали относительные потери веса пластинками. Общая потеря в массе после 500 дней выдержки в желчи не превысила 0,1% ( $\text{p} < 0,05$ ).

Установленное стабильное коррозионное поведение сплавов на основе NiTi в модельных биологических средах является, наравне с биомеханической совместимостью этих сплавов, еще одной уникальной чертой сверхэластичных сплавов с памятью формы на основе никелида титана. Она дает право считать легитимным бенефис ни-

тинола в медицинском материаловедении с наблюдаемыми масштабами применения этого материала. Отсутствие весомых весовых потерь никелида титана в желчи делает его материалом биохимически совместимым и пригодным для медицинского применения в абдоминальной хи-

рургии даже в условиях длительного использования.

Работа представлена на научную международную конференцию «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники», Россия-Дания-Швеция-Финляндия-Норвегия-Эстония, 11-25 июля 2007 г. поступила в редакцию 21.06.2007.

#### *Химические науки*

### **ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТОРФА И САПРОПЕЛИ**

Исмазова Р.Р.

*Казанский государственный медицинский университет  
Казань, Россия*

В качестве объектов исследования служили сапрпель озера «Карасевое», а также торф месторождений «Темное» Томской области.

Известно, что фенольные соединения – фенологликозиды, фенолкарбоновые кислоты, являются постоянными компонентами суммарных комплексов исследуемых объектов, с широким спектром биологической активности.

Количественное содержание суммы фенольных соединений проводили перманганатометрическим методом. В результате исследований установлено, что содержание суммы фенольных соединений в торфе  $1,4 \pm 0,03\%$ , данный показатель для сапрпели составил  $0,96 \pm 0,08\%$ .

Качественное определение фенольных соединений в исследуемых пелоидах, кроме специфических реакций, проводили также с помощью ультрафиолетовых спектров их спиртовых экстрактов. Максимумы поглощения были зафиксированы при длинах волн 280,290,300 и 325 нм.

Анализ ультрафиолетового спектра фенольных соединений показал, что данные вещества ориентировочно можно отнести к группе флавононов, так как максимум поглощения в области 275-290 нм соответствует этой группе.

О наличии фенолкарбоновых кислот судили по максимуму поглощения, находящемуся в области 325 нм.

Данные предположения о химической природе фенольных соединений были подтверждены методом бумажной хроматографии восходящим способом в камере, содержащей систему бутанол: уксусная кислота : вода в соотношении 4:1:2. Зоны адсорбции просматривали в УФ-свете.

На хроматограммах двух исследуемых образцов (торфа и сапрпели), обнаружены три пятна, флуоресцирующие желтым и желто-коричневым цветом. Это дало основание предположить флавоноидную природу анализируемых веществ. Кроме того, обнаружены пятна, имеющие синюю и фиолетовую флуоресценции, характерные для фенолокислот.

Работа представлена на IV научную международную конференцию «Современные проблемы науки и образования», Хорватия (Пула), 7-14 июля 2007 г. Поступила в редакцию 20.06.2007.

#### *Биологические науки*

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАРОТИНОИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В САПРОПЕЛИ**

Исмазова Р.Р.

*Казанский государственный медицинский университет  
Казань, Россия*

В качестве объекта исследования служила сапрпель озера «Карасевое» Томской области. В данном сырье идентифицировали группу БАВ - каротиноиды, т.е. пигменты желтого или оранжевого цвета.

Их качественный состав определяется двумя методами – тонкослойной хроматографией и путем снятия оптических спектров поглощения в видимой области.

В результате хроматографирования суммы каротиноидов на стандартных пластинках Silufol и разделения пигментов в подвижной фазе гексан-ацетон и гексан-хлороформ (1:1) было установле-

но, что в сапрпели озера «Карасевое» присутствует 7 каротиноидных пигментов, в том числе: пигмент 463, миксоксантофилл, лютеин, зеаксантин, антероксантин, кантоксантин и эхененон. Следует отметить, что «свидетелями» служила стандартная смесь пигментов. Для более точной идентификации выявленных пигментов их накапливали с помощью препаративной хроматографии и определяли оптические спектры поглощения в видимой области. Спектры получены на спектрофотометре марки Specord UVIS в гексане, бензоле, хлороформе и этаноле.

В сапрпели оз. «Карасевое» присутствуют такие каротиноидные пигменты как: зеаксантон, миксоксантофилл, кантаксантин, пигмент-463, эхиненон, лютеин и антероксантин. Их небольшой набор в данном объекте объясняется тем, что многие из веществ этой группы в природных объектах содержатся в следовых количествах и очень