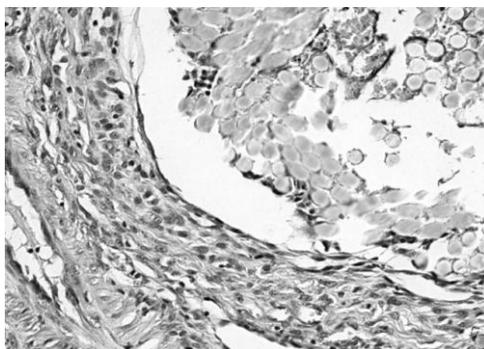


На 10-е сутки у животных экспериментальной группы определялось формирование соединительнотканной капсулы по типу гранулемы инородных тел вокруг импантированной нити с новообразованными сосудами, наличием многоядерных клеток типа Пирогова — Ландханса и «инородных тел», единичными лимфоцитами, макрофагами, нейтрофильными лейкоцитами (рисунок 2).



**Рисунок 2 — Тонкая полоса новообразованной незрелой соединительнотканной капсулы инфильтрированной единичными лимфоцитами и плазматическими клетками. Окраска: Гематоксилин-эозин. Увеличение  $\times 100$**

### **Выводы**

1. Использование рассасывающегося шовного материала с покрытием из радиационно-полимеризованной полиакриловой кислоты с иммобилизованным на его поверхности антибиотиком левофлоксацином уменьшает количество инфекционных осложнений у крыс в послеоперационном периоде.

2. Реакция ткани передней брюшной стенки на имплантацию модифицированного шовного материала характеризуется менее выраженными воспалительными изменениями, отсутствием раневой инфекции, меньшими фиброзными изменениями в более поздние сроки после имплантации по сравнению с использованием не модифицированного аналога, что, вероятно, связано с наличием антибактериальных свойств.

3. Наличие тонкой соединительнотканной капсулы вокруг нити и минимальные проявления воспалительной реакции являются проявлениями минимальной тканевой реакции в ответ на импантированный материал, что создает предпосылки для заживления раны первичным натяжением.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ефименко, Н. А. Инфекции в хирургии. Фармакотерапия и профилактика: монография / Н. А. Ефименко, И. А. Гучев, С. В. Сидоренко. — Смоленск, 2004. — 296 с.
2. Мохов, Е. М. Возможности и перспективы применения в хирургии биологически активного шовного материала / Е. М. Мохов, А. Н. Сергеев // Рос. мед. журн. — 2007. — № 2. — С. 18–21.
3. Абаев, Ю. К. Раневая инфекция в хирургии / Ю. К. Абаев. — Минск: Беларусь, 2003. — 293 с.
4. Новые возможности профилактики послеоперационных осложнений в абдоминальной хирургии / В. К. Гостищев [и др.] // Хирургия. — 2011. — № 5. — С. 56–60.
5. Изделия медицинские оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 6. Исследования местного действия после имплантации: ГОСТ Р ИСО 10993-6-2009: утв. Федеральным агентством по тех. регулированию и метрологии 02.12.2009. — М.:Стандартинформ, 2010. — 23 с.

**УДК 539.19:678.049.93**

## **МОНОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПОКРЫТИЯ КАК АНАЛОГ ГРАНИЧНОЙ СМАЗКИ**

**Ковалева И. Н., Казущик А. Л.**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

В данной работе рассмотрены методы снижения трения в прецизионных узлах различного назначения с помощью мономолекулярных самоорганизующихся покрытий (МСП) на основе органических кислот.

Большинство элементов микроэлектромеханических систем (МЭМС) изготавливают из кремния, что связано с технологией их производства. Благодаря хорошему сочетанию механических и теплофизических свойств кремний все больше применяется и в конструкциях прецизионных и малогабаритных устройств, как в электронной технике, так и в приборах медицинского назначения. Однако кремний характеризуется невысокими триботехническими свойствами. Значения его коэффициента трения для однородных фрикционных пар лежат в диапазоне 0,30 . . 0,40 [1]. Сравнительно высокая активность кремния по отношению к водороду способствует его накоплению в приповерхностных слоях,

что в конечном итоге приводит к интенсивному изнашиванию по механизму водородного разрушения диспергированием поверхностных слоев [2]. Один из наиболее широко распространенных методов снижения сил трения деталей МЭМС и прецизионных механизмов заключается в нанесении на их рабочие поверхности мономолекулярных самоорганизующихся покрытий [3, 4]. МСП формируются из растворов органических соединений образованных углеводородной цепью или бензольным кольцом, имеющих активную головную и функциональную хвостовую группы (рисунок 1). Активная группа служит для связи молекул МСП с поверхностью, а функциональная — придает наносимым покрытиям требуемые физико-химические свойства (оптические, смачиваемости, биосовместимости и т. д.).

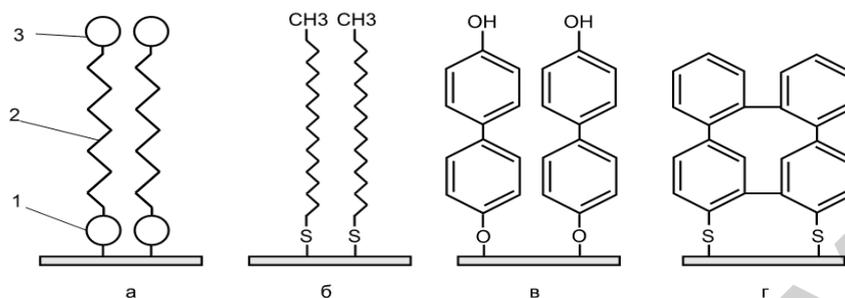


Рисунок 1 — Виды молекул МСП:

а — схема молекулы МСП: 1 — головная часть; 2 — углеводородная цепь; 3 — хвостовая (функциональная) часть; б — гексадекан-тиол; в — 4,4'-дигидроксибифенил1; г — сшитый 1,1'-бифенил1-4-тиол

Основной особенностью МСП является их способность формировать мономолекулярный высокоупорядоченный слой на поверхности. Главное отличие МСП от пленок Ленгмюр — Блоджетт (Langmuir — Blodgett), помимо способа их получения, заключается в виде их взаимодействия с субстратом. Молекулы пленок Ленгмюр — Блоджетт связаны с поверхностью ван-дер-ваальсовыми силами, тогда как молекулы МСП связаны ковалентно [1]. Ковалентная связь требует координации расположения молекул МСП относительно молекул субстрата. Это и приводит высокой степени латеральной упорядоченности пленок при их мономолекулярной толщине, что позволяет говорить о них как о «двумерных кристаллах». В тоже время, требование координированности накладывает ограничения на материал подложки — межатомное расстояние субстрата должно соответствовать плотности латеральной упаковки молекул МСП.

На сегодняшний день известно несколько сотен видов МСП. Условно они разделяются на щеточные (расположены перпендикулярно поверхности), линейные (наклонные) и клубковые [5]. Молекулы МСП могут прикрепляться только к поверхности и быть сшитыми в одной или нескольких точках со своими соседями (рисунок 1г).

В своем большинстве МСП очень технологичны. Для получения покрытия во многих случаях достаточно опустить деталь в раствор активного вещества и через некоторое время его молекулы организуются на поверхности в упорядоченное мономолекулярное покрытие. Для некоторых активных веществ МСП, с целью сшивки их молекул между собой, получаемые покрытия подвергают нагреву или облучению ультрафиолетом.

МСП значительно (в ряде случаев на порядок) уменьшают трение, адгезию и поверхностные силы, действующие в зазорах деталей МЭМС [3, 6]. Существуют различные мнения о механизмах антифрикционного действия МСП. В рамках, т. н. модели «молекулярной пружины» они объясняются способностью молекул деформироваться, обеспечивая низкое сопротивление сдвигу [1]. Для ряда МСП эта модель находит подтверждение. В частности, наблюдается уменьшение сил трения с ростом толщины (длины углеводородной цепи) МСП [7], а при превышении т. н. критической нагрузки происходит смятие молекул МСП, сопровождающиеся резким увеличением сил трения [1], что хорошо согласуется с выводами этой модели.

Многие авторы связывает снижение трения за счет уменьшения поверхностной энергии и работы адгезии [6, 8], однако, как они сами отмечают, данное предположение не всегда согласуется с экспериментом. Одной из причин этого может быть то, что из-за сложности реализации известных методов измерения поверхностной энергии, авторы использовали в своих моделях работу адгезии, рассчитываемую по формуле Юнга-Дюпре. Однако, как уже отмечалось, использование этой величины для анализа процессов контактного взаимодействия твердых тел нельзя считать продуктивной идеей, поскольку она характеризует совершенно другую термодинамическую систему — поверхность раздела жидкой и твердой фаз [9].

Таким образом, результаты исследования различных видов МСП свидетельствуют о перспективности их использования в качестве аналога граничной смазки поверхностей на микро- и наномасштабном уровнях размеров и нагрузок. Несмотря на это до настоящего времени нет ясности относительно механизмов, обеспечивающих снижение ими сил трения. Выявление этих механизмов имеет важное значение, поскольку изменить материалы узлов трения МЭМС и других малогабаритных узлов трения часто невозможно, и для управления их параметрами необходимо уметь регулировать триботехнические свойства покрытий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Handbook of Nanotechnology / Ed. by B. Bhushan. — Springer, 2004. — P. 993–1021.
2. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник для технических вузов / Э. Д. Браун [и др.]; под ред. А. В. Чичинадзе. — М.: Наука и техника, 1995. — 778 с.
3. Maboudian, R. Stiction reduction processes for surface micromachines / R. Maboudian, R. T. Howe // Tribology Letters. — 1997. — Vol. 3. — P. 215–221.
4. Моно- и молекулярные органические пленки — защитные покрытия кремниевой поверхности / А. Е. Соломянский [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси. — 2006. — Т. 50, № 3. — С. 64–68
5. Polystyrene layers grafted to epoxy-modified silicon surfaces / I. Luzinov [et al.] // Macromolecules. — 2000. — Vol. 33. — P. 1043–1048.
6. Chain length dependence of the frictional properties of alkylsilane molecules self-assembled on mica studied by atomic force microscopy / X. Xiao [et al.] // Langmuir. — 1996. — Vol. 12. — P. 235–237.
7. Tsukruk, V. V. Adhesive and friction forces between chemically modified silicon and silicon nitride surfaces / V. V. Tsukruk, V. N. Bliznyuk // Langmuir. — 1998. — Vol. 14. — P. 446–455
8. Effect of molecular structure of self-assembled monolayers on their tribological behaviors in nano- and microscales / H.-S. Ahn [et al.] // Wear. — 2003. — № 255. — P. 819–825.
9. Nanoadhesion and friction of DDPO4 and ODPO4 SAM coatings / E.S. Yoon [et al.] // Journal of the KSTLE. — 2002. — Vol. 18, № 4. — P. 267–272.

УДК 618.3-06

### ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ГИПОТРОФИИ ПЛОДА

*Ковалёв Е. В., Хаткевич Н. В., Рождественская Т. А.*

Учреждение образования

«Витебский государственный медицинский университет»

г. Витебск, Республика Беларусь

#### **Введение**

Группу плодов с массо-ростовыми характеристиками ниже 10-го перцентиля для соответствующего гестационного срока можно дихотомически разделить на две популяции: в первую входят плоды с задержкой роста (ЗРП), обусловленной плацентарной недостаточностью (ПН), во вторую — конституционно-маловесные дети, снижение фетометрических показателей относительно принятых номограмм у которых связано с особенностями их генетического потенциала роста. При этом отмечается, что новорожденные первой группы характеризуются достоверным повышением заболеваемости и смертности в перинатальном периоде, а также значимым нарушением адаптационных механизмов в дальнейшем [1, 2, 3].

#### **Цель**

Изучить паогенетические особенности формирования задержки роста плода и конституциональной маловесности, определить значение данных состояний для здоровья новорожденных.

#### **Материал и методы исследования**

В исследование вошли 52 пациентки. Основную группу составили 22 беременные женщины, у которых во время беременности отмечались признаки ПН, а новорожденные по массо-ростовым характеристикам были ниже 10-го перцентиля для срока гестации. В контрольную группу вошли 30 женщин, дети у которых родились маловесными, а беременность не была осложнена ПН. Пациентки обеих групп были сопоставимы по возрасту, массе тела, росту, паритету родов.

В нашем исследовании в основной группе во время беременности аномальные показатели кровотока в маточных артериях, артериях пуповины, среднемозговой артерии отмечались у 22 пациенток. Характер нарушений маточно-плацентарного кровотока у данных пациенток показан в таблице 1.

Таблица 1 — Характер нарушений маточно-плацентарного и плодового кровотока у обследованных пациенток

Степень нарушения	Группа обследованных пациенток (n = 22)	
	абс.	% [95 % ДИ]
Ia	3	13,6 [3,9; 34,2]
Iб	12	54,6 [34,7; 73,1]
II	7	31,8 [16,2; 52,9]