

Н. Т. Картель, О. Н. Бакалинская

Институт хімії поверхні ім. О. О. Чуйка Національної академії наук України, Київ

КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «БИОСОРБЕНТ»: СОЗДАНИЕ УСТАНОВКИ «МИКРОКОЛОНКА» И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО БИОСПЕЦИФИЧЕСКОЙ СОРБЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕВЕСОМОСТИ НА БОРТУ РС МКС

Розроблено фізико-хімічні основи проведення афінної сорбції у мікроколонковому експерименті, здійснено вибір сорбентів та біологічних рідин, обґрунтовано доцільність та необхідність космічного експерименту «Біосорбент». Здійснено дослідно-конструкторську розробку апарату для космічного експерименту, запропоновано та прийнято до виготовлення модернізований варіант апарату УМК-2, який відповідає вимогам російських стандартів для наукової апаратури, що працює на російському сегменті МКС.

Адсорбционный метод, в частности аффинная сорбция [29], давно используется как препаративный метод концентрирования, очистки и выделения биопрепаратов, в первую очередь полипептидов, белков (интерфероны, иммуноглобулины и т. д.), необходимых для создания эффективных лекарственных препаратов. Как правило, выделение целевых биопрепаратов проводится из сложных биологических жидкостей. Осуществление сорбции (в том числе аффинной) в условиях невесомости представляет самостоятельный как научный, так и практический интерес, поскольку предсказать результат адсорбционного процесса в этих условиях не представляется возможным вследствие изменения реологических характеристик жидкости, конформационных преобразований в белковых молекулах. Смоделировать условия длительной невесомости на Земле пока невозможно. Создание соответствующей аппаратуры и оптимизация сорбционных процессов в условиях микрогравитации (в случае особо ценных веществ экономически оправданная), может быть использована не только в биотехнологии для эффективной очистки и препаративного извлечения биопрепаратов. Кроме того, предлагаемая авторами установка «Микроколонка» может

стать далеким прообразом медицинской аппаратуры для применения в условиях невесомости сорбционных (эфферентных) терапевтических технологий — гемо- и иммуносорбции.

Актуальность разработки эфферентных методов для применения в условиях микрогравитации обусловлена тем, что пилотируемые полеты в космос становятся все более частыми и продолжительными. Уже сейчас пребывание персонала на орбитальных станциях достигает нескольких месяцев. В связи с этим вероятность возникновения как профессиональных, так и бытовых заболеваний у космонавтов во время полетов существенно возрастает. Более того, с каждым годом увеличивается и количество коммерческих полетов для так называемых «космических туристов» — людей, не имеющих специальной подготовки и идеального здоровья. Эти обстоятельства определяют необходимость наличия достаточного арсенала средств и методов профилактики и лечения персонала непосредственно на борту орбитальных станций и его штатного использования при возникновении у них каких-либо патологических состояний и тяжелых заболеваний. Последние могут быть спровоцированы продолжительным стрессом, длительным воздействием на организм невесомости, внезапным обострением имевшихся хронических заболеваний различных органов и

тканей (сердца, печени, почек, крови), сбоями метаболизма при нарушениях пищеварительной, иммунной и других системы [12, 26].

В земных условиях имеется достаточно богатый выбор средств и методов экстренного лечения упомянутых заболеваний [17, 18]. К таковым следует отнести аппаратные методы эфферентной (выводящей) детоксикации организма: гемодиализ, плазмаферез и гемоперфузия (гемосорбция). Все они предполагают создание экстракорпорального контура в кровотоке пациента с подключением посредством артериовенозного шунта. Аппаратура этих методов, как правило, достаточно сложна и громоздка, так как должна обеспечить щадящие (мало повреждающие) режимы очистки крови пациента от токсических веществ соответственно мембранным, гравитационным с заменой плазмы и адсорбционными способами. Среди названных эфферентных методов аппаратного типа лишь гемосорбция [19, 20] может быть реализована в упрощенном или портативном варианте, включающем (кроме систем подключения к кровотоку) колонку с сорбентом, простейшую систему контроля и, при необходимости, перистальтический насос (рис. 1). В этом случае гемосорбционная система характеризуется небольшими объемами и массой и априори способна отвечать жестким требованиям орбитальной станции и транспортным кораблям по габаритам и массе. Кроме «классической» гемосорбции по такой же схеме можно проводить очистку лимфы и лик-

вора, а также осуществлять биоспецифическую сорбцию (например, иммуносорбцию), если в качестве адсорбционного материала применить аффинный сорбент, специфичный к конкретным лигандам-метаболитам, полипептидам и белкам, антителам и антигенам [11, 18, 21]. Иммуносорбция как вариант гемосорбции не требует большого количества аффинного сорбента и длительного времени его контакта с кровью пациента для достижения терапевтического эффекта – снижения титра антител или циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), поэтому ее следует рассматривать как один из наиболее обоснованных и перспективных методов эфферентной терапии на борту долговременно пилотируемых космических станций.

Таким образом, актуальным представляется организация и проведение космического эксперимента с участием аффинного сорбента (АС) и биологической жидкости (БЖ), осуществляемого в замкнутом контуре с помощью малогабаритного устройства. Такой эксперимент под названием «Биосорбент» был запланирован несколько лет назад [15]; с 2008 г. он реализуется специалистами Института химии поверхности им. А. А. Чуйко НАН Украины совместно с Государственным научным центром «Государственный научно-исследовательский институт особо чистых биопрепаратов» (г. Санкт-Петербург, Россия). Разработку и изготовление малогабаритного устройства, получившего название «Микроколонка», осуществляет Опытно-конс-

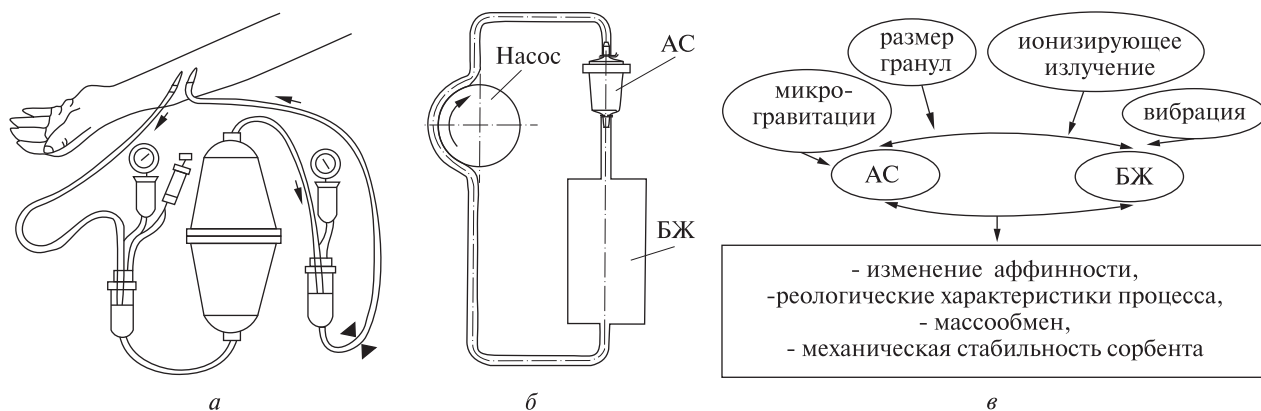


Рис. 1. Реальное исполнение простейшей гемосорбции (а), принципиальная схема (б) и суть (в) космического эксперимента «Биосорбент»

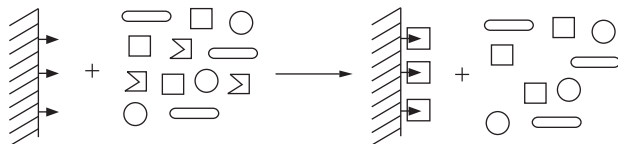


Рис. 2. Схема аффинного извлечения веществ из жидких сред

трукторское производство медицинского приборостроения Института экспериментальной патологии, онкологии и радиологии им. Р. Е. Кавецкого НАН Украины. Оно состоит из перистальтического насоса и блока управления с программой работы в полуавтоматическом режиме для обеспечения экспериментальных перфузий заранее подготовленных съемных систем АС-БЖ в различном исполнении по сорбентам и жидкостям.

Рис. 1 раскрывает суть космического эксперимента «Биосорбент». Моделирование процесса аффинного извлечения из биологической жидкости целевого вещества, или экстракорпоральной детоксикации крови организма в ее простейшем исполнении — «колонка с адсорбентом — артериовенозный контур», в котором поток крови осуществляется за счет работы сердца (рис. 1, а), сводится к созданию и апробации систем АС-БЖ в условиях космического полета. При этом предполагается оценить влияние на эффективность адсорбционного процесса следующих факторов: вибрации, микрогравитации, размера гранул, ионизирующего излучения и др. Наличие внешних факторов воздействия может повлиять на реологические характеристики изучаемых систем, массообмен, механическую стабильность сорбента и в результате этого — изменить аффинность сорбции по сравнению с земными условиями.

Таким образом, основная цель космического эксперимента «Биосорбент» заключается в следующем:

- изучение в условиях отсутствия гравитации закономерностей и эффективности биоспецифических процессов взаимодействия целевых компонентов или веществ, содержащихся в биологических жидкостях (сыворотке и плазме крови, консервированной донорской крови, кровезаменителях, модельных и технологичес-

ких растворах и биосредах), а также некоторых метаболитов (антител, свободного гемоглобина, липопротеидов, ряда цитокинов и др.), возникновение которых вероятно в условиях длительного космического полета в крови космонавтов с аффинными сорбентами (микросферическими углеродными и полисахаридными материалами, содержащими ковалентно связанные центры-лиганды, специфичные к заданному веществу или группе веществ;

- создание малогабаритной и надежной аппаратуры, способной выдержать нагрузки при старте и транспортировании, работающей в программном автоматическом режиме при проведении аффинной сорбции в условиях микрогравитации.

Осуществление такого эксперимента раскрывает следующие возможности в будущих программах пилотируемых космических полетов:

1. Развитие космической биотехнологии выделения особо ценных продуктов и биопрепаратов;

2. Создание и совершенствование эфферентной космической медицины на основе гемо-, плазма- и лимфосорбции.

Принцип аффинного извлечения веществ и метаболитов из биологических жидких сред заключается в том, что на поверхности твердого адсорбента имеются специальные центры (лиганды), которые обеспечивают прочное связывание за счет образования хелатных структур, специфических донорно-акцепторных связей или поверхностных химических соединений (хемосорбции) с конкретным веществом или группой подобных веществ, практически полностью исключая сорбционное связывание иных соединений из многокомпонентной среды (рис. 2).

Готовых аффинных сорбентов, как правило, нет, поэтому их необходимо синтезировать. Для этого используют различные компактные, пористые и дисперсные матрицы на основе оксидов, сополимеров, полисахаридов и углеродных материалов. Два последних носителя предполагается задействовать для приготовления аффинных сорбентов.

Так, полисахаридные матрицы — традиционный объект исследования в ГНЦ «ГосНИИ

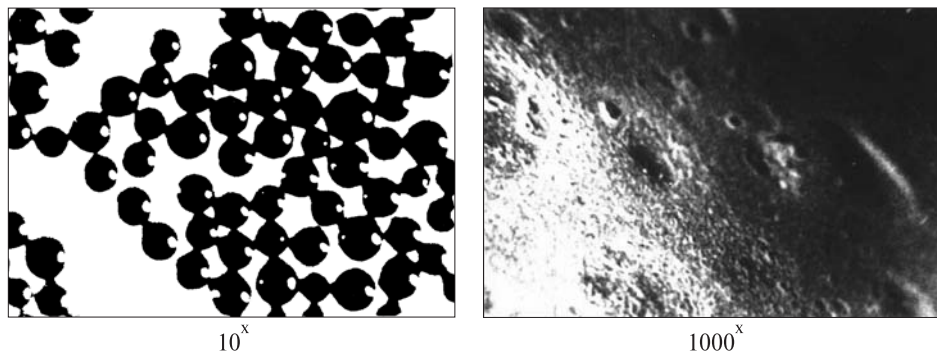


Рис. 3. Внешний вид и поверхность синтетического угля СКН

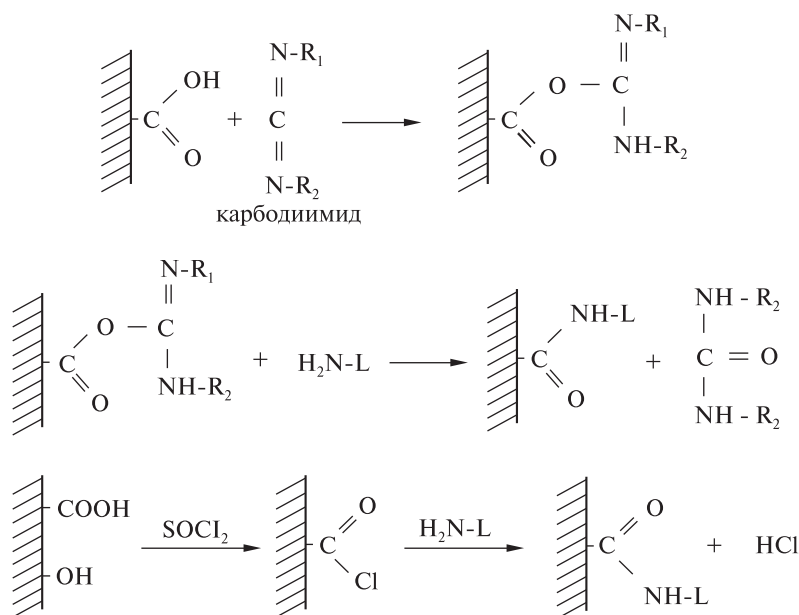


Рис. 4. Схемы связывания лигандов с аминогруппами

особо чистых биопрепаратов», где разработаны методы получения пористых, гранулированных и химически модифицированных матриц, а также варианты их использования для выделения и разделения различных биопрепаратов.

Выбор углеродных матриц обусловлен наличием большого опыта в создании, исследовании, модифицировании и использовании в медицинской практике синтетических углей СКН и СКС — высокопористых, химически чистых и прочных материалов сферической грануляции [1, 13]. Микрофотографии внешнего вида и поверхности синтетического угля СКН приведены на рис. 3.

Методы модификации синтетических углей с целью последующей химической иммобилизации необходимых лигандов также разработаны достаточно хорошо [3—5, 14, 16, 22, 25, 27, 28]. Для этого углеродные носители окисляют, и полученные карбоксильные группы сшивают с молекулами-лигандами посредством бифункциональных сшивающих агентов, например карбодиимидом. Возможны также иные пути пришивки лигандов путем перевода карбоксильных групп в карбоксилхлоридные с помощью хлорирующих агентов, например тионилхлоридом. Полученные группы легко связываются с аминогруппами соответствующего лиганда (рис. 4).

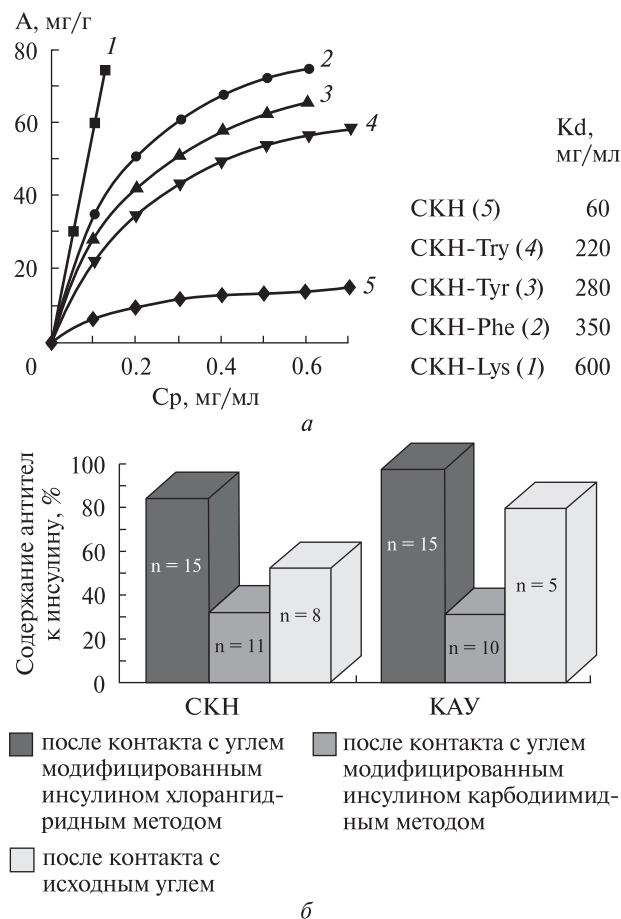


Рис. 5. Изотермы сорбции гемоглобина из консервированной донорской крови углем СКН, модифицированным различными аминокислотами; K_d — коэффициенты распределения (селективности) для разных модификаций углей (а); титр антител к инсулину в сыворотке крови после контакта с углями СКН и КАУ, модифицированных инсулином при ковалентной иммобилизации с помощью карбодимида и хлористого тионила (б)

Таким путем удалось создать углеродные аффинные сорбенты на свободный гемоглобин крови и антитела к инсулину [6–9]. Химическая иммобилизация ряда аминокислот и последующее изучение их сорбционной способности показало, что иммобилизованный лизин на поверхности угля СКН является эффективным лигандом для связывания свободного гемоглобина из консервированной донорской крови, а иммобилизованный инсулин — лигандом для

связывания антител на инсулин из плазмы крови (рис. 5).

Лиганды, которыми легко удается модифицировать углеродную матрицу, можно разделить на низко- и высокомолекулярные. К низкомолекулярным следует отнести, прежде всего, группу аминокислот (лизин, триптофан, тирозин, фенилаланин) и группу аминов (аммиак, гидразин, этилендиамин, тетра-, пента- и гексаэтилендиамин, трис(гидроксиэтил)аминометан). Высокомолекулярные лиганды включают в свой перечень гепарин, инсулин, аллергены (домашней пыли, пыльцевые), полимиксин В, протеин А, иммуноглобулины и др.

Аффинные (биоспецифические) сорбенты, получаемые на основе синтетических углей и приведенных лигандов эффективны при лечении ряда тяжелых заболеваний, прежде всего аутоиммунного характера [2, 10, 23, 24] (таблица). Однако эту способность следует перепроверить в условиях космического полета, хотя бы на уровне модельных (экспериментальных) исследований.

Необходимо отметить также ряд преимуществ модифицированных углеродных сорбентов с иммобилизованными биолигандами перед другими матрицами. К ним следует отнести:

- большая адсорбционная емкость, обеспечивающая эффективное извлечение веществ, хорошую детоксикацию биологических жидкостей по большому спектру вредных веществ и метаболитов;

Возможное применение биоспецифических сорбентов

Лиганд	Возможная терапия
Инсулин	Удаление антител к инсулину из сыворотки крови больных диабетом
Аллергены	Адсорбционная очистка крови при аллергиях
Аминокислоты	Адсорбция гемоглобина (гемолитические осложнения и краш-синдром), реабилитация донорской крови
ТРИС	Лечение ацидозов
Протеин А	Адсорбция IgG (рак и аутоиммунные заболевания), выделение IgG для фармакологии
Полимиксин В	Извлечение эндотоксина, лечение септемий

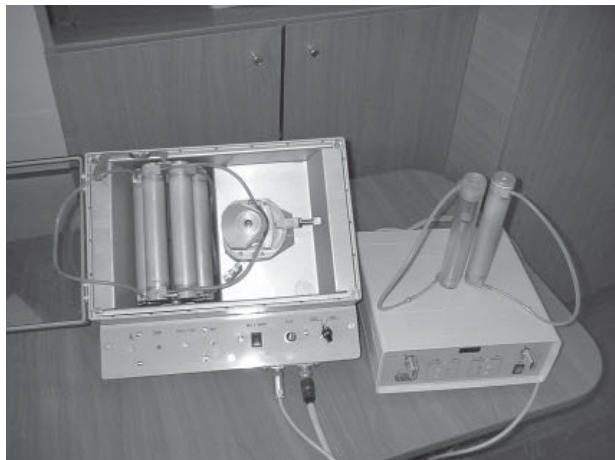


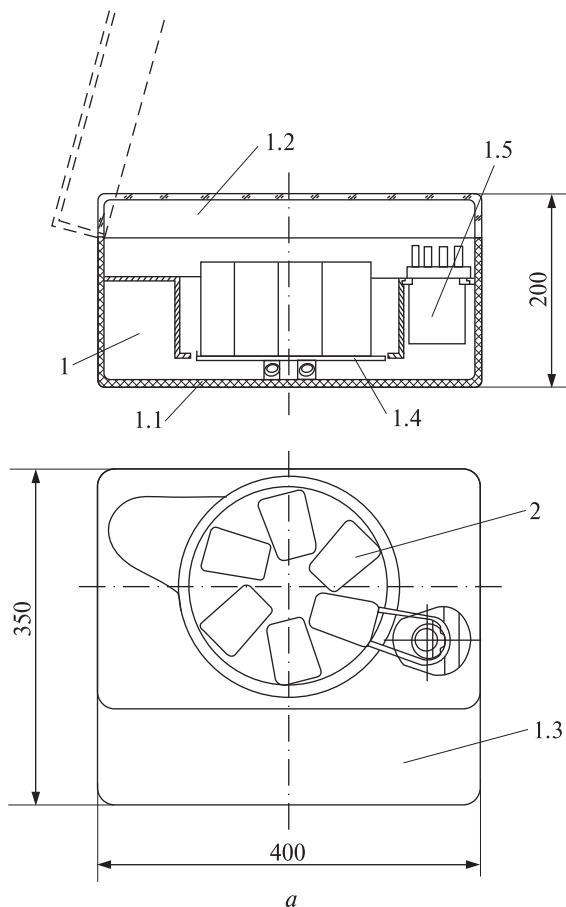
Рис. 6. Исходный макет аппарата «Микроколонка» для космического эксперимента «Биосорбент»: 1 — ФБ, 2 — УБ, 3 — системы АС-БЖ

- уникальная биосовместимость с кровью и биологическими жидкостями;
- химическая и биологическая стабильность, механическая прочность;
- высокие кинетические показатели адсорбционной терапии.

Проектирование и изготовление аппаратной части эксперимента — «Микроколонка» выполняется совместно с Опытно-конструкторским производством медицинского приборостроения Института экспериментальной патологии, онкологии и радиологии им. Р. Е. Кавецкого НАН Украины.

Исходный макет аппарата «Микроколонка» включает управляющий блок (УБ) и функциональный блок (ФБ), в котором находится перистальтический насос (ПН) и кассета из шести систем АС-БЖ. Путем поворота блока оператором одна из систем запускается насосом в работу (прокачка жидкости через сорбент). Система состоит из герметичного цилиндра, заполненного БЖ, с вмонтированной микроколонкой, заполненной АС. Основания цилиндра соединены эластичной трубкой, надеваемой на ротор ПН (см. рис. 6).

В процессе проектирования подходы к функциональному блоку претерпели изменения. Вместо горизонтального расположения кассеты был предложен вертикальный «звездочный» ва-



б

Рис. 7. Эскиз ФБ (а: 1.1 — корпус ФБ, 1.2 — прозрачная крышка, 1.3 — узел управления, 1.4 — устройство фиксации, 1.5 — ПН) и опытный образец аппарата УМК-1 (б: 1 — ФБ, 2 — УБ, 3 — система АС-БЖ)

риант. Несколько изменена конструкция системы АС-БЖ по габаритам и форме. В результате был спроектирован и изготовлен первый вариант аппарата УМК-1 (см. рис. 7).

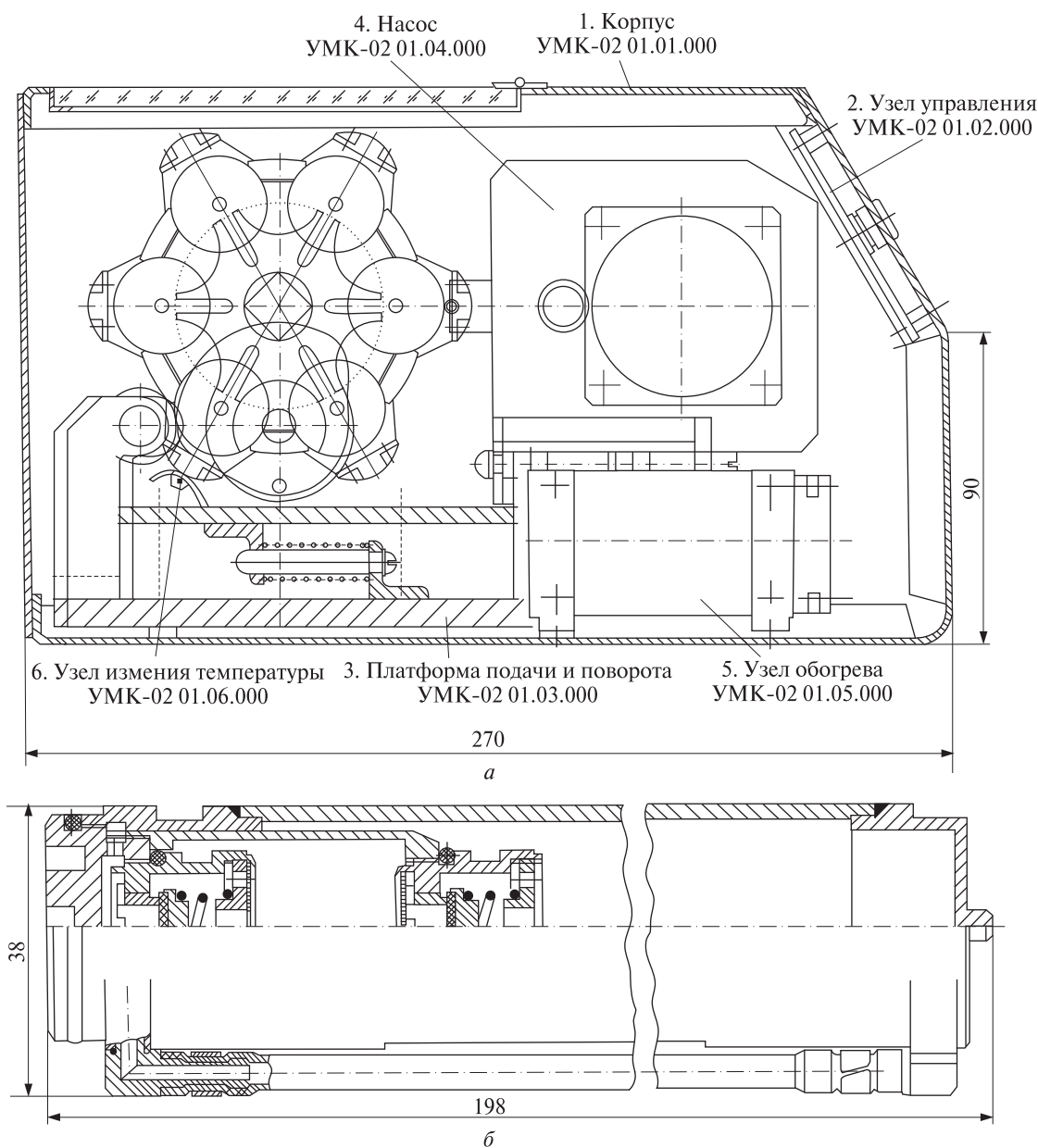


Рис. 8. Эскиз ФБ (а) и системы АС-БЖ (б) модернизированного аппарата УМК-2

Основные технические характеристики аппарата

масса аппарата УМК-1	не более 6 кг;
масса комплекта систем АС-БЖ (6 шт.)	до 2 кг;
объем емкости для БЖ	100 мл;
объем колонки для АС	3 мл;
габариты блоков:	
ФБ	200×400×350 мм;
АС-БЖ	100×50×70 мм;

электропитание от бортовой сети станции:

напряжение	$28^{+0.5}_{-5.5}$ В;
энергопотребление ФБ	до 60 Вт.

В процессе согласования характеристик аппарата с российскими соисполнителями и проверки аппарата на соответствие стандартов России, а также с учетом допустимой массы и габаритов

установки при ее доставке на борт станции и обратно в контейнере транспортного корабля выяснилось, что требования к габаритам установки следует ужесточить. В результате этого на данном этапе предложен модифицированный вариант установки УМК-2, где ФБ имеет уже существенно меньшие размеры и минимизированный вариант системы АС-БЖ, использован пальчиковый насос. Весь аппарат должен компоноваться в виде прямоугольного моноблока (см. рис. 8).

Модернизированный вариант многоканального аппарата УМК-2 имеет следующее конструктивное построение:

- ФБ (корпус, узел управления, платформа подачи и поворота, насос пальчиковый, узел обогрева, узел измерения температуры);
- колонка АС-БЖ.

Габаритные размеры и масса составных частей аппарата

ФБ	270×165×350 мм, до 6 кг;
Комплект кабелей	200×100×75 мм, 0,5 кг;
Контейнер с набором шприцов	50×30×100 мм, 0,5 кг;
Штатив с колонками АС-БЖ	∅ 85×200 мм, 1,5 кг.

Позиции 1—3 поставляются в общем чехле в одной укладке. Объём ёмкости для БЖ должен быть не менее 100 мл, а АС — не менее 3 мл. Соотношение диаметра колонки АС-БЖ к её длине должно быть в пределах 1 : 5—10.

Разработка аппарата УМК-2 находится на стадии изготовления опытного образца, после чего планируется его всесторонняя апробация в обычных условиях (предполетные испытания), доработка и подготовка к космическому эксперименту.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны физико-химические основы проведения аффинной сорбции в микроколоночном эксперименте, осуществлен выбор сорбентов и биологических жидкостей, обоснована целесообразность и необходимость космического эксперимента «Биосорбент».

2. Осуществлена опытно-конструкторская разработка аппарата для космического эксперимента, предложен и принят к изготовлению модернизированный вариант аппарата УМК-2, отвечающий требованиям российских стандартов для научной аппаратуры, работающей на рос-

сийском сегменте МКС, прежде всего по массе и габаритам, допускаемым условиям запуска и доставки на Землю транспортным контейнером.

1. А. с. 1226785 СССР. Иммуносорбент для очистки крови и способ его получения / В. В. Стрелко, Н. В. Сухаренко, С. В. Михаловский и др. — Оpubл. 22.12.85.
2. А. с. 1637079 СССР. Способ получения иммуносорбента / О. Н. Бакалинская, Н. В. Сухаренко, Э. Н. Жеребцова. — Оpubл. 22.11.90.
3. Бакалинская О. Н., Картель Н. Т., Стрелко В. В. Углеродные сорбенты — новый вид носителей для иммобилизации биологически активных веществ. — Киев, 1992. — 60 с. — (Препринт / ИСПЭ 92/01).
4. Бакалинская О. Н., Картель Н. Т., Стрелко В. В. Углеродные сорбенты с биоспецифической активностью // Селективная сорбция и катализ на активных углях и неорганических ионитах / Под ред. В. В. Стрелко. — Киев: Наук. думка, 2008. — С. 65—87.
5. Бакалинская О. Н., Коваль Н. М., Карабун П. М. и др. Биоспецифические гемосорбенты для извлечения антител к инсулину // Эфферентная терапия. — 1997. — 3, № 1. — С. 21—25.
6. Бакалинская О. Н., Коваль Н. М., Картель Н. Т. Биоспецифические адсорбенты для удаления свободного гемоглобина // Эфферентная терапия. — 1999. — 5, № 3. — С. 33—37.
7. Бакалинская О. Н., Коваль Н. М., Картель Н. Т. Получение углеродных сорбентов с биоспецифической активностью // Эфферентная терапия. — 2003. — 9, № 2. — С. 16—22.
8. Бакалинская О. Н., Коваль Н. М., Картель Н. Т. Применение углеродных сорбентов с биоспецифической активностью в экстракорпоральной детоксикации // Эфферентная терапия. — 2004. — 10, № 1. — С. 21—26.
9. Бакалинская О. Н., Коваль Н. М., Картель Н. Т. Синтез и исследование биоспецифических углеродных гемосорбентов на основе углей СКН, СКС и КАУ // Эфферентная терапия. — 2005. — 11, № 1. — С. 33—39.
10. Бакалинская О. Н., Сухаренко Н. В., Стрелко В. В. и др. Сорбционные свойства углеродных гемосорбентов с иммобилизованными белками // Укр. хим. журн. — 1989. — 55, № 12. — С. 1273—1276.
11. Горчаков В. Д., Сергиенко В. И., Владимиров В. Г. Селективные гемосорбенты. — М.: Медицина, 1989. — 224 с.
12. Григорьев А. И., Егоров А. Д. Феноменология и механизмы изменения основных функций организма человека в невесомости // Космическая биология и авиакосмическая медицина. — 1988. — 22, № 6. — С. 4—17.
13. Картель Н. Т. Углеродные гемосорбенты на основе синтетических активных углей: Автореф. дис. ... д-ра хим. наук / ИОНХ АН УССР. — Киев, 1989. — 32 с.

14. Картель Н. Т. Возможности терапевтического действия медицинских сорбентов на основе активированных углей // Эфферентная терапия. — 1995. — 1, № 4. — С. 11—18.
15. Картель Н. Т., Бакалинская О. Н., Коваль Н. М. и др. Эксперимент «Биосорбент» как модель гемосорбции и сорбционного получения биопрепаратов в условиях микрогравитации // Четвертая Украинская конференция по космическим исследованиям. — Понизовка, Крым, 19—26 сентября 2004. — С. 204.
16. Коваль Н. М., Бакалинская О. Н., Медведев С. Л. и др. Свойства гемосорбентов СКН с привитыми аминокислотами и аминами // Укр. хим. журн. — 1991. — 57, № 11. — С. 1132—1135.
17. Лопаткин Н. А., Лопухин Ю. М. Эфферентные методы в медицине. — М.: Медицина, 1989. — 352 с.
18. Лопухин Ю. М., Молоденков М. Н. Гемосорбция. — М.: Медицина, 1978. — 302 с.
19. Николаев В. Г. Гемокарбоперфузия в эксперименте и клинике. — Киев: Наук. думка, 1984. — 360 с.
20. Николаев В. Г., Стрелко В. В. Гемосорбция на активированных углях. — Киев: Наук. думка, 1979. — 288 с.
21. Панченков Р. Т., Выренков Ю. Е., Ярема И. В., Уртаев Б. М. Лимосорбция. — М.: Медицина, 1982. — 240 с.
22. Пат. 1836138 СССР. Синтетический углеродный материал сферической грануляции для сорбции веществ из растворов и биологических жидкостей и способ его получения / В. В. Стрелко, Н. Т. Картель, А. М. Пузий и др. — Оpubл. 13.10.1992, Бюл. № 31. — (Пат. 3396 Украины. — Оpubл. 15.06.1994, Бюл. № 6-1).
23. Пат. 255 Украины. Сорбент для вилучення вільного гемоглобіну з біологічних рідин / О. М. Бакалінська, Н. М. Коваль, М. Т. Картель та ін. — Оpubл. 15.01.1993, Бюл. № 1. — (Патент 2035995 РФ от 27.05.95, Бюл. № 15).
24. Пат. 19017 України, МКИ В01J20/20, С 12 N 11/00. Сорбент для добування антитіл до інсуліну з біологічних рідин та спосіб його одержання / О. М. Бакалінська, Н. М. Коваль, П. М. Карабун. — Оpubл. 25.12.1997, Бюл. № 6.
25. Пат. 10481 України. Спосіб іммобілізації на вуглецевмісний носій аміновмісних біологічно активних сполук / Н. М. Коваль, О. М. Бакалінська, М. Т. Картель, В. В. Стрелко. — Оpubл. 12.11.99, Бюл. № 7.
26. Попова И. А., Моруков Б. В., Арзаматов Г. С. и др. Особенности обмена веществ при 120-суточной антиортостатической гипокинезии // Космическая биология и авиакосмическая медицина. — 1988. — 22, № 2. — С. 40—45.
27. Стрелко В. В., Картель Н. Т., Михаловский С. В. и др. Углеродные сорбенты как основа для создания биоспецифических материалов // Сорбционные методы детоксикации и иммунокоррекции в медицине: Тез. докл. первой всесоюз. конф. (Харьков, 28—30 июня 1982 г.). — Харьков, 1982. — С. 320.
28. Стрелко В. В., Михаловский С. В., Сухаренко Н. В. и др. О возможности создания биоспецифических материалов на основе биосовместимых углеродных матриц // Докл. АН СССР. — 1984. — 274, № 5. — С. 1236—1238.
29. Туркова Я. Аффинная хроматография. Методы. — М.: Мир, 1988. — 278 с.

Надійшла до редакції 20.04.10

М. Т. Kartel, O. M. Bakalinska

SPACE EXPERIMENT «BIOSORBENT»: DEVELOPMENT OF THE «MICROCOLUMN» APPARATUS AND ORGANIZATION OF EXPERIMENTS ON BIOSPECIFIC SORPTION IN WEIGHTLESSNESS CONDITIONS ABOARD THE RS ISS

The physical-chemical basics for carrying out affine sorption in the microcolumn experiment are developed and the choice of adsorbents and biological liquids is performed. The advisability and necessity of space experiment «Biosorbent» are proved. The device for the space experiment is developed. The modernized variant of the device UMK-2 which is suited to the requirements of the Russian standards for the scientific instrumentation operating on the Russian segment of the International Space Station is proposed and taken to be made