

ВЛИЯНИЕ ЛИПИДНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППЛИКАЦИОННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.В. Сарнацкая¹ доктор биол. наук, **В.А. Климчук²** кандидат биол. наук, **И.А. Мележик³**, **Л.А. Юшко¹**, кандидат биол. наук, **Н.В. Яворская³**, **В.В. Шепелевич³** кандидат биол. наук, **В.Г. Николаев¹** член-корреспондент НАН Украины, доктор мед. наук, профессор

¹Институт экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии им. Р.Е. Кавецкого НАН Украины, г. Киев

²Институт Ботаники НАН Украины, г. Киев

³Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

РЕЗЮМЕ. Цель работы: Изучение влияния липидного покрытия на поглотительные и бактериостатические свойства аппликационных углеродных волокнистых материалов. **Методы:** В работе использованы физико-химические, культуральные и биохимические методы исследования. **Результаты:** Сравнительная оценка поглотительных свойств аппликационных материалов АУВМ и АУТ с нанесенным липидным слоем и без него показала, что липофилизация поверхности углеродных волокон маслами приводит к увеличению адсорбции веществ гидрофобной природы на $29 \pm 1\%$, незначительному снижению адсорбции маркерных красителей, в среднем на $3,5 \pm 0,5\%$, ухудшению поглощения витамина B_{12} , представляющего гидрофильные вещества среднего молекулярного веса, а также креатинина, относящегося к классу низкомолекулярных водорастворимых соединений — на $25,5\%$ и 60% соответственно. Нанесение на поверхность аппликационных материалов, включая стерильный бинт, эфирных масел обеспечивало им значительный бактериостатический потенциал. Высокая прочность фиксации масел с волокнами углеродных матриц АУВМ и АУТ доказана методом дифференциальной сканирующей калориметрии. **Заключение:** Полученные в ходе выполнения работы экспериментальные данные свидетельствуют о перспективности использования липид — содержащих аппликационных композитов на основе углеродных материалов АУВМ и АУТ. Присутствие липидного покрытия на поверхности углеродных волокон будет способствовать активному поглощению из раны различных биологически активных компонентов гидрофобной природы, в том числе клеточных ядов, блокированию локальных источников интоксикации и предотвращению повторного инфицирования ран, приводящего к гнойно-воспалительным реакциям. **Ключевые слова:** аппликационные сорбенты, углеродные сорбенты, антисептики, эфирные масла.

В своем докладе на секции по хирургии, состоявшейся 12 июня 1893 года в Нью-Йоркской медицинской академии, профессор William van Arsdale остановился на вопросе о перспективности использования масел в составе перевязочных материалов, применяемых в лечении ран и ожогов [1]. В качестве примера докладчиком были продемонстрированы возможности смеси на основе перуанского бальзама и касторового масла, обладающей легким антисептическим действием, определенной вязкостью, сохраняющейся в течение всего времени контакта и предохраняющей рану от пересыхания и образования струпа. Масляная смесь, заполняя всю полость раны, предотвращает «слипание» краев ее поверхности и скопление крови или сыворотки в раневом депо. Профессор Arsdale указал на целесообразность наложения повязок, содержащих масла, непосредственно на открытые раны, что, по его мнению, обеспечивает быстрое удаление секрета, «затягивание» раны и ее заживление. Кроме этого, докладчик отметил, что использование повязок, содержащих масла, не требует дополнительной стерилизации и необходимости в постоянном увлажнении при эксплуатации [2].

Описанная ранее техника применения насыщенных маслом повязок при лечении

ожогов включала вскрытие пузырей, удаление поднятой кожи и наложение пропитанной маслом повязки на открытую свежую поверхность раны. В результате через очень короткое время после аппликации боль постепенно утихла, нагноение и лихорадка исчезали, а процесс эпителизации проходил значительно быстрее с образованием мягкого струпа [3].

При лечении ран, абсцессов, флегмон, фурункулов, карбункулов, злокачественных пустул, актиномикозов, язв, в том числе венерических и туберкулезных, гангрен, лимфаденитов, асептических хирургических ран и во многих других клинических ситуациях преимущества пропитанных маслами повязочных материалов были очевидными. Благодаря им

1. Обеспечивается постоянный дренаж по типу губчатой абсорбции до полного насыщения повязки, позволяющий поддерживать раны, язвы или абсцессы чистыми и сухими.
2. Отсутствует боль, покраснение и припухлость.
3. Бактериальный рост снижен до минимума, выработка протаминов практически прекращается, отсутствует системная десорбция из повязки.
4. Эпителизация протекает гораздо быстрее чем под другими повязками.
5. Отсутствуют экземы и воспаления.

6. Исчезает кровоточивость, являющаяся дополнительным фактором, способствующим вторичной инфекции.
7. Отсутствует гипергрануляция, рана после наложения повязки быстро усыхает.
8. Отсутствует необходимость в увлажнении и частой смене повязок (достаточно два раза в неделю).
9. Исключается необходимость в дезинфекции или выскабливании раневой полости [4].

Аналогично губке, постепенно впитывающей до полного насыщения содержимое раны и удерживающей его, волокна повязок с нанесенными маслами также способны впитывать, однако они не могут адсорбировать и прочно удерживать биологически активные компоненты, находящиеся в раневом экссудате. Используемые в клинике марлевые, тканевые или войлочные повязки могут быть заменены на аппликационные волокнистые углеродные материалы, отечественного (АУВМ-МН) и зарубежного (АУТ, Zorflex) производства, имеющие хорошо развитую сорбционную поверхность и обладающие уникальными сорбционно-кинетическими характеристиками [5]. Это позволит существенно повысить лечебный эффект таких комбинированных липид — углеродных аппликационных композитов за счет сочетанного действия масляной и углеродной составляющих. Липидное покрытие, помимо перечисленных выше преимуществ, будет способствовать «захвату» высоколипофильных соединений и клеточных ядов гидрофобной природы, а волокна углеродной матрицы — обеспечат быстрое поглощение из раны различных биологически активных компонентов, включая некоторые продукты белкового катаболизма и протеолиза, бактериальные эндотоксины, биогенные амины и медиаторы воспаления. Кроме этого, сорбционный слой будет блокировать локальные источники интоксикации и предотвращать повторное инфицирование ран, приводящее к гнойно-воспалительным реакциям, что крайне актуально в случаях пониженной активности собственных детоксикационных систем организма [6].

Однако любое покрытие, в том числе и липидное, находясь на поверхности углеродных матриц, перекрывает транспортные поры в структуре углеродного поглотителя, и тем самым, влияет на их поглотительную емкость. Основной задачей данной работы явилась разработка оптимальной композиции липид — углеродного аппликационного материала, позволяющая объединить сорбционную составляющую углеродных волокон с антибактериальной, присущей маслам, находящимся на их поверхности.

Материалы и методы. В работе были использованы углеродные аппликационные материалы украинского (АУВМ-МН) и белорусского (АУТ) производства. Липид-углеродные композиты на основе вышеуказанных материалов и ряда эфирных масел (можжевелового, грейпфрутового масла и масла чайного дерева), а также касторового масла или масла бобов сои были получены путем нанесения последних на поверхность аппликационных сорбентов из расчета от трех до 100% от веса углеродной матрицы с последующей экспозицией в термостате при температуре $58 \pm 2^\circ\text{C}$.

Оценка сорбционных свойств аппликационных липид-углеродных композитов проводилась в шуттельном режиме с использованием растворов красителей. Образец аппликационного материала площадью 4,0 или 6,25 см² приводился в контакт с 12 мл раствора красителя. Время экспозиции составляло 180 минут. Остаточную концентрацию красителей метилового оранжевого, конго красного и фенолового красного, среднемолекулярного витамина В₁₂ и представителя класса водорастворимых соединений — креатинина определяли спектрофотометрически по калибровочным графикам, построенным при длине волны 431, 477, 430, 360 и 234 нм соответственно.

Для оценки сорбционного потенциала аппликационных композитов в отношении сывороточного альбумина человека и представителя класса белок связанных соединений — неконъюгированного билирубина — проводились эксперименты, в которых исследуемые образцы материалов площадью 4,0 или 6,25 см² погружали в 6 мл 3% раствора человеческого сывороточного альбумина (ЧСА) или в 6 мл альбумин -содержащего раствора билирубина. Время контакта в шуттельном режиме составляло 240 минут. Остаточную концентрацию альбумина и неконъюгированного билирубина определяли соответственно с помощью тест — наборов Protein (Total) (BioSystemsreagents & instruments, Барселона, Испания) и Bilirubin S (PLIVA-LachemaDiagnostikasro, Brno, Чехия).

Для оценки сорбционного потенциала аппликационных композитов в отношении витамина В₁₂ и представителя класса водорастворимых соединений — креатинина — определяли спектрофотометрически по калибровочным графикам, построенным при длине волны 431, 477 и 430 нм соответственно.

Липидное покрытие поверхности углеродных матриц оценивали методом трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ), а прочность его фиксации — методом дифференциальной сканирующей микрокалориметрии на приборе ДАСМ -4 («Биоприбор», Пушино, РФ).

Адсорбцию среднецепочечной жирной кислоты октаноата натрия из альбумин-содержащего раствора оценивали методом дифференциальной сканирующей микрокалориметрии по калибровочному графику.

Для оценки сорбирующего эффекта исследуемых материалов тест-культуры (*S.aureus* УКМ В-918, *E.coli* В-906, *P.aeruginosa* УКМ В-900) разводили до концентрации 5000 клеток / мл и высевали в количестве 0,1 мл на поверхность твердой питательной среды (Nutrient agar). Через 20 мин на поверхности газона размещали сорбирующий агент (4×3 см²) — стерильный бинт или углеродную повязку. После 60-минутной экспозиции при 37°С сорбирующий агент удаляли, а чашки культивировали в термостате в течение 24 ч при 37°С.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы «MicrosoftExcel».

Результаты исследования и их обсуждение.

Ключевым этапом данной работы стал поиск оптимального содержания липидного покрытия аппликационных материалов АУТ и АУВМ, которое усиливало бы адсорбцию на поверхности углеродных волокон веществ гидрофобной природы, в том числе клеточных ядов и по возможности исключало потерю сорбционной емкости углеродной матрицы в отношении ряда веществ гидрофильной и амфифильной природы. Для оценки специфических поглотительных характеристик липид — углеродных систем в отношении соединений липофильной природы был выбран показатель величины адсорбции неконъюгированного билирубина из белкового раствора. Этот желчный пигмент с ярко выраженной гидрофоб-

ностью и следовательно трудно растворимый в водных растворах обладает высоким аффинитетом к молекуле сывороточного альбумина, благодаря которому происходит его активный транспорт в организме к местам естественной биотрансформации, катаболизма и элиминации. Сложность его удаления из белковых растворов объясняется высокой константой ассоциации билирубина к альбумину ($K_{асс} = 10^8 \text{ M}^{-1}$), свидетельствующей о прочной связи между ними. Разорвать эту связь под силу лишь высокоактивным углеродным масс-фрактальным гемосорбентам с хорошо развитой гидрофобной поверхностью, способным отрывать лиганды от молекулы белка и адсорбировать их. В случае с активированными волокнистыми углеродными материалами достичь этого не удастся из-за отсутствия такой объемной масс-фрактальной структуры у этих адсорбентов. Весьма вероятно, что повысив гидрофобность их поверхности путем нанесения липидного слоя, удастся дополнительно усилить их липотропность и расширить спектр адсорбируемых липофильных соединений и клеточных ядов, подлежащих удалению из организма.

Из табл. 1 видно, что наиболее эффективная экстракция неконъюгированного билирубина была зафиксирована при 5% и 50 %-ом покрытии углеродной матрицы грейпфрутовым маслом, при котором величина адсорбции этого белок — связанного метаболита на единицу веса сорбента — соответственно составляла 6,48 и 7,39 мг/г, что в среднем на 24 % превышало аналогичный показатель для исходной непокрытой матрицы.

При увеличении площади поверхности образцов АУТ (табл.2) с 4 до 6,25 см², остаточ-

Таблица 1

Влияние количества нанесенного на поверхность сорбционного материала АУТ грейпфрутового масла на адсорбцию неконъюгированного билирубина

№ п/п	Навеска образца АУТ площадью 2×2 см ² , г	Содержание липидного покрытия, %	Количество нанесенного на поверхность сорбционного материала грейпфрутового масла, мг	Остаточная концентрация неконъюгированного билирубина, мг/100 мл	Адсорбция неконъюгированного билирубина, мг/г
1	0,0869	0	0	16,06	5,25
2	0,0881	3	2,6	16,00	5,20
3	0,0901	5	4,5	13,91	6,48
4	0,0868	10	8,7	14,75	6,15
5	0,0914	20	18,3	16,02	5,00
6	0,0900	40	36,0	15,49	5,43
7	0,0801	50	40,0	13,77	7,39
8	0,0793	100	79,3	19,12	3,42

сходная рабочая концентрация билирубина — **23,64 мг/100мл**

Влияние 50%-го липидного покрытия поверхности образцов сорбционного материала АУТ на молярное соотношение билирубина к альбумину, $M_{\text{бил}}/M_{\text{альб}}$

Площадь образцов, см ²	Навеска образца АУТ, г	Содержание липидного покрытия, %	Количество нанесенного грейпфрутового масла, мг	Остаточная концентрация неконъюгир. билирубина, мг/100 мл	Адсорбция неконъюгир. билирубина, мг/г	Остаточная концентрация альбумина, г/л	$M_{\text{бил}}/M_{\text{альб}}$
4,0	0,0869	0	0,00	16,06	5,25	29,47	0,63
4,0	0,0801	50	44,50	13,95	7,27	28,45	0,57
6,25	0,1317	0	0,00	12,14	5,23	28,24	0,49
6,25	0,1353	50	67,87	7,00	7,39	27,25	0,29

Исходная концентрация билирубина – 23,63 мг/100мл
 альбумина – 29,61 г/л
 $M_{\text{бил}}/M_{\text{альб}}$ – 0,92

ная концентрация билирубина после контакта с непокрытым сорбентом уменьшается в 1,3 раза, с покрытым — почти в два раза. Величины адсорбции, пересчитанные на единицу веса разных по площади непокрытых и покрытых маслом углеродных матриц, составляют $5,23 \pm 0,2$ и $7,33 \pm 0,06$ мг/г соответственно, что свидетельствует о достоверности полученных результатов.

Следует отметить, что молярное соотношение билирубина к альбумину, составляющее в исходном рабочем растворе 0,92, после контакта с непокрытой матрицей площадью 4,0 и 6,25 см² снижается до 0,63 и 0,49, т.е. соответственно в 1,46 и 1,88 раза, а при 50%-ом покрытии грейпфрутовым маслом образцов той же площади — в 1,61 и 3,17 раза. Это указывает на эффективное извлечение билирубина из комплекса с альбуминовой молекулой и последующую его адсорбцию на поверхности липид-углеродного сорбента (табл. 2).

Было изучено влияние на поглотительную активность по билирубину различных липидных покрытий углеродных волокнистых материалов, будь-то эфирные масла (можжевельное и грейпфрутовое масла, масло корицы и чайного дерева), касторовое масло или масло бобов сои (рис.1).

В среднем величина адсорбции билирубина при 50%-ом покрытии составляла $7,4 \pm 0,2$ мг на единицу веса углеродной матрицы.

На фотографиях, полученных методом трансмиссионной электронной микроскопии, четко виден слой липидного покрытия на поверхности углеродного волокна (рис.2), представляющий собой не сплошную пленку, перекрывающую транспортные поры сорбента, а мелкие светлые включения, придающие бугристость рельефу поверхности.

Присутствие масла в углеродном композите было также зафиксировано методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) (рис. 3).

На оригинальной термограмме плавления четко виден пик с максимумом в области 282 ± 1 °С, принадлежащий покрытию маслом грейпфрута, связанному с углеродной матрицей (температура кипения эфирных масел колеблется от 150 до 300°С). Высокая прочность фиксации такого покрытия была подтверждена серией экспериментов с использованием того же метода ДСК. Образец углеродной ткани с нанесенным маслом грейпфрута помещали в раствор обезжиренного ЧСА и инкубировали сутки в термостате при температуре $T = 37 \pm 1$ °С. В качестве контроля использовали пропитанную в одинаковых условиях маслом медицинскую марлю. В случае слабой фиксации масла с

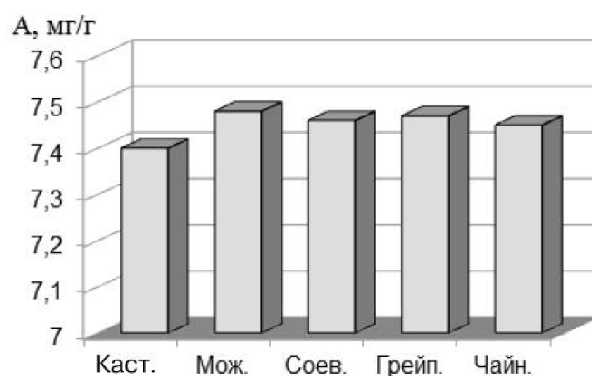


Рис. 1. Адсорбция (А, мг/г) неконъюгированного билирубина из белок – содержащего раствора углеродным волокнистым материалом АУВМ с нанесенным липидным покрытием, представленным касторовым (каст.), можжевельным (мож.), соевым (соев.), грейпфрутовым (грейп) маслами и маслом чайного дерева (чайн.)

материалом, в частности с марлевой повязкой, отмечалось значительное повышение температуры термоденатурации исходного обезжиренного альбумина, вступившего во взаимодей-

ствие с липидным покрытием.

На рис. 4Б видно, что прирост температуры по сравнению с исходным ЧСА составляет порядка $16 \pm 1^\circ\text{C}$, что указывает на «смыв» масла с поверхности марли и связывание его с альбуминовой молекулой с образованием высоко термостабильного белок-липидного комплекса. При контакте обезжиренного альбумина с липид-углеродным материалом (А), форма эндотермы и температура плавления исходного раствора альбумина ($T=61 \pm 0,1^\circ\text{C}$) не изменяется, что говорит о прочности связывания масляного покрытия с поверхностью углеродного волокна.

Таким образом, полученные композитные углерод — липидные аппликационные материалы обладают прочно фиксированным липидным слоем на поверхности волокон и повышенным сродством к веществам гидрофобной природы.

В случае веществ амфифильной природы, присутствие липидного покрытия на поверхности углеродного материала не только не усилило, а даже несколько уменьшило адсорбцию из белкового раствора среднепечочной жирной кислоты октаноата натрия, являющегося представителем этого класса. Оказалось, что после четырех часов контакта непокрытой и покрытой липидным слоем ткани АУВМ непокрытая матрица продемонстрировала понижение температуры плавления исходного альбумин-каприлатного комплекса с $72,60^\circ\text{C}$ до $67,20^\circ\text{C}$, а липид-углеродная — до 69°C (рис. 5), что обозначает снижение исходной концентрации октаноата с $1,2\ \mu\text{M}$ до $0,2$ и $0,9\ \mu\text{M}$ [7], соответственно, при этом концентрация альбумина в обоих случаях уменьшилась незначительно — с $31,1$ до $30,15\ \text{г/л}$.

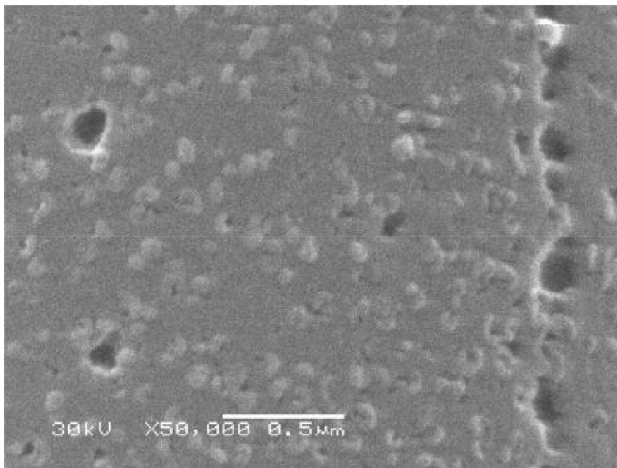
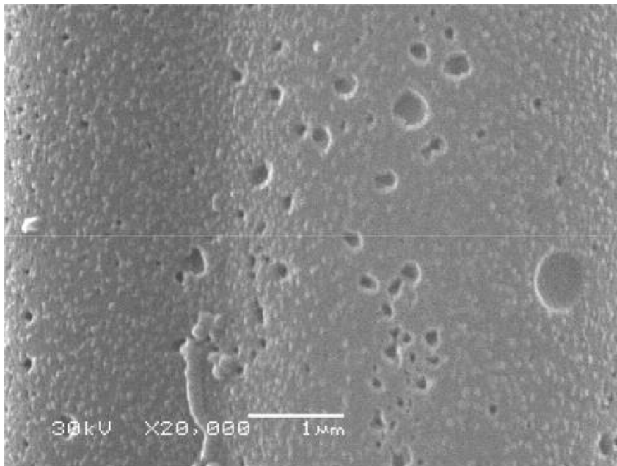


Рис. 2. Трансмиссионная электронная микроскопия поверхности углеродного волокнистого материала АУВМ с липидным покрытием (при разных увеличениях)

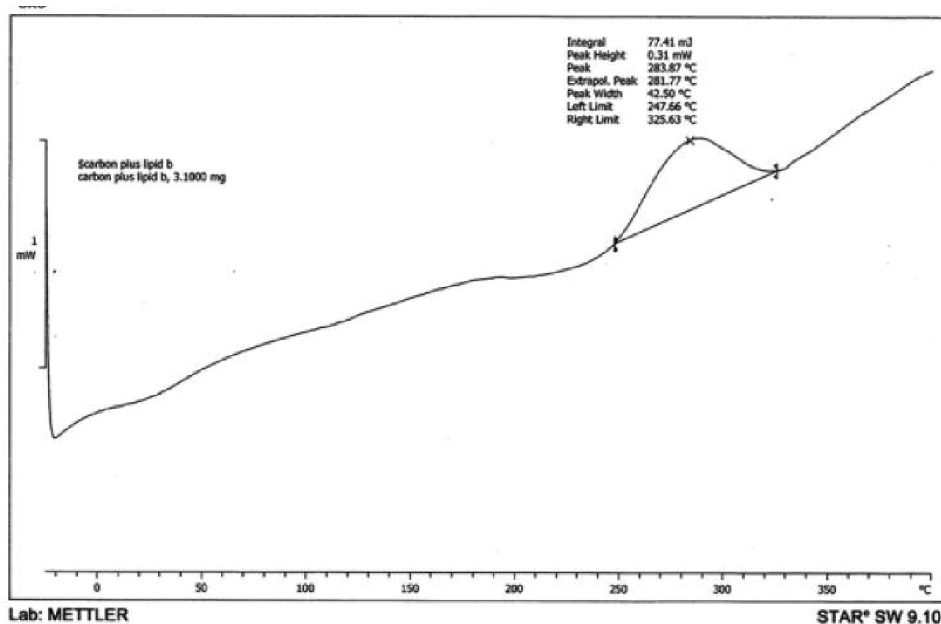


Рис.3. Термограммы плавления углерод - липидного композита

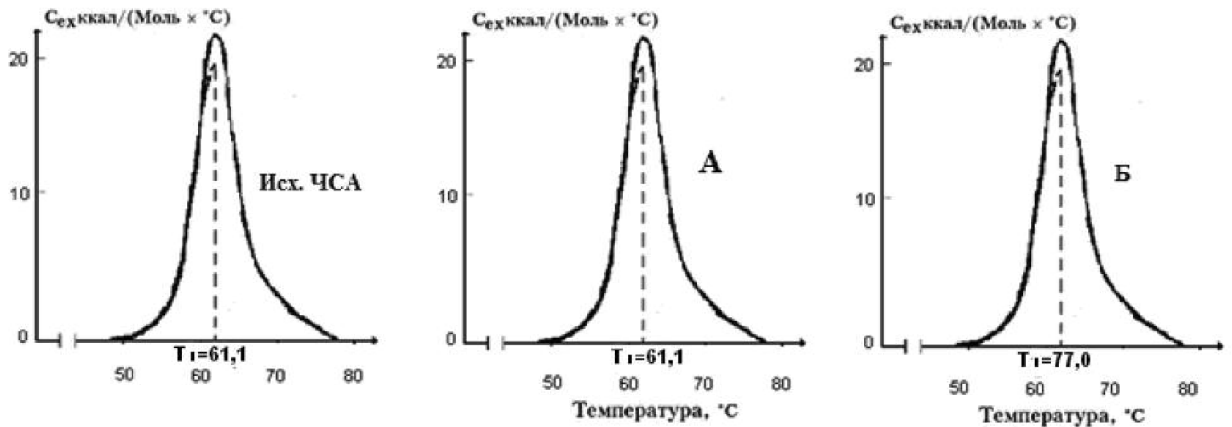


Рис. 4. Термограммы плавления обезжиренного человеческого сывороточного альбумина (ЧСА) до и после контакта с углеродным волокнистым материалом АУВМ (А) и марлевой салфеткой (Б) с нанесенным на их поверхности липидным покрытием

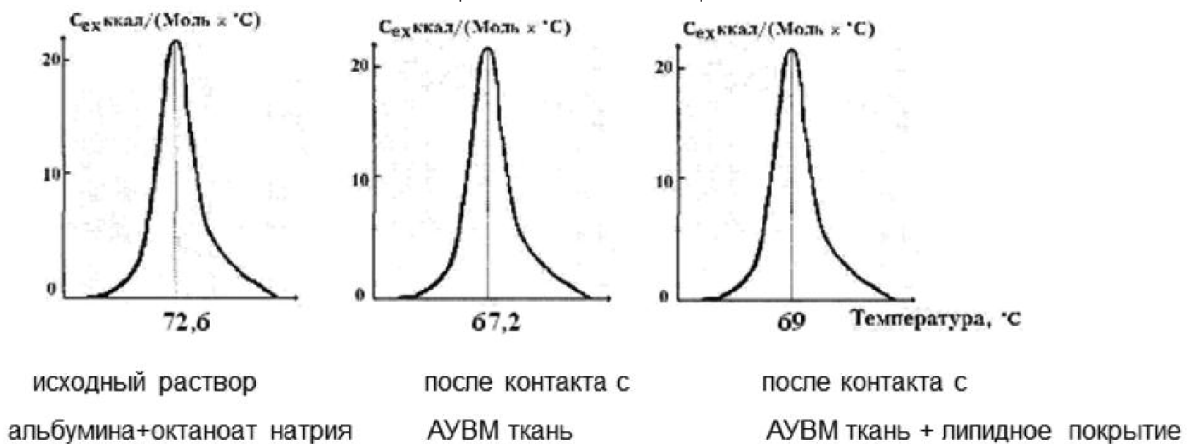


Рис. 5. Термограммы плавления комплекса альбумин-октаноат до и после контакта с углеродным волокнистым материалом АУВМ с нанесенным липидным покрытием и без него

Покрытие маслом поверхности образцов углеродной ткани АУВМ приводило также к небольшому снижению поглощения маркерных красителей, в среднем на 3,5-4,0% (рис.6) и значительному ухудшению адсорбции витамина В₁₂, представляющего гидрофильные вещества среднего молекулярного веса, а также креатинина, относящегося к классу низкомолекулярных водорастворимых соединений, уменьшая их поглощение на 25,5%, и 60% соответственно (рис. 7).

Измельчением ткани перед нанесением липидного покрытия удалось существенно повысить адсорбцию красителей в 4,15, 4,14 и 2,93 раза, витамина В₁₂ и неконъюгированного билирубина — в 1,6 и 1,93 раза, а поглощение креатинина увеличить на 7,3 % (табл.3).

Для сечки из менее активированного материала АУТ величина адсорбции билирубина после нанесения липидного покрытия практически не изменялась, а в случае с витамином В₁₂ и креатинином — падала на 33, 2 и 76,4% (табл.3).

Липидное покрытие на поверхности

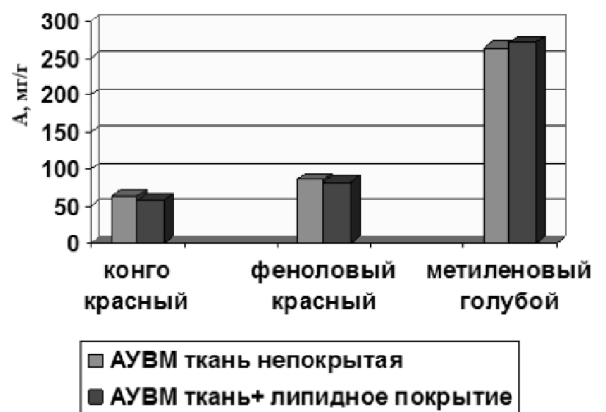


Рис. 6. Адсорбция красителей углеродным волокнистым материалом АУВМ с нанесенным липидным покрытием и без него

измельченного АУВМ так же, как и в случае с цельной тканью АУВМ, несколько снижало поглощение красителей, однако по величине адсорбции на грамм измельченного сорбента этот показатель был существенно выше (сравнить рис. 6 и рис. 8).

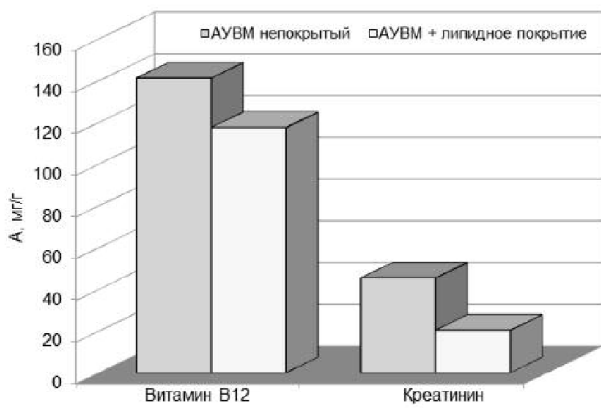


Рис. 7. Адсорбция витамина В₁₂ и креатинина углеродным волокнистым материалом АУВМ с нанесенным липидным покрытием и без него

Таким образом, 50%-ное липидное покрытие поверхности углеродных материалов, позволяет существенно повысить тропность полученных композитов к веществам гидрофобной природы, в частности к неконъюгированному билирубину и обеспечить их способность адсорбировать соединения амфифильной и гидрофильной природы.

Положительным моментом является и то, что само покрытие из эфирных масел обладает ярко выраженными антибактериальными свойствами [8]. После извлечения марлевой и углеродной повязок, побывавших в контакте с засеянным бактериями газоном, оказалось, что нанесенное липидное покрытие обеспечивает устойчивый бактериостатический эффект как контрольного стерильного бинта, так и углеродной повязки (рис. 9 и 10). При этом углеродная повязка с покрытием обеспечивала продолжительный бактериостатический эффект, который в частности для *P.aeruginosa*, наступал значительно быстрее, чем для стерильного бинта с покрытием (данные не пред-

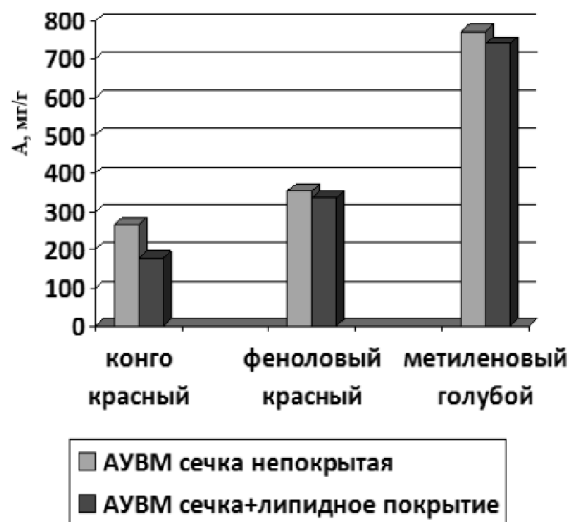


Рис. 8. Адсорбция красителей измельченным материалом АУВМ с нанесенным липидным покрытием и без него

ставлены). Однако полного прекращения размножения бактерий на материале не наблюдалось ни в одном из вариантов опыта.

Представленные выше результаты позволяют сделать следующий вывод: нанесение липидного покрытия на поверхность углеродных аппликационных материалов АУВМ и АУТ будет способствовать активному поглощению из раны различных биологически активных компонентов гидрофобной природы и клеточных ядов, блокированию локальных источников интоксикации и предотвращению повторного инфицирования ран, приводящего к гнойно-воспалительным реакциям.

Сочетание сорбционной и антибактериальной составляющих липид-углеродных аппликационных композитов на основе волокнистых материалов АУВМ и АУТ может оказаться весьма перспективным в лечении ран и ожогов.

Таблица 3

Изучение адсорбции витамина В₁₂, креатинина и неконъюгированного билирубина образцами волокнистых сорбентов АУВМ и АУТ в виде ткани и сечки до и после нанесения липидного покрытия

Образец	Навеска сорбента, г	Витамин В ₁₂ , мг/г	Креатинин, мг/г	Неконъюгир. билирубин, мг/г
АУВМ ткань исх.	0,0476	141,18	45,38	11,67
АУВМ сечка исх.	0,0490	226,77	48,98	22,58
АУВМ ткань+липидное покрытие	0,0470	117,45	20,42	14,32
АУВМ сечка+липидное покрытие	0,0490	168,98	19,59	24,51
АУТ сечка исх.	0,0486	44,44	41,97	18,73
АУТ сечка+липидное покрытие	0,0485	29,69	9,90	18,53
Исходная концентрация, мг/мл		1,00	0,30	0,23

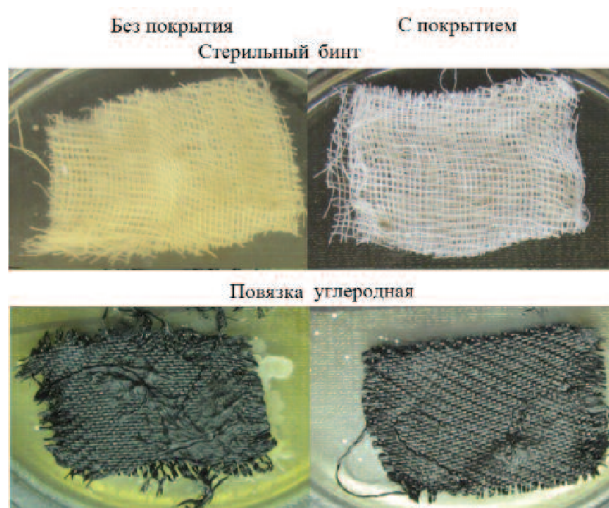


Рис. 9. Обрастание материалов после одночасовой экспозиции с бактериальными клетками *Staphylococcus aureus* с последующим культивированием в течение суток

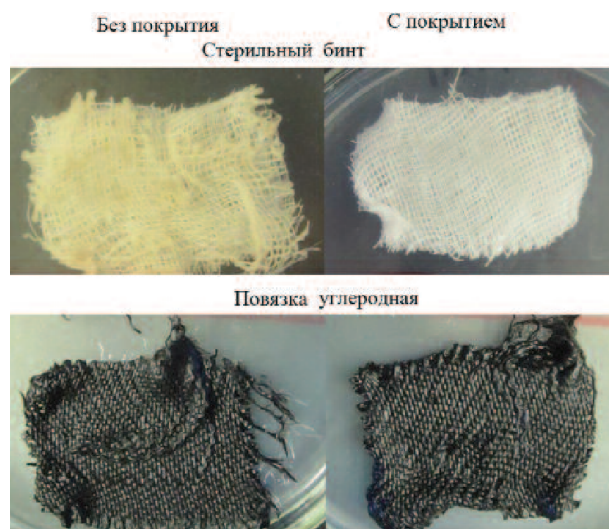


Рис. 10. Обрастание материалов после одночасовой экспозиции с бактериальными клетками *Escherichia coli* с последующим культивированием в течение суток

ЛИТЕРАТУРА

1. *Arsdale W.W.* Treatment of granulating solutions / *W.W. Arsdale* / *New York Medical Journal*. — 1893. — Vol. LVIII. — P. 115.
2. *Gallant A.E.* VI. Report upon the Use of a Mixture of Castor Oil and Balsam of Peru as a Surgical Dressing / *A.E. Gallant* // *Ann Surg.* — 1897. — Vol.26(3). — P.329–39.
3. *Noble T.A.* Use of a trypsin, Peru balsam, and castor oil spray on the oral mucosa: case report and review of the literature / *T.A. Noble, D.S. Carr, M.F. Gonzalez*// *Pharmacotherapy*. — 1989. — vol. 9(6). — P. 386–8.
4. Using a castor oil-balsam of Peru-trypsin ointment to assist in healing skin graft donor sites / [*S.N. Carson, C. Wiggins, K. Overall, J. Herbert*] *Ostomy Wound Manage.* — 2003. — Vol. 49(6). — P.60–4.
5. *Eretskaya E.V.* Theoretical and experimental prerequisites of fibrous activated carbon AUVM "Dnepr"MN applications in healing of wounds and burns / *E.V. Eretskaya* / *Biomater Artif Cells Artif Organs*. — 1987. — Vol.15(1). — P.257–70.
6. *Eretskaya E.V.* Application sorption: experience in clinical use and prospects of development / *E.V. Eretskaya, L.A. Sakhno, V.G. Nikolaev* // *Biomater Artif Cells Immobilization Biotechnol.* — 1991. — vol. 19(1). — P.129–45.
7. *Сарнацька В.В.* Разработка и экспериментальная оценка новых средств и методов удаления из организма белок-связанных маркеров печеночной недостаточности: диссертация на соискание ученой степени кандидата биол. наук. / *В.В. Сарнацька*. — Москва 1992. — 170 с.
8. *Kon K.V.* Plant essential oils and their constituents in coping with multidrug-resistant bacteria / *K.V. Kon, M.K. Rai* // *Expert Rev Anti Infect Ther.* — 2012. — Vol. 10(7). — P. 775–90.

ВПЛИВ ЛІПІДНОГО ПОКРИТТЯ НА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АПЛІКАЦІЙНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

В.В. Сарнацька, В.А. Климчук, І.А. Мележик, Л.А. Юшко

РЕЗЮМЕ. *Мета роботи:* Вивчення впливу ліпідного покриття на поглинальні і бактеріостатичні властивості аплікаційних вуглецевих волокнистих матеріалів. *Метод:* У роботі використані фізико-хімічні, культуральні та біохімічні методи дослідження. *Результати:* Порівняльна оцінка поглинальних властивостей аплікаційних матеріалів АУВМ і АУТ з нанесеним ліпідним шаром і без нього показала, що ліпофілізація поверхні вуглецевих волокон маслами призводить до збільшення акцепції речовин гідрофобної природи на $29 \pm 1\%$, незначного зниження адсорбції маркерних барвників в середньому на $3, 5 \pm 0,5\%$, погіршення поглинання вітаміну B_{12} , що представляє гідрофільні речовини середньої молекулярної ваги, а також креатиніну, що відноситься до класу низькомолекулярних водорозчинних сполук – на $25,5\%$ і 60% відповідно. Нанесення на поверхню аплікаційних матеріалів, включаючи стерильний бинт, ефірних масел забезпечувало їм значний бактеріостатичний потенціал. Висока міцність фіксації масел з волокнами вуглецевих матриць АУВМ і АУТ доведена методом диференціальної скануючої калориметрії.

Висновок: Отримані в ході виконання роботи експериментальні дані свідчать про перспективність використання ліпідмісних аплікаційних композицій на основі вуглецевих матеріалів АУВМ і АУТ. Присутність ліпідного покриття на поверхні вуглецевих волокон сприятиме активному поглинанню з рани різних біологічно активних компонентів гідрофобної природи, в тому числі клітинних отрут, блокуванню локальних джерел інтоксикації та запобіганню повторного інфікування ран, що призводить до гнійно-запальних реакцій.

Ключові слова: аплікаційні сорбенти, вуглецеві сорбенти, антисептики, ефірні масла.

INFLUENCE OF LIPID COATING ON THE BASIC CHARACTERISTICS OF THE APPLICATOR CARBON FIBER MATERIALS

V. Sarnatskaya, V. Klimchuk, I. Melezhih, L. Yushko, N. Yavorskaya, V. Shepelevich, V. Nikolaev

SUMMARY. *Aim:* To study the effect of lipid coating on adsorptive and bacteriostatic properties of application carbon fibrous materials. *Methods:* The study was performed with the use of physicochemical, culturing and biochemical methods. *Results:* Comparative evaluation of adsorptive properties of ACFM and ACT materials with or without lipid coating has demonstrated that surface lipophilization of carbon fibers with oils resulted in increased adsorption of hydrophobic compounds by $29 \pm 1\%$, insignificant decrease of marker dyes at average by $3,5 \pm 0,5\%$, impaired adsorption of vitamin B_{12} , which represents hydrophilic compounds of medium molecular weight, as well as creatinine related to the class of low molecular weight water-soluble compounds, by $25,5\%$ and 60% respectively. Surface coating of application materials including sterile bandage, with ethereal oil provided their significant bacteriostatic potential. High fixation strength of oils with the fibers of carbon matrixes ACFM and ACT has been evidenced by the method of differential scanning calorimetry. *Conclusions:* The presented experimental data evidence on the prospects for the use of lipid-containing application composites based on carbon materials ACFM and ACT. The presence of lipid coating on the surface of carbon fibers would promote active sorption of different biologically active hydrophobic compounds from wounds, including cell toxins, blockage of local intoxication sources, and prevention of recurrent wound contamination leading for pyoinflammatory reactions.

Key words: application sorbents, carbon sorbents, antiseptic, essential oils.

Надішла до редакції 10.12.2014 р.