

Установлено, что расход  $Q_{p,p}$  у нового технически исправного регулятора гидроусилителя МАЗ-5335 изменяется незначительно, примерно на 1,81 %, т. е. стабилизация дозированного расхода регулятором осуществляется с очень высокой точностью и практически не зависит от подачи насоса, если он обеспечивает некоторый необходимый запас. По нормативным документам снижение расхода на выходе регулятора не должно превышать 5 %.

На расходную характеристику регулятора расхода значительное влияние оказывают два фактора – утечки через зазор  $a_0$  между золотником и корпусом регулятора, а также температура рабочей жидкости в гидроусилителе.

В результате проведенных исследований получены следующие выводы.

Требуемая точность регулирования расхода регулятором гидроусилителя МАЗ-5335 при допустимой величине снижения расхода до 5 % от номинальной обеспечивается при условии, что зазор между золотником и корпусом регулятора  $a_0 \leq 24$  мкм, а кинематическая вязкость  $\nu$  рабочей жидкости не превышает 60 сСт.

Точность регулирования расхода может быть повышена путем увеличения диаметра  $d_{p,p}$  гидромагистральной трубки регулятора. При увеличении  $d_{p,p}$  с 6 до 10 мм снижение расхода на выходе регулятора не превышает 0,42 % при изменении кинематической вязкости от 10 до 110 сСт.

Восстановить расчетные значения расхода на выходе регулятора можно путем регулирования площади сечения основного дросселя ДР1. Изменение диаметра  $d_{др1}$  основного дросселя в пределах  $\pm 15$  % от номинального значения позволяет изменить расход  $Q_{p,p}$  на 55 %.

В связи с этим целесообразно в конструкции регулятора расхода предусмотреть возможность изменения диаметра основного дросселя  $d_{др1}$ , то есть установить регулируемый дроссель треугольной формы, что позволит к тому же получить высокую точность регулирования расхода в широком диапазоне температур рабочей жидкости.

©ВГТУ

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ МОДИФИКАЦИИ ТРИКОТАЖА ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ

*И. М. РОМАНОВСКАЯ, А. В. ЧАРКОВСКИЙ, И. М. ТХОРЕВА*

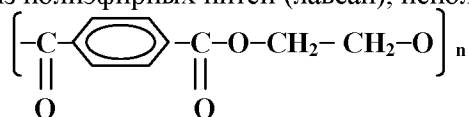
In work influence of sewing agents on duration of liberation of a medical product from a polymeric film is investigated. As sewing agents used acid. As the carrier of a polymeric film applied a knitted material

Ключевые слова: трикотаж, модификация, синтетические нити, полимер

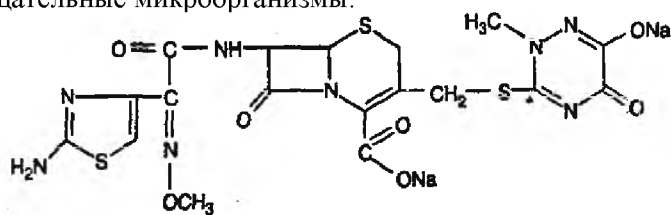
Полимерные материалы природного и синтетического происхождения широко используются для восстановления, замены или укрепления биологических тканей. Благодаря развитой пространственной структуре после вживления в организм они способны прорасти тканью, образуя на поверхности биологическую выстилку, хорошо совместимую с организмом. Однако, в отличие от живых тканей, обладающих генетически заданной способностью самовосстановления и адаптации к внешней среде, искусственные материалы в той или иной степени провоцируют воспалительные процессы. В зависимости от реакции ткани на имплантат, материалы делят на четыре категории [1], из которых наиболее перспективными для хирургии являются биоактивные материалы. Активные компоненты материала создают межповерхностную связь, благодаря которой инкапсуляция (образование волокнистой неприлегающей капсулы) минимальна, либо вообще не происходит. Биологическая активность материала обуславливается выбором волокна, целевым назначением лекарственного препарата (ЛП) и прочностью связи его с волокном. Закрепление ЛП на волокне является актуальной проблемой, т. к. позволяет создать биологически активный протезирующий материал с регулируемым терапевтическим действием.

Результаты проведенных ранее исследований [2] показали, что более эффективным способом закрепления ЛП на готовом трикотажном имплантате является его пропитка в растворе ЛП с последующим нанесением биосовместимой водорастворимой полимерной пленки. При таком способе нанесения основное количество ЛП ( $\approx 95$  %) высвобождается в течение суток, что ограничивает терапевтический эффект трикотажного имплантата. Обусловлен данный процесс быстрой растворимостью полимера, составляющего основу полимерной пленки.

В данной работе исследовано влияние дополнительно введенных веществ, так называемых сшивающих агентов, на продолжительность высвобождения ЛП из биосовместимой водорастворимой полимерной пленки, нанесенной на трикотажный имплантат. Объектом исследования является сетчатый основовязанный трикотаж из полиэфирных нитей (лавсан), используемый в хирургии:

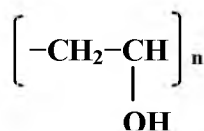


Для придания биологической активности применяли ЛП – цефтриаксон, который относится к  $\beta$ -лактамам антибиотикам и в сравнении с пенициллином обладает более широким спектром действия, влияет на грамотрицательные микроорганизмы.



Цефтриаксон

Закрепляли ЛП на трикотажном имплантате с помощью биосовместимого полимера-загустителя

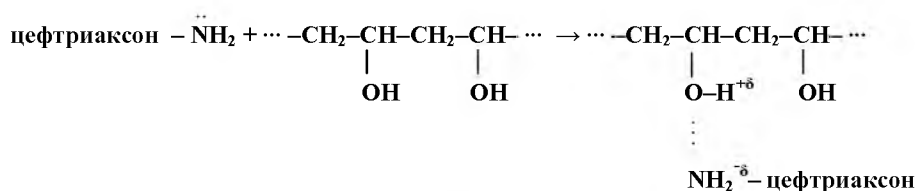


поливинилового спирта (ПВС):

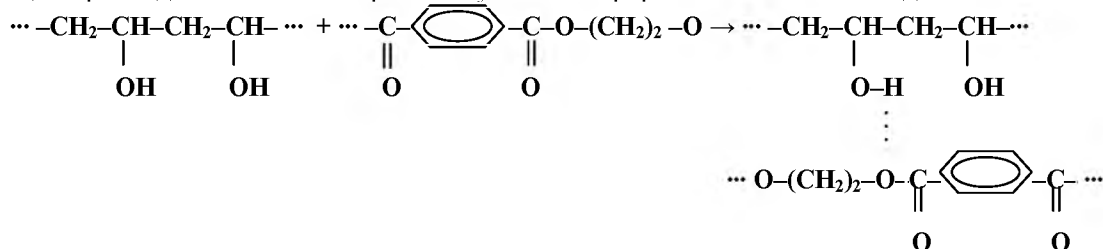
Нанесение ЛП в различной концентрации на трикотажном материале производили наиболее доступным способом – пропиткой материала в растворе ЛП. Для сравнительного анализа пролонгирующего действия цефтриаксона применяли два сшивающих агента дополнительно вводимых в полимерную композицию: щавелевую и янтарную кислоту.

Механизм присоединения препаратов допускает возможность закрепления их связями любого типа и в любых комбинациях.

Реакция присоединения цефтриаксона к ПВС имеет вид:

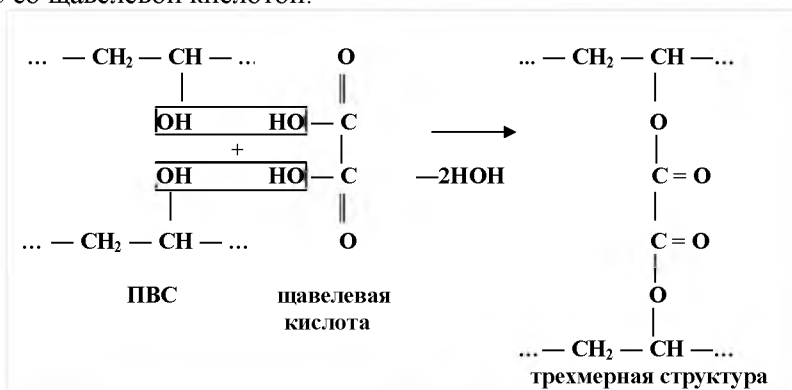


Реакция присоединения ПВС к трикотажу из полиэфирных нитей имеет вид:

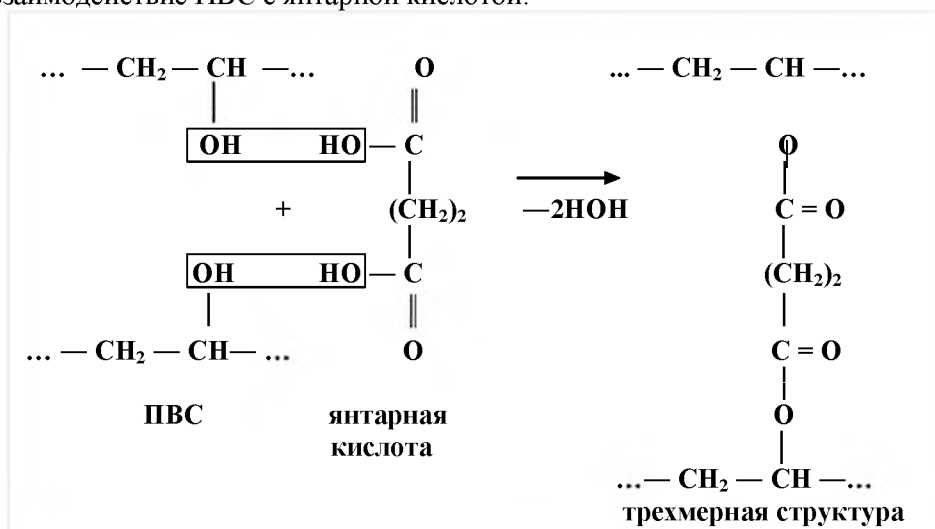


Для уменьшения растворимости ПВС использовали реакции сшивания. В качестве сшивающих агентов можно применять различные вещества: бихромат калия ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), борную кислоту ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), хлорид железа ( $\text{FeCl}_3$ ), дикарбоновые кислоты и другие вещества. В настоящей работе, учитывая назначение исследуемого материала, в качестве сшивающих агентов были выбраны дикарбоновые кислоты: щавелевая  $\text{HOOC}-\text{COOH}$  и янтарная  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$ . Эти кислоты образуются в организме и являются безвредными.

За счет взаимодействия ПВС с группами  $\text{OH}$  образуются трехмерные структуры, снижающие растворимость ПВС, и как следствие, задерживающие высвобождение ЛП во внешнюю среду. Реакция взаимодействия ПВС со щавелевой кислотой:



Реакция взаимодействия ПВС с янтарной кислотой:



Таким образом, составными компонентами полимерной композиции были выбраны: ПВС, щавелевая и/или янтарная кислота и цефтриаксон.

Оценка длительности десорбции ЛП с поверхности трикотажного носителя во внешнюю среду проводилась по методике, основанной на измерении равновесных концентраций лекарственного препарата при полной замене объема среды, в которую десорбирует препарат. Образцы трикотажа с нанесенной полимерной композицией, включающей цефтриаксон, помещали в ванну, с дистиллированной водой объемом 100 мл и выдерживали 24 часа, после чего проводили замену объема ванны, в которую проходила десорбция, таким же объемом дистиллированной воды. Высвобождение цефтриаксона производилось в течение четырех суток. Далее в отобранной части объема методом спектрофотометрии [3, 4] определяли концентрацию цефтриаксона.

В эксперименте пипеткой отмеряли 1 мл раствора, в который десорбировал цефтриаксон, помещали его в мерную колбу объемом 25 мл, доводили дистиллированной водой до метки и перемешивали. Исследовались растворы, полученные при десорбции цефтриаксона за первые, вторые, третьи и четвертые сутки, а также раствор цефтриаксона 1 % концентрации и 1 % раствора ПВС. В количественном спектральном анализе определяли содержание исследуемого вещества по интенсивности линий в спектрах. Спектры поглощения цефтриаксона и ПВС представлены на *рисунке*.

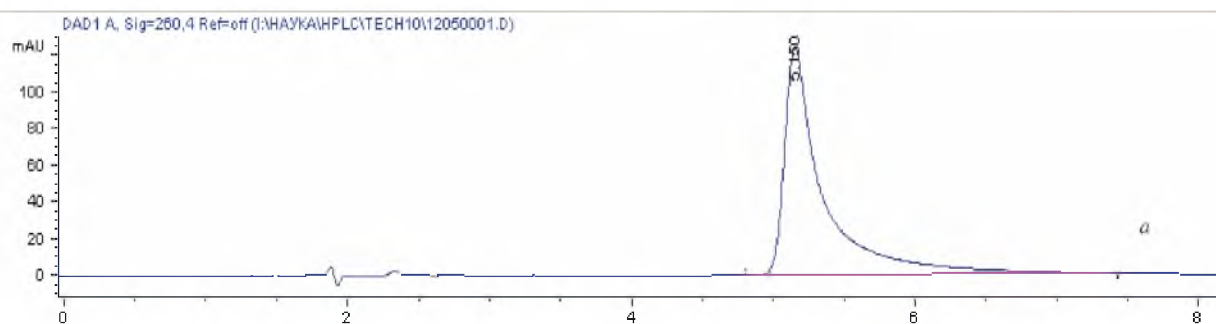


Рис.1 Хроматограммы растворов цефтриаксона-стандарта (а), раствора после погружения образца (б), водного раствора ПВС (в)

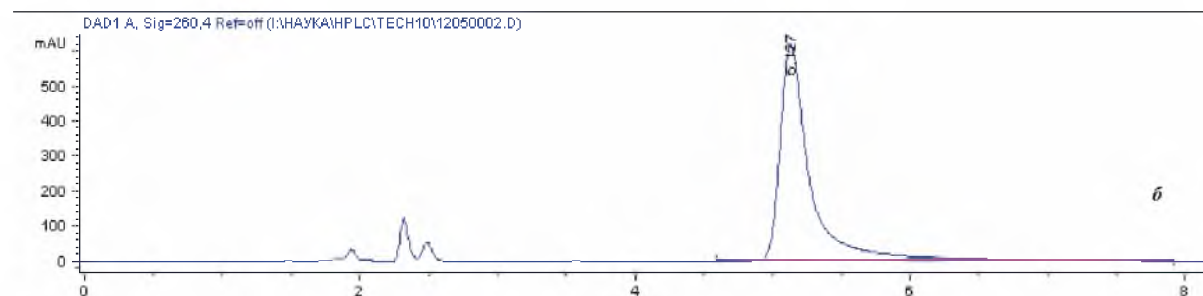


Рис.2 Хроматограммы растворов цефтриаксона-стандарта (а), раствора после погружения образца (б), водного раствора ПВС (в)

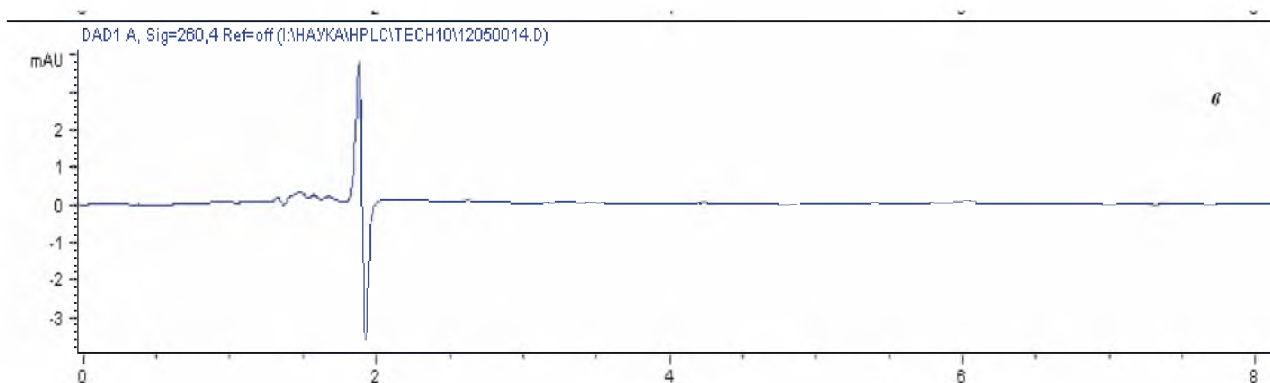


Рис.3 Хроматограммы растворов цефтриаксона-стандарта (а), раствора после погружения образца (б), водного раствора ПВС (в)

На хроматограммах стандартного образца цефтриаксона присутствует один пик, соответствующий цефтриаксону со временем удерживания 5,1 минуты. На хроматограмме раствора после погружения образца также имеется основной пик вещества, соответствующий цефтриаксону. Отсутствие пика цефтриаксона на хроматограмме раствора ПВС свидетельствует о том, что ПВС не мешает определению антибиотика.

Результаты обнаружения концентраций антибиотика в растворах представлены в *таблице*.

**Таблица. Концентрации антибиотиков в растворах после высвобождения**

| Название среды    | Время высвобождения, ч | Концентрация вещества, мкг/мл (в %) |
|-------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Янтарная кислота  | 3                      | 1112–(97,42)                        |
|                   | 5                      | 24,2–2,12 %                         |
|                   | 19                     | 5,28–0,46 %                         |
|                   | 24                     | 0,00                                |
| Щавелевая кислота | 3                      | 1217–95,69 %                        |
|                   | 5                      | 52,9–4,16 %                         |
|                   | 19                     | 1,94–0,15 %                         |
|                   | 24                     | 0,00                                |

Сравнительный анализ результатов, представленных в таблице, показывает, что янтарная кислота задерживает десорбцию ЛП из трикотажа. Однако, несмотря на это высвобождение ЛП из трикотажного материала происходит в течение суток.

Спектрофотометрическое определение концентрации цефтриаксона в растворах при десорбции лекарственного препарата в дистиллированную воду, показывают, что более эффективной в составе полимерной композиции является янтарная кислота.

#### Литература

1. Филатов В. Н. [и др.] Разработка новых видов текстильных изделий медицинского назначения // Сборник научных трудов / ЦНИИГЭИ; под. общ. ред. В. Н. Филатова. – Москва: ЦНИИГЭИ легк. пром., 1988. – 104 с.
2. Солдаткина В. Г. [и др.] Получение трикотажного имплантата с пролонгированным лечебным действием / // Тезисы докладов XLII научно технической конференции преподавателей и студентов университета – Витебск, 2010. – С. 160.
3. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – пер. с англ., Москва, 1991. – 378 с.
4. Ляликов Ю. С. Физико–химические методы анализа / Ю. С. Ляликов. – 5 изд., перераб. и доп. – Москва: «Химия», 1973. – 536 с.