

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ПРОТИВ SHISTOSOMIASIS ИНФЕКЦИИ

Лу Батай, Чен Минь Цень

*Уханьский университет науки и технологий, Ухань, Китайская Народная Республика*

**Статья рассматривает механизм возникновения и пути передачи Shistosomiasis инфекции. С использованием хлопчатобумажной ткани, прошедшей специальную медицинскую обработку, в качестве основного материала для одежды проведены лабораторные исследования, в том числе и с живыми существами. Показано, что использование 5 %-ных растворов химических медицинских препаратов при отделке ткани позволяет достигнуть 100 %-ного уровня защиты. Промышленно произведенная ткань обладает лучшими свойствами, чем лабораторные образцы, на 43 % и обеспечивает превосходные результаты защиты.**

Долгое время эпидемия Shistosomiasis была широко распространена в 12 южных провинциях КНР и представляла огромную опасность для населения в этих эпидемиологических зонах. С момента зарождения нашего государства правительства всех уровней уделяли большое внимание защите населения и лечению Shistosomiasis путем организации специальных органов и организаций. Благодаря использованию эффективных мер в ряде провинций значительно или полностью удалось снизить уровень заболеваний. Однако с 1980-х годов, несмотря на все используемые меры в практике борьбы с инфекцией, эпидемия появилась вновь из-за ослабления внимания к этой проблеме.

Навигационная система реки Янцзы включает много базовых подразделений, водные пути, коммуникационные средства, порты административной связи и лежит в Shistosomiasis эпидемиологической зоне. Повседневный контакт с инфицированной водой является другим опасным путем для профессиональных контактов работающих, поскольку уровень инфицирования для них гораздо выше, чем для жителей городов и населенных пунктов этого региона. Эпидемиологическая ситуация серьезно угрожает здоровью человеческого тела и умственным способностям, стабильности трудовых коллективов, нарушает нормальный порядок и ритм работы. Поэтому важным направлением для предотвращения Shistosomiasis инфекции является индивидуальная защита рабочих в навигационной системе реки Янцзы с использованием специальной одежды. Настоящее исследование посвящено разра-

ботке и изучению специальной одежды против Shistosomiasis инфекции.

### 1. Теоретические аспекты проблемы

#### 1.1. Механизм возникновения Shistosomiasis инфекции

Условия для возникновения инфекции существуют круглый год, а ее источником является особый вид червеобразных улиток, обитающих в растущей вдоль побережий озер и рек траве, и микробы schistosome, находящиеся в печени этих улиток. В теплое время года с увеличением температуры улитки начинают расти, двигаются в сторону ближайшей воды, формируя зараженную schistosome воду. Во время контакта человека или животных с водой маленькие schistosome немедленно атакуют их с последующим ростом в зараженном организме и трансформацией в червей, способных передвигаться внутри человеческого организма. Затем они начинают расти внутри организма, поражают кожу, что является особенно опасным, с последующим размножением. Человек или животное становятся инфицированным. Степень инфицирования пациенты определяется по специальному тесту schistosomiasis masculine serum (ИНА или СОРТ).

#### 1.2. Механизм индивидуальной защиты

Поскольку передняя линия работ в навигационной системе реки Янцзы вызывает особую тревогу, то необходимо избежать в повседневной работе контактов людей с инфицированной водой. Такими средствами являются комплекты для индивидуальной защиты, в частности одежда, которая может убивать микробы и предохранять людей от попадания микробов на кожные покровы. Функции такой одежды должны не

только обеспечить защиту, но и обладать комфортными свойствами (в частности, вентиляруемостью пододежного пространства, безвредностью и другими).

## 2. Экспериментальная часть

### 2.1. Выбор отделочного препарата для медицинской отделки

Как известно, существуют два способа закрепления медицинских препаратов в тканях: первый способ включает получение специального покрытия, а второй способ предполагает фиксацию препаратов в условиях традиционной схемы отделки, в частности, крашения. Материал, обработанный по первому способу, имеет плохие пошивочные и эксплуатационные свойства, но надежную защитную способность. Этот способ нами не использовался.

В соответствии с профессиональными условиями работы рабочих в навигационной системе реки Янцзы (климатические условия, характер основных рабочих движений, способы и частота ухода за одеждой) нами был выбран второй способ нанесения препарата. Нами установлено, что специальный отделочный препарат может быть при крашении хлопчатобумажных тканей. После закрепления внутри ткани он должен обладать способностью убивать микробы *schistosoma* даже при низком содержании в ткани или предохранять (снижать) их способность атаковать людей. Медицинский препарат должен быть безопасным для людей. После проведения многочисленных экспериментов с различными известными медицинскими препаратами был разработан и выбран новый препарат под условным названием А, не имеющий запаха и вкуса и не растворимый в воде. Препарат был капсулирован в медицинских условиях для исключения удаления из ткани даже при невысокой концентрации и сохранения своего основного назначения по уничтожению (гибели) улиток и их микробов. Эти естественные способности нового препарата являются базовыми для разрабатываемой защитной одежды.

Специальный медицинский препарат А принадлежит к ароматическим компонентам и имеет высокий молекулярный вес и несколько функциональных гидрофобных групп в молекуле. Но благодаря наличию в молекулярной структуре фенольных гидроксильных групп, он может растворяться в растворе NaOH. Результаты экспериментов показали, что когда использовался препарат А в NaOH с концентрацией 6 г/л, растворимость составила выше, чем 35 г/л,

благодаря чему он имеет хорошее сродство с целлюлозными волокнами. Он может быть применен для обработки хлопчатобумажных тканей вместе с ускорителем и закреплен на волокне за счет молекулярных сил.

### 2.2. Выбор материала для одежды

На основании анализа применяемых материалов и анкетирования рабочих в навигационной системе реки Янцзы в качестве внешнего материала была выбрана хлопчатобумажная ткань цвета хаки с линейной плотностью пряжи 21x21, 108x58 текс, именуемая в дальнейшем как ткань В.

### 2.3. Программа испытаний

В соответствии с предварительными экспериментами основная программа испытаний включала разработку технологических условий получения ткани с защитными свойствами. Образцы отбеленной хлопчатобумажной ткани, полученные в фабричных условиях, обрабатывали химическим медицинским препаратом с последующим крашением по обычной процедуре. После формирования защитной способности ткани из нее проектировали одежду с последующим промышленным изготовлением. Затем одежда была передана в пользование рабочим в навигационной системе реки Янцзы.

Испытания образцов ткани проводили после химической медицинской обработки, крашения для проверки их защитной способности в условиях практического использования.

## 3. Результаты и их обсуждение

### 3.1. Разработка совмещенного процесса крашения и придания защитных свойств

В предварительных экспериментах было установлено, что при концентрациях препарата А в диапазоне 0.5-8.0 % (O.W.F.), он полностью позволяет окрашивать хлопчатобумажную ткань при хорошей мягкости последней. Разработанная технология включает следующие этапы:

1) состав раствора: препарат А - 0.5-8.0 % (O.W.F.), каустическая сода - 6 г/л, отделочный вспомогательный препарат - 2 г/л, ускоритель 4.0-6.0 г/л,

2) технологический процесс: увлажнение  $\bar{U}$  пропитка медицинским раствором и крашение  $\bar{U}$  стирка  $\bar{U}$  промывка  $\bar{U}$  сушка,

3) технологические условия: температура пропитки - 90-95 °С, время сушки 30 - 45 мин, модуль ванны - 1: 10.

Для улучшения колористических свойств тканей для защитной одежды и их защитных свойств были проведены многократные экспери-

менты с прямыми различными красителями, не повышающими жесткость ткани. Обработка проходила при одинаковых условиях и разных концентрациях красителей. Технология совмещенной обработки включает:

- 1) состав раствора: прямые красители - 0.8% (O.W.F.), добавка - 2 г/л,
- 2) технологические режимы: температура

крашения -90 °С, время крашения – 30 мин, модуль ванны - 1:10.

### 3.2. Исследование показателей свойств защитных тканей

Для определения медицинских и эксплуатационных свойств тканей был использован ранее опубликованный метод /2/. Полученные результаты приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Содержание в ткани В медицинского препарата

| Наименование показателя                                          | Концентрация медицинского препарата в растворе, % (O.W.F.) |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                  | 0.25                                                       | 1.0   | 2.5   | 5.0   | 8.0   |
| Поглощение из раствора (А)                                       | 0.005                                                      | 0.035 | 0.238 | 0.280 | 1.050 |
| Содержание медицинского препарата А на ткани, мг/см <sup>2</sup> | 0.132                                                      | 0.927 | 6.309 | 10.07 | 27.82 |

Устойчивость полученного эффекта определяли в специальном эксперименте в течение 10 месяцев в начальной стадии, с последующими интервалами в 2 месяца, что соответствует про-

должительности эксплуатации защитной одежды. Показатели воздействий в исследованные периоды времени приведены в таблице 2. Эксперимент проведен согласно рекомендациям /2/.

**Таблица 2.** Эксплуатационные показатели ткани В после различных сроков использования

|                                                            |        |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Продолжительность периода, месяцы, и его номер (в скобках) | 10 (1) | 12(2) | 14(3) | 16(4) | 18(5) |
| Инсоляция, мВ/см <sup>2</sup>                              | 40674  | 48809 | 56944 | 65079 | 73214 |
| Время стирки, мин                                          | 417    | 500   | 583   | 667   | 750   |
| Продолжительность истирания, мин                           | 150    | 160   | 170   | 180   | 200   |
| Время промывки, час.                                       | 217    | 260   | 303   | 347   | 390   |

Полученные результаты подтвердили устойчивость защитных свойств тканей после указанных лабораторных испытаний, моделирующих процесс эксплуатационного изнашивания.

### 3.3. Эксперименты с живыми мышами

Этот эксперимент был проведен с целью изучения защитного эффекта тканей с различным содержанием медицинского препарата. Ткани, прошедшие медицинскую обработку и крашение в растворах 0.5 2.5 и 5.0 %, были использованы в этом эксперименте. Для инфицирования и изучения в лабораторных условиях выбраны мыши 9 – летнего возраста с весом около 20 гр. В начале эксперимента сформированы группы численностью 15 мышей. Микробы schistosome были сформированы. У мышей был выстрижен волосяной покров в области живота, и эти участки были покрыты тканями. На эту

область капельным методом наносили 60 капель раствора, содержащего schistosome. Затем эта область изучалась под микроскопом и анализировалась. Спустя 40 дней отбирали мышей для анализа крови. Результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Как видно из табл.3, при концентрации медицинского агента ниже 2.5 %, защитная способность ткани уменьшается с увеличением срока использования, а достигаемый эффект не является удовлетворительным. При концентрации 5 % и использовании периода 14 месяцев уровень защиты составляет 100 %. Поэтому для обеспечения максимальных показателей защитных свойств тканей необходимо использовать растворы медицинского препарата А с концентрацией более, чем 5 %.

**Таблица 3.** Результаты испытаний защитных свойств тканей на мышах

| Номер группы (в скобках концентрация раствора) | Количество анализируемых мышей | Количество пораженных мышей | Среднее количество червей, обнаруженных в каждой мышце | Общее количество червей | Уровень защиты, % |
|------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| B0 (0.5)                                       | 10                             | 1                           | 0.5                                                    | 5                       | 90                |
| B1 (0.5)                                       | 13                             | 3                           | 1.08                                                   | 14                      | 77                |
| B2 (0.5)                                       | 12                             | 4                           | 1.42                                                   | 17                      | 67                |
| B3 (0.5)                                       | 13                             | 7                           | 1.46                                                   | 19                      | 46                |
| B4 (0.5)                                       | 13                             | 8                           | 4.92                                                   | 64                      | 38                |
| B5 (0.5)                                       | 13                             | 10                          | 10.38                                                  | 135                     | 23                |
| B0 (2.5)                                       | 12                             | 0                           | 0                                                      | 0                       | 100               |
| B1 (2.5)                                       | 13                             | 2                           | 1.23                                                   | 16                      | 85                |
| B2 (2.5)                                       | 13                             | 3                           | 1.23                                                   | 16                      | 85                |
| B3 (2.5)                                       | 13                             | 4                           | 0.69                                                   | 9                       | 69                |
| B4 (2.5)                                       | 13                             | 5                           | 2.54                                                   | 33                      | 62                |
| B5 (2.5)                                       | 13                             | 6                           | 7.62                                                   | 99                      | 54                |
| B0 (5.0)                                       | 12                             | 0                           | 0                                                      | 0                       | 100               |
| B1 (5.0)                                       | 13                             | 0                           | 0                                                      | 0                       | 100               |
| B2 (5.0)                                       | 13                             | 0                           | 0                                                      | 0                       | 100               |
| B3 (5.0)                                       | 11                             | 0                           | 0                                                      | 0                       | 100               |
| B4 (5.0)                                       | 12                             | 3                           | 1.42                                                   | 17                      | 75                |
| B5 (5.0)                                       | 13                             | 9                           | 4.38                                                   | 57                      | 31                |

Как видно из табл.3, при концентрации медицинского агента ниже 2.5 %, защитная способность ткани уменьшается с увеличением срока использования, а достигаемый эффект не является удовлетворительным. При концентрации 5 % и использовании периода 14 месяцев уровень защиты составляет 100 %. Поэтому для обеспечения максимальных показателей защитных свойств тканей необходимо использовать растворы медицинского препарата А с концентрацией более, чем 5 %.

#### 3.4. Промышленное производство материалов для защитной одежды

Для производственной проверки было произведено 200 метров ткани в промышленных условиях. В существующую технологическую цепочку была добавлена только операция по медицинской обработке материала во время его крашения при разработанных режимах. Результаты сравнения образцов тканей промышленного и лабораторного методов производства приведены в таблице 4.

**Таблица 4.** Показатели образцов промышленного и лабораторного способов производства

| Концентрация медицинского препарата, % | Образец ткани  | Содержание медицинского препарата в ткани, мг/см <sup>2</sup> |
|----------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------|
| 5.0                                    | Лабораторный 1 | 10.19                                                         |
| 5.0                                    | Лабораторный 2 | 9.97                                                          |
| 5.0                                    | Промышленный   | 14.34                                                         |

Результаты сравнения показали, что при одной и той же концентрации медицинского препарата в растворе его содержание в образце промышленного производства на 43 % выше, чем в лабораторных образцах. Это обеспечивает хорошие защитные свойства тканям промышленного способа производства.

После разработки ткани с необходимым уровнем защитных свойств были решены во-

просы по проектированию защитной одежды с высокими функциональными свойствами. Дизайн такой одежды должен обеспечивать защитные свойства и удобство. Чтобы обеспечить лучшую защиту, необходимо максимально изолировать человеческое тело. В комплект одежды также должны входить перчатки и носки. Целесообразно выбрать темно-синий цвет и свободную форму одежды с большими величинами

конструктивных прибавок на основных антропометрических уровнях фигуры человека для обеспечения комфортности. Согласно этим требованиям были разработаны модель комбинезона и изготовлено 200 изделий, которые были переданы в опытную носку.

### 3.5. Опытная носка защитной одежды

В соответствии с разработанными требованиями были выбраны в Уханьском водном бюро каналы в Hong озере и Jianli озере. Оба озера находятся недалеко друг от друга географически, в провинции Хубэй, в одинаковой эпидемиологической ситуации. Уровень инфекционных заболеваний в обоих местах примерно одинаковый. Для сравнения эффективности новой оде-

жды были сформированы контрольные и экспериментальные группы.

После опытной носки комбинезонов в течение 9 месяцев были взяты контрольные пробы анализов ИНА или СОРТ рабочих из обеих групп для сравнения с пробами, полученными перед экспериментом.

Контрольная группа была составлена из 80 человек, из них 64 человека прошли проверку, уровень прошедших проверку составил 80 %. 2 человека оказались инфицированными.

В экспериментальной группе было 58 человек, из которых 47 человек прошли проверку, что составило 81 %. Среди них инфицированных не было. Результаты статистических анализов после испытательного периода приведены в таблице 5.

**Таблица 5.** Показатели защитных свойств одежды после испытательного периода

| Вид группы        | Количество человек, прошедших проверку | Количество инфицированных человек | Уровень инфицирования |
|-------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Контрольная       | 64                                     | 2                                 | 3.13                  |
| Экспериментальная | 47                                     | 0                                 | 0                     |
| Общее количество  | 111                                    | 2                                 | 1.8                   |

Видно, что одежда, изготовленная из обработанных тканей, обладает лучшими защитными свойствами.

### 4. Заключение

Хлопчатобумажная ткань хаки 21x21, 108x58 в качестве основного материала для одежды получила специальную медицинскую обработку препаратом А с концентрацией 5 % и содержала медицинский препарат в количестве 10 мг/см<sup>2</sup>. После испытания в течение 14 месяцев на живых существах она показала 100 %-ную защитную способность. Промышленным способом выпущенная ткань превышает по своим показателям лабораторные образцы на 43 %. Результаты производственных испытаний показали способность

нового материала защищать от Shistosomiasis инфекции. Ее промышленное производство обеспечивает экономическую выгоду и достижение социального эффекта.

### Литература

1. Паразитология человеческого тела /Под редакцией Xu Bingkun. – 2-е издание. Пекин, издательство “Народное здоровье”, 1985 (кит.).
2. Лу Батай. Технологические исследования медицинской обработки одежных материалов против Shistosomiasis инфекции // Журнал Уханьского текстильного инженерного института. – 1999. – 1. - С.17-21 (кит.).

### Development of specific clothing against Shistosomiasis infection

Lu Bitai, Chen Mingzheng.

The paper indicates the arising of Shistosomiasis and its infection ways. Using pure cotton fabric as basic outside material for clothing, through medicine finishing treatment, fatigue simulating test and creature protecting experiment, it has taken known, as concentration is 5 % for medicine finishing, protection rate of clothing can reach 100%. Under the same concentration, the medicine content of outside material for the protective clothing made in factory is more than that of samples made in laboratory by about 43 %, the checking result of spot test shows that the protective clothing does have excellent protective ability.