

## ЗЕЛЁНЫЙ ТЕКСТИЛЬ

### GREEN TEXTIL

Г.Е. Кричевский  
G.E. Krichevskiy

Нанотехнологическое общество России, Москва  
Nanotechnological Society of Russia, Moscow  
E-mail: gek20003@gmail.com

**В статье обсуждаются экологические проблемы отделочного производства текстильных материалов и роль эко-текстиля в современном обществе. Рассмотрены примеры экологичных природных волокон, включая, экзотические для России виды материалов из листьев ананасового дерева, крапивы, кожуры бананов, стручков кофе. Показаны преимущества эко-хлопка по сравнению с обычным волокном. Рассмотрены новые экологические подходы к технологии производства эко-текстиля.**

**Ключевые слова:** эко-текстиль, природные волокна, экологизация производства, энергосбережение

**The article discusses the environmental problems of finishing production textile materials and also role of eco-textiles in modern society. Examples of eco-friendly natural fibers, including exotic types of materials for Russia such as pineapple leaves, nettles, banana peels, coffee pods were investigated. The advantages of eco-cotton in comparison with conventional fiber were shown. New ecological approaches to the production technology of eco-textiles were considered.**

**Keywords:** eco-textiles, natural fibres, ecologization of production, energy saving

Производство текстиля – древнейшая практика человека - как и более молодые и современные технологии вносит свой немалый вклад в нагрузку на природу. Это происходит по следующим причинам и направлениям, мешающим устойчивому развитию цивилизации:

- занятие больших площадей под природные растительные волокна (хлопок, лен, сизаль, кенаф и др.);
- использование в выращивании природных растительных волокон удобрений (в т.ч., ядохимикатов);
- большие затраты энергии и воды для переработки текстиля;
- затраты на утилизацию и очистку выбросов в воздух и водоемы;
- необходимость использования многочисленных и часто токсичных химикатов (более 200 наименований) и красителей (несколько тысяч марок);
- готовый текстильный материал несет на себе текстильные вспомогательные вещества (ТВВ), например, аппреты и красители, некоторые из которых проявляют токсичность по отношению к человеку;
- производство синтетических волокон требует в качестве сырья невозобновляемые нефть и газ.

Это только основные экологические проблемы текстильного производства.

Все эти факторы препятствуют устойчивому развитию цивилизации. Рост народонаселения планеты (к 2050 году – 9,3 млрд.) усугубляет эту проблему, поскольку и удельный расход текстиля, и его суммарное мировое производство растут и тянут за собой все экологические негативы производства.

Принципы «зеленой» химии полностью относятся к производству текстиля, которое в значительной мере является химической технологией.

#### **Зелёные технологии в производстве текстиля**

Эко-текстиль – растущее, развивающееся производство текстиля, дружественное окружающей среде и использующее минимальное количество химикатов. К сожалению, в производстве текстиля невозможно обойтись без химических веществ (кислоты, щелочи, окислители, восстановители, красители различной химической природы), которые могут

вызывать различные заболевания (головную боль, аллергию, раздражение кожи, проблемы с дыханием и даже рак).

Эко-текстиль стал модным атрибутом и брендом многих продуктов многочисленных компаний по производству текстиля. Это ответ на вызов времени и пожелания общества, которое хочет получать текстильную продукцию одновременно высокого качества и экологичности. А это не так просто, поскольку заданные условия требуют больших затрат на технологические инновации.

Экологические требования к текстилю начинаются с требований к волокнам, без которых пока текстиль не произведешь. Все природные волокна более экологичные, чем химические (искусственные и синтетические), но их экологичность может быть улучшена.

#### Примеры экологичных природных волокон

**Органический (organic) хлопок.** Обычный хлопок вполне экологичен сам по себе и обладает ценными санитарно-гигиеническими свойствами, но требует использования очень вредных для человека ядохимикатов (пестициды и инсектициды), убивающих вредные микробы и насекомых, препятствующих росту хлопчатника.

Органический эко-хлопок выращивают без применения ядохимикатов, вредных для окружающей среды. Устойчивость хлопка к заболеваниям передается путем генной модификации. Но пока такого эко- и генномодифицированного хлопка выращивают очень мало (в основном в Индии). Если мировое производство обычного хлопка составляет 25 млн. тонн в год, то генномодифицированного - только примерно 1% от общего объема производства хлопка. Однако производство и потребление эко-хлопка активно набирает темпы.

В табл. 1 показаны преимущества и недостатки эко-хлопка по сравнению с обычным.

Таблица 1

	Обычный хлопок	Эко-хлопок
Окружающая среда	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Потеря биоразнообразия;</li> <li>– Нарушение водного баланса;</li> <li>– Загрязнение почвы и атмосферы;</li> <li>– Пестициды убивают полезных насекомых.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Улучшение утилизации воды;</li> <li>– Повышение биоразнообразия;</li> <li>– Чистота почвы и атмосферы;</li> <li>– Эко баланс между вредителями и полезными насекомыми.</li> </ul>
Социум	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проблемы со здоровьем население в районах хлопководства;</li> <li>– Заболевания при высокой концентрации пестицидов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышение выбора локальных решений и ресурсов;</li> <li>– Выгода для семейного фермерского бизнеса.</li> </ul>
Экономика	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расход ресурсов;</li> <li>– Высокая себестоимость продукции;</li> <li>– Невысокий урожай.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Малый расход ресурсов;</li> <li>– Низкая себестоимость продукции;</li> <li>– Нишевый продукт;</li> <li>– Большие возможности для фермеров.</li> </ul>
Пища	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Пестициды попадают в пищу вместе с хлопковым маслом;</li> <li>– Пестициды попадают в молоко и мясо животных, питающихся продуктами хлопчатника.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Нет опасности попадания пестицидов в продукты питания.</li> </ul>
Агрокультура	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Снижение урожайности;</li> <li>– Дорогая ирригация.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышение урожайности;</li> <li>– Возможность севооборота.</li> </ul>
Здоровье	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Химикаты, остающиеся в конечном продукте, вызывают проблемы со здоровьем;</li> <li>– Хронические заболевания: рак, слабость, заболевание дыхательных путей, бесплодие.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Не использование ядохимикатов спасет фермеров и соседей от хронических заболеваний.</li> </ul>

Одним из требований «зелёных» технологий является экономия энергии на всех технологических переделах производства текстиля. В табл. 2 приведены сравнительные данные по расходу энергии на производстве природных и химических волокон. G = 280 киловатт часов kwh.

Таблица 2

Волокна	Расход энергии на тонну волокна в G
Лен	10
Эко хлопок	15
Обычный хлопок	55
Шерсть	65
Вискозное	100
Полипропиленовое	115
Полиэфирное	125
Регенерированное (из бутылок) полиэфирное	65
Акриловые	175
Полиамидные	250

Как можно видеть расход энергии на производство природных волокон значительно ниже, чем на химические, особенно синтетические. Использование эко приемов (эко хлопок, регенерированное полиэфирное волокно) позволяет снизить расход энергии и, следовательно, нагрузку на природу.

**Пенька (из конопли).** Во времена Петра I самое популярное волокно в России. Из него делали парусину, которую использовали на кораблях, судах всей Европы. В настоящее время репутация пеньки сильно пошатнулась из-за использования конопли в изготовлении наркотиков. Генномодифицированная конопля не содержит наркотического вещества *cannabis* (марит хана), представляющего интереса для наркоманов, но может быть успешно использовано для производства текстиля. Обычная и генномодифицированная конопля не требует каких-либо ядохимикатов при росте, поскольку она защищена от вредных вредителей. Разведение конопли не истощает, а обогащает почву. Производство пеньки из конопли не требует больших экономических расходов.

**Волокно из бамбука.** Очень быстро растёт, улучшает почву. Волокно из стебля бамбука может извлекаться механически или химически, по подобию получения льна. Требуется минимальной ирригации и не требует использования ядохимикатов, поскольку от природы бамбук устойчив к вредителям. Волокно из бамбука обладает бактерицидностью, поэтому устойчиво к бактериям, отличается хорошими санитарно-гигиеническими свойствами (дышит, собирает влагу). Подготовку волокна ведут с помощью ферментов.

**Волокна из белка сои.** Используют отходы при производстве продуктов питания из бобов сои. Ткани и трикотаж из этого волокна отличается мягкостью и драпируемостью.

**Шерсть** можно признать экологичным волокном при условии кормления овец пищей без гормонов и хороших условиях содержания животных. Крашение эко шерсти проводят природными красителями.

**Волокна из листьев ананасового дерева** извлекают из листьев вручную.

**Волокна из крапивы.** Это растение устойчиво к паразитам, не требует для роста пестицидов и гербицидов, но без минералов в почве дает низкий урожай. Волокна из крапивы хорошо сочетаются с хлопком. Они имеют более высокую прочность, чем хлопок и тоньше волокон льна. Используют для производства тканей и трикотажа. Обладают приятным шелковым блеском.

**Волокна из белков молока.** После обезжиривания молока в оставшейся воде остаётся белок молока – казеин, который служит сырьем для производства волокна. Эти волокна тактильные (приятные для кожи при контакте, имеют блеск, обладает

бактерицидностью, высокими санитарно-гигиеническими свойствами). Хорошо смешиваются с растительными и белковыми волокнами.

**Волокна из кожуры бананов.** Внешне похожи на волокна из бамбука и на растительные волокна рами. Эти волокна прочные, легкие, блестящие и биоразлагаемые, обладают высоким водопоглощением. Используют для производства веревок, канатов, ковриков, домашней фурнитуры и тканей.

**Волокна бактериального продуцирования.** Многие бактерии в процессе жизнедеятельности продуцируют различные продукты (белки, полисахариды и др.). Австралийские ученые научили известную бактерию *Acetobacter* производить полимер в форме волокон, если бактерии культивировать в бочках с дешевым красным вином. В этой среде бактерии быстро размножаются и алкоголь биопревращается в волокна, всплывающие на поверхность. Их извлекают, отжимают, сушат и делают из них ткани. Недостаток – волокно и текстиль пахнут уксусом, который является промежуточным продуктом биосинтеза волокон.

**Волокна из древесной пульпы.** Эти гибридные волокна получают из древесной пульпы, из неё же получают бумагу. Волокна из древесной пульпы (целлюлозные) смешивают с полиэфирными волокнами, получаемыми из переработки бутылок из полиэфира. Получают водостойкое, мягкое, эластичное, устойчивое на прорыв волокно, которое используют для верха спортивной обуви.

**Искусственный паучий шелк.** Природный шелк паутины отличается непревзойденной прочностью (прочнее стальной проволоки), гибкостью и эластичностью. Доверять производить паучий шелк паукам, как тутовому шелкопряду, невозможно. Пауки – каннибалы и имеют очень низкую производительность. Искусственный паучий шелк получают с помощью генной инженерии по следующей схеме:

- извлечение из генома паука гена, отвечающего за производство белка, из которого состоит паутина;
- встраивание этого гена в другой геном, принадлежащий другому организму – хозяину (микроорганизмы, насекомые, животные), которые продуцируют генномодифицированный белок паучьего шелка;
- выделение и очистка продуцированного белка;
- производство из продуцированного белка волокна, пленок, капсул и др.

Волокна этого типа используют в медицине, оптике, в бронежилетах и др.

**Волокна из вторичного молока.** Получают из белков вторичного молока, которое не может быть использовано в пищу и идет на выброс. Из белка этого вторичного молока производят искусственные белковые волокна.

**Волокна «экзотические» (сегодня, а завтра?) из стручков кофе, из утилизированной газетной бумаги, из шелухи кокосовых орехов.**

#### **Повышение экологичности химических волокон**

**Искусственные гидратцеллюлозные волокна** начали производить и потреблять еще в начале XX века из древесной целлюлозы по сложной экологически грязной технологии (использование сероуглерода). Так называемая вискозная технология получения вискозного волокна широко используется во всем мире до сих пор. Для решения проблемы экологичности производства вискозного волокна предпринимаются в последнее время различные меры, например, переход на принципиально иную технологию, в которой в качестве растворителя используется довольно экзотический и дорогой препарат N-метилморфамин-N-оксид. В результате, технология становится экологичной, но более дорогой. Растворитель возвращается в производство после рекуперации. Получаемые по этой технологии волокна лиоцелл и тенсел называют хлопкоподобными, поскольку они не теряют прочность в мокром состоянии как хлопок, как вискозное волокно в мокром состоянии на 50% теряет прочность.

**Синтетические волокна.** Обычные синтетические волокна состоят из полимеров, сырьем для которых служат нефть или газ, то есть невозобновляемые ископаемые. Из них

путем перегонки получают многочисленные соединения, некоторые из которых являются мономерами для синтеза волокнообразующих полимеров. Синтез волокнообразующих полимеров требует затрат энергии, что также несет нагрузку на природу. Большой недостаток обычных, традиционных полимеров и волокон из них – это их биологическая нерасщепляемость. В результате, происходит накапливание в больших количествах закончивших свою потребительскую жизнь изделий из этих полимеров (текстиль, пластик, упаковка, детали машин и разнообразных устройств). Ученые всего мира работают над проблемой создания синтетических полимеров, биodeградирующих как природные полимеры. Пока эти работы не дали больших результатов, но некоторые локальные решения имеются, например:

1. Замена диэтиленгликоля на дипропиленгликоль, синтезируемый по биотехнологии путем ферментизации сахара и гидролизованного зернового крахмала. Полученное полиэфирное волокно имеет более низкую температуру стеклования (50-60 °С), чем классическое полиэтилентерефталевое (~75 °С), и поэтому его можно окрашивать при более низких температурах (~100 °С) и выигрывать в затратах на энергии.

2. Получение полиэтилентерефталевых волокон путем реализации рециклинга (утилизации) – повторное использование бутылок из полиэтилентерефталата. Эти бутылки подвергают переплавлению и из расплава формируют полиэтилентерефталатные волокна. Общая экономия энергии ~ 50%. Эти вторичные полиэфирные волокна в основном идут для производства технических волокон и для основы напольных ковров.

**Волокна на основе полимолочной кислоты.** Это полностью «зелёное» синтетическое волокно, получаемое биотехнологически.

Биотехнологически получают молочную кислоту из возобновляемого природного сырья – декстрозы, которое получают из зернового крахмала или с помощью бактерий ферментативно. Поскольку полимолочная кислота не может быть получена прямой полимеризацией, то ее получают путем полимеризации циклического эфира диальдегида молочной кислоты по механизму раскрытия цикла альдегида.

Получают полимер с температурой стеклования 65°С, что ниже, чем у полиэфирного волокна (экономия энергии при крашении). Это волокно биологически разлагаемо, поэтому используется в медицине.

### **Красители и текстильно-вспомогательные вещества (ТВВ)**

В производстве текстиля, в его химико-технологической части, используется несколько тысяч индивидуальных по химическому составу марок красителей различных классов и групп, сотни ТВВ (моющие, смачивающие средства, эмульгаторы, диспергаторы, аппреты и др.) органической и неорганической природы, в мономерной или полимерной форме.

Все красители и ТВВ в большей или меньшей степени токсичны и вредны, как таковые, но кроме этого - небезопасны и технологии их производства.

С точки зрения экологии и зелёной технологии все красители можно разделить на две большие группы: природные (органические и минеральные) и синтетические.

До 1854 года все красители были только природные. Органические природные красители содержатся в растениях и животных, придавая им окраску. Все природные красители органической природы абсолютно безвредны, биологически разлагаемые и, более того, многие из них проявляют биоцидные и лечебные свойства. Они дружественные для природы.

Некоторые природные минеральные красители (пигменты), проявляют токсичность, поскольку они содержат в своем составе атомы тяжелых металлов (Fe, Mn, Co, Pb, Cu).

Синтетические красители все в большей или меньшей степени токсичны сами по себе, но токсичны и их продукты разрушения. Особенно токсичны продукты распада (амины) азокрасителей. Токсичными являются не все, а только определенные амины, образующиеся при распаде в процессе носки одежды, окрашенной такими красителями. Такие азокрасители во многих странах запрещено производить и использовать.

В настоящее время происходит возрождение природных красителей органической природы. Сырьем для этих красителей являются различные окрашенные растения (листья, цветы, кора, корни), морские водоросли различной окраски (зелёные, бурые, красные). Природные красители также извлекаются из морских моллюсков и определенных пород рыб.

В последнее время природные красители органической природы получают с помощью бактерий определённого вида, продуцирующих красители как продукты метаболизма.

### **Оценка жизненного цикла текстиля**

Расчёт жизненного цикла (РЖЦ) текстильного изделия позволяет оценить нагрузку на окружающую среду, происходящую на всех стадиях жизни текстиля - от сырья, из которого производят текстиль, включая все технологические переходы (пряжение, ткачество, отбелка, крашения, печатание, аппретирование), до распределения и доставки, использования (носка), ухода и ремонта, утилизации и ресайклинга (вторичное использование).

В последнее время для придания текстилю новых потребительских свойств (бактерицидность, пониженная горючесть, грязе- и водоотталкивающая защита, от УФ-лучей и др.) используют нанотехнологию и наночастицы. Однако, надо понимать, что какая бы инновация, приводящая к новым полезным свойствам продукта, не использовалась, она будет неприменима, если экологически грязная.

### **Экологические проблемы отделочного производства текстильных материалов**

Воздействие человека (антропогенное) на природу было всегда, но оно усиливалось с развитием технологий, а с середины XX века стало настолько сильным, что природа перестала компенсировать это негативное воздействие за счет своих резервов. Принцип разумного природопользования в настоящее время становится в один ряд с другими общечеловеческими проблемами, так как затрагивается самое ценное – жизнь человека и даже возможность продолжения рода человеческого.

В технологии отделки текстильных материалов значительная часть ТВВ, исключая аппретурирующие, выполняя вспомогательную роль в основных процессах (беления, крашения, печатания, аппретирования), удаляются при промывке и попадают в сточные воды. («Мавр сделал свое дело – Мавр должен уйти»). Красители в зависимости от эффективности технологии фиксируются (конверсия) не более чем на 70-80% (исключение - пигменты и новое поколение активных красителей) от взятого количества, остальная часть на стадии промывки также попадает в сточные воды. Сброс в сточные воды и выброс в атмосферу – первое, наиболее важное экологическое следствие химико-технологического характера отделочного производства.

Имеются и другие. Все красители и определенная часть ТВВ закрепляются на текстильных материалах, а они используются в одежде и обуви, которые непосредственно контактируют с кожей человека и должны быть токсикологически безвредными также, как и ткани, идущие для отделки интерьера, для изготовления палаток, поскольку они все вместе формируют среду обитания человека – это вторая экологическая проблема отделочного производства. В качестве примера - одна из версий смерти (а правильнее сказать - убийства) Наполеона на острове Святой Елены заключается в том, что стены его комнаты были оклеены обоями, краска которых содержала мышьяк.

Безвредность тканей для человека не только в прямом их использовании в изделиях, но и на стадии их утилизации - третья проблема. Последние две проблемы токсикологии, решение которых входит в общую задачу создания экологически чистого текстиля - «ЭКОТЕКСТИЛЯ».

Четвертая экологическая проблема отделочного производства проявляется непосредственно внутри него и связана с защитой человека, участвующего в производстве, от воздействия на него всех химических веществ. Это проблема охраны труда и техники безопасности.

Пятая проблема отделочного производства не прямо, а опосредовано, связана с экологией, с повышенными нагрузками на природу. Отделка – водо- и теплоиспользующее

производство, причем использование воды и тепла весьма интенсивное. По западноевропейским нормам расход на отделку 1 кг текстильных материалов составляет 100 л воды и 15-20 квт·час энергии. В РФ реальные цифры превосходят эти в 2-3 раза. Поскольку при производстве энергии (в основе процессы горения) расходуется кислород и образуется углекислый газ (причины парникового эффекта), то это дополнительная нагрузка на природу: при отделке 1 кг текстиля расходуется 5 кг кислорода и образуется 7 кг углекислого газа. Таким образом, при отделке текстильных материалов для защиты окружающей среды требуется решение следующих задач:

- исключение или снижение сброса в сточные воды и выброса в воздух вредных веществ;
- создание нетоксичных при эксплуатации и утилизации текстильных материалов;
- создание безвредных, безопасных условий труда в отделочном производстве;
- оптимизация водо- и теплотрат в отделочном производстве.

Развитие отделочного производства идет под влиянием двух взаимных факторов: экономики и экологии. Эти два фактора определяют конкурентоспособность продукции и, прежде всего, - в развитых странах с жесткими экологическими законодательствами. Решение экологических задач требует очень больших затрат, соизмеримых с затратами на строительство самих текстильных фабрик, т.е. это одновременно экологическая и экономическая проблема, требующая серьезного экономического обоснования. Одновременное решение всех экологических задач для одной фабрики может привести к такому повышению себестоимости продукции, что вызовет банкротство предприятия. Эти задачи должны решаться на разных уровнях: локально - самим производством, на следующих уровнях - местными властями и законодательствами и даже на уровне межгосударственных соглашений.

В цивилизованных странах, где под воздействием соответствующих законов и средств массовой информации сформировалось экологическое самосознание, защита окружающей среды входит в круг каждодневных интересов общества, а потребитель текстильных материалов к традиционным требованиям – необходимый продукт, в нужное время, нужного качества, по разумной цене – добавляет еще одно требование – произвести продукцию по экологически «чистой» технологии. В развитых странах наряду с магазинами, торгующими экологически чистыми продуктами питания, появляются магазины, где продаются изделия из «экотекстиля».

### **Примеры снижения уровня нагрузки на окружающую среду от отделочного производства**

Наиболее яркий пример – это выпаривание мерсеризационных щелоков и возврат их в производство. В настоящее время в Западной Европе все фабрики без исключения, использующие технологию мерсеризации, имеют выпарные установки и достигают уровня рекуперации 90%.

Вопрос рекуперации шлихты решается только в отдельных случаях (Западная Европа). Для этого необходимо территориальное сближение ткацкого и отделочного производств; использование одного типа шлихты, способной к регенерации (чаще всего водорастворимые полимеры). К сожалению, все эти два условия редко совпадают вместе. А проблема рекуперации шлихты с экологической точки зрения очень актуальна, поскольку при расшлихтовке возникает нагрузка на сточные воды, соответствующая 60% углеводородных отходов в стоках отделочного производства;

В практике многих печатных фабрик применяется повторное использование печатных красок. На западноевропейских фабриках уровень утилизации достигает 70% от оставшихся красок. Чем сложнее состав и технология печати, тем труднее решить вопрос о рекуперации печатных красок. Так, печатные краски активных и кубовых красителей, содержащих щелочной агент (активные) и восстановитель (кубовые), дезактивируются во времени и не могут быть повторно использованы. Другим решением этого вопроса является высокий

уровень организации производства, четкое диспетчерское согласование работы печатного цеха и красковарки с использованием компьютерного принципа управления.

Повторное использование красильных растворов находит все большее применение в периодических методах крашения, особенно для классов красителей, для которых степень выбирания достигает 50-70% (прямые, активные) и общий объем производства и использования красителей достаточно велик, что делает решение этой задачи экономически оправданной;

Повторное использование тепловой энергии. В Западной Европе эта проблема была в значительной мере решена за счет повторного использования горячих стоков с отбельного, красильного и промывного оборудования и отходящих газов из сушилок всех видов аппретирующих линий.

### **Новые экологические подходы к технологиям «Механика» и «физика» вместо «химии»!??**

Этот вопрос принципиальный не только с точки зрения экологии. С развитием фундаментальных и прикладных исследований в области физики и механики их результаты стали широко внедряться в различные технологии, в том числе и в химическую технологию отделки тканей. Из наиболее интересных пришельцев из «физики» следует отметить: СВЧ, вакуум, лазерную, фото-, радиационную, плазменную техники.

Первоначальная эйфория по поводу того, что «физика» и «механика» вытесняет из отделки «химию» прошла, да и была она преждевременной. Однако «физика» и «механика» заняли важное, но не первое место в технологии отделки текстильных материалов, способствуя также решению вопросов экологии. Однако, успех «физики» и «механики» (тиснение, глянецвание, ворсование и др.) может быть обеспечен только вкупе, в комплексе с «химией».

### **Замена синтетических препаратов на природные продукты**

Этот лозунг выдвигается некоторыми учеными и в какой-то мере приемлем для отделочного производства, поскольку ряду синтетических ТВВ можно найти замену среди природных. Но в каждом конкретном случае необходимо делать разумный (с точки зрения экономики и экологии) выбор. Пример – в расшлихтовке крахмальной шликты возможно использовать ферменты ( $\alpha$ -амилозы) взамен химических растворов (кислоты, окислители).

Природные красители не выдержали когда-то конкуренции с синтетическими с момента появления на свет первого синтетического красителя Мовеина. В результате, возникла самостоятельная отрасль химии – анилинокрасочная промышленность. Однако сегодня, в век развития биологии и биотехнологии, необходимо подумать о производстве красителей микробиологически путем выведения специальных микроорганизмов, синтезирующих пигменты, а также частичного возврата к природным красителям, содержащимся в растениях.

### **Упорядочение ассортимента химических веществ может идти по двум направлениям:**

1. Исключение красителей токсичных марок, прежде всего, ряда прямых азокрасителей, занесенных в «черный» список;
2. Программированное составление рецептов с использованием красителей основных цветов.
3. Исключение вредных и опасных продуктов из ассортимента ТВВ

### **Проблемы утилизации вторичного сырья**

Под вторичным сырьем будем понимать в широком смысле слова продукты «после жизни» текстильных материалов и изделий из них, а также отходы производства.

Утилизация изношенных изделий из текстиля, а также фабричного лоскута происходит путем его сжигания (топливо), переработки в бумагу и строительный материал.

Во всех случаях состав этого материала не должен вызывать экологических проблем и выделять вредные продукты при утилизации (тяжелые металлы, формальдегид и др.).

Шлам с отделочного производства, идущий в качестве топлива, удобрений и строительных материалов, должен отвечать тем же требованиям.

### **Очистка сточных вод и отходящих газов отделочного производства**



Какие бы ни были технологические преобразования отделочного производства под углом зрения улучшения экологии, абсолютной чистоты достичь не удастся. Когда говорят о создании экологически чистых технологий, то надо понимать, что этот термин лукавый, популистский, а не научный. Технологии могут быть в большей степени экологически чистыми и не более того. Следовательно, вопрос об очистке сточных вод и газов не снимется с повестки дня и его придется решать в комплексе с совершенствованием технологии.

Конечно для отделочного производства главные экологические проблемы возникают со стоками (95 % затрат – на их очистку) и в меньшей степени - с газовыми выбросами. Поэтому остановимся на очистке стоков.

Принципиально очистку стоков можно организовывать по трем схемам:

1. Очистка на фабричных очистных сооружениях до степени достижения очистки, позволяющей сбрасывать их в городскую канализацию.

2. Сброс стоков без очистки на городские очистные сооружения.

3. Очистка на фабричных очистных сооружениях с возвратом частично или полностью воды на технологические нужды, т.е. организация системы оборотного водопользования.

Наиболее привлекательна третья схема, поскольку она не требует такой глубокой степени очистки сточных вод как по первой схеме. При возврате воды в производство в ней можно оставить ПАВы (для возврата на промывку), электролит (для возврата на крашение) и т.д.

На практике пользуются всеми тремя схемами или их комбинациями. В случае очистки сточных вод отделочного производства можно использовать физические, физико-химические, химические и биологические методы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отделочное производство, как химико-технологическое, не может обойтись без «Химии» со всеми вытекающими из этого экологическими последствиями. «Химия» не добра и не зла, она нейтральна и представляет опасность только тогда, когда ею не овладели. Экологические проблемы отделочного производства могут быть решены только общими усилиями тех, кто порождает эти проблемы (производители), тех, кто испытывает негативное их влияние (потребители) и общества в целом (ученые, законодатели, исполнительная власть, граждане). Доминанта в решении экологических проблем отделочного производства остается за теми, кто эти проблемы порождает, то есть за самим отделочным производством.

Для решения экологических проблем отделочного производства требуются весьма значительные инвестиции, которые должны производиться на разных уровнях. Если руководители отечественной текстильной промышленности не осознают важность проблем экологии, то она не сможет преодолеть конкуренции с импортными товарами не только на мировом, но и на российском рынке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Е. Кричевский. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов. – в 3 томах – М.: РосЗИТЛП, 2000-2001. 436с, 540с, 298с.
2. Г. Е. Кричевский. Возрождение природных красителей. – М.: Паблик, 2017. 563 с.
3. J. Emsley, Healthy, Wealthy, Sustainable World. - Cambridge: RSC Publishing, 2010.
4. N. Winterton, Chemistry for Sustainable Technologies: A Foundation (Cambridge: RSC Publishing, 2010). Y Wang (Ed.), Recycling in Textiles. - Cambridge: Woodhead Publishing, 2006.
5. P.W. Nielsen, H. Kuilderd, W. Zhou and X. Lu, Sustainable Textiles: Lifecycle and Environmental Impact, Ed. R S Blackburn. - Oxford: Woodhead, 2009. 33 p.
6. J.W. Tester, E.M. Drake, M.J. Driscoll, M.W. Golay and W.A. Peters, Sustainable Energy. - Cambridge: MIT Press, 2005. 137 p.

7. L. Grose, Sustainable Textiles: Lifecycle and Environmental Impact, Ed. R S Blackburn. - Oxford: Woodhead, 2009. 33 p.
8. D.W. Farrington, L. Lunt, S. Davies and R.S. Blackburn, Biodegradable and Sustainable Fibres, Ed. S Blackburn. - New York: CRC Press, 2005. 191 p.
9. V.P. Panov, I.V. Zykova, S.A. Chekrenev. Heavy metals: The industry and environmental protection. Fibre Chemistry, 2008. Vol. 40. N 3. P. 241-245.
10. T.L. Dawson. It must be green: meeting society's environmental concerns. Coloration Tech 2008. Vol. 124. N 2. P. 67-78.
11. L. Grose. Sustainable textiles: life cycle and environmental impact. In: Blackburn RS (Ed.), Woodhead, Cambridge, UK, 2009. P. 33-60.
12. M. Poliakoff, P. Licence Sustainable technology: Green chemistry. Nature 450(7171), (2007): 810-812.
13. S.B. Moore, M. Wentz. Sustainable textiles: life cycle and environmental impact. In: Blackburn RS (Ed.), Wood head, Cambridge, UK, 2009. P. 214-229.
14. A.K. Roy Choudhury. Green Chemistry and the Textile industry. TextileProgress 2013. Vol. 45. N 1. P. 3-143.