

УДК 677.021.3: 677.31

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF PROCESSING OF WOOL FIBRES

Ю.Г. САРИБЕКОВА, О.Я. СЕМЕШКО, А.В. ЕРМОЛАЕВА
YU.G. SARIBEKOVA, O.YA. SEMESHKO, A.V. ERMOLAEVA

(Херсонский национальный технический университет,
Донецкий национальный университет экономики
и торговли имени М. Туган-Барановского, Украина)
(Kherson National Technical University,
Donetsk National University of Economics and Trade
named after Mykhayilo Tugon-Baranovsky)
E-mail: solgaya@email.com, nauka@kstu.edu.ua

Представлены результаты разработки технологии промывки шерсти на основе применения электроразрядной нелинейной объемной кавитации. Для определения основных технологических параметров электроразрядной обработки и промывки проведена оптимизация процесса очистки шерсти на основе математического планирования эксперимента.

The results of the wool scouring technology development through the use of electro-bit nonlinear volume cavitation are submitted. To determine the main technological parameters of electro-bit and scouring processes the optimization of wool scouring process is carried out on the basis of mathematical experiment planning.

Ключевые слова: шерстяное волокно, промывка, электроразрядная обработка.

Keywords: wool fiber, scouring, electro-bit process.

Основное предназначение процесса промывки шерсти состоит в том, чтобы не только очистить поверхность шерстяного волокна, но и максимально сохранить при этом его физико-механические (извитость, гигроскопичность, влажность, прочность, блеск, теплопроводность) и технологические (прядельная способность, валкоспособность) свойства. Наиболее распространенная технология промывки шерсти, которая применяется на многих фабриках Украины и России, обуславливает приме-

нение разнообразных моющих поверхностно-активных веществ (ПАВ) или их композиций. Основным преимуществом данной технологии обработки является простота выполнения и относительно высокая степень очистки волокна. Однако этот метод имеет ряд существенных недостатков:

– потребление значительного количества текстильно-вспомогательных веществ и воды;

– образование большого количества трудноочищаемых сточных вод, которые отрицательно влияют на состояние окружающей среды, ухудшая таким образом экологическую ситуацию;

– во многих случаях ухудшается состояние волокна – увеличивается жесткость, уменьшаются прочность и упругость волокна.

Проведенный анализ литературных источников показал, что решение данной задачи возможно путем высокоэффективной очистки шерсти с одновременной модификацией поверхностной структуры волокна за счет применения различных физических методов воздействий [1]. В настоящее время наметилась тенденция к использованию физических методов, основанных на явлении кавитации. На наш взгляд, наиболее перспективным является применение экологически и химически безопасной электроразрядной нелинейной объемной кавитации (ЭРНОК).

Электроразрядная кавитация – это один из самых мощных видов кавитации, которая не имеет аналогов по наращиванию мощности действия на определенные объекты. Благодаря комплексу явлений, которые возникают при генерировании этого процесса (мощные импульсные электрические и магнитные поля, световое излучение, акустические излучения низкочастотного диапазона, интенсивные гидротоки, ударные волны, химические радикалы и радикальные группы, которые образуются вследствие разложения молекул воды),

достигается определенный уровень воздействия на процесс удаления с шерсти жира, минеральных и органических примесей. В сравнении с типовой технологией, которая применяется на многих фабриках первичной обработки шерсти Украины и России, она имеет ряд важных преимуществ по энерго- и ресурсосбережению [2].

Традиционная технология промывки шерсти состоит из следующих основных операций:

- механическая очистка;
- промывка шерсти моющими растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ) при температуре 40...60°C;
- сушка и хранение мытой шерсти.

Разрабатываемый метод промывки шерсти отличается от типового именно оформлением и осуществлением второй технологической стадии процесса, так как использование только лишь моющих веществ не позволяет получить мытую шерсть высокого качества из-за значительного свойлачивания шерсти в процессе многократных промывок.

Целью настоящей работы являлась разработка инновационной технологии промывки шерсти за счет применения метода электроразрядной нелинейной объемной кавитации.

Для разработки эффективной технологии очистки шерсти и получения мытого волокна высокого качества применение электроразрядной обработки (ЭРО) возможно по схемам, представленным на рис. 1.

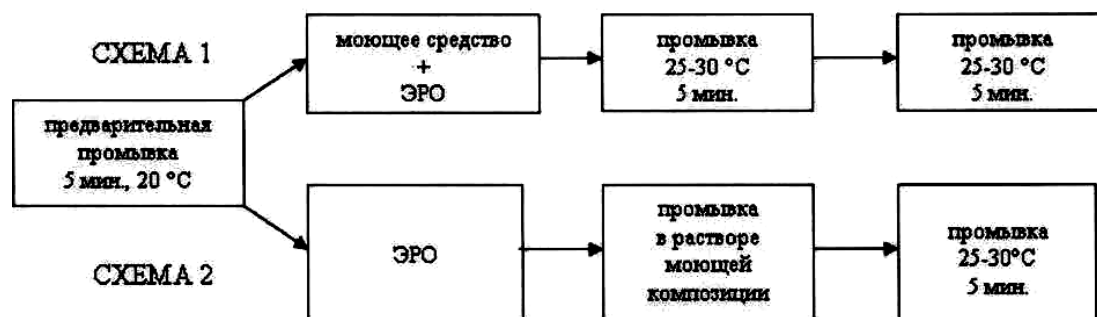


Рис. 1

При промывке шерсти по схеме 1, на наш взгляд, возможен следующий механизм очистки шерсти: интенсивное механическое воздействие при ЭРО способствует быстрому разрушению и диспергированию частиц жировых загрязнений, которые отделяются от поверхности волокна и переходят в раствор в виде мельчайших капелек, заключенных в адсорбционные пленки из молекул моющего вещества.

Однако такая схема очистки будет требовать частой смены моющего раствора для предотвращения ресорбции загрязнений вследствие быстрого насыщения раствора загрязняющими веществами. Повторное осаждение загрязнений также может быть вызвано разрушением сольватных оболочек из молекул моющего вещества вследствие интенсивного механического воздействия ЭРО. Кроме того, введение химических веществ в ванну с ЭРО снижает интенсивность и эффективность гидродинамического воздействия.

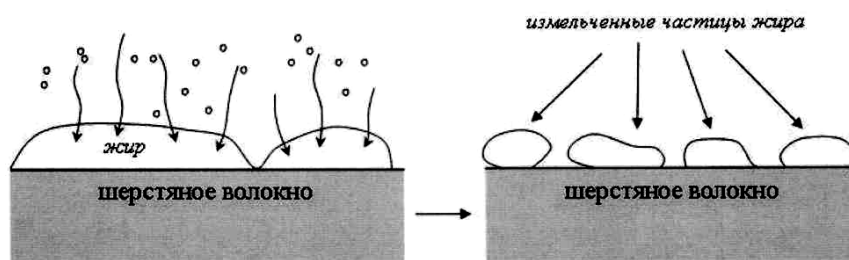


Рис. 2

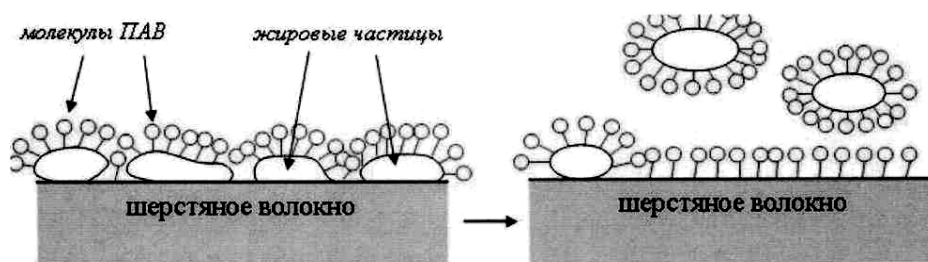


Рис. 3

Для определения основных технологических параметров ЭРО и промывки в растворе моющей композиции проводилась оптимизация процесса очистки шерсти на основе математического планирования эксперимента [4]. Целью оптимизации процесса очистки шерсти является определение таких технологических параметров

В связи с этим была исследована возможность применения двухстадийной технологии промывки шерсти (схема 2), которая предусматривает следующую последовательность технологических этапов: предварительно очищенная шерсть поступает в ванну с ЭРО, где происходит удаление минеральных и органических загрязнений, разрушение пленки жировых загрязнений на поверхности волокна. Далее шерсть поступает на промывку в раствор моющей композиции, где происходит окончательная очистка от минеральных, органических и жировых примесей.

Вероятный механизм удаления жировых загрязнений представлен на рис. 2 и 3. Рис. 2 – разрушение и дробление жировой пленки на поверхности волокон шерсти за счет воздействия комплекса кавитационных факторов; рис. 3 – эмульгирование и удаление с поверхности волокон шерсти измельченных частиц жира во время промывки в растворе моющего вещества.

обработки, которые обеспечивали бы максимум критерия оптимизации (Y), в данном случае – остаточное содержание жировых веществ, так как жировые загрязнения сложнее всего удалить с поверхности шерстяного волокна; качество промывки оценивалось именно по их остаточному количеству (ГОСТ 21008–93).

Исследования проводились на тонкой меринской шерсти асканийской породы (цвет – белый, однородная, 70^к по тонине) с начальным содержанием жира 20,7±0,7%. В качестве моющего средства выбрана композиция моющих веществ, которая содержит анионоактивные и неионогенные ПАВ отечественного производства. Также в композицию был введен дополнительный агент – гидротропное вещество, который характеризуется высокой проникающей способностью и позволяет проводить мойку шерсти в мягких условиях без негативного влияния на ее поверхность [3].

Было сделано предположение, что эффективность процесса очистки шерсти на основе ЭРО зависит от трех основных факторов: концентрации моющего препарата (С, г/л), температуры водной промывки (Т, °С), времени электроразрядной обработки (τ, мин).

Для получения математической зависимости влияния концентрации моющего препарата, температуры водной промывки, времени электроразрядной обработки на качество очистки шерсти проводили полный факторный эксперимент типа 2³. Факторы, уровни варьирования факторов и интервалы варьирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение	Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования ε
		-1	0	+1	
С	Концентрация моющей композиции, г/л	0,5	1,5	2,5	1
Т	Температура водной промывки, °С	40	45	50	5
τ	Время электроразрядной обработки, мин	1	3	5	2

В результате математического планирования получено уравнение (1), адекватное с доверительной вероятностью 95% по критерию Стьюдента:

$$Y = 3,3 - 0,38C - 0,36 \tau. \quad (1)$$

Согласно полученному уравнению регрессии (1) в исследуемом факторном пространстве зависимость остаточного жиросодержания шерсти (Y) от концентрации моющего препарата (С) и времени электроразрядной обработки (τ) приобретает вид трехмерной плоскости (поверхность отклика), которая представлена на рис. 4.

Анализ уравнения регрессии и поверхности отклика позволяет сделать вывод, что на критерий оптимизации (остаточное жиросодержание) в выбранном факторном пространстве влияют два фактора (концентрация моющего препарата и время электроразрядной обработки). Найденные отрицательные значения коэффициентов уравнения регрессии свидетельствуют о том, что увеличение значения любого из

факторов приведет к снижению величины остаточного количества жира на шерсти.

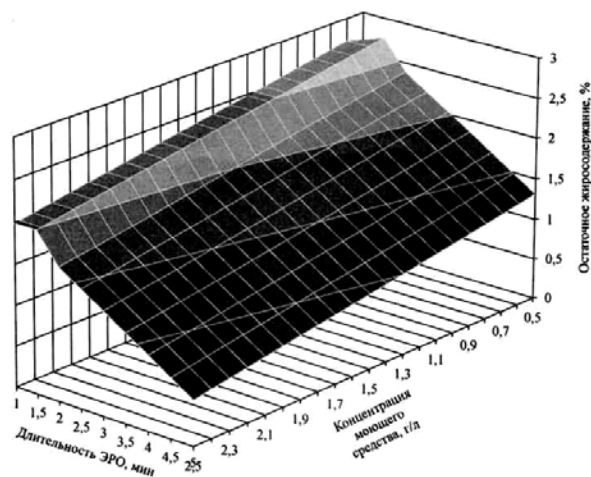


Рис. 4

Полученная математическая модель процесса очистки шерсти свидетельствует о том, что искомое значение критерия оптимизации – содержания жировосковых веществ – находится в пределах исследуемого факторного пространства. В данном

случае наиболее оптимальное содержание жировосковых веществ (1,63%) может быть достигнуто при значениях факторов, соответствующих нулевому уровню.

Полученная мытая шерсть, очищенная по разработанной технологии, характеризуется следующими показателями качества промывки: остаточное содержание жира 1,63%; влажность 15,6%; содержание растительных примесей 0,8%; содержание минеральных примесей 1,54%.

ВЫВОДЫ

1. Доказана эффективность применения ЭРНОК как метода интенсификации процесса промывки шерстяного волокна.

2. Экспериментально установлено, что предварительную обработку шерстяного волокна ЭРО целесообразно проводить в комплексе с промывкой в растворе с моющей композицией.

3. Методом планирования эксперимента получена математическая модель процесса очистки шерсти.

4. Определены оптимальные технологические параметры процесса очистки шерсти: концентрация моющей композиции 1,5 г/л; температура водной промывки 45°C; время электроразрядной обработки 3 мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новорадовская Т.С., Садова С.Ф. Химия и химическая технология шерсти. – М.: Легпромбыт-издат, 1986.

2. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – Л.: Машиностроение, 1986.

3. Композиция поверхностно-активных веществ для промывания шерстяного волокна. Патент Украины № 32960.

4. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М.: Легкая индустрия, 1974.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна волокнистых материалов. Поступила 07.06.13.