

*Питання, розглянуті в статті, пов'язані з можливістю вживання електророзрядної нелінійної об'ємної кавітації при очищенні шерстяного волокна від жиропоту, різного роду мінеральних і рослинних домішок*

*Ключові слова: вовняне волокно, очищення вовни, електророзрядна обробка, електророзрядна нелінійна об'ємна кавітація*

*Вопросы, рассмотренные в статье, связаны с возможностью применения электро-разрядной нелинейной объемной кавитации при очистке шерстяного волокна от жиропота, различного рода минеральных и растительных примесей*

*Ключевые слова: шерстяное волокно, очистка шерсти, электро-разрядная обработка, электро-разрядная нелинейная объемная кавитация*

*The Questions considered in article, are connected with possibility of the using electro-bit nonlinear volume cavitation when clearing woolly filament from wool yolk, different sort mineral and vegetable admixtures*

*Key words: fibre of wool, wool scouring, electro-bit treatment, electro-bit nonlinear volume cavitation*

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРО- РАЗРЯДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ОБЪЕМНОЙ КАВИТАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА

**Ю.Г. Сарбекова**

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник  
Херсонский национальный технический университет  
Бериславское шоссе, 24, г. Херсон, Украина, 73008  
Контактный тел.: 8 (050) 318-80-16

## 1. Введение

Одним из ключевых факторов развития шерстяной промышленности любой страны является устойчивое развитие собственной сырьевой базы и, прежде всего, производства натуральной шерсти.

Производство шерстяного волокна является традиционным для агропромышленного комплекса юга Украины, который имеет большой накопленный опыт, а также научный и кадровый потенциал. В историческом аспекте Херсонщина занимала одно из первых мест как в селекции и выращивании овец, так и в производстве невыттой шерсти. На территории Херсонской области создан Украинский научно-исследовательский институт животноводства степных районов им. М.Ф. Иванова «Аскания - Нова» - национальный селекционно-генетический центр овцеводства.

Однако с годами [1] производство отечественной шерсти резко сократилось. При этом снизилось и качество выпускаемой продукции. Необходимо отметить, что особой проблемой отечественной шерсти является ее высокая загрязненность. Это привело к тому, что для предприятий отрасли, желающих производить

конкурентоспособную высококачественную продукцию (камвольные облегченные, тонкие трикотажные изделия в светлых оттенках), единственно возможным источником натурального сырья становится импортная шерсть.

Чтобы вернуть Украине потерянную «текстильную независимость», следует уже в ближайшее время начать реконструкцию старого и создание нового оборудования, позволяющего получать конкурентоспособную высококачественную продукцию.

Учитывая начавшийся мировой экономический кризис, можно с уверенностью констатировать, что существующие отечественные фабрики первичной обработки шерсти (ПОШ) не в состоянии поменять устаревшее оборудование, которое характеризуется значительной энерго- и материалоемкостью процесса, что повышает себестоимость продукции, снижая ее конкурентоспособность, а также приводит к ухудшению качественных характеристик получаемого сырья. При этом образуется огромное количество отработанных сточных вод, содержащих вещества, вредные для окружающей среды и водоемов (на 1 т мытой шерсти расход воды составляет от 25 до 40 м<sup>3</sup>).

В сложившейся ситуации интенсификация химико-технологических процессов очистки шерсти, и повышение эффективности технологического оборудования являются приоритетными задачами развития науки и техники.

Проанализировав состояние научно-исследовательских работ отечественных и зарубежных авторов за последние десятилетия, касающихся данного направления, мы пришли к выводу, что на практике ни один из предлагаемых методов интенсификации не был реализован до конца и не нашел своего практического применения.

В связи с этим нами была начата работа по разработке инновационной технологии глубокой подготовки шерсти на основе химических и физических способов интенсификации, обеспечивающей экологическую, экономически конкурентоспособную качественную готовую продукцию.

Накопленный опыт работы в данной области показывает, что в настоящее время одним из перспективных методов интенсификации признается метод, основанный на применении физического воздействия, использующего внешний источник энергии. К такому процессу относится высоковольтный электрический импульсный разряд в жидкости, который получил название – ЭР-НОК. Исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, показали принципиальную возможность применения этого эффекта более чем в 80 областях народного хозяйства.

## 2. Экспериментальные исследования

Нами этот метод впервые был предложен для очистки шерстяного волокна от жира, различного рода минеральных и растительных примесей.

Научными сотрудниками Института импульсных процессов и технологий НАН Украины и Херсонского национального технического университета совместно была проведена масштабная подготовительная работа по созданию оборудования для очистки шерстяного волокна.

Принцип электроразрядной обработки базируется на использовании электроразрядной кавитации. Воздействие кавитации на физический объект заключается в следующем. При схлопывании кавитационных пузырьков возникают скачки давления и температуры вблизи зоны исчезновения пузырька. Захлопывание кавитационного пузырька происходит с большой скоростью и сопровождается возбуждением ударных волн тем более сильных, чем меньше газа содержал зародыш

пузырька. В водном растворе генерируются свободные радикалы. Весь комплекс явлений воздействует на обрабатываемое сырье. Явление электроразрядной нелинейной объемной кавитации весьма перспективно для использования в качестве инструмента воздействия на волокно.

Эффективность кавитационной обработки сильно зависит от пространственного расположения границ реактора и его объема, наличия свободных поверхностей, жесткости ограничивающих объем стенок.

В качестве основного нами выбран вариант исполнения разрядной камеры такой, чтобы вода в ней имела форму параллелепипеда с изменяемой высотой и основаниями либо длинными, либо короткими, в зависимости от выбора той части камеры, которая в данных конкретных исследованиях будет использоваться как основание.

Эта камера универсальна и снабжена двумя парами электродов.

На основании анализа наработанных данных была создана полупромышленная установка для электроразрядной обработки (ЭРО) шерсти «Вега – 6».

Схема установки и рабочие характеристики оборудования представлены на рис. 1.

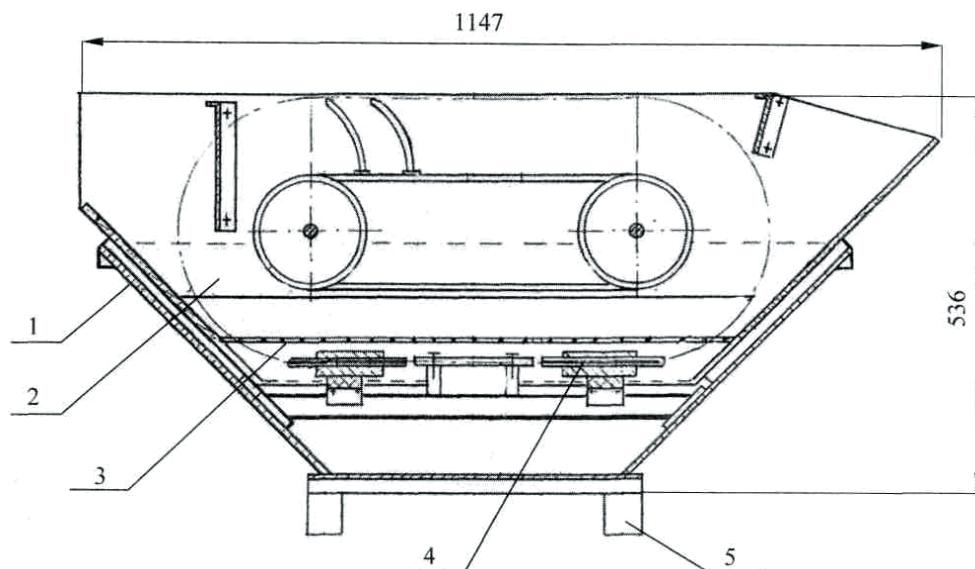


Рис. 1. Схема технологического блока установки «Вега-6»: 1 – бак; 2 – конвейер; 3 – защитная сетка; 4 – электроды; 5 – амортизатор

Рабочие характеристики оборудования:  
 - частота импульсов – 1,5 Гц; - рабочее напряжение – 15 кВ;  
 - емкость конденсаторной батареи – 0,5 мкФ; - мощность 400 Вт.

Исследования проводили на тонкой мериносовой шерсти асканийской породы - 70к, III длины, которая характеризуется высоким содержанием жира на волокне - около 21%.

В начале проводимого эксперимента весьма важным являлось установить оптимальные технологические параметры электроразрядной обработки шерсти (время и модуль ванны). Для этого обработку шерсти

проводили по следующей схеме: ЭРО; промывка при температуре 25-30 °С; сушка.

Качество промывки оценивали по остаточному количеству жировых загрязнений, влажности и показателю белизны мытой шерсти.

Установлено, что наиболее эффективно процесс очистки осуществляется при модуле ванны  $M=1:200$ , который является традиционным при водной промывке шерсти. Так, максимальная степень отмывки волокна от минеральных и органических загрязнений достигается за 180с ЭРО, при этом показатель белизны составляет 66,2% [2]. Кроме того, было показано, что при снижении модуля ванны до  $M=1:50$  и с увеличением длительности ЭРО в ванне идут одновременно два процесса – десорбция и ресорбция загрязнений.

Несмотря на то, что в результате ЭРО не происходит полного удаления жировых примесей, для оставшейся части жиров создаются благоприятные условия для их последующего удаления, о чем свидетельствует значительное сокращение времени их экстракции с 18 до 3-х ч. Можно утверждать, что под воздействием ЭРО происходит разрушение жировой пленки на поверхности волокна, что может способствовать более эффективному ее удалению при последующих обработках.

Следующим этапом работы являлся подбор отечественных моющих веществ, при которых будет обеспечиваться эмульгирование жировых веществ с поверхности шерстяного волокна.

Применяемые на отечественных фабриках ПОШ моющие препараты не всегда обеспечивают требуемое качество шерстяного волокна. Часто наблюдается пожелтение, потеря прочности и высокая степень свойлачиваемости шерсти из-за осуществления процесса промывки при высоких температурах в щелочных средах.

Чтобы избежать этих недостатков, необходимо применять такие препараты, которые позволили бы достичь оптимального соотношения «степень очистки - сохранение свойств», т.е. препараты, способные к специфическому воздействию на поверхность волокна, не приводящие к существенному нарушению его структурных и прочностных характеристик.

В связи с этим, большинство используемых в мировой практике моющих веществ представляют собой не индивидуальные ПАВ, а композиционные препараты на их основе. Для создания новой моющей композиции для очистки шерсти были выбраны ПАВ, производимые отечественной химической промышленностью [3].

Далее все исследования проводили с новой разработанной нами моющей композицией [4].

Органолептическая оценка мытой шерсти показывает, что образцы шерстяных волокон, промытые в мыльно-содовом растворе, обладают наибольшей свойлачиваемостью и некоторой тусклостью, что объясняется осаждением на их поверхности кальциевых осадков. Остальные образцы шерсти характеризуются эластичностью и мягкостью.

Однако использование только моющих веществ не позволяет получить шерсть высокого качества, т.к. в процессе многократных промывок шерстяные волокна сильно свойлачиваются.

Решение этой проблемы возможно путем применения моющего средства в комплексе с ЭРО для удаления жировых веществ.

Дальнейшее исследование проводили по двум направлениям:

- исследование эффективности промывки шерсти путем введения моющего средства в электроразрядную ванну;
- исследование эффективности промывки шерсти моющей композицией после стадии ЭРО.

Анализ полученных данных показывает, что введение моющей композиции в электроразрядную ванну способствует эмульгированию и удалению с поверхности волокна большей части жировых загрязнений, но этого недостаточно для получения шерстяного сырья, отвечающего требованиям ГОСТ. Поэтому дальнейшие исследования проводились по второй схеме.

Стадия предварительной замочки способствует частичному удалению водорастворимых, минеральных, растительных примесей. Последующее очищение проходит в ванне с ЭРО, где за счет воздействия ЭР-НОК происходит процесс интенсивного разрыхления шерсти, что также способствует удалению минеральных загрязнений. При этом под влиянием комплекса интенсивных физико-механических процессов при нелинейной объемной кавитации разрушается и измельчается жировая пленка на поверхности шерстяных волокон, что обеспечивает быстрее ее удаление при последующей стадии промывки. Стадия мойки в растворе разработанной нами композиции является завершающим этапом очищения шерсти, которая сопровождается процессами смачивания, эмульгирования и солюбилизации [5].

Таблица 1

Влияние способа подготовки на физико-механические, химические и технологические свойства шерсти

Вариант обработки	Потеря массы при щелочном гидролизе $P_{щ}, \%$	Потеря массы при кислотном гидролизе $P_{к}, \%$	Относительная разрывная нагрузка $R_b, cH/текст$	Содержание свалянной шерсти, М, %	Средняя длина штапеля, $L_{ср}, мм$
Классический способ	8,70	12,85	7,32	65,4	45,6
По типовой технологии с разработанной композицией	12,43	9,19	8,30	43,5	46,3
По разработанной технологии на основе ЭРО	12,23	9,01	8,52	10,2	49,6
Необработанная шерсть	11,94	8,68	8,93	-	51,2

На основе проведения микроскопических исследований поверхности волокон установлено, что в результате ЭРО шерсти происходит модификация поверхности волокон, внешне выражающаяся в сглаживании поверхности кутикулы [6]. При этом ЭРО приводит к частичному разрушению поверхности чешуйчатого слоя, выступающие кончики кутикулярных клеток откальваются, что является причиной сглаживания поверхности кутикулы и, как следствие, снижения степени сваливания шерсти. Данный факт подтверждается уменьшением содержимого свальной шерсти после очистки (табл. 1).

Доказано, что в процессе ЭРО сохраняются все природные свойства волокон. Наиболее значимой физико-механической характеристикой шерсти является прочность волокон, которая существенно влияет на технологический процесс переработки сырья и качество изделий из нее.

Установлено, что при очистке шерсти по разработанной технологии прочность волокон практически не снижается. Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что относительная разрывная нагрузка исследуемого образца находится в границах стандартной нормы, не ниже 8,0 сН/текс.

---

### 3. Выводы

---

Подводя итог проведенной работы, можно утверждать, что физические и физико-химические процессы, используемые в текстильной промышленности, приобретают все большую практическую значимость. ЭРО – один из наиболее эффективных и экологически безопасных способов модификации поверхности шерстяных волокон с ограниченным действием на более глубокие их слои.

---

### Литература

1. Держкомстат України [Електроний ресурс] / Режим доступу : \www/ URL: <http://ukrstat.gov.ua>.
2. Ермолаева А.В. Интенсификация первичной обработки шерсти на основе метода электроразрядной нелинейной объемной кавитации [Текст] / А.В. Ермолаева, Ю.Г. Сарибекова // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2006. - №3(26). – С. 50-53.
3. Кулаков О.І. Розробка мийних засобів для первинної обробки вовни на основі поверхнево-активних речовин вітчизняного виробництва [Текст] / О.І. Кулаков, А.В. Ермолаєва, Ю.Г. Сарібєкова // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. - №6. – С. 80-84.
4. Композиція поверхнево-активних речовин для промивання вовняного волокна [Текст] : пат. 32960. UA, МПК (2006) D06M13/00/. / А.В. Ермолаєва, Ю.Г. Сарібєкова, С.А. Мясников, Г.С. Сарібєков, О.І. Кулаков (Україна). - № u 2008 00451; заявл. 14.01.2008; опубл. 10.06.2008, Бюл. №11. – 3с.
5. Ермолаева А.В. Обоснование выбора двухстадийной технологии обработки шерсти на основе метода электроразрядной нелинейной объемной кавитации и оптимизация ее параметров [Текст] / А.В. Ермолаева, Ю.Г. Сарибекова, С.А. Мясников // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – №1. – С. 111-114.
6. Сарибекова Ю.Г. Влияние электрогидравлического эффекта на поверхность волокна в процессе первичной подготовки шерсти [Текст] / Ю.Г. Сарибекова, А.В. Ермолаева // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. - №6. – с.160-163.