

Сравнительный анализ современных методов соединения деталей в производстве водонепроницаемой одежды

Д.К. ПАНКЕВИЧ, Т.А. ОВЧИННИКОВА

(Витебский государственный технологический университет,
Республика Беларусь)

В современных условиях развития легкой промышленности качество водонепроницаемой одежды во многом определяется эффективностью герметизации швов. Несмотря на использование современных полимерных материалов с водоотталкивающими свойствами, обеспечение высокого уровня защиты от проникновения влаги требует совершенствования технологий соединения деталей.

Актуальность исследования обусловлена растущим спросом на качественную водонепроницаемую одежду специального назначения и необходимостью выбора оптимальных методов герметизации швов, сочетающих высокую степень защиты с комфортом использования.

Детали спецодежды соединяют ниточными, комбинированными (с последующей герметизацией) или сварными швами.

Согласно ГОСТ Р 12.4.288-2013 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от воды. Технические требования», герметизация швов в местах интенсивного воздействия вредного фактора — обязательное требование для спецодежды, предназначенной для защиты от воды, при этом разрывная нагрузка соединительных швов основных деталей в изделиях спецодежды должна быть не менее 250 Н [1].

Ультразвуковая сварка (USW (Ultrasonic Welding)) — это метод соединения материалов, при котором используются высокочастотные ультразвуковые колебания и давление для создания неразъемного шва. При этом тепло образуется только в зоне контакта деталей, что обеспечивает высокую скорость сварки и минимальное изменение свойств материала. При использовании ультразвуковой сварки для влагозащитных материалов важно учитывать характеристики конкретных материалов (тип термопластичного полимера, толщину, состав), так как они влияют на параметры сварки (частоту колебаний, давление, время воздействия).

Ниточно-клеевой способ соединения деталей (S-TATS (Seam — Tape Adhesive Technology System)) — это комбинированный метод, при котором используются как ниточное, так и клеевое соединение. Основан на применении термопластичной клеевой ленты, которую наносят на шов стачивания. Лента с нанесенной на ее поверхность клеевой пастой после стачивания детали изделия, укладывается на шов с помощью специальной машины с подачей струи нагретого газа или воздуха в течение нескольких секунд и последующего соединения с помощью прижимных роликов, образуя жесткие, устойчивые к влажной среде клеевые соединения. Ассортимент клеевых лент достаточно широк, каждый вид ленты рассчитан на определенные условия применения и эксплуатации, качество герметизации зависит от стабильности параметров работы машины и системы их регулирования [2-4].

USW-TATS (Ultrasonic Welding — Tape Adhesive Technology System) — гибридная технология, сочетающая ультразвуковую сварку и проклеивание клеевыми лентами. Это комбинация двух методов — сначала выполняется ультразвуковая сварка для соединения, затем шов дополнительно герметизируется клеевой лентой, либо лента предварительно активируется ультразвуком.

Применяется в изделиях с повышенными требованиями к герметичности и надёжности. Технология направлена на решение проблем, связанных с традиционными методами соединения: протечка из-за отверстий от иглы, протечка по линии шва, избыточная усадка материала.

Основными показателями при оценке качества соединений влагозащитных материалов выступают водонепроницаемость, прочностные составляющие, паропроницаемость и адгезионная прочность.

В источнике [5] описаны результаты исследования прочности соединений, выполненных различными способами.

Анализ новых технологических решений (ультразвуковая сварка, USW-TATS) показывает, что современные методы соединения позволяют уменьшить усадку, повысить прочность и обеспечить стабильную водонепроницаемость швов. При этом такие показатели, как сила отрыва, стабильность размеров шва и гидростатическое давление, служат важными критериями оценки эффективности инновационных технологий соединения влагозащитных материалов.

По данным источника [5] в результате испытаний были выявлены следующие преимущества технологии USW-TATS: снижение усадки материала на 15–25% по сравнению с традиционной ультразвуковой сваркой (USW) за счёт использования термопластичной клейкой ленты, стабилизирующей структуру материалов; повышение прочности шва на разрыв на 20–30% относительно метода S-TATS; сохранение паропроницаемости на уровне 400–450 г/(м² · 24 ч), что на 10–15% выше показателей швов, выполненных методом S-TATS [5].

В таблице 1 представлен анализ описанных выше методов соединения деталей изделий из влагозащитных материалов.

Таблица 1

Сравнительный анализ методов соединения деталей в производстве одежды

Параметр	USW (ультразвуковая сварка)	S TATS (ниточное соединение + герметизация лентой)	USW TATS (ультразвуковая сварка + герметизирующая лента)
Водонепроницаемость	Высокая, но возможны локальные микродефекты	Средняя: зависит от качества ленты и отсутствия проколов	Наивысшая: сочетание сварки и ленты исключает протечки
Прочность шва (сила разрыва)	Высокая (до 85–90 % от прочности материала)	Средняя: ограничена прочностью ниток и адгезией ленты	Максимальная: усиление лентой повышает прочность на 15–20 %
Усадка материала	Низкая: локальный нагрев минимизирует деформацию	Высокая: натяжение ниток и термическое воздействие при герметизации	Низкая: давление ролика и контроль параметров снижают усадку
Требования к материалам	Только термопластичные ткани (ПВХ, полиэстер и т.д.)	Любые ткани, но совместимые герметизирующей лентой	Термопластичные материалы + специальная клейкая лента
Сложность настройки оборудования	Средняя: требуется точная регулировка амплитуды, давления, скорости	Низкая: стандартное швейное оборудование	Высокая: синхронизация УЗ генератора и механизма подачи ленты

Долговечность в эксплуатации	Высокая при отсутствии механических повреждений	Средняя: износ ниток и отслоение ленты	Наивысшая: устойчивость к многократным стиркам и нагрузкам
------------------------------	---	--	--

Анализ таблицы позволяет сделать следующие выводы. Лучший метод — USW-TATS (комбинированный). Он демонстрирует явные преимущества по ключевым параметрам:

6. максимальная водонепроницаемость и прочность; сочетание ультразвуковой сварки и термоактивной ленты устраняет слабые места: сварка создаёт первичный герметичный шов, а лента дополнительно защищает зону соединения от протечек и повышает механическую прочность;

7. стабильность размеров; технология минимизирует усадку и деформацию, что критично для сохранения формы изделия при длительной эксплуатации;

8. эффективность производства; несмотря на высокую стоимость оборудования, USW-TATS сокращает общее время изготовления за счёт интеграции операций (сварка + герметизация в один проход), что подтверждается МТМ-анализом;

9. долговечность; швы устойчивы к многократным нагрузкам, стирке и воздействию химикатов, что продлевает срок службы одежды.

USW подходит для массового производства из термопластичных материалов, когда важны скорость и герметичность, а S-TATS оптимален для бюджетных решений и работы с разнородными тканями, где не требуется высший уровень защиты от воды.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ Р 12.4.288-2013. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от воды. Технические требования. — М.: Стандартинформ, 2014. — 16 с.
- Пат. 2396382 Российская Федерация, МКИ D05B1/26 Способ образования водонепроницаемого ниточного соединения / Белова И.Ю., Метелева О.В., Кирова И.А., Сивина В.А.; заявитель и патентообладатель Ивановская гос. текст. академия. — № 2009113375/12; заявл. 09.04.2009; опубл. 10.08.2010, Бюл. 22.-8с.
- Метелёва, О. В. Как обеспечить герметичность водозащитных изделий? / О. В. Метелёва, Б. П. Покровская, В. В. Веселов, Л. И. Бондаренко // Технический текстиль. — 2003. — № 7/июнь. — С. 43-44.
- Тенденции развития производства современной функциональной защитной одежды / Yan Di, Hao Aiping, Main fangzhijishu – Cotton Text. Techol. – 2012. – №3. – С. 133-136.
- Research on the seam performance of waterproof clothing based on continuous ultrasonic welding technology / H. Shi, J. Wang, X. Chen, S. Luo, L. Zhang // International Journal of Clothing Science and Technology : электрон. версия. — 2016. — Vol. 28, No. 2. — P. 171–190. — DOI: 10.1108/IJCST-03-2015-0036. — URL: <https://www.emerald.com/ijcst/article-abstract/doi/10.1108/IJCST-03-2015-0036/128597/Research-on-the-seam-performance-of-waterproof?redirectedFrom=fulltext> (дата обращения: 25.03.2026).