

## Kombinezony ochronne Szczelność warunkiem skuteczności ochrony

**D**ecydujące znaczenie dla funkcji ochronnych kombinezonu ma konsekwentne stosowanie różnych elementów projektowania go, np. odpowiedniej technologii wykonania szwów. Funkcja stwarzania barier ochronnych i sposób projektowania są ze sobą powiązane, gdyż kombinezon ochronny składa się z wielu połączonych części – na przykład niezwykle istotne znaczenie dla użytkownika ma wytrzymałość i szczelność szwów. Skuteczność ochronna kombinezonu zależy więc m.in. od przyjętego sposobu projektowania.

### Sposób projektowania kombinezonu

Czynnikami wyznaczającymi sposób projektowania kombinezonu są:

- technologia wykonania szwów
- dopasowanie ubioru do ciała
- uszczelnienia otworów (wykończeń rękawów i nogawek, zamka błyskawicznego).

Przyczyniają się one, pojedynczo lub łącznie w ramach „systemu kombinezonu ochronnego”, do zapewnienia pewnego określonego stopnia ochrony i/lub zwiększenia wygody użytkownika. Znaczenie szczegółów sposobu zaprojektowania tego typu ubioru jest często niedoceniane. A właśnie w tym przypadku bardzo często sprawdza się przysłowie: „z małej chmury duży deszcz”. W niniejszym artykule dokładniej przedstawiono poszczególne elementy technologii wykonania szwów.

### Technologia wykonania szwów

Kombinezon ochronny składa się z wielu odpowiednio przyciętych części materiału o właściwościach bariery. Dlatego sprawą w pełni zrozumiałą jest to, że szwy stanowią krytyczny, jeżeli nie decydujący punkt dla właściwości ochronnych kombinezonu. Istotne znaczenie mają: technika wykonywania szwów, rodzaj używanych nici, a także – o czym nie należy zapominać – jakość wykona-

nia. Producent powinien opracować odpowiednie, zawsze dotrzymywane specyfikacje w zakresie tych parametrów (np. projekt Tyvek-Pro.Tech® firmy DuPont).

Dokonując wyboru kombinezonu ochronnego, jeśli chodzi o szwy należy wziąć pod uwagę następujące kwestie:

- czy szwy są tak samo szczelne i wytrzymałe jak sam materiał, z którego wykonany jest kombinezon? Czy materiał rozbiega się w szwach przy użyciu niewielkiej siły, czy też przeciwnie – szwy są tak wytrzymałe, jak zastosowany materiał?

- czy proces szycia przebiega zgodnie z jasnymi wytycznymi dotyczącymi funkcji bariery i jakości?

- czy są konsekwentnie stosowane wyłącznie szwy wewnętrzne lub szwy zewnętrzne?

- czy są oferowane wersje ze szwami zgrzewanymi lub zaklejanymi z wierzchu na gorąco?

W przypadku kombinezonów o „ograniczonym okresie eksploatacji” powszechnie spotykane są tzw. trójkątowe ściegi obrzucane z przędzy puszystej, które zapewniają zarówno właściwą wytrzymałość szwu, jak i skuteczną barierę przed przedostawaniem się cząstek i płynów przez ubranie. Kombinezony ochronne można zasadniczo wykonywać przy użyciu szwów wewnętrznych lub zewnętrznych. Jako zasadę należy przyjąć, że te ze szwami wewnętrznymi powinny być stosowane wtedy, gdy największe znaczenie ma zabezpieczenie przed przedostawaniem się cząstek od wewnątrz do zewnątrz, podczas gdy szwy zewnętrzne zapewniają lepszą ochronę przed penetracją cząstek „z zewnątrz do wewnątrz”.

### Szwy zewnętrzne czy wewnętrzne?

Szwy wewnętrzne (rys. 1) zaleca się wtedy, gdy należy chronić otoczenie przed jego zanieczyszczeniem przez człowieka. Ponadto, tego rodzaju szwy zmniejszają ryzyko uwalniania się na zewnątrz włókien użytej nici. Kombinezony ochronne uszyte przy użyciu tej technologii, znaj-



Rys. 1. Wewnętrzny szew



Rys. 2. Kombinezon ochronny Tyvek-Pro.Tech® z wewnętrznymi szwami

Kombinezony ochronne z wewnętrznymi szwami są między innymi stosowane w przemyśle spożywczym, gdyż gwarantują zachowanie najwyższego poziomu higieny podczas procesów przetwórczych i pakowania



Rys. 3. Kombinezon ochronny Tyvek-Pro.Tech® z zewnętrznymi szwami

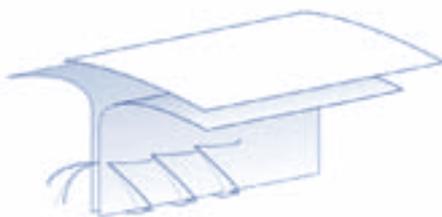
Kombinezony ochronne z zewnętrznymi szwami zapewniają optymalną barierę chroniącą przed przedostawaniem się substancji niebezpiecznych z zewnątrz do wewnątrz, dlatego często używane są w przemyśle chemicznym i przy usuwaniu niebezpiecznych odpadów

dują zastosowanie w przemyśle malarzkim i lakierniczym lub spożywczym, gdzie najważniejszym zadaniem jest ochrona produktów przed zanieczyszczeniem nitkami, włóknami, drobnoustrojami, cząsteczkami naskórka itp. (rys. 2).

Kombinezony ochronne ze szwami zewnętrznymi wykazują na ogół lepsze parametry w przypadku ochrony przed



Rys. 4. Zgrzewany szew



Rys. 5. Szew zaklejany na gorąco



Rys. 6. Tyvek-Pro.Tech®, model „Classic Plus”, ze szwami zaklejonymi na gorąco

Kombinezony ochronne Tyvek-Pro.Tech®, model „Classic Plus” z zaklejonymi na gorąco wewnętrznymi szwami, mogą być używane zarówno gdy potrzebna jest ochrona przed przedostawaniem się cząstek „od wewnątrz do zewnątrz”, jak również gdy potrzebna jest ochrona w kierunku „od zewnątrz do wewnątrz”

wdzieraniem się cząstek pod spód materiału (penetracja z zewnątrz do wewnątrz, tab.). Dotyczy to także płynów, które mogą przedostawać się przez szwy z uwagi na siły kapilarne działające w przędzy. W przypadku szwów zewnętrznych prawdopodobieństwo, że płyn pozostanie na zewnątrz jest większe, gdyż musi on pokonać dłuższą drogę, aby dotrzeć do wnętrza kombinezonu. Kombinezony ochronne ze szwami zewnętrznymi zapewniają optymalną barierę przed wdzieraniem się substancji niebezpiecznych od zewnątrz do wewnątrz, dlatego są często stosowane w przemyśle chemicznym, w branży usuwania niebezpiecznych odpadów, przy produkcji włókien mineralnych, przez przemysłowe służby sprząające, przy produkcji cementu itp. (rys. 3).

Należy zauważyć, że bardzo niewielu producentów przestrzega zasady konsekwentnego stosowania wyłącznie szwów wewnętrznych lub zewnętrznych. Na rynku często można spotkać kombinezony, w produkcji których wykorzystano oba rodzaje jednocześnie. Na podstawie opisanych faktów wyraźnie widać, że niektórzy producenci zaniedbują istotny element ochrony, który byłby możliwy dzięki zastosowaniu przemysłanego sposobu wykonania szwów (por. tab.). Wybrana technologia powinna być stosowana konsekwentnie w celu zapewnienia jak najbardziej optymalnej bariery dla określonego

przeznaczenia ubioru! Względy estetyczne powinny odgrywać drugorzędne znaczenie.

### Szwy zgrzewane czy zaklejane z zewnątrz na gorąco?

Wiadomo, że ani szwy wewnętrzne, ani zewnętrzne nie mogą być w 100% szczelne, gdyż oczywiście igła krawiec-ka pozostawia w materiale „dziurki”, przez które przeciąga się nić podczas szycia. Otwory te są potencjalnym słabym punktem każdego uszytego kombinezonu. Zastosowanie wspomnianej przędzy puszystej poprzez efekt „puchnięcia” nici zmniejsza efektywną wielkość szczeliny, choć nie zmienia podstawowego faktu, że szycie wiąże się z tworzeniem otworów.

Szwy nieprzepuszczalne dla płynów i cząstek ciał stałych można wykonać na dwa sposoby. Jednym z nich jest zgrzewanie materiału. Można je wykonać metodą termiczną lub stosując ultradźwięki (rys. 4). Osiąga się dzięki temu taką samą szczelność szwów, jak samego materiału. Drugim wariantem jest zastosowanie (wewnętrznego) szwu uszczelnionego od zewnątrz taśmą naklejaną na gorąco, a przez to cechującego się wysokim stopniem nieprzepuszczalności płynów i cząstek (rys. 5). Taśma ta dodatkowo zwiększa wytrzymałość ponad tę, którą ma konwencjonalny szew, a przez to zapewnia

WYNIK TESTU Z CHLORKIEM SODOWYM PRZEDSTAWIAJĄCY PENETRACJĘ CZĄSTEK PRZEZ KOMBINEZON wg DuPont

#### Typ kombinezonu

#### Penetracja

Tyvek-Pro.Tech®, model Classic Plus <sup>1)</sup>	< 1%
Tyvek-Pro.Tech®, model Classic <sup>2)</sup>	5-7%
Tyvek-Pro.Tech®, model Industry <sup>3)</sup>	9%
SMS*-Anzug <sup>4)</sup>	<13%
SMS*-Anzug <sup>5)</sup>	~ 20%

<sup>1)</sup> szwy wewnętrzne, zaklejane na gorąco

<sup>2)</sup> szwy zewnętrzne

<sup>3)</sup> szwy wewnętrzne, testowano z dodatkowym kapturem

<sup>4)</sup> szwy zewnętrzne

<sup>5)</sup> część szwów wewnętrznych, część zewnętrznych

\* Spunbonded-meltblown-spunbonded polypropylene

## Schemat powiadamiania i współpracy w przypadku zagrożenia niebezpieczną chorobą zakaźną oraz bioterroryzmem

większe zabezpieczenie kombinezonu przed uszkodzeniami mechanicznymi podczas noszenia.

Kombinezony ochronne wyprodukowane przy użyciu jednej z opisanych technologii wykonania szwów cechują się zmniejszonym ryzykiem przedostania się przez nie cząstek, aerozoli i płynów o obniżonym napięciu powierzchniowym. Jednocześnie znacznie zmniejsza się przepuszczalność dla cząstek, takich jak nitki, komórki naskórka, włókienka uwalniane przez nici, w kierunku od wewnątrz do zewnątrz. Kombinezony wykonane przy użyciu tej technologii szycia spełniają jednocześnie dwie funkcje – a więc mogą być stosowane zarówno w obszarach, w których istotna jest ochrona przed przenikaniem „od wewnątrz do zewnątrz”, jak też w obszarach, w których należy chronić przed przenikaniem „od zewnątrz do wewnątrz” (rys. 6). Typowe dziedziny zastosowania to lakiernictwo, pomieszczenia czyste do klasy 1000, usuwanie resztek azbestu, kontakt z cząstkami dioksyn itp.

\* \* \*

Dopiero właściwy sposób zaprojektowania czyni z dobrego materiału skuteczny dobry kombinezon ochronny. Chodzi tu na przykład o technologię wykonania szwów. Istotne elementy sposobu zaprojektowania, takie jak szwy wewnętrzne, zewnętrzne lub wzmocnione, to istotne czynniki, od których zależy funkcja ochronna, jaką musi spełniać kombinezon roboczy. Producent powinien przeanalizować i zoptymalizować wiele szczegółów. Dobór określonej technologii wykonania szwów wyłącznie ze względów estetycznych – nie prowadzi do pożądanego celu. Optymalną ochronę zapewniają wyłącznie takie kombinezony, które w całości wykazują takie same właściwości bariery ochronnej, jak i materiał, z którego są uszyte, a ich użytkownik będzie się czuł wygodnie i pewnie.

DuPont Luxembourg

1. Zgłoszenia przypadku zachorowania lub podejrzenia zachorowania dokonują:

- lekarz pierwszego kontaktu
- lekarz pogotowia ratunkowego
- lekarz w szpitalu

2. Lekarz podejrzewający zakażenie niebezpieczną chorobą zakaźną powiadamia telefonicznie Powiatowego Inspektora Sanitarnego (PIS)

3. W przypadku np. otrzymania nieoznakowanej przesyłki zawierającej niezidentyfikowane materiały, jak: proszek, szmatka itp., co mogłoby wskazywać na atak bioterrorystyczny informacja o postępowaniu zostanie zawarta w specjalnie przygotowanej ulotce – telefon alarmowy policji lub straży pożarnej

4. PIS powiadamia telefonicznie Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego, Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego, Policję, Państwową Straż Pożarną (PSP) oraz dyrektora właściwego terenu szpitala. Służby te powiadamiają przedstawicieli kolejnych ogniw wg schematu

5. Wojewódzki Inspektor Sanitarny powiadamia Głównego Inspektora Sanitarnego, Centrum Zarządzania Kryzysowego Wojewody, Komendę Wojewódzka Policji i PSP

6. Centrum Zarządzania Kryzysowego Wojewody powiadamia Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności

7. Główny Inspektor Sanitarny powiadamia Ministra Zdrowia oraz Państwowy Zakład Higieny lub inny instytut naukowo-badawczy i Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności

8. Minister Zdrowia i Szef Obrony Cywilnej Kraju (OCK) powiadamiają Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji

9. Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji powiadamia Przewodniczącego Komitetu Rady Ministrów ds. Zarządzania w Sytuacjach Kryzysowych

10. Postępowanie w szpitalu z chorym,

osobą podejrzaną o szczególnie niebezpieczną chorobę, osobami, które kontaktowały się z chorym, regulują wytyczne konsultanta krajowego w zakresie chorób zakaźnych

11. Postępowanie ze zwłokami regulują odpowiednie przepisy sanitarne

### Wąglík jako czynnik zakaźny zastosowany w ataku bioterrorystycznym

#### Sygnaly zagrożenia

1. Wystąpienie zidentyfikowanych przypadków postaci płucnej lub jelitowej wąglika

2. Wystąpienie niezidentyfikowanych bakteriologicznie i nieuzasadnionych epidemiologicznie przypadków zachorowań o obrazie klinicznym sugerującym postać płucną lub jelitową wąglika

3. Pojawienie się zachorowań na wąglík wśród zwierząt gospodarskich na obszarach nieendemicznych

4. Pojawienie się zidentyfikowanych przez bakteriologów zarodników wąglika na terenie, gdzie wąglík nie występuje endemicznie

5. Użycie wąglika do ataku bioterrorystycznego w innych krajach, szczególnie ościennych

6. Groźba (jawna lub pochodząca z danych wywiadu) dokonania ataku bioterrorystycznego ze strony organizacji ekstremistycznych (w tym państw)

7. Pojawienie się sytuacji potencjalnego, ale jeszcze nie zidentyfikowanego zagrożenia w postaci np. przesyłek pocztowych niewiadomego pochodzenia o niezwykłej zawartości.

### Źródło zakażenia w ataku bioterrorystycznym

W przypadku ataku bioterrorystycznego źródłem zakażenia są zarodniki wąglika zawarte w rozpylonym aerozolu, zarodniki wąglika w postaci sproszkowanej lub żywność zakażona zarodnikami wąglika.