

**Emilia IRZMAŃSKA**

CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY, ZAKŁAD OCHRON OSOBISTYCH,  
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa  
ZAKŁAD OCHRON OSOBISTYCH, PRACOWNIA OCHRON RĄK I NÓG,  
Wierzbowa 48, 90-133 Łódź

**Ocena bezpiecznego czasu użytkowania rękawic ochronnych**

Dr inż. Emilia IRZMAŃSKA

Adiunkt w Pracowni Ochron Rąk i Nóg w Zakładzie Ochron Osobistych w Łodzi, Centralnego Instytutu Ochrony Pracy - Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie. Specjalizuje się w opracowywaniu metod i stanowisk do badań rękawic i obuwia ochronnego, poprawie komfortu użytkowania rękawic i obuwia ochronnego, opracowywaniu nowych wzorów ochron rąk i nóg poprawiających bezpieczeństwo i ergonomię ich użytkowania oraz badaniu zjawisk zachodzących w trakcie użytkowania rękawic i obuwia ochronnego.



e-mail: emirz@ciop.lodz.pl

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono wyniki badań oceny bezpiecznego czasu zużycia rękawic ochronnych wśród pracowników wybranych zakładów mechanicznych i warsztatów samochodowych, narażonych na jednoczesne działanie olejów mineralnych i czynników mechanicznych. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że opracowana metoda w wystarczającym stopniu symuluje degradację właściwości ochronnych rękawic, odpowiadającą warunkom rzeczywistym na stanowiskach pracy, co pozwala na szacowanie przybliżonego okresu po upływie którego wyroby przestają stanowić barierę ochronną w środowisku pracy.

**Słowa kluczowe:** bezpieczny czas użytkowania, rękawice ochronne, symulowane warunki użytkowania, zagrożenia mechaniczne, zagrożenia chemiczne, oleje mineralne.

**Evaluation of the end-of-service-life of protective gloves****Abstract**

This paper presents the results of evaluation of the end-of-service-life of gloves among employees of selected plants and mechanical garages, exposed to the simultaneous action of mineral oils and mechanical factors. The end-of-service-life assessment was performed on a simulation device which was in the laboratory CIOP-PIB [2, 4]. Assumptions for construction equipment and testing methods were developed based on the results of the survey in mechanical workshops [5]. Research were carried out for five representative materials of gloves protecting against mechanical and mineral oils (Tables 1, 3). Based on the results, it was found that the tight gloves made entirely from polymers of all-rubber structure, lasted longer than the protective properties of the glove knitted and partially coated with a layer of polymer, which suggested the test start time of use in the case of all-rubber gloves after 8 h (analysis rising to 16 h), and the partially coated gloves after 4 h (analysis decreasing to 2 h). The study simulating the use of gloves during 4 and 8 hours showed a significant difference in the obtained values of chemical and mechanical parameters in relation to the value for the new glove evaluated in standard conditions and expressed on a performance level declared by the manufacturers (Tables 2, 4). It was found that the proposed method adequately simulated the degradation of the protective gloves, corresponding to the real conditions in the workplace, allowing the estimation of the approximate period after which the products were no longer a barrier in the workplace.

**Keywords:** end-of-service-life, protective gloves, simulated operating conditions, mechanical hazards, chemical hazards, mineral oils.

**1. Wprowadzenie**

Jednym ze sposobów zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony rąk pracowników narażonych na jednoczesne działanie czynników mechanicznych i olejów jest stosowanie odpowiednich rękawic ochronnych o potwierdzonych właściwościach ochronnych, które powinny utrzymywać się na tym samym poziomie podczas całego czasu użytkowania rękawic [1]. Bardzo ważne staje się

zatem określenie momentu utraty właściwości ochronnych przez rękawicę, po którym powinny być one wycofane z użytkowania [2].

Właściwości ochronne rękawic dopuszczonych do sprzedaży oceniane są w warunkach laboratoryjnych. Dane dotyczące poziomów skuteczności w zakresie poszczególnych parametrów charakteryzujących właściwości ochronne rękawic, opracowywane na podstawie badań laboratoryjnych (zawarte w informacji producenta i dołączanej do rękawic wprowadzanych do obrotu) mogą być zatem traktowane jako podstawowe źródło informacji o właściwościach ochronnych nowych rękawic zgodnie z wymaganiami norm zharmonizowanych i potwierdzenie spełnienia zasadniczych wymagań bezpieczeństwa zawartych w dyrektywie 89/686/EWG [3]. Informacje te służą porównaniu różnego rodzaju rękawic dostępnych na rynku w ramach procesu ich doboru do warunków pracy. Nie są to jednak wyczerpujące dane o rzeczywistym stopniu ochrony przed szkodliwymi czynnikami. W rzeczywistych warunkach ich użytkowania mogą na nie oddziaływać czynniki powodujące obniżenie lub utratę właściwości ochronnych [4].

Trzeba wziąć pod uwagę fakt, że warunki użytkowania zmieniają się w zależności od stanowisk pracy, ale mogą też być różne dla podobnych stanowisk pracy w różnych zakładach. W rzeczywistych warunkach użytkowania mogą na nie oddziaływać różne czynniki wpływające na obniżenie lub utratę właściwości ochronnych, deklarowanych przez producenta rękawic, np.: temperatura i wilgotność między rękawicą a ręką użytkownika, obciążenia mechaniczne (np. wielokrotne zginanie i ścieranie rękawicy), wielokrotny i zróżnicowany kontakt z jedną lub kilkoma substancjami o różnych stężeniach (pot ludzki, niebezpieczne substancje chemiczne) itp. [5]. W związku z tym w niniejszej pracy podjęto działania zmierzające do dostarczenia producentom rękawic oraz ich użytkownikom narzędzia, które ułatwiłoby szacowanie bezpiecznego czasu użytkowania rękawic z uwzględnieniem warunków panujących na konkretnych stanowiskach pracy (warsztatach mechanicznych).

W artykule przedstawiono wyniki badań na temat oceny bezpiecznego czasu zużycia rękawic wśród pracowników wybranych zakładów mechanicznych i warsztatów samochodowych, którzy są narażeni na jednoczesne działanie olejów mineralnych, smarów i czynników mechanicznych.

**2. Metodyka**




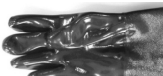
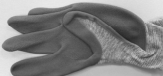
Ocenę bezpiecznego czasu zużycia rękawic ochronnych wykonano na urządzeniu do badań symulacyjnych będącym na wyposażeniu laboratorium CIOP-PIB. Założenia do budowy urządzenia oraz metodyki badania opracowano na podstawie wyników z badań ankietowych w warsztatach mechanicznych [5]. Badania wykonano dla pięciu reprezentatywnych materiałów rękawic chroniących przed czynnikami mechanicznymi oraz olejami mineralnymi, które scharakteryzowano w tabeli 1.

Materiały rękawic poddawano badaniom symulacyjnym w czasie 4h i 8h (przyjęte czasy badania wynikały z wniosków z badań ankietowych i pilotażowych [5]). Rękawice (próbki) do badań aklimatyzowano w temperaturze 23 °C i wilgotności 50% RH przez co najmniej 24 h. Próbkę wycinano z rękawicy z części chwytnej o rozmiarze 110 x 50 mm. Przed włożeniem próbki do urządzenia ważono ją z dokładnością do 1 mg. Zamocowaną próbkę po stronie wierzchniej smarowano warstwowo olejem wzorcowym [6], a następnie uruchamiano urządzenie do symulacji warunków użytkowania. Strona spodnia próbki była w sposób ciągle nawilżana roztworem sztucznego potu (pH zasadowe), co symulowało pocenie się ręki. Urządzenie pracowało w komorze klimatycznej w stałej temperaturze wynoszącej 36 °C i wilgotno-

ści około 60% RH, co symulowało warunki mikroklimatu w przestrzeni pomiędzy dłonią, a rękawicą. Po odpowiednim czasie wyjmowano próbkę z urządzenia, ważono z dokładnością do 1 mg, suszono przez 23 h w temperaturze 23 °C i wilgotności 50% RH oraz ponownie ważono z dokładnością do 1 mg.

Tab. 1. Charakterystyka materiału badawczego

Tab. 1. Characteristics of the test material

| Symbol próbki | Konstrukcja rękawicy oraz rodzaj materiału   | Deklaracja właściwości użytkowych wg producenta  | Zdjęcie wyrobu  |
|---------------|--|--|---|
| 1             | Rękawice dzianinowe częściowo powlekane warstwą kauczuku poliakrylonitrylowego w części wewnętrznej dłoni, moletowane            | dobrze dopasowanie, dobra wytrzymałość mechaniczna oraz względem olejów mineralnych deklarowane poziomy skuteczności:<br><br><b>odporność na ścieranie 3</b><br><b>odporność na przecięcie 1</b><br><b>odporność na rozdzieranie 4</b>   |    |
| 2             | Rękawice dzianinowe częściowo powlekane warstwą kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego w części wewnętrznej dłoni, niemoletowane | do użycia w umiarkowanie zaolejonym środowisku, dobra wytrzymałość mechaniczna, deklarowane poziomy skuteczności:<br><br><b>odporność na ścieranie 2</b><br><b>odporność na przecięcie 1</b><br><b>odporność na rozdzieranie 4</b>   |    |
| 3             | Rękawice całogumowe wykonane z kauczuku neoprenowego, flokowane od środka pyłem z włókien bawełny                                | odporne na działanie olejów mineralnych, dobra wytrzymałość mechaniczna, anatomiczny kształt; deklarowane poziomy skuteczności:<br><br><b>odporność na ścieranie 2</b><br><b>odporność na przecięcie 1</b><br><b>wyrób nie spełnia wymagań w zakresie odporności na rozdzieranie</b> |   |
| 4             | Rękawice całogumowe wykonane z kauczuku neoprenowego na nośniku z dzianiny z włókien bawełny oraz poliamidowych                  | dobra wytrzymałość mechaniczna, chronią przed wysokimi, jak i niskimi temperaturami (-25°C do +180°C); deklarowane poziomy skuteczności:<br><br><b>odporność na ścieranie 2</b><br><b>odporność na przecięcie 3</b><br><b>odporność na rozdzieranie 2</b>                            |  |
| 5             | Rękawice dzianinowe częściowo powlekane warstwą kauczuku poliakrylonitrylowego w części wewnętrznej dłoni, opatentowany          | - do prac z elementami zaoilowanymi, opatentowana technologia Grip Technology™ zapewniająca optymalne odprowadzenie olejów z powierzchni rękawicy przy jednoczesnym dobrym kontakcie   |  |

Próbka z badań symulacyjnych traktowana była jako próbka nowa, dla której wykonywano w następnej kolejności ocenę poziomów skuteczności w zakresie odporności na ścieranie wg PN-EN 388:2006, przecięcie wg PN-EN 388:2006, wytrzymałości na rozdzieranie wg PN-EN 388:2006, sztywności zginania wg PN-73/P-04631 oraz odporności na przenikanie olejów mineralnych wg PN-EN 374-3:2005 [6]. Materiał scharakteryzowano w tabeli 2.

Tab. 2. Poziomy skuteczności podczas badań odporności na czynniki mechaniczne wg PN-EN 374-3:2005

Tab. 2. Performance levels during testing resistance to mechanical factors according to EN 374-3:2005

| Parametr zgodny z normą                | Poziom ochrony wg normy |     |      |      |      |
|--|-------------------------|-----|------|------|------|
|  | 1                       | 2   | 3    | 4    | 5    |
| Odporność na przecięcie (współczynnik) | 1,2                     | 2,5 | 5,0  | 10,0 | 20,0 |
| Odporność na ścieranie (liczba cykli)  | 100                     | 500 | 2000 | 8000 | -    |
| Wytrzymałość na rozdzieranie [N]       | 10                      | 25  | 50   | 75   | -    |
| Czas przebicia [min]                   | >10                     | >30 | >60  | >120 | >480 |

W celu porównawczym (materiał odniesienia) stosowano próbkę z nowych (nie poddanych badaniom symulacyjnym) rękawic ochronnych. Oznaczenia oraz opis wariantów badania przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Opis wariantów badania

Tab. 3. Description of study variants

| Oznaczenie | Wariant badanej próbki pochodzącej z rękawicy ochronnej                                 |
|------------|---|
| A          | Próbka nowa nie poddana badaniom symulacyjnym   |
| B          | Próbka poddana działaniu warunków symulujących rzeczywiste użytkowanie w ciągu 4 godzin |
| C          | Próbka poddana działaniu warunków symulujących rzeczywiste użytkowanie w ciągu 8 godzin |

Poniżej podano sposób kodowania próbek dla pięciu rodzajów badanych rękawic (rodzaje rękawic scharakteryzowano w tabeli 1):

- **1A** próbka pochodząca z rękawicy oznaczonej nr 1, nowej nie testowanej w symulowanych warunkach użytkowania;
- **1B** próbka pochodząca z rękawicy oznaczonej nr 1, testowana przez 4h w symulowanych warunkach użytkowania;
- **1C** próbka pochodząca z rękawicy oznaczonej nr 1, testowana przez 8h w symulowanych warunkach użytkowania.

### 3. Wyniki badań

Uzyskane wyniki badań parametrów mechanicznych oraz chemicznych potwierdziły, iż rękawice poddane działaniu symulowanych warunków użytkowania szybciej tracą właściwości ochronne, co skutkuje obniżeniem poziomów skuteczności (zdefiniowanych w normach) w stosunku do rękawic nowych, co przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Zestawienie wszystkich wyników parametrów ochronnych z wyszczególnieniem niedozwolonych zmian w poziomach skuteczności badanych rękawic

Tab. 4. Summary of all results of protective parameters specifying forbidden changes in the performance level of the tested gloves

| Symbol próbki | Konstrukcja rękawicy oraz rodzaj materiału   | Wariant badania | Poziom skuteczności wg normy |                         |                              |  |
|---------------|--|-----------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|--|
|               |  |                 | Odporność na ścieranie       | Odporność na przecięcie | Wytrzymałość na rozdzieranie | Odporność na przenikanie oleju mineralnego |
| 1             | Rękawice dzianinowe częściowo powlekane warstwą kauczuku poliakrylonitrylowego w części wewnętrznej dłoni, moletowane            | A               | 3                            | 1                       | 4                            | 1  |
|               |  | B               | 2                            | 1                       | 3                            | 1  |
|               |  | C               | 2                            | 1                       | 3                            | 1  |
| 2             | Rękawice dzianinowe częściowo powlekane warstwą kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego w części wewnętrznej dłoni, niemoletowane | A               | 2                            | 1                       | 4                            | 6  |
|               |  | B               | 1                            | 1                       | 3                            | 1  |
|               |  | C               | -                            | 1                       | 3                            | 1  |
| 3             | Rękawice całogumowe wykonane z kauczuku neoprenowego, flokowane od środka pyłem z włókien bawełny, moletowane                    | A               | 2                            | 3                       | 2                            | 1  |
|               |  | B               | 1                            | 3                       | 2                            | 1  |
|               |  | C               | 1                            | 3                       | 3                            | 1  |
| 4             | Rękawice całogumowe wykonane z kauczuku neoprenowego na nośniku z dzianiny z włókien bawełny oraz poliamidowych, niemoletowane   | A               | 4                            | 1                       | 2                            | 4  |
|               |  | B               | 4                            | 1                       | 2                            | 1  |
|               |  | C               | 4                            | 1                       | 2                            | 1  |

■ Niedozwolone zmiany poziomu skuteczności  
- Wyrób nie spełnia wymogów 1 poziomu skuteczności

### 4. Omówienie wyników badań

W zakresie badań parametrów mechanicznych odnotowano tendencję malejącą w zakresie odporności na ścieranie po badaniu rękawic w warunkach symulujących rzeczywiste użytkowanie:

- dla rękawicy dzianinowej częściowo powlekanej warstwą kauczuku poliakrylonitrylowego (próbka 1): z poziomu skuteczności 3 na poziom 2 (dla obu wariantów symulacji 4 i 8 h), odporność obniżyła się o 85% zarówno po 4 i 8 h badania w odniesieniu do rękawicy nowej;

- dla rękawicy dzianinowej częściowo powlekanej warstwą kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (próbka 2): z poziomu skuteczności 2 na poziom 1 po 4 h oraz utratę właściwości ochronnych (wartość poniżej poziomu skuteczności 1) po 8 h, odporność obniżyła się odpowiednio o 85% po 4 h oraz o 95% po 8 h badania w odniesieniu do rękawicy nowej;
- dla rękawicy całogumowej z kauczuku neoprenowego na nośniku z dzianiny (próbka 4): z poziomu skuteczności 2 na poziom 1 (dla obu wariantów symulacji 4 i 8 h), odporność obniżyła się odpowiednio o 85% po 4 i 8 h w odniesieniu do rękawicy nowej;
- dla rękawicy całogumowej z kauczuku neoprenowego flokowanej (próbka 3) oraz dzianinowej częściowo powlekanej warstwą kauczuku poliakrylonitrylowego (próbka 5) poziomy skuteczności utrzymywały się niezmiennie na tym samym poziomie.

Stwierdzono zatem, że użytkowanie rękawic w symulowanych rzeczywistych warunkach istotnie obniża odporność na ścieranie, w odniesieniu do materiałów nowych. Odnotowano niedozwolone obniżenie właściwości ochronnych o 1 poziom skuteczności już po 4 h użytkowania, dla rękawic o konstrukcji złożonej tj. z dzianin powlekanych warstwą kauczków.

Nie odnotowano zmian w poziomach skuteczności badanych materiałów w przypadku badań odporności na przecięcie. Fakt ten może być związany z rodzajem substancji chemicznej z którą kontaktuje się ostrze noża. Podobne spostrzeżenia mieli autorzy innych prac [7, 8]. Oleje mineralne są substancjami zmniejszającymi współczynnik tarcia. Wypadkowy wpływ obecności oleju (z jednej strony usztywnienie struktury polimerowej rękawicy, z drugiej zmniejszenie współczynnika tarcia) spowodował niewielkie różnice w wartościach badanego wskaźnika kwalifikujące go rękawice w ramach tego samego poziomu skuteczności.

Stwierdzono, że użytkowanie rękawic w symulowanych rzeczywistych warunkach nie obniża odporności na przecięcie, w odniesieniu do materiałów nowych. Wartości poziomów skuteczności pozostają niezmiennie w stosunku do rękawic nowych zarówno po 4 i 8 h użytkowania.

Odnotowano tendencję malejącą w zakresie wytrzymałości na rozdzieranie po badaniu rękawic w warunkach symulujących rzeczywiste użytkowanie:

- dla rękawicy dzianinowej częściowo powlekanej warstwą kauczuku poliakrylonitrylowego (próbka 1): z poziomu skuteczności 4 na poziom 3 (dla obu wariantów symulacji 4 i 8 h), wytrzymałość obniżyła się odpowiednio o 24% po 4 h oraz o 27% po 8 h w odniesieniu do rękawicy nowej;
- dla rękawicy dzianinowej częściowo powlekanej powleczonej warstwą kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (próbka 2): z poziomu skuteczności 4 na poziom 3 dla obu wariantów symulacji 4 i 8 h, wytrzymałość obniżyła się odpowiednio o 30% po 4 h oraz o 38% po 8 h w odniesieniu do rękawicy nowej;
- w pozostałych badanych przypadkach nie odnotowano obniżenia właściwości ochronnych rękawic w zakresie badanego parametru.

Stwierdzono, że użytkowanie rękawic w symulowanych rzeczywistych warunkach istotnie obniża wytrzymałość materiału na rozdzieranie, w odniesieniu do materiałów nowych. Odnotowano niedozwolone obniżenie właściwości ochronnych o 1 poziom skuteczności już po 4 h użytkowania, dla rękawic o konstrukcji złożonej tj. z dzianin powlekanych warstwą kauczków. Dla rękawic całogumowych z kauczuku neoprenowego odnotowano wzrost wytrzymałości na rozdzieranie o 1 poziom skuteczności.

Odnotowano tendencję rosnącą zmian wartości parametrów sztywności zginania rękawic w warunkach symulujących rzeczywiste użytkowanie. Kontakt oleju mineralnego z materiałem rękawicy modyfikuje na tyle strukturę polimerową materiału, że w konsekwencji struktura materiału została usztywniona, co wiązało się ze wzrostem ich sztywności zginania. Zauważyć można interesującą prawidłowość, iż w przypadku materiałów, których konstrukcja zawierała kauczuk poliakrylonitrylowy (próbka 1 oraz 5), charakter wzrostu tego parametru nie był tak gwałtowny, jak w pozostałych badanych przypadkach i wyniósł odpowiednio 34%

i 29% po 4h badania oraz 12% i 20% po 8 h badania w odniesieniu do rękawicy nowej.

Stwierdzono, że użytkowanie rękawic w symulowanych rzeczywistych warunkach istotnie obniża właściwości ergonomiczne związane ze sztywnieniem materiału pod wpływem działania olejów mineralnych, w odniesieniu do materiałów nowych. Odnotowano wzrost o 100 proc. sztywności zginania większości materiałów już po 4 h użytkowania.

W zakresie badań parametrów chemicznych odnotowano tendencję malejącą w zakresie szybszego przenikania oleju mineralnego dla trzech rodzajów próbek po badaniu w warunkach symulujących rzeczywiste użytkowanie:

- Dla rękawicy dzianinowej częściowo powlekanej warstwą kauczuku poliakrylonitrylowego (próbka 1) odnotowano identyczny czas przebiccia wynoszący poniżej 10 minut zarówno dla próbek poddanych symulacji oraz dla nowych. Ilość oleju jaka penetrowała na drugą stronę materiału rękawicy zmniejszyła się o 40% po 4 h oraz o 45% dla wariantu 8 h w odniesieniu do rękawicy nowej. Jednakże różnice te, kwalifikowały wyniki w ramach jednego poziomu skuteczności, co można tłumaczyć usztywnieniem i uszczelnianiem struktury polimerowej poddanej badaniom symulującym (wzrost sztywności zginania);
- Dla rękawicy rękawicy dzianinowej częściowo powlekanej warstwą kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (próbka 2) odnotowano gwałtowny wzrost ilości oleju, jaka penetrowała na drugą stronę materiału rękawicy o 1268% dla wariantu symulacji 4 h oraz o 6188% dla 8 h w odniesieniu do rękawicy nowej. Fakt ten przedłożył się na prawie całkowitą utratę właściwości ochronnych, gdyż materiał nowych rękawic charakteryzował się 6 poziomem skuteczności, podczas gdy próbki po symulacji w 4 i 8 h osiągały zaledwie 1 poziom skuteczności;
- Dla rękawicy całogumowej z kauczuku neoprenowego flokowanej (próbka 3) odnotowano znaczną utratę właściwości ochronnych jedynie w wariantcie symulacji po 8 h, a towarzyszący temu zjawisku wzrost ilości oleju, jaki penetrował na drugą stronę materiału rękawicy wynosił 967% w odniesieniu do nowej rękawicy. Ważne jest, że symulacja 4 h nie wpływa na obniżenie parametrów ochronnych tego rodzaju rękawicy (zachowała 6 poziom skuteczności), odnotowano jedynie 7% wzrost ilości oleju jaki penetrował na drugą stronę materiału, a różnice w wynikach kwalifikowały je w ramach jednego poziomu skuteczności;
- Dla rękawicy całogumowej z kauczuku neoprenowego na nośniku z dzianiny (próbka 4) odnotowano porównywalne wyniki zarówno dla rękawicy nowej oraz dla wariantów symulacji 4 i 8 h. Niewielkie różnice w wartościach badanego parametru kwalifikowały je w ramach jednego 1 poziomu skuteczności. Dla wariantu symulacji 8 h obserwowano największą ilość oleju jaki penetrował na drugą stronę materiału rękawicy tj. wzrost o 213% względem wariantu symulacji 4 h. Zaobserwowano również tendencję malejącą w dynamice procesu przenikania (prędkość przenikania oleju zmniejszała się w czasie) w każdym z badanych wariantów. Fakt ten można tłumaczyć usztywnianiem się i uszczelnianiem struktury polimerowej kauczuku neoprenowego, co zaobserwowano w badaniach sztywności zginania (odnotowano wzrost badanego parametru wraz z wydłużaniem czasu symulowanego badania);
- Dla rękawicy dzianinowej częściowo powlekanej warstwą kauczuku poliakrylonitrylowego (próbka 5) odnotowano dla rękawicy nowej 4 poziom skuteczności. Jednakże po symulacji 4 i 8 h parametry ochronne względem oleju obniżyły się do 1 poziomu skuteczności. Zaobserwowano ponad 370% wzrost ilości oleju jaki penetrował na drugą stronę materiału rękawicy dla wariantu symulacji 8 h oraz ponad 70% wzrost dla wariantu symulacji 4 h w odniesieniu do rękawicy nowej. Jednakże różnice w wartościach wyników kwalifikowały je w ramach jednego poziomu skuteczności (1 poziomu). Zaobserwowano również ciekawą tendencję w dynamice procesu przenikania (prędkość przenikania oleju zmniejszała się w czasie) dla rękawicy nowej oraz badanej po symulacji 4 h. W przypadku próbki ba-

danej po symulacji 8 h obserwowano gwałtowny wzrost prędkości przenikania oleju. Fakt ten może świadczyć o tym, że proces użytkowania w rzeczywistych warunkach znacząco uszkadza strukturę warstwy polimerowej (obserwowane liczne mikropęknięcia i szczeliny), które pozwalają na swobodną penetrację oleju na drugą stronę materiału. Następnie dłuższa ekspozycja na działanie oleju powodowała usztywnienie i uszczelnienie wcześniej uszkodzonej struktury polimerowej, co zaobserwowano w badaniach sztywności zginania (odnotowano duży wzrost badanego parametru wraz z wydłużaniem się czasu symulowanego badania);

Stwierdzono, że użytkowanie rękawic w symulowanych rzeczywistych warunkach istotnie obniża właściwości barierowe charakteryzujące odporność do olejów mineralnych, w odniesieniu do materiałów nowych. Odnotowano niedozwolone obniżenie właściwości ochronnych o kilka poziomów skuteczności (od 5 do 4) już po 4 h użytkowania dla rękawic o konstrukcji złożonej tj. z dzianin powlekanych warstwą kauczuków, a dla rękawic całogumowych po 8 h użytkowania. Dla rękawic całogumowych z kauczuku neoprenowego wartości poziomów skuteczności pozostają niezmiennie w stosunku do rękawic nowych, zarówno po 4 i 8 h użytkowania.

## 5. Podsumowanie i wnioski

Badania rękawic ochronnych w symulowanych warunkach użytkowych są nowym podejściem do oceny skuteczności rękawic chroniących przed substancjami chemicznymi. Producenci, podając poziomy skuteczności rękawic odnoszą je do nowych wyrobów. W dostępnej literaturze brakuje informacji dla użytkowników rękawic jak długo zachowują one swoje właściwości i w jakich warunkach należy je stosować, aby utrzymały deklarowany przez producentów poziom ochrony oraz były odpowiednie do zagrożeń wobec których są użytkowane.

Celem prezentowanych wyników było oszacowanie przybliżonego czasu, po którym rękawice przeznaczone do ochrony przed ciekłymi substancjami chemicznymi tracą swoje właściwości ochronne. Na przykładzie wybranej grupy związków chemicznych (oleje mineralne) został przeanalizowany proces obniżania skuteczności rękawic, wytypowanych do kontaktu z tymi związkami w symulowanych warunkach użytkowania. Analiza ta, jest źródłem informacji na temat realnej ochrony, jaką zapewniają człowiekowi rękawice chroniące przed substancjami chemicznymi. Z drugiej strony wyniki prezentowanych badań mogą być obciążone błędem z uwagi na zmienność tworzywa rękawic, które może wykazywać zmienną skuteczność w zależności od zastosowanych dodatków, technologii oraz warunków wytwarzania i cech fizycznych gotowego produktu. Dlatego rękawice z tego samego rodzaju tworzywa pochodzące od różnych producentów mogą charakteryzować się bardzo różnym czasem przebicia.

W związku z tym w pracy skoncentrowano się na symulacji warunków użytkowych w laboratorium, co pozwoliło na zachowanie jednakowych i powtarzalnych warunków badania, odzwierciedlających w możliwie największym stopniu warunki rzeczywiste. Badania miały na celu zaobserwowanie tendencji, jaka ma miejsce podczas stosowania rękawic przez pracowników oraz różnic w uzyskiwanych wynikach w stosunku do nowych rękawic, a zatem do warunków, w jakich są one poddawane ocenie typu w laboratoriach Jednostek Notyfikowanych.

Na podstawie badań sformułowano następujące szczegółowe wnioski:

- opracowana metoda badania czasu zużycia rękawic w wystarczającym stopniu symuluje degradację właściwości ochronnych rękawic odpowiadającą warunkom rzeczywistym na stanowiskach pracy, co pozwala na szacowanie przybliżonego okresu po upływie którego wyroby przestają stanowić wystarczającą barierę ochronną w stosunku do olejów mineralnych i czynników mechanicznych obecnych w środowisku pracy;

- kluczowymi parametrami w ocenie stopnia zużycia rękawic chroniących przed olejami mineralnymi i wybranymi czynnikami mechanicznymi są czas przebicia, odporność na ścieranie, odporność na przecięcie, wytrzymałość na rozdzielanie, sztywność zginania;
- rękawice szczelnie wykonane w całości z polimerów o konstrukcji całogumowej, dłużej zachowują właściwości ochronne w porównaniu do rękawic dzianinowych powlekanych częściowo warstwą polimerów, co sugeruje rozpoczęcie badania czasu zużycia w przypadku rękawic całogumowych od 8 h (analiza rosnąca do 16 h), a rękawic częściowo powlekanych od 4 h (analiza malejąca do 2 h);
- badania symulujące użytkowanie rękawic w czasie 4 i 8h wykazały istotną różnicę w uzyskanych wartościach parametrów chemicznych i mechanicznych w stosunku do wartości dla rękawic nowych ocenianych w standardowych warunkach i wyrażonych za pomocą poziomów skuteczności deklarowanych przez producentów;
- wnioski z badań dotyczące oceny czasu zużycia rękawic mogą być narzędziem wspomagającym pracodawców w szacowaniu bezpiecznego czasu stosowania rękawic ochronnych, a dla pracownika informacją na temat zbliżonego do rzeczywistego czasu ich użytkowania na stanowisku pracy;
- zastosowanie opracowanej metody w rozwiązaniach praktycznych, może być szczególnie przydatne w dużych zakładach pracy, w których zużycie rękawic ochronnych jest znaczące i ważnym czynnikiem jest optymalizacja kosztów ich zakupu oraz realnego kosztu użytkowania.

*Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*

## 6. Literatura

- [1] Krzemińska S., Irzmańska E.: Zagrożenie olejami mineralnymi na stanowiskach pracy oraz nowe rozwiązania polimerowych materiałów ochronnych w wybranych środkach ochrony indywidualnej, *Medycyna Pracy* 62(4);435-443 (2011).
- [2] Irzmańska E.: Bezpieczne użytkowanie rękawic chroniących przed czynnikami mechanicznymi i olejami mineralnymi, *Norma bhp.pl*, 3, 6-10 (2012).
- [3] Praca zbiorowa pod red. Majchrzyckiej K. i Pościka A.: *Dobór środków ochrony indywidualnej*, Wydawnictwo CIOP-PIB (2007).
- [4] Irzmańska E., Stefko A., Dyńska-Kukulka K.: Factors influencing the end of the service life of protective gloves used in car repair shop – a preliminary report, *Archives of Environmental & Occupational Health*, (2013) in press.
- [5] Irzmańska E., Stefko A.: Właściwości ochronne rękawic a warunki ich użytkowania – badania ankietowe, *Bezpieczeństwo Pracy – Nauka i Praktyka* 12, 20-24 (2012).
- [6] Irzmańska E., Dyńska-Kukulka K.: Permeation of mineral oils through protective glove materials in view of literature data and authors' own studies, *Reviews in Analytical Chemistry*, 31, 113-122 (2012).
- [7] Dolez P., Gauvin Ch., Lara J., Vu-Khanh T.: The Effect of Protective Glove Exposure to Industrial Contaminants on Their Resistance to Mechanical Risks, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16, 2 (2010).
- [8] Dolez P., Soulati K., Gauvin C., Lara J., Vu-Khan T.: Document d'information pour la sélection des gants de protection contre les risques mécaniques, *Guide Technique RG-649*, ISBN : 978-2-89631-455-3 (PDF).

*otrzymano / received: 25.01.2013*

*przyjęto do druku / accepted: 01.03.2013*

*artykuł recenzowany / revised paper*