

## DEPARTAMENT PIROTECHNIKI WOJSKOWEJ

### POLIGON DOŚWIADCZALNY ABERDEEN, MARYLAND 21020-5423

SMCCR-MUS-P

MEMORANDUM dla Dowódcy, Dowództwo Marynarki Wojennej,

Nat Center Bldg. #3,  
Do: Steve Gershman  
2531 Jefferson Davis Highway  
Arlington, VA 22202

TEMAT: Raport z obserwacji

1. Materiały: Opatrunki na oparzenia Water-Jel, FSN 6510-01-243-5896, 4x4
2. Układ badawczy: Opatrunki na oparzenia Water-Jel 10 cm x 10 cm zostały przymocowane do ramki 10 cm x 10 cm wykonanej z listewek 2,5 cm x 5 cm.
  - a. 2 g białego fosforu (BF) umieszczono na wierzchu opatrunku i podpalono. Substancja paliła się gwałtownie przez 15 sekund aż rozplynęła się, została otoczona i pochłonięta przez płyn Water-Jel. Nie nastąpiło przepalenie opatrunku na wylot, ani też nie zaobserwowano palenia się lub zwęglenia opatrunku Water-Jel.
  - b. 2 g BF zawieszono na wysokości ok. 30 cm nad opatrunkiem Water-Jel. Podpalono substancję i pozwolono, aby skapywała na opatrunek. Płonące krople BF były najpierw otaczane i gaszone, aż do chwili, gdy zgromadzona ilość BF ponownie uległa samozapłonowi. Płonąca substancja została otoczona i wkrótce potem zgaszona.
  - c. Płonąca cząstka BF została zanurzona w płynie Water-Jel i została zgaszona. Badany materiał wykazał doskonałe właściwości termoizolacyjne, najprawdopodobniej ze względu na mikroenkapsulacyjne właściwości Water-Jel. Płonąca cząstka BF, która spadła na opatrunek, nie wykazywała charakterystycznego dla tej substancji dalszego palenia się, najprawdopodobniej ze względu na zetknięcie się z płynem Water-Jel.
3. Podsumowanie: Opatrunek Water-Jel skutecznie ogranicza i zatrzymuje palenie się białego fosforu. **Jego zastosowanie do pierwszej pomocy w wypadkach z udziałem BF daleko przekracza możliwości wszelkich technologii znanych temu centrum.** Ponieważ wszystkie oparzenia u ludzi powodują powikłania w postaci utajonych uszkodzeń tkanek otaczających miejsce oparzenia, należy zbadać zdolność pochłaniania ciepła przez Water-Jel.

MICHAEL F. KAUZLARICH  
Technik inżynierski

**Instytut badawczy IIT Research Institute (IITRI)  
10 West 35th Street  
Chicago, Illinois 60616-3799**

**TEMAT:** Gaszenie białego fosforu za pomocą Water-Jel – Raport techniczny dot. projektu IITRI nr C08066

Instytut Badawczy IIT przeprowadził krótkie badanie wyjaśniające zdolność opatrunków Water-Jel do gaszenia płonącego fosforu oraz opóźniania jego ponownego zapłonu. Badania przeprowadzono na podkładzie obojętnym, a także na skórze znieczulonych zwierząt laboratoryjnych, a ich wyniki przedstawione są poniżej.

### **PODSUMOWANIE WYNIKÓW**

Po umieszczeniu białego fosforu na wadze laboratoryjnej 1-2 gramowej konieczne było jego podgrzanie w celu uzyskania zapłonu, co prawdopodobnie było spowodowane wielkością próbki, ale także szybkością opływu powietrza pod wyciągiem oddymiającym, którego celem było usunięcie dymu z płonącej substancji.

W próbach przeprowadzonych na podkładzie metalowym próbki BF gaszone za pomocą nasączonych wodą opatrunków ulegały ponownemu zapłonowi po czasie 1-5 minut, natomiast próbki gaszone za pomocą Water-Jel nie ulegały ponownemu zapaleniu przez czas do 30 minut, chociaż dotknięcie ich szpatułką czasem powodowało zapalenie. Wydawało się, że próbka jest przykryta cienką powłoką, uniemożliwiającą zapalenie, nawet po stopieniu się próbki.

Wyniki uzyskane w eksperymentach na zwierzętach nie były tak jednoznaczne. Niektóre z próbek zgaszonych za pomocą Water-Jel ponownie zapalały się w ciągu 30 minut, jak również niektóre próbki gaszone wodą także w tym samym czasie ulegały ponownemu zapaleniu. Było jednak wyraźnie widoczne, że Water-Jel ma tendencję do utrzymywania wilgoci próbek, zwłaszcza w przypadku rany, gdzie żel jest utrzymywany w zagłębieniu. Jeżeli opatrunek nasączony wodą posiada otwartą strukturę włókien, lub jest zbyt cienki, powietrze może przedostać się do fosforu, co powoduje jego dalsze palenie.

### **DOŚWIADCZENIA**

Przygotowanie próbek białego fosforu.

Wszystkie doświadczenia z białym fosforem przeprowadzono pod wyciągiem oddymiającym. Czynności przygotowywania fosforu wykonywano pod wodą, a fosfor nie wykorzystywany w doświadczeniach przechowywano w wodzie w szczelnych słojach.

Biały fosfor (BF) zakupiony w firmie Aldrich Chemical Co., dostarczony został w formie cylindrycznych lasek o średnicy około 12 mm. Po zważeniu laski fosforu materiał krojono nożem na kawałki o wadze około 1 grama, przeznaczone do użycia w badaniach. Próbki przechowywano w oddzielnym słoju z wodą, a pojemnik dostawczy uszczelniono i usunięto. W celu przygotowania badań przyniesiono słoje pod wyciąg i otwarto, po czym przeniesiono próbkę do małego pojemnika z wodą, a słoje zamknięto i odstawiono.

Opatrunki Water-Jel zostały dostarczone przez firmę Trilling Medical Technologies, Inc. Materiał użyty na opatrunki nasączone wodą składał się z kawałków gazy z opatrunków Water-Jel, z których usunięto cały środek żelowy poprzez ich umycie. W ten sposób uzyskano do badań dwa opatrunki o dokładnie tych samych rozmiarach.

IITRI C08066

## **GASZENIE NA PODKŁADZIE METALOWYM**

Przeprowadzono kilka prób w trakcie których podpalono BF umieszczony na płaskiej płytce metalowej, zgaszono i obserwowano ewentualny ponowny samozapłon. Stwierdzono, że występują trudności z ponownym samozapłonem fosforu, co prawdopodobnie wynikało z ruchu powietrza pod wyciągiem oddymiającym. W kilku doświadczeniach fosfor podpalono po raz pierwszy za pomocą płomienia zapalek. Ponowny samozapłon nie występował dopóki próbka nie została podgrzana. Próby przeprowadzono z użyciem próbek o wadze 0,5 g i 2 g. Ponieważ próbki o wadze 2 g paliły się wytwarzając znaczną ilość dymu i przyskając na boki, stwierdzono, że większe niż ta próbki byłyby trudne do kontrolowania w czasie prób na zwierzętach. Ponieważ po zgaszeniu BF pozostało około dwie trzecie początkowej ilości próbki, pozostała ilość wydawała się wystarczająca do przeprowadzenia próby ponownego samozapłonu.

### **Próby z 0,5 g, M-1 do M-4**

Do podgrzania próbki w celu przeprowadzenia próby ponownego samozapłonu użyto lamp reflektorowych o mocy 150 W. W próbach z użyciem 0,5 g BF próbki gaszone za pomocą opatrunków nasączonych wodą ulegały ponownemu samozapłonowi po czasie 1 i 3 minuty od chwili odkrycia pod lampą. Dwie próbki zgaszone za pomocą opatrunków Water-Jel nie ulegały ponownemu samozapłonowi przez 12 minut pod działaniem światła, ale druga próbka zapaliła się natychmiast po dotknięciu szpatułką.

### **Próby z 2 g, M-5 do M-9**

Przyjmując założenie, że zapłon większej próbki może być łatwiejszy, pozostawiono próbkę 2 g na 15 minut do wyschnięcia na płytce próbnej w temperaturze otoczenia (27°C), bez zapalania próbki. Po zapaleniu zapalką, zgaszeniu za pomocą Water-Jel i odkryciu próbka nie ulegała ponownemu samozapłonowi przez 20 minut, ani też nie uległa samozapaleniu po dotknięciu szpatułką.

W dalszych doświadczeniach wykorzystano „podłoże piaskowe” (kuwetę z piaskiem podgrzewaną płytą grzejną) w celu kontrolowania temperatury płytek próbnych.

Przy temperaturze 42°C próbki BF nie ulegały samozapaleniu przez 5 minut, dopóki nie zostały dotknięte szpatułką. Po zgaszeniu za pomocą opatrunku nasączonego wodą pierwsza próbka nie ulegała ponownemu samozapłonowi przez 22 minuty bez oświetlenia, ale zapaliła się w 3 minuty po włączeniu światła. Próbka zgaszona za pomocą opatrunku Water-Jel nie ulegała ponownemu samozapłonowi przez 27 minut przy zapalonym świetle, i wyglądała jakby była pokryta cienką warstwą cieczy. Po przebicciu tej powłoki szpatułką próbka natychmiast zapaliła się.

W temperaturze 55°C próbki BF zapalały się samoczynnie po czasie 1 do 3 minut od umieszczenia. Próbka zgaszona opatrunkiem nasączonym wodą zapaliła się samoczynnie po upływie 1 minuty od zdjęcia opatrunku pod światłem lampy, natomiast próbka zgaszona za pomocą Water-Jel nie zapalała się przez 30 minut od chwili odkrycia pod światłem lampy.

## **PRÓBY NA ZWIERZĘTACH**

W tej serii doświadczeń użyto znieczulonych białych szczurów, w celu przeprowadzenia symulacji oparzeń odniesionych przez ludzi w warunkach „polowych”. Najpierw wykonano małe nacięcie w skórze w celu odkrycia około 6 cm<sup>2</sup> ciała, które służyło jako obszar próbny. Kiedy stwierdzono, że płyn gromadzący się w otwartej ranie pokryłby fosfor, zdecydowano, że dalsze próby będą wykonywane bez nacinania skóry. Zamiast tego zgolono fragment futra w celu uzyskania odkrytego obszaru do badań. Przygotowanie zwierząt zostało opisane w innym rozdziale.

Próby przeprowadzano w płytkich kuwetach metalowych, mających na celu ograniczenie ruchu zwierzęcia oraz rozprzestrzeniania się fosforu, który mógł stopić się i spłynąć z ciała zwierzęcia. Po wykonaniu prób szczur został uduszony za pomocą dwutlenku węgla.

### **PRÓBY W MIEJSCU NACIĘCIA CIAŁA, R-1 do R-5**

Próba R-1 – 2 gramy BF, zgaszone wodą.

2-gramową próbkę BF umieszczono w miejscu nacięcia ciała, zapalono zapalką i szybko okryto opatrunkiem 10 cm x 10 cm nasączonym wodą. Dymienie trwało nadal, a po 3 minutach pojawiła się mała płonąca plamka, gdzie widocznie opary fosforu uciekały między włóknami opatrunku. Płomień został zgaszony za pomocą 1 ml wody, ale po kilku minutach pojawił się ponownie. Po drugim użyciu wody płomień został zgaszony i nie pojawił się ponownie, chociaż trwało umiarkowane dymienie. Po jednej godzinie zdjęto opatrunek i przez następne 30 minut nie nastąpił samozapłon.

Próba R-2 -1 gram BF, zgaszone wodą.

Próbe przeprowadzono w ten sam sposób z użyciem 1 grama BF, z identycznymi wynikami, z wyjątkiem tego, że pierwszy zapłon pojawił się po 4 minutach.

Próba R-3 – 2 gramy BF, zgaszone wodą.

Po zapaleniu zapalką próbki 2 g BF, umieszczonej w miejscu nacięcia ciała, okryto ją szybko opatrunkiem o wymiarach 10 cm x 40 cm nasączonym wodą, złożonym podwójnie. Umiarkowane dymienie trwało nadal, ale nie obserwowano „przebiecia” płomieni. Co 15 minut dodawano wody, aby nie dopuścić do wyschnięcia opatrunku. Po 1 godzinie zdjęto opatrunek i stwierdzono, że większość BF przylgnęła do gazy. Przez 30 minut nie nastąpił samozapłon. Po zapaleniu lampy dymienie stało się silniejsze, a po 1 minucie nastąpił samozapłon próbki.

Próba R-4 – 2 gramy BF, zgaszone za pomocą Water-Jel.

Po zapaleniu 2-gramowej próbki i zgaszeniu jej za pomocą opatrunku Water-Jel o wymiarach 10 cm x 10 cm dymienie zanikło całkowicie i nie pojawiło się ponownie, aż do zdjęcia opatrunku po upływie 1 godziny. Fosfor pozostał na ciele, pokryty warstwą płynu, który nie wysechł całkowicie przez 30 minut, ani przez kolejne 11 minut pod światłem lampy. Po poddaniu BF działaniu światła lampy i dotknięciu szpatułką fosfor zapalił się.

Próba R-5 – 2 gramy BF, zgaszone za pomocą Water-Jel.

Zgaszenie nastąpiło natychmiast, podobnie jak w Próbie 5, i fosfor był także pokryty płynem, który nie wysechł całkowicie do chwili włączenia lampy po upływie 35 minut. BF nie uległ samozapaleniu w ciągu 15 minut pozostawania pod wpływem światła lampy, ani po wystawieniu go na działanie powietrza za pomocą szpatułki.

### **PRÓBY NA OGOLONEJ SKÓRZE R-6 do R11**

Próba R-6 - 1 gram BF, zgaszone za pomocą Water-Jel.

Zgaszenie było całkowite, bez dymienia. Lekkie dymienie nastąpiło po odkryciu fosforu po upływie 1 godziny, i trwało dalej, aż do chwili zapalenia się po upływie 28 minut, bez włączania lampy.

Próba R-7 - 1 gram BF, zgaszone za pomocą Water-Jel.

Zgaszenie było całkowite, bez dymienia. Lekkie dymienie zaczęło się po odkryciu próbki po upływie 1 godziny. Brak samozapłonu w ciągu 41 minut, bez włączania lampy.

Próba R-8 – 1 gram BF, zgaszone za pomocą Water-Jel.

Zgaszenie było całkowite, bez dymienia. Lekkie dymienie zaczęło się po odkryciu próbki po upływie 1 godziny. Brak samozapłonu przez czas 12 minut bez włączania lampy, ani przez następne 34 minuty po włączeniu lampy. Pobranie próbki BF za pomocą szpatułki także nie spowodowało ponownego samozapłonu. Temperatura w pobliżu próbki przy włączonym świetle wynosiła 40°C.

Próba R-9 - 1 gram BF, zgaszone za pomocą opatrunku nasączonego wodą.

Po zapaleniu próbki i okryciu jej opatrunkiem 10 cm x 10 cm nasączonym wodą nie wystąpiło dymienie. Po upływie 1 godziny od zdjęcia opatrunku oraz włączeniu światła lampy pojawiło się dymienie i po upływie dalszych 30 minut próbka zapaliła się.

Próba R-10 - 1 gram BF, zgaszone za pomocą Water-Jel.

Po zapaleniu próbki i okryciu jej za pomocą opatrunku Water-Jel nie wystąpiło dymienie. Po upływie 1 godziny od zdjęcia opatrunku oraz włączeniu światła lampy pojawiło się dymienie, i po upływie dalszych 28 minut próbka nadal nie uległa samozapaleniu. Próbka zapaliła się natychmiast po dotknięciu szpatułką.

Próba R-11 - 1 gram BF, zgaszone za pomocą Water-Jel.

Po zapaleniu próbki i okryciu jej za pomocą opatrunku Water-Jel nie wystąpiło dymienie. Po upływie 1 godziny od zdjęcia opatrunku oraz włączeniu światła lampy pojawiło się dymienie, i po upływie dalszych 31 minut próbka uległa samozapaleniu.

Opisane powyżej badania doświadczalne przeprowadzili w Chicago Laboratories dr James N. Keith i dr Brooks J. Harder.

Wyniki badań przedstawił dr James N. Keith, starszy naukowiec Instytutu Badawczego IIT.

Sprawdzenie: A, Shefner, dyrektor badań, Instytut badawczy Life Sciences Research.

IITRI C08066