

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 73646 Y1

(12)

Opis ochronny wzoru użytkowego

(21) Numer zgłoszenia: **131555**

(22) Data zgłoszenia: **2019.11.25**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.05.31 BUP 11/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu ochrony: **2024.11.04 WUP 45/2024**

(51) MKP:

A42B 3/06 (2006.01)

A42B 3/00 (2006.01)

(62) Numer zgłoszenia, z którego nastąpiło
wydzielenie:
431931

(73) Uprawniony:
**CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY-
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y):
**MARCIN JACHOWICZ, Pabianice, PL
KRZYSZTOF BASZCZYŃSKI, Zgierz, PL**

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Joanna Bocheńska, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Przemysłowy hełm ochronny

PL 73646 Y1

Opis wzoru

Przedmiotem wzoru użytkowego jest przemysłowy hełm ochronny, przeznaczony do ochrony głowy użytkownika zarówno przed uderzeniami centralnymi, jak i niecentralnymi.

Z francuskiego opisu patentowego nr FR2534115 znany jest ochronny hełm motocyklowy, w którym elementem pochłaniającym energię uderzenia jest wykładzina wykonana ze styropianu o gęstości 20–75 g/litr, mocowana do wewnętrznej powierzchni skorupy, zajmująca całą wewnętrzną powierzchnię skorupy. Dodatkowo hełm wyposażony jest w system pasków spoczywających na głowie użytkownika. Paski te stanowią dodatkowy element ochronny. Ze względu na fakt, że wykładzina styropianowa umieszczona jest na całej powierzchni wewnętrznej skorupy, pomiędzy głową użytkownika spoczywającą na paskach a wykładziną znajduje się niewiele pustej przestrzeni. Efekt ten powoduje niezadawalającą wentylację. Ponadto w przypadku uderzenia centralnego w część ciemieniową siła przekazywana jest ze strony skorupy na głowę punktowo. Przy uderzeniu bocznym paski pochłaniają tym mniej energii, im uderzenie ma miejsce bliżej punktów ich zamocowania do skorupy. W cytowanym hełmie motocyklowym paski mocowane są dość wysoko, z dala od brzegów hełmu, co zmniejsza ich skuteczność przy uderzeniach bocznych. Ponadto umiejscowienie wykładziny tłumiącej na całej wewnętrznej powierzchni skorupy znacznie zwiększa ciężar hełmu. Z wyżej podanych powodów konstrukcja hełmu motocyklowego znanego z francuskiego opisu patentowego nie może być zastosowana w przemysłowych hełmach ochronnych, które powinny posiadać zwiększoną odporność zarówno na uderzenia centralne, jak i boczne, jak również zapewniać maksymalną wentylację podczas wielogodzinnego użytkowania a równocześnie nie mogą być zbyt ciężkie.

Znany jest również z brytyjskiego opisu patentowego nr GB1494252 hełm ochronny, w którym elementem pochłaniającym energię uderzenia jest wykładzina mocowana do wewnętrznej powierzchni skorupy, zajmująca całą jej wewnętrzną powierzchnię. Wady takiego rozwiązania są analogiczne jak w rozwiązaniu znanym z francuskiego opisu patentowego.

Znane są również przemysłowe hełmy ochronne, które w celu zmniejszenia ciężaru hełmu zaopatrzone są w wykładzinę pochłaniającą energię uderzenia tylko w części ciemieniowej. Hełmy te nie zabezpieczają użytkownika przed uderzeniami niecentralnymi.

Znany jest z polskiego wzoru użytkowego RU.61417 przemysłowy hełm ochronny, składający się ze skorupy, wykładziny wykonanej ze styropianu o wysokiej gęstości zawartej w zakresie 50–80 kg/m³, mocowanej do wewnętrznej powierzchni skorupy, więźby w postaci pasków oraz pasa głównego, który charakteryzuje się tym, że wykładzina wykonana ze styropianu zajmuje całą wewnętrzną powierzchnię skorupy poza częścią ciemieniową a więźba mocowana jest w pobliżu brzegu skorupy, przy czym grubość wykładziny jest nie większa od odległości między wewnętrzną powierzchnią skorupy a elementami więźby i pasa głównego.

Znane hełmy ochronne posiadają tym lepsze właściwości ochronne, im więcej zastosowano w nich elementów pochłaniających energię. Jednakże cecha ta stoi w sprzeczności z niepożądanym wzrostem ciężaru hełmu, który w przypadku hełmów przemysłowych noszony jest na głowie użytkownika przez wiele godzin. Analogicznie ilość elementów pochłaniających energię oraz duża powierzchnia, jaką one zajmują, negatywnie wpływa na wentylację wewnątrz hełmu, a co za tym idzie spada komfort użytkowania. Cechy te powodują wzrastający dyskomfort oraz pogorszenie zdolności do pracy.

Znane hełmy przemysłowe, które posiadają wiele pojedynczych elementów, nie zapewniają jednolitej ochrony. Przy np. czterech pojedynczych elementach znajdują się obszary, gdzie amortyzacja będzie większa (np. jeżeli uderzenie nastąpi w miejscu występowania elementu) lub mniejsza (jeżeli będzie pomiędzy nimi). Konieczne jest uzyskanie hełmu ochronnego o dobrej, jednolitej ochronie głowy użytkownika przy równoczesnym niskim ciężarze hełmu.

Przemysłowy hełm ochronny według wzoru, składający się ze skorupy z tworzyw sztucznych, elementu pochłaniającego energię uderzenia mocowanego do wewnętrznej powierzchni skorupy obwodo-
wado ponad więźbą ale poniżej szczytu skorupy pokrywając jedynie część powierzchni skorupy ponad więźbą oraz zamontowanej wewnątrz więźby w postaci pasków z tworzyw sztucznych lub z elementów włókienniczych, mocowanych do pasa głównego, charakteryzuje się tym, że element pochłaniający energię wykonany jest z materiału o charakterystyce cieczy nienewtonowskiej w postaci materiałów piankowych i ma kształt pierścienia. Jako materiał o charakterystyce cieczy nienewtonowskiej stosuje się materiał na bazie pianki poliuretanowej o zamkniętych komórkach z poliborododimetylosiloksanem (PBDMS) jako dylatantem zdyspergowanym przez matrycę piankową.

Przemysłowy hełm ochronny wyposażony w elementy pochłaniające energię o cechach cieczy nienewtonowskiej charakteryzuje się skutecznym tłumieniem uderzeń z centralnego kierunku pionowego, a także z kierunków niecentralnych, jednocześnie zapewniając wysoki komfort użytkowania w szerokim zakresie temperatur od -30°C i 50°C umieszczonych wewnątrz skorupy hełmu poniżej części ciemieniowej. Dodatkową bardzo ważną cechą wzoru wynikającą z zastosowania cieczy nienewtonowskiej jest wygoda użytkowania w porównaniu do sztywnych i twardych elementów stosowanych do pochłaniania energii. Przemysłowe hełmy ochronne używane są często przez czas 8 godzin pracy i każdy kontakt głowy użytkownika z twardym materiałem powoduje istotny dyskomfort. Ciecze nienewtonowskie dzięki swej „miękości” są wyjątkowo wygodne.

Hełm według wzoru podczas uderzenia centralnego, skierowanego w wierzchołek hełmu i jego okolice wykazuje wysokie własności pochłaniania energii mimo braku wykładziny tłumiącej. Dzięki istnieniu dużej wolnej przestrzeni między skorupą a wieżbą, a co za tym idzie – głową użytkownika, energia jest pochłaniania przez skorupę i wieżbę a strefa zgniotu jest wystarczająco duża. Równocześnie dzięki zamocowaniu wieżby blisko brzegu skorupy (duża powierzchnia kontaktu wieżby z głową) siła działająca na głowę rozkłada się na większą powierzchnię, tak więc wieżbą przejmuje znaczną część energii uderzenia. W przypadku uderzeń następujących w punkty położone niżej na skorupie funkcję pochłaniania energii zaczyna przejmować materiał o charakterystyce cieczy nienewtonowskiej, usytuowany w postaci pasa dookoła hełmu. Równocześnie znacznemu zmniejszeniu uległa powierzchnia kontaktu głowy z wnętrzem skorupy bez utraty właściwości ochronnych, co skutkuje znacznym polepszeniem komfortu użytkowania.

Przemysłowy hełm według wzoru charakteryzuje się niższym ciężarem od hełmów znanych ze stanu techniki, wysoką skutecznością ochronną w stosunku do uderzeń centralnych i niecentralnych mimo niewielkiej powierzchni zastosowanych materiałów pochłaniających energię uderzenia.

Hełm ochronny według wzoru pokazany został na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia półprzekrój poziomy w widoku aksonometrycznym a Fig. 2 przedstawia umiejscowienie elementów pochłaniających energię w postaci pełnego pierścienia w widoku z góry.

Przykład 1. Hełm stanowi konstrukcję złożoną ze skorupy **1** wykonanej z HDPE (polietylen wysokiej gęstości) lub ABS'u (poli(akrylonitryl-ko-butadien-ko-styren)) lub PA (poliamid) tworzącej ogólny kształt zewnętrzny, wieżby **2** wykonanej z taśmy tkaninowej, składającej się z trzech pasów zamocowanych w pobliżu brzegu skorupy **1** do pasa głównego **3** oraz elementu pochłaniającego energię uderzenia **4** mocowanego do wewnętrznej części skorupy **1**. Element pochłaniający energię **4** zamocowany jest obwodowo ponad wieżbą **2** ale poniżej szczytu skorupy **1**, pokrywając jedynie część powierzchni skorupy **1** ponad wieżbą **2**, i wykonany był z materiału o charakterystyce cieczy nienewtonowskiej w postaci pianki poliuretanowej o zamkniętych komórkach z poliborododimetylosiloksanem (PBDMS) jako dylatantem zdyspergowanym przez matrycę piankową o kształcie pierścienia, o przekroju okrągłym. Średnica przekroju elementu **4** wynosiła 20 mm. Element **4** przyklejony był do wewnętrznej powierzchni skorupy **1**.

Przykład 2. Hełm według wzoru został poddany badaniom.

Stanowisko do badania hełmów ochronnych.

Badania opracowanego modelu hełmu wyposażonego w elementy amortyzacyjne o charakterystyce cieczy nienewtonowskiej wykonano z wykorzystaniem stanowiska do badań amortyzacji hełmów ochronnych, zainstalowanego w laboratorium CIOPIB. Jest ono przeznaczone do pomiaru siły przekazywanej przez uderzany hełm na makietę głowy oraz przyspieszenia bijaka. Stanowisko wyposażono dodatkowo w system mechaniczny umożliwiający mocowanie makiety głowy pod różnymi kątami do pionu. Pochylenie makiety umożliwiło przeprowadzenie badań zdolności amortyzacji hełmu podczas uderzeń bocznych. Część mechaniczna stanowiska jest zainstalowana na monolitycznym fundamencie o masie większej od 500 kg, którego głównym zadaniem jest przejęcie sił dynamicznych wywołanych uderzeniem bijaka w hełm założony na makietę głowy. W stanowisku są zainstalowane pionowe prowadnice, po których porusza się wózek. Wózek jest połączony ze sferycznym bijakiem o masie $m = 5\text{ kg}$ i wymiarach zdefiniowanych w normie PN-EN 397:2013. Wózek przed przeprowadzeniem badania jest podnoszony za pomocą wyciągarki na określoną wysokość i blokowany w zaczepie elektromagnetycznym. Zaczep elektromagnetyczny jest zwalniany sygnałem z układu sterującego. Stanowisko wyposażono w elektroniczny system do pomiaru przyspieszenia bijaka podczas uderzenia w hełm ochronny. Pierwszym elementem tego systemu jest jednokierunkowy akcelerometr typ 7231 C-750 firmy Endevco zainstalowany w środku ciężkości bijaka. Akcelerometr został tak umieszczony, że jego oś, w której

wykazuje maksymalną czułość, pokrywa się z osią symetrii bijaka oraz podstawy makiety głowy. Akcelerometr jest połączony ze wzmacniaczem i dolnoprzepustowym filtrem analogowym, dzięki którym sygnał z przetwornika jest odpowiednio wzmacniany i filtrowany. Z punktu widzenia parametrów częstotliwościowych tor pomiarowy przyspieszenia spełnia wymagania dla kanału CFC 600 zdefiniowanego w normie ISO 6487:1987. Drugim elementem pomiarowym jest czujnik pomiaru siły typ U3/20kN połączony ze wzmacniaczem AE-101. Dalszym elementem torów pomiarowych przyspieszenia i siły jest cyfrowy oscyloskop marki Tektronix, którego zadaniem jest zapamiętanie przebiegu czasowego przyspieszenia bijaka lub siły przekazywanej na makietę głowy.

Metodyka

Badania opracowanego modelu hełmu wyposażonego w elementy amortyzacyjne wykonane z materiałów o charakterystyce cieczy nienewtonowskiej, pozwoliły pozyskać informacje na temat ich właściwości ochronnych. Uzyskane wyniki badań porównano z wynikami hełmów bez dodatkowych elementów amortyzacyjnych. Metodyka prowadzenia badań zdolności amortyzacji hełmu w warunkach uderzenia spadającego obiektu wykorzystująca przedstawione powyżej stanowisko obejmuje następujące działania:

- Wstępne kondycjonowanie próbek do badań w temperaturze $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ i wilgotność względnej $(50 \pm 5)\%$ przez okres co najmniej 6 godz.
- Umieszczenie hełmu na makiecie głowy.
- Uniesienie za pomocą wózka bijaka na założoną wysokość.
- Zwolnienie bijaka z zaczepu elektromagnetycznego i zarejestrowanie przebiegu przyspieszenia bijaka lub przebiegu siły przekazanej na makietę głowy.

Podczas badania opracowanych i wykonanych w ramach niniejszego projektu modeli przemysłowych hełmów ochronnych wyposażonych w elementy amortyzacyjne o charakterystyce cieczy nienewtonowskiej jako zmienne przyjęto wysokość spadania bijaka oraz kąt pochylenia makiety głowy względem kierunku pionowego. Wstępną wysokość spadania przyjęto 1,0 m, ponieważ jest to wartość stosowana w badaniu amortyzacji przemysłowych hełmów ochronnych. Jako dodatkową przyjęto wysokość 0,7 m. Podczas uderzenia wykonywanego dla kątów 0° , czyli pionowo z góry rejestrowano za pomocą czujnika siły wartości sił przekazywanych na makietę głowy. Podczas uderzenia przy makiecie pochylonej o 30° w kierunku przodu, tyłu i boków hełmu rejestrowano za pomocą czujnika przyspieszeń wartości przyspieszenia a [g]. Uzyskane dane z przetwornika przyspieszeń posłużyły do wykonania jego przebiegów w czasie oraz wyznaczenia wartości maksymalnych.

Tabela 1
Wartości siły przekazywanej na makietę głowy
podczas uderzenia bijaka z kierunku pionowego

Oznaczenie hełmu	Typ elementu amortyzacyjnego	Siła [N]
B	piankowy	2,31
	brak	2,64
H	piankowy	2,54
	brak	2,72

Hełm typu H to hełm o dużej skorupie i dużej odległości skorupy od więźby, a hełm typu B to hełm o małej skorupie i małej odległości skorupy od więźby. Z przedstawionych wartości maksymalnych sił przekazanych na makietę głowy przedstawionych w tabeli 1 widać, że wbudowane elementy amortyzacyjne nie mają większego wpływu na jej wartości. Różnice sięgające kilkunastu procent występują zwykle podczas badań poszczególnych egzemplarzy hełmów wyposażonych jedynie w samą więźbę. Sytuacja taka wynika z faktu, że podczas uderzenia zamontowane elementy amortyzacyjne nie są wykorzystywane do jego tłumienia (lub pracują w niewielkim stopniu). Więźbą w kierunku pionowym znajduje się w największej odległości od skorupy hełmu.

Podczas badania ww. modeli hełmów ochronnych uderzanych z kierunku odchylonego od pionu o 30° , wykorzystując pochylaną makietę głowy rejestrowano wartości przyspieszeń mierzonych w bijaku. Przykładowe przebiegi czasowe dla wybranych hełmów typu H podczas uderzenia bijakiem w bok z wysokości 70 cm przedstawiono w tabeli 2. Najwyższe wartości przyspieszeń uzyskane podczas badań dla różnych wysokości zrzutu przedstawiono w tabeli 3 i 4.

Tabela 2
Przykładowe przebiegi czasowe przyspieszenia dla wybranych hełmów typu H

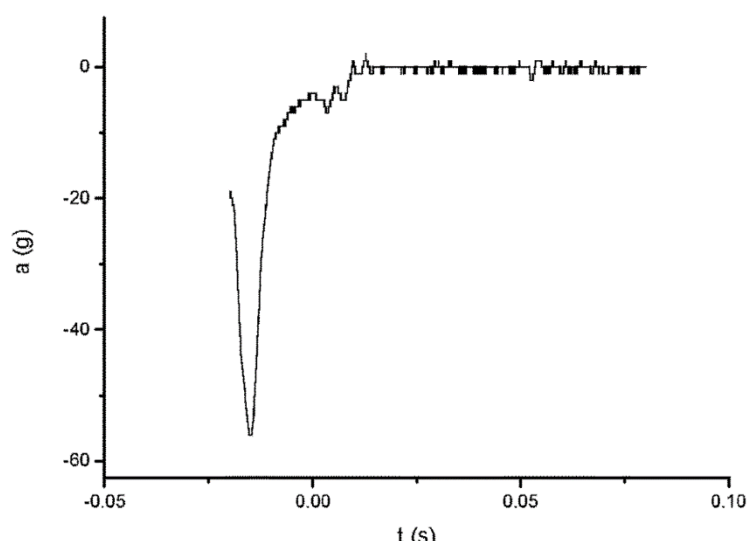
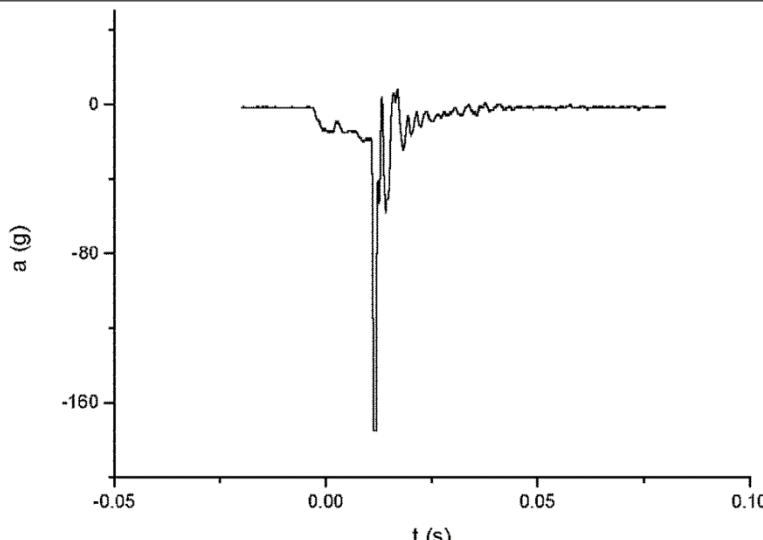
Typ elementu amortyzującego	
piankowy	
brak	

Tabela 3
Najwyższe wartości przyspieszeń uzyskane podczas badań dla różnych wysokości rzutu dla hełmu typu H

Oznaczenie hełmu	Element amortyzujący	Miejsce uderzenia	Wysokość rzutu [cm]	Przyspieszenie [g]
H	pianka	bok	70	76
			100	146
		tył	70	110
			100	136
		przód	70	38
			100	141
	brak	bok	70	150
			100	>750
		Tył	70	147
			100	>750
		przód	70	102
			100	>750

Tabela 4
Najwyższe wartości przyspieszeń uzyskane podczas badań dla różnych wysokości rzutu dla hełmu typu B

Oznaczenie hełmu	Element amortyzujący	Miejsce uderzenia	Wysokość rzutu [cm]	Przyspieszenie [g]
B	pianka	bok	70	90
			100	158
		tył	70	123
			100	146
		przód	70	110
			100	144
	brak	bok	70	>750
			100	>750
		Tył	70	>750
			100	>750
		przód	70	>750
			100	>750

Z przebiegów czasowych przyspieszenia dla badanych hełmów oraz wartości maksymalnych przyspieszenia działającego na bijak przedstawionych w tabeli 3 i 4 widać, że zamocowanie elementów amortyzacyjnych znacznie poprawia zdolności absorpcji uderzenia hełmów przemysłowych, a przede wszystkim zdolności te są porównywalne na całym obwodzie hełmu. Szczególnie jest to widoczne podczas uderzeń bocznych, gdzie różnice w wartościach przyspieszeń dla hełmu typu H wyposażonego w elementy amortyzacyjne są dwukrotnie niższe niż dla hełmu bez nich. Sytuacja taka występuje dla wysokości zrzutu 70 cm. Dla wysokości 100 cm wartości przyspieszeń dla hełmu bez elementów amortyzacyjnych przekraczały wartości maksymalne stosowanego czujnika. Hełmy bez amortyzatorów symulowały hełmy znane ze stanu techniki posiadające rozdzielone elementy amortyzacyjne i uderzenie w puste przestrzenie między nimi.

Większość wartości przyspieszeń notowanych dla hełmu typu B są wyższe niż dla hełmu typu H. Sytuacja ta jest spowodowana wysokością wieży mocowanej wewnątrz skorupy hełmu. W przypadku hełmu typu H jest ona umocowana wyżej w kierunku pionowym i dalej w kierunku poziomym od bocznych krawędzi skorupy.

Badania użytkowe

Metodyka

Dla potrzeb przeprowadzenia badań użytkowych wykonanych modeli przemysłowych hełmów ochronnych opracowano metodykę badań, która polegała na wykonaniu, wymienionych poniżej po sobie czynności:

- Zgodnie z informacją producenta założyć wstępnie wyregulowany przemysłowy hełm ochronny. Sprawdzić możliwość dopasowania hełmu pod względem długości pasa głównego. W tym celu zgodnie pokręcając pokrętłem lub przesuwając pasek regulacyjny dokonać zmiany długości pasa sprawdzając czy daje się dopasować do głowy.
- Posługując się instrukcją producenta sprawdzić czy dopasowanie jest osiągnięte w dopuszczalnym zakresie regulacji hełmu ochronnego
- Postępując zgodnie z instrukcją producenta hełmu dokonać regulacji wysokości noszenia ustawiając jej największą wartość. Jeżeli hełm jest wyposażony w pasek podbródkowy, należy sprawdzić możliwość jego zapięcia pod brodą oraz regulację długości
- Po dopasowaniu hełmu stojąc w pozycji wyprostowanej wykonać pięć energicznych ruchów głową do przodu i do tyłu
- Stojąc w pozycji wyprostowanej wykonać pięć energicznych ruchów głowy na boki
- Stojąc w pozycji wyprostowanej 1 wykonać pięć energicznych obrotów głowy.

Zastosowane metody badań miały charakter subiektywny, a ich głównym celem było zweryfikowanie wygody i komfortu użytkowania. Biorąc pod uwagę, że w rzeczywistości sprzęt jest zakładany na głowy użytkowników, których wymiary, włosy itp. mogą w znaczący sposób różnić się od siebie badania przeprowadzono dla 8 użytkowników. Wykonali oni zestaw prostych, opisanych powyżej ćwiczeń, po zakończeniu których musieli odpowiedzieć na pytania dotyczące komfortu.

WYNIKI. Badania użytkowe

Badania użytkowe zostały przeprowadzone z wykorzystaniem opracowanej metody badań hełmów ochronnych. Wykorzystano w tym celu ankietę dołączoną do sprawozdania jako załącznik. W ankiecie brało udział 8 osób. Każdy z nich oceniał dwa typy hełmów H i B wyposażonych w elementy amortyzacyjne piankowe. Wyniki zebranych ankiet posłużyły do przygotowania tabeli 5.

Tabela 5

Wyniki badań użytkowych komfortu i wygody użytkowania hełmów przemysłowych

Oznaczenie hełmu	B				H			
Typ elementu amortyzacyjnego	piankowy		plastyczny		piankowy		plastyczny	
	Ilość							
	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak	Nie
Utrudnienia regulacji i dopasowania	0	32	0	32	0	32	0	32

Kontakt z głową	Tak/Nie	0	32	6	25	0	32	1	31
	Dyskomfort z tego powodu	---	---	Nie	---	---	---	Nie	---
Uczucie zwiększenia masy		2	30	11	21	1	31	5	27
Ograniczenie ruchów głowy	Tak/Nie	0	32	2	30	0	32	1	31
	Dyskomfort z tego powodu	---	---	Nie	---	---	---	Nie	---
Pole widzenia		0	32	0	32	0	32	0	32

Analizując uzyskane wyniki można zauważyć, że najważniejsze odczucia tzn. dotyczące utrudnień w regulacji i dopasowaniu, które mogłyby wpływać na bezpieczeństwo użytkownika, wypadły w 100% pozytywnie. Żaden z ankietowanych nie doczuwał trudności w regulacji i dopasowaniu hełmu. Podobnie było z polem widzenia. Zauważalne różnice dla hełmów typu B i H zanotowano w wynikach uczucia zwiększenia masy i kontaktu elementów amortyzacyjnych z głową użytkownika. Są one głównie skutkiem różnic w wielkości/obszerności i masie samych hełmów. Hełm typu B jest mniejszy i lżejszy od hełmu typu H. Dla hełmu typu B dwie osoby odczuwały zwiększenie masy przy elementach amortyzacyjnych piankowych i aż 11 przy elementach amortyzacyjnych plastycznych. Odpowiednio dla hełmu typu H jedna osoba odczuwała zwiększenie masy przy elementach amortyzacyjnych piankowych i 5 przy elementach amortyzacyjnych plastycznych. Sytuacja taka wynika z faktu, że elementy amortyzacyjne plastyczne charakteryzują się rzeczywiście większą masą od elementów amortyzacyjnych piankowych. W związku z tym uczucie to nie było tylko subiektywne. Kolejne różnice wynikające z typu elementów amortyzacyjnych zauważono w punkcie „kontakt z głową”. Uwagi odnotowano jedynie dla elementów amortyzacyjnych plastycznych, gdzie dla hełmów typu B problem zauważyło 6 osób, a dla hełmów typu H jedna osoba. Znaczącym w tych przypadkach wydaje się fakt, że żaden z ankietowanych nie odebrał tych odczuć jako negatywnie wpływające na komfort użytkownika.

Zastrzeżenie ochronne

1. Przemysłowy hełm ochronny, składający się ze skorupy z tworzyw sztucznych, elementu pochłaniającego energię uderzenia mocowanego do wewnętrznej powierzchni skorupy oraz zamontowanej wewnątrz więźby w postaci pasków z tworzyw sztucznych lub z elementów włókienniczych, mocowanych do pasa głównego, **znamienny tym**, że element pochłaniający energię (4) zamocowany jest obwodowo ponad więźbą (2) ale poniżej szczytu skorupy (1) pokrywając jedynie część powierzchni skorupy (1) ponad więźbą (2) i ma kształt pierścienia oraz wykonany jest z materiału o charakterystyce cieczy nienewtonowskiej w postaci pianki poliuretanowej o zamkniętych komórkach z poliborododimetylosiloksanu (PBDMS) jako dylatantem zdyspergowanym przez matrycę piankową.

Rysunki

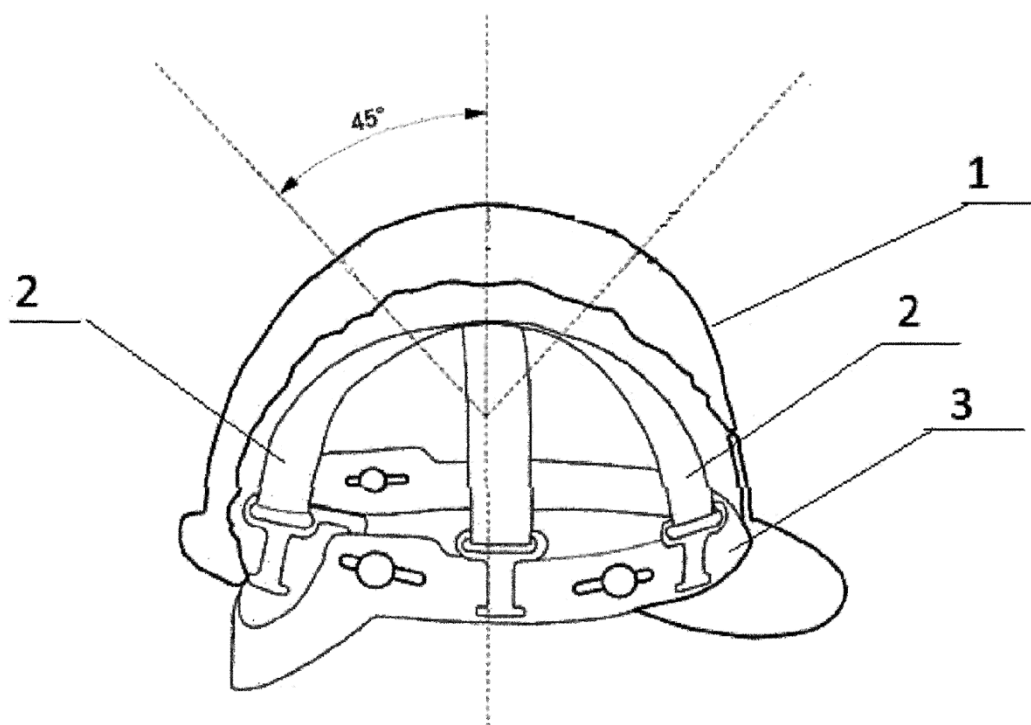


Fig. 1

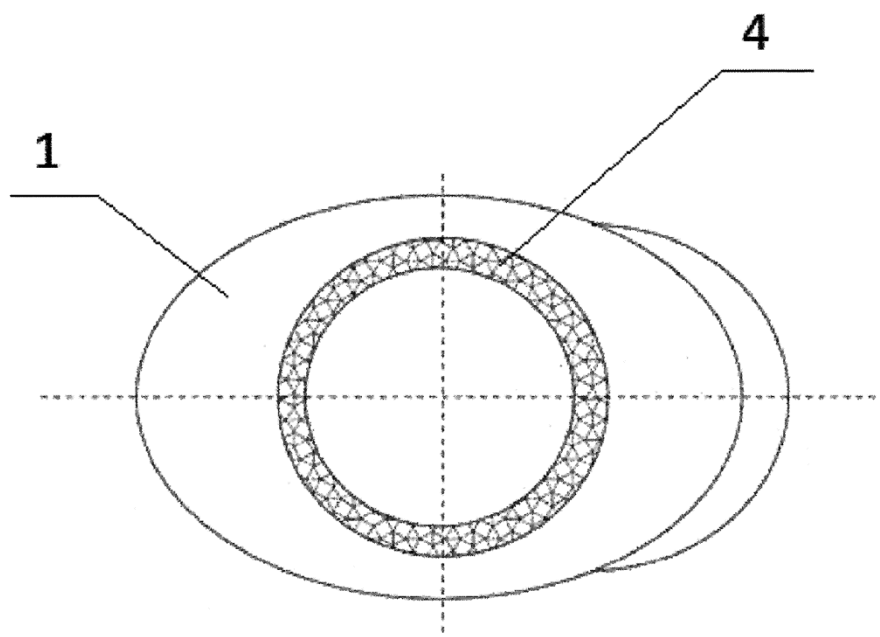


Fig. 2