

Wybuch bomby atomowej – wszystko, co chciałbyś wiedzieć o eksplozji jądrowej

Wybuch bomby atomowej w Hiroszynie i Nagasaki podczas II wojny światowej pokazał całemu światu, jak potężną bronią masowego rażenia jest eksplozja jądrowa. W jaki sposób dochodzi do wybuchu nuklearnego i dlaczego sieje ona tak ogromne spustoszenie?

Zasada działania bomby jądrowej – co powoduje tak potężny wybuch?

Bomba jądrowa jest najsilniejszą stworzoną jak dotąd przez człowieka bronią i zalicza się ją do broni masowego rażenia. Konstrukcja zewnętrzna jest zbliżona do typowej bomby lotniczej. **Wybuch bomby atomowej niesie za sobą, w przeciwieństwie do wybuchu konwencjonalnego, kilka różnych konsekwencji destrukcyjnych, w tym szkodliwe promieniowanie.** Kojarzy się głównie z powstaniem charakterystycznej chmury – tak zwanego grzyba atomowego. Choć ten efekt wizualny jest naprawdę imponujący, to następstwa eksplozji są dramatyczne.

Na czym polega wybuch bomby atomowej? Do eksplozji tego typu można doprowadzić na dwa sposoby: **łańcuchową reakcją rozszczepiania jąder ciężkich pierwiastków (uranu lub plutonu) bądź syntezą (połączeniem) pierwiastków lekkich (wodoru lub helu).** Efektem zachodzących przemian jądrowych w obu przypadkach jest niezwykle szybkie uwolnienie ogromnej ilości energii, co stanowi podstawę tworzonych w ten sposób tak zwanych bomb atomowych i wodorowych (termojądrowych).

Rozszczepu pierwiastkowego po raz pierwszy, a zarazem ostatni, jako broni użyły podczas II wojny światowej Stany Zjednoczone. **Był to największy wybuch bomby wykorzystany w konflikcie zbrojnym,** który spowodował śmierć tysięcy ludzi. 6 i 9 sierpnia 1945 roku zrzucone zostały dwa ładunki na japońskie miasta: Hiroszynie (bomba *Little Boy*) i Nagasaki (*Fat Man*).

Obie eksplozje uformowały słup dymu w kształcie grzyba, którego wysokość sięgała kilkunastu kilometrów. Choć *Fat Man* cechował się dwukrotnie wyższą siłą niż *Little Boy*, to dzięki otoczeniu wzgórz fala uderzeniowa została osłabiona. **Szacuje się, że bomba zrzucona na Hiroszynie zabiła około 30% populacji tego miasta, a oba wybuchy pochłonęły 110-160 tysięcy istnień.** Kolejne tysiące ofiar umierało przez następne lata wskutek choroby popromiennej.

Następstwa eksplozji jądrowej

Podczas detonacji klasycznych materiałów wybuchowych zdecydowana większość energii przechodzi w niszczycielską falę uderzeniową i w niewielkim stopniu także

w wydzielanie ciepła. **W przypadku wybuchu nuklearnego mówi się o kilku czynnikach rażących**, które towarzyszą fali uderzeniowej, a ich skutki znacznie zwiększają jego niszczące działanie. Są to: **promieniowanie cieplne i przenikliwe, skażenie promieniotwórcze oraz impuls elektromagnetyczny.**

Fala uderzeniowa

Fala uderzeniowa jest głównym następstwem wybuchu każdego rodzaju ładunku. W przypadku bomby jądrowej na jej wytworzenie przekazywane jest zaledwie **około 50% całkowitej wytworzonej energii**, druga połowa przekształca się w pozostałe czynniki rażenia. Choć wywołany wybuchem silny podmuch nadal charakteryzuje się dużą siłą niszczycielską (**osiąga prędkość nawet 1600 km/h**), to nie jest tym, co w broni nuklearnej przeraża najbardziej.

Promieniowanie świetlne

Promieniowanie świetlne (cieplne) **stanowi około 30-40%** wytworzonej w trakcie eksplozji energii. Towarzyszy ono pierwszej fazie wybuchu jądrowego i emitowane jest przez wytworzony impuls świetlny – kulę ognistą. **Następstwem emisji promieniowania cieplnego u ofiar znajdujących się w polu rażenia są rozległe oparzenia, a nawet zwęglenie skóry**, skutkujące jej odpadaniem. Ponadto powoduje ono liczne pożary.

Promieniowanie jonizujące

Na to następstwo ma wpływ **około 5-10% całkowitej energii**. Podstawową różnicą pomiędzy promieniowaniem świetlnym a jonizującym (jądrowym) jest to, że to pierwsze można zaobserwować. **Promieniowanie jądrowe, choć niewidoczne, niesie za sobą poważne konsekwencje destrukcyjne.** Głównymi składnikami promieniującymi są promienie gamma i neutrony, które wyróżniają się niebywale szkodliwym oddziaływaniem na organizmy żywe, a **ich zasięg działania jest bardzo szeroki.**

Niszczycielski wpływ promieniowania wynika ze zdolności wprowadzania zmian (mutacji) oraz **niszczenia cząsteczek DNA i RNA organizmów żywych.** Wystąpienie objawów związanych ze szkodliwym oddziaływaniem promieniowania określa się jako **chorobę popromienną.** Symptomy choroby pojawiają się dopiero po kilku godzinach od wybuchu. Do charakterystycznych objawów zalicza się wymioty, biegunkę, osłabienie i spadek liczby białych krwinek.

Ustępują one na jakiś czas, by po 1-3 tygodniach powrócić w zaostrej formie. Wtedy obserwuje się już wylewy krwi i owrzodzenia, silne wypadanie włosów, gorączkę, niedokrwistość, zmętnienie gałek ocznych, a także bezpłodność. **Jeśli dawka promieniowania była duża, następuje zgon.** Promienie jonizujące mogą także przyczyniać się do powstawania mutacji genetycznych, które wprawdzie nie doprowadzają do śmierci, ale są przekazywane kolejnym pokoleniom.

Jak to zatem możliwe, że wielu osobom udało się przeżyć wybuch bomby atomowej? Otóż ostateczne wystąpienie skutków działania promieni jonizujących oraz ich stopień zależą od kilku składowych, w tym całkowitej dawki promieniowania, części ciała, która była ekspozycja na promieniowanie, i szybkości jego pochłaniania. Niebagatelne znaczenie ma też ogólna kondycja organizmu w chwili eksplozji.

Skażenie radioaktywne

Wybuch bomby atomowej prowadzi również do skażenia powierzchni ziemi substancjami promieniotwórczymi, a więc do skażenia radioaktywnego (10% energii). Jego głównym źródłem jest opad promieniotwórczy (są to napromieniowane cząstki ziemi, pyłu i wody, które w wyniku wybuchu zostały wciągnięte do powstałej kuli ognistej). **Wielkość skażenia będzie uzależniona zarówno od charakterystyki bomby (na przykład jej wielkości), rodzaju terenu, wysokości wybuchu, jak i pogody panującej w momencie eksplozji.**

Czym jest grzyb atomowy?

Jednym z efektów wizualnych wybuchu jądrowego jest utworzenie się tak zwanego grzyba atomowego. Drobne pyły, aerozole, drobiny gleby i resztki bomby wraz z nagrzanym powietrzem tworzą potężną chmurę w charakterystycznym kształcie przypominającym grzyb. **Może się on wznosić na dziesiątki kilometrów.** Wytworzony w ten sposób radioaktywny obłok unoszony jest przez wiatr na ogromne odległości. Po czasie **opada na ziemię** w postaci promieniotwórczego opadu.

Grzybowi atomowemu towarzyszy także powstanie charakterystycznej kuli ognia, która generuje promieniowanie świetlne. Jej pojawienie się następuje w wyniku zadziałania ogromnej temperatury wytworzonej na skutek jądrowej reakcji łańcuchowej. **W momencie wybuchu osiąga ona 100 milionów stopni Celsjusza.**

Starfish Prime – wybuch bomby atomowej w kosmosie

Dynamiczny rozwój fizyki jądrowej w latach 40. i 50. ubiegłego wieku doprowadził do przeprowadzenia licznych testów nuklearnych. Jednym z nich, **przeprowadzonym 9 lipca 1962 roku, był tak zwany Starfish Prime,** który miał na celu detonację bomby termojądrowej (wodorowej) na bardzo dużej wysokości – **400 kilometrów od powierzchni Ziemi.** Wykonany został przez Stany Zjednoczone.

Wybuch bomby atomowej w kosmosie okazał się bardziej niszczycielski w skutkach, niż zakładano. Spowodował on wytworzenie się ogromnego impulsu magnetycznego, który uszkodził urządzenia elektryczne (lampy uliczne, linie telefoniczne, alarmy antywłamaniowe) na oddalonych o blisko 1500 kilometrów Hawajach. **Ponadto eksplozja utworzyła pas radiacyjny** (bogaty w naładowane cząstki) w magnetosferze Ziemi, co z kolei doprowadziło do uszkodzenia kilku satelitów.

Detonacje podwodne i podziemne

Wybuchy powierzchniowe oraz te na dużych wysokościach (powietrzne) nie były jedynymi możliwościami sprawdzanymi przez państwa przodujące w rozwijaniu techniki jądrowej – USA oraz ZSRR. **Liczne testy dotyczyły także eksplozji podziemnych i podwodnych.** W zależności od lokalizacji punktu detonacji względem powierzchni ziemi zmienia się intensywność następstw (fali uderzeniowej, promieniowania i tak dalej). **Najgroźniejszymi w skutkach okazały się wybuchy powietrzne, które charakteryzują się także największym zasięgiem rażenia.**

Jak wygląda wybuch bomby atomowej pod ziemią? W przypadku tego typu eksplozji **cała wytworzona przez wybuch energia zostaje zużyta na stopienie skały**, promieniowanie rozchodzi się w niewielkim stopniu. Nieco inaczej wygląda to podczas detonacji na niewielkiej głębokości – powstaje słup złożony z gorących gazów, pozostałości bomby oraz dużej ilości cząstek gleby, co prowadzi do powstania krateru o sporych rozmiarach.

Wybuch bomby atomowej pod wodą wykonany na dużej głębokości nie stanowi zagrożenia promieniowania. Niemal całkowicie jest ono wchłaniane przez otaczającą wodę, która dodatkowo zostaje mocno podgrzana wskutek wytworzonej energii. **Oczywiście rozmiar następstw eksplozji będzie się różnić w zależności od jej oddalenia od powierzchni.** W przypadku detonacji ładunku na małej głębokości powstaje widoczna kula ognia, fala uderzeniowa, słup wody oraz chmura radioaktywna w kształcie kalafiora.

Zima nuklearna – potencjalny efekt wojny atomowej

Teoria zimy nuklearnej powstała w odpowiedzi na szybki rozwój w tej dziedzinie oraz niebezpieczeństwo związane z powiększającym się arsenałem bomb wielu krajów całego świata. **Hipoteza ta opisuje zmiany klimatu, które mogłyby zajść w przypadku wojny nuklearnej** (jednoczesnego wybuchu wielu ładunków atomowych). Badania nad potencjalnym zjawiskiem w 1981 roku rozpoczęła amerykańska **Narodowa Akademia Nauk**.

Efektom takich eksplozji miałyby być ogromne ilości pyłów, które wzniesione przez wybuch i roznoszone przez wiatr **w znacznym stopniu przysłoniłyby Słońce**. Doprowadziłoby to do obniżenia temperatury na Ziemi. Niedostateczne nasłonecznienie uniemożliwiłoby życie roślin, co w konsekwencji spowodowałoby brak pożywienia, a zatem **śmierć ludzi i zwierząt**. Choć dane dotyczące arsenału nuklearnego różnych krajów są szacunkowe, to zakłada się, że **jego moc jest przynajmniej kilkadziesiąt razy większa** niż ta, która skutkowałaby powstaniem zimy nuklearnej.

Operacja Plumbbob – zobrazowanie siły eksplozji jądrowej

Pierwszy wybuch bomby atomowej był detonacją próbną i miał miejsce **na poligonie w Nowym Meksyku 16 lipca 1945 roku**. Operacja została przeprowadzona przez Stany Zjednoczone i nosiła nazwę Trinity. Był to moment wieńczący kilkuletnią pracę nad projektem Manhattan – tajnego programu rządowego, którego celem było wykorzystanie energii jądrowej do stworzenia nieznaney dotąd broni.

Dwanaście lat później USA przeprowadziło serię testów na poligonie w Nevadzie, nazwaną operacją Plumbbob, podczas których użyto broni nuklearnej do aż 29 eksplozji. **Była to nie tylko największa i najdłuższa tego typu operacja w tej części globu, lecz także najbardziej kontrowersyjna.** Kilka tysięcy żołnierzy przyjęło wysoką dawkę promieniowania, ponadto zakłada się, że skutkiem mógł być **wzrost zachorowań na raka tarczycy**. W wyniku rozległych poparzeń ucierpiały też setki świń poddanych eksperymentom.

Podczas jednego z wybuchów testowych postanowiono zobrazować siłę eksplozji jądrowej. W tym celu jednocześnie z prędkością ponad 65 km/h wystrzelono pancerną, stalową pokrywę ważącą 900 kilogramów. **Według szacunków wybuch nuklearny miał zwiększyć prędkość pokrywy do wartości sześć razy większej od prędkości ucieczki**, czyli prędkości, która pozwala danemu obiektowi na opuszczenie pola grawitacyjnego Ziemi (około 40 tysięcy km/h). Ostatecznie pokrywę nie odnaleziono, ale prawdopodobnie została ona **zniszczona przez powstałą wysoką temperaturę**.

Po dwudziestu latach licznych testów nuklearnych w **1996 roku** stworzono *Traktat o całkowitym zakazie prób z bronią jądrową*. Wcześniej zaś, w **1968 roku** powstała międzynarodowa umowa – *Układ o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej* – mający zahamować wyścig zbrojeniowy. Zgodnie z jej zapisem zabroniona jest sprzedaż technologii budowy bomby atomowej przez państwa ją posiadające tym, które jej nie mają. Te drugie zobowiązują się również do zaprzestania prowadzenia prób jej tworzenia. **Do 2003 roku układ ratyfikowało 189 państw.**

Nie ulega wątpliwości, że w wyniku rozszczepienia jąder pierwiastkowych wynaleziono najbardziej destrukcyjną broń, **a jej ewentualne użycie w konfliktach zbrojnych przyniosłyby niewyobrażalne zniszczenia**. Najlepszym tego przykładem jest zagłada dokonana w Hiroszynie i Nagasaki w 1945 roku – a trzeba zaznaczyć, że były to pierwsze konstrukcje, które jeszcze nie miały możliwej największej siły rażenia. **Zakłada się, że jeśli dojdzie kiedykolwiek do III wojny światowej, będzie to wojna nuklearna.**