

**ВОДОРОДНАЯ БОМБА**, оружие большой разрушительной силы (порядка мегатонн в тротиловом эквиваленте), принцип действия которого основан на реакции термоядерного синтеза легких ядер. Источником энергии взрыва являются процессы, аналогичные процессам, протекающим на [Солнце](#) и других звездах.



## Термоядерные реакции.

В недрах Солнца содержится гигантское количество [водорода](#), находящегося в состоянии сверхвысокого сжатия при температуре ок. 15 000 000 К. При столь высоких температуре и плотности плазмы ядра водорода испытывают постоянные столкновения друг с другом, часть из которых завершается их слиянием и в конечном счете образованием более тяжелых ядер гелия. Подобные реакции, носящие название термоядерного синтеза, сопровождаются выделением огромного количества энергии. Согласно законам физики, энерговыделение при термоядерном синтезе обусловлено тем, что при образовании более тяжелого ядра часть массы вошедших в его состав легких ядер превращается в колоссальное количество энергии. Именно поэтому Солнце, обладая гигантской массой, в процессе термоядерного синтеза ежедневно теряет ок. 100 млрд. т вещества и выделяет энергию, благодаря которой стала возможной жизнь на Земле.

## Изотопы водорода.

Атом водорода – простейший из всех существующих атомов. Он состоит из одного протона, являющегося его ядром, вокруг которого вращается единственный электрон. Тщательные исследования воды ( $H_2O$ ) показали, что в ней в ничтожном количестве присутствует «тяжелая» вода, содержащая «тяжелый изотоп» водорода – [дейтерий](#) ( $^2H$ ). Ядро дейтерия состоит из протона и нейтрона – нейтральной частицы, по массе близкой к протону.

Существует третий изотоп водорода – тритий, в ядре которого содержатся один протон и два нейтрона. Тритий нестабилен и претерпевает самопроизвольный радиоактивный распад, превращаясь в изотоп гелия. Следы трития обнаружены в [атмосфере Земли](#), где он образуется в результате взаимодействия космических лучей с молекулами газов, входящих в состав воздуха. Тритий получают искусственным путем в ядерном реакторе, облучая изотоп литий-6 потоком нейтронов.

## Разработка водородной бомбы.

Предварительный теоретический анализ показал, что термоядерный синтез легче всего осуществить в смеси дейтерия и трития. Приняв это за основу, ученые США в начале 1950 приступили к реализации проекта по созданию водородной бомбы (НВ). Первые испытания модельного ядерного устройства были проведены на полигоне Эниветок весной 1951; термоядерный синтез был лишь частичным. Значительный успех был достигнут 1 ноября 1951 при испытании массивного ядерного устройства, мощность взрыва которого составила  $4 \div 8$  Мт в тротиловом эквиваленте.

Первая водородная авиабомба была взорвана в СССР 12 августа 1953, а 1 марта 1954 на атолле Бикини американцы взорвали более мощную (примерно 15 Мт) авиабомбу. С тех пор обе державы проводили взрывы усовершенствованных образцов мегатонного оружия.

Взрыв на атолле Бикини сопровождался выбросом большого количества радиоактивных веществ. Часть из них выпала в сотнях километров от места взрыва на японское рыболовецкое судно «Счастливого дракона», а другая покрыла остров Ронгелап. Поскольку в результате термоядерного синтеза образуется стабильный гелий, радиоактивность при взрыве чисто водородной бомбы должна быть не больше, чем у атомного детонатора термоядерной реакции. Однако в рассматриваемом случае прогнозируемые и реальные радиоактивные осадки значительно различались по количеству и составу.

## Механизм действия водородной бомбы.

Последовательность процессов, происходящих при взрыве водородной бомбы, можно представить следующим образом. Сначала взрывается находящийся внутри оболочки НВ заряд-инициатор термоядерной реакции (небольшая атомная бомба), в результате чего возникает нейтронная вспышка и создается высокая температура, необходимая для инициации термоядерного синтеза. Нейтроны бомбардируют вкладыш из дейтерида лития – соединения дейтерия с литием (используется изотоп лития с массовым числом 6). Литий-6 под действием нейтронов расщепляется на гелий и тритий. Таким образом, атомный запал создает необходимые для синтеза материалы непосредственно в самой приведенной в действие бомбе.

Затем начинается термоядерная реакция в смеси дейтерия с тритием, температура внутри бомбы стремительно нарастает, вовлекая в синтез все большее и большее количество водорода. При дальнейшем повышении температуры могла бы начаться реакция между ядрами дейтерия, характерная для чисто водородной бомбы. Все реакции, конечно, протекают настолько быстро, что воспринимаются как мгновенные.

## Деление, синтез, деление (супербомба).

На самом деле в бомбе описанная выше последовательность процессов заканчивается на стадии реакции дейтерия с тритием. Далее конструкторы бомбы предпочли использовать не синтез ядер, а их деление. В результате синтеза ядер дейтерия и трития образуются гелий и быстрые нейтроны, энергия которых достаточно велика, чтобы вызвать [деление ядер](#) урана-238 (основной изотоп урана, значительно более дешевый, чем уран-235, используемый в обычных атомных бомбах). Быстрые нейтроны расщепляют атомы урановой оболочки супербомбы. Деление одной тонны урана создает энергию, эквивалентную 18 Мт. Энергия идет не только на взрыв и выделение тепла. Каждое ядро урана расщепляется на два сильно радиоактивных «осколка». В число продуктов деления входят 36 различных химических элементов и почти 200 радиоактивных изотопов. Все это и составляет радиоактивные осадки, сопровождающие взрывы супербомб.

Благодаря уникальной конструкции и описанному механизму действия оружие такого типа может быть сделано сколь угодно мощным. Оно гораздо дешевле атомных бомб той же мощности.

## Последствия взрыва.

### Ударная волна и тепловой эффект.

Прямое (первичное) воздействие взрыва супербомбы носит тройственный характер. Наиболее очевидное из прямых воздействий – это ударная волна огромной интенсивности. Сила ее воздействия, зависящая от мощности бомбы, высоты взрыва над поверхностью земли и характера местности, уменьшается с удалением от эпицентра взрыва. Тепловое воздействие взрыва определяется теми же факторами, но, кроме того, зависит и от прозрачности воздуха – туман резко уменьшает расстояние, на котором тепловая вспышка может вызвать серьезные ожоги.

Согласно расчетам, при взрыве в атмосфере 20-мегатонной бомбы люди останутся живы в 50% случаев, если они 1) укрываются в подземном железобетонном убежище на расстоянии примерно 8 км от эпицентра взрыва (ЭВ), 2) находятся в обычных городских постройках на расстоянии ок. 15 км от ЭВ, 3)

оказались на открытом месте на расстоянии ок. 20 км от ЭВ. В условиях плохой видимости и на расстоянии не менее 25 км, если атмосфера чистая, для людей, находящихся на открытой местности, вероятность уцелеть быстро возрастает с удалением от эпицентра; на расстоянии 32 км ее расчетная величина составляет более 90%. Площадь, на которой возникающее во время взрыва проникающее излучение вызывает летальный исход, сравнительно невелика даже в случае супербомбы высокой мощности.

## Огненный шар.

В зависимости от состава и массы горючего материала, вовлеченного в огненный шар, могут образовываться гигантские самоподдерживающиеся огненные ураганы, бушующие в течение многих часов. Однако самое опасное (хотя и вторичное) последствие взрыва – это радиоактивное заражение окружающей среды.

## Радиоактивные осадки.

### Как они образуются.

При взрыве бомбы возникший огненный шар наполняется огромным количеством радиоактивных частиц. Обычно эти частицы настолько малы, что, попав в верхние слои атмосферы, могут оставаться там в течение долгого времени. Но если огненный шар соприкасается с поверхностью Земли, все, что на ней находится, он превращает в раскаленные пыль и пепел и втягивает их в огненный смерч. В вихре пламени они перемешиваются и связываются с радиоактивными частицами. Радиоактивная пыль, кроме самой крупной, оседает не сразу. Более мелкая пыль уносится возникшим в результате взрыва облаком и постепенно выпадает по мере движения его по ветру. Непосредственно в месте взрыва радиоактивные осадки могут быть чрезвычайно интенсивными – в основном это оседающая на землю крупная пыль. В сотнях километров от места взрыва и на более далеких расстояниях на землю выпадают мелкие, но все еще видимые глазом частицы пепла. Часто они образуют похожий на выпавший снег покров, смертельно опасный для всех, кто окажется поблизости. Еще более мелкие и невидимые частицы, прежде чем они осадут на землю, могут странствовать в атмосфере месяцами и даже годами, много раз огибая земной шар. К моменту выпадения их радиоактивность значительно ослабевает. Наиболее опасным остается излучение стронция-90 с периодом полураспада 28 лет. Его выпадение четко наблюдается повсюду в мире. Оседая на листья и траве, он попадает в пищевые цепи, включающие и человека. Как следствие этого, в костях жителей большинства стран обнаружены заметные, хотя и не представляющие пока опасности, количества стронция-90. Накопление стронция-90 в костях человека в долгосрочной перспективе весьма опасно, так как приводит к образованию костных злокачественных опухолей.

## Длительное заражение местности радиоактивными осадками.

В случае военных действий применение водородной бомбы приведет к немедленному радиоактивному загрязнению территории в радиусе ок. 100 км от эпицентра взрыва. При взрыве супербомбы загрязненным окажется район в десятки тысяч квадратных километров. Столь огромная площадь поражения одной-единственной бомбой делает ее совершенно новым видом оружия. Даже если супербомба не попадет в цель, т.е. не поразит объект ударно-тепловым воздействием, проникающее излучение и сопровождающие взрыв радиоактивные осадки сделают окружающее пространство непригодным для обитания. Такие осадки могут продолжаться в течение многих дней, недель и даже месяцев. В зависимости от их количества интенсивность радиации может достичь смертельно опасного уровня. Сравнительно небольшого числа супербомб достаточно, чтобы полностью покрыть крупную страну слоем смертельно опасной для всего живого радиоактивной пыли. Таким образом, создание сверхбомбы ознаменовало начало эпохи, когда стало возможным сделать непригодными для обитания целые континенты. Даже спустя длительное время после прекращения прямого воздействия радиоактивных осадков будет сохраняться опасность, обусловленная высокой радиотоксичностью таких

изотопов, как стронций-90. С продуктами питания, выращенными на загрязненных этим изотопом почвах, радиоактивность будет поступать в организм человека.