Електрична іскра, від якої доводиться рятуватися

У будинок американки Бетті Пенроуз вдарила блис­кавка. Удар був такий сильний, що від будинку залишила­ся лише купа цегли. У заподіяному лихові віруюча місіс Пенроуз звинуватила ... всевишнього і в суто американському дусі порушила проти нього кримінальну справу, за­жадавши від винуватця 100 тисяч доларів «за збитки, заподіяні внаслідок недбалого й безвідповідального ко­ристування блискавкою». Звичайно, це курйоз. Але по­дібні випадки заподіяння лиха блискавкою далеко не рід­кість.

Люди з незапам'ятних часів намагалися захиститися від блискавки. Японські імператори ховалися від неї в печерах, над якими влаштовувалися басейни, щоб по­гасити вогняну стрілу. Римляни вважали надійним сховищем намети з тюленячих шкір. Серед моряків у дав­нину поширеною була думка, ніби від блискавки захи­щають гарматні постріли. В епоху середньовіччя про­бували відганяти блискавки за допомогою ... церковних дзвонів. І ніхто не здогадувався, що саме у високі шпилі найчастіше влучають блискавки. Лише в Баварії в кінці XVIII ст. від блискавок постраждало близько 400 церков, а також загинуло багато дзвонарів.

Водночас Женевському собору і деяким іншим висот­ним спорудам удари блискавок не завдають шкоди. Три­валий час ніхто не міг зрозуміти, чому покриті металом і з'єднані з землею металевими водостічними трубами дахи благополучно переносять найбільші грози. Лише у XVIII ст. Б. Франклін припустив, що «блискавка ударяє в таку будівлю і стікає в землю по металевих частинах, не руйнуючи стін». Франклін першим установив конден­суючі властивості лейденської банки і дослідив процес «стікання» зарядів з наелектризованих тіл через загостре­ний металевий стержень. Останнє відкриття наштовхну­ло його на думку про блискавковідводи. Він радив об­ладнати ними житлові будинки, службові приміщення, кораблі і пропонував на найвищих точках будівель встано­влювати загострені вертикальні металеві стержні, з'єдна­ні дротиною з металевим предметом, що містився в землі, біля підніжжя будівлі. Але відразу ж у Франкліна з'явили­ся опоненти, які твердили, що подібні пристрої швидше притягуватимуть блискавку, ніж відштовхуватимуть. То­му краще використовувати стержні з тупими головками. Певну роль тут відігравала й та обставина, що Франклін був досить відомим політичним діячем, який не прихо­вував своїх революційних переконань. Тому, наприклад, кожний англійський громадянин, який за порадою Фран­кліна виготовляв блискавковідвід з гострим, а не тупим кінцем, вважався політично неблагонадійним. Більше то­го, король Англії Георг III вимагав від Лондонського королівського товариства, щоб воно відмовилося від сво­го рішення на користь вістря на франкліновському бли­скавковідводі. У відповідь на цю вимогу президент то­вариства лейб-медик короля сер Джон Прінгль написав королеві, що він «у міру сил завжди виконуватиме бажан­ня його величності, але не може змінити ні законів при­роди, ні дії її сил».

Поки теоретики сперечалися, практики експеримен­тували, прагнучи зрозуміти природу блискавки. З цією метою в грозове небо запускалися повітряні кулі для спо­стереження електричного розряду, що проскакує по шнуру до землі. Подібні досліди були дуже небезпечни­ми. Так, при заземленні ширяючого повітряного змія суд­дя з французького міста Нерака природодослідник-любитель де Ромас спостерігав іскру завдовжки понад 3 м, яка «наробила гуркоту більше, ніж гармата».

Тим часом фабриканти «грозових відводів» налагоди­ли виробництво пасток для блискавок у вигляді корон, діадем, списів — одним словом, на будь-який смак замов­ників.

Для знаходження ефективних засобів порятунку від блискавки потрібно було з'ясувати її природу і причини виникнення. Так було виявлено, що коли в хмарі нагро­мадиться досить великий електричний заряд, то внаслідок електростатичної індукції земля матиме такого ж зна­чення заряд протилежного знака. Електрони, які завжди в невеликій кількості є в повітрі, переміщатимуться в бік позитивного заряду з великою швидкістю, вибиваючи на своєму шляху електрони з інших молекул повітря. Утворюється тонкий канал, заповнений електронами й іо­нами, який добре проводить електричний струм. Канал «проростає» до землі з грандіозною швидкістю, якій може позаздрити будь-яке космічне тіло: понад 150 кі­лометрів на секунду! І через кілька сотих секунди хмара й земля сполучаються містком (своєрідним «провідни­ком»). Його називають «лідером». Він світиться дуже слабо, і ми його не бачимо. При головному розряді електрони з хмари перетечуть по каналу в землю. За мільйонні частки секунди сила струму зростає до десятків і навіть сотень тисяч ампер. Миттєва потужність розряду досягає 10 млн. кВт і більше: це потужність двох Брат­ських ГЕС! Слідом за першим розрядом летить новий «лідер» і «підпалює» нову блискавку. Звичайно таких послідовних розрядів буває від трьох до шести, але іноді їх може бути і 20 і 50! Тому й здається, що блискавка триває секунду й більше.

Струм гігантської сили розігріває повітря до 15 — 20 тисяч градусів, тиск у каналі піднімається майже до 300 атмосфер — ми чуємо грім. Потужність звуку в середньо­му така сама, як при вибухові 20 кг толу. Не дивно, що при ударі блискавки в корабель капітана Кука йому здалося, ніби стався землетрус, а один з офіцерів порівняв гуркіт із залпом сотень гармат. Ударна хвиля може лег­ко збити з ніг людину, перекинути віз або навіть зруши­ти з місця цегляну стіну масою понад 5 тонн і віднести її на кілька метрів — як це трапилося у 1809 р. в Манчестері.

Уява письменників-фантастів малює планети, на яких безперервно миготять блискавки. Одна з таких планет — наша Земля. На ній щосекунди виникає понад 100 бли­скавок! Тому в усіх країнах світу існує проблема захисту різних споруд від ударів блискавки. Давно стали звични­ми блискавковідводи, що височать над дахами будинків, заводськими трубами й цехами, іншими високими спору­дами. Там же, де ними нехтують, жала «вогненних стріл» спричинюють пожежі, вражають техніку. Так у 1964 р. удар блискавки вивів з ладу ракету, за допомогою якої американці збиралися вивести на орбіту двомісний кос­мічний корабель; у 1977 р. блискавка пошкодила атомний реактор у Стейді. У 1981 р. в японський танкер «Хакуйо Мару» після вивантаження з нього сирої нафти вдарила блискавка. Вона запалила суміш повітря з парою нафти, яка містилася в танках корабля, і від нього залишилася лише купа перепаленої сталі. А жителі Відня стали свід­ками дивної події: блискавка, влучивши в антену автомо­біля на стоянці, увімкнула запалення, автомобіль без водія поїхав вулицею і зупинився лише після того, як уткнувся в стіну одного з будинків.

Навіть деякі споруди, захищені блискавковідводами, не гарантовані від небезпеки. Зокрема, це стосується підприємств хімічної промисловості, електростанцій, ви­соковольтних ліній електропередач (ЛЕП). Тому інже­нери продовжують удосконалювати конструкції блискав­ковідводів, намагаються зробити їх більш ефективними й надійними.

Аварія на ЛЕП — це позбавлені світла й тепла будин­ки, зупинені верстати, охололі металургійні печі...

Надійним захистом від прямого удару блискавки є підвішений над лінією електропередачі і добре заземле­ний біля кожної опори додатковий провід — захисний трос. Блискавка б'є в трос, і по сталевих конструкціях електричний заряд стікає в землю. Напруга між захис­ним тросом і проводами, по яких проходить електричний струм, досягає 3 — 5 млн. В.

Два паралельних провідники утворюють своєрідний трансформатор. І в проводах виникає хвиля перенапру­ги — трансформована блискавка. Вона проходить по провідниках з фантастичною швидкістю і за стотисячні частки секунди досягає трансформаторів електростанції. Якщо не вжити заходів захисту, така блискавка може пошкодити їх. Тому на лінії електропередачі влаштовують іскрові проміжки: прокладають поблизу електричних проводів ще один захисний трос, з'єднаний з землею. Для надійного заземлення прокладають під землею на глибині понад півметра кілька сталевих стержнів чи смужок так, що вони як промені розходяться від мачти ліній електро­передачі. Довжина їх може досягати іноді багатьох де­сятків метрів. У випадку удару блискавки виникає елек­трична дуга, а лінія електропередачі продовжує працюва­ти. Однак може трапитися й так, що дуга виникає не між захисним тросом і землею, а між проводами лінії елек­тропередачі, що дуже небезпечно. У такому разі автомати відключають вражену блискавкою лінію, дуга гасне, і лінія електропередачі вмикається знову. Все відбувається настільки швидко, що споживачі енергії цього навіть не помічають.

Ну а якщо блискавка вдарить в електростанцію або в трансформатори, які звичайно стоять на відкритому повітрі? Щоб цього не трапилося, електростанції за­хищають за допомогою високих мачт з вістрями зверху. Кожна мачта заземлена, тобто з'єднана товстим проводом з кількома трубами діаметром 1,5 — 2 см, вбитими на '3 — 5 м у землю. У такого стержневого блискавковідводу існує певний радіус захисту — відстань, яка залежить від висоти об'єкта. Вся зона захисту — це конус з основою, діаметр якого дорівнює висоті блискавковідводу. Для захисту великої площі високі мачти ставлять досить густо. Тоді найбільш імовірно, що блискавка в 999 випадках з 1000 ударить у блискавковідвід, а не в об'єкт, який за­хищається.

Іноді між мачтами натягують сталеві троси. При та­кому блискавковідводі зона захисту значно розширює­ться.

І все-таки блискавка може прорватися, незважаючи на захист. Ймовірність дуже мала: теоретично прорив може трапитися не частіше ніж раз у сто років. Найбільш небезпечні об'єкти та будівлі захищають особливо ста­ранно. На дах накладають спеціальну сітку, виготовлену із сталевого дроту. Всі металеві колони, драбини, труби всередині будівлі старанно з'єднують між собою і заземляють. По кожному поверху прокладають горизонталь­ні металеві пояси, також з'єднані з землею. Сітку на да­хові з'єднують із землею не одним, а кількома проводами. Отже, будівля виявляється вміщеною ніби у величезну металеву клітку. Свого часу М. Фарадей довів, що в по­дібній клітці удар блискавки не загрожує, оскільки все­редині клітки напруженість електричного поля дорів­нює нулеві.

З тієї самої причини корабель із сталевим корпусом і мачтами не потребує блискавковідводу: мачти приймуть на себе удар блискавки, а корпус надійно захистить лю­дей і вантаж. Дерев'яні судна обов'язково повинні мати блискавковідводи. Їх встановлюють за досить старою, але надійною системою англійського капітана Уїльяма Гаріса. На вершині мачти закріплюють мідний стержень і товстою мідною дротиною з'єднують його з мідною смужкою, прокладеною ззовні корпуса судна нижче від ватерлінії. Цим досягається добрий електричний кон­такт з водою. Сталевий корпус автомобіля — теж чу­довий захист від блискавки.

А чи не можна використати енергію блискавок? Під час сильної грози витрачається енергія, що дорівнює приблизно енергії вибуху атомної бомби. Таке витрачан­ня енергії не могло, звичайно, залишитися непоміченим людиною. Однак, хоча перші пропозиції щодо викорис­тання енергії блискавок належать ще до минулого століт­тя, успіхи в їх реалізації поки що незначні. Автори про­позицій забувають, що блискавка — явище випадкове. Навіть якщо стоїть приймач блискавок, то не можна га­рантувати, що удар прийдеться в нього, а не поряд. На­приклад, у тих місцях, де блискавки б'ють в землю ЗО — 50 разів на рік, на 1 квадратний кілометр поверхні в

середньому припадає один удар. На квадратний кіло­метр! Скільки ж треба поставити приймачів блискавок, щоб упіймати блискавку? Розрахунки показують, що при висоті 50 м їх потрібно майже 140 штук.

В природі є місця, де блискавки миготять частіше: на Кавказі в районі Тбілісі, Майкопа й Сухумі. Але й там вони з'являються надто рідко, щоб можна було викорис­товувати їхню енергію. Адже електроенергія — особли­вий «товар». Його треба відразу ж використовувати, оскільки сьогодні ще немає досить містких акумуляторів.

А який споживач захоче залежати від грози, яка з од­наковим успіхом може виникнути, а може й обминути? Ось чому всі проекти використання енергії блискавок поки що нездійсненні. Правда, геологам розряди при­родної блискавки допомагають досліджувати надра землі. Якщо блискавка часто влучає в якесь місце, то це означає, що провідність ґрунту тут висока і в ньому є якісь метале­ві руди.

Блискавки завдають багато шкоди. У США, наприклад, щорічно від них гине 500 чоловік, а 1300 дістають травми. Можливо, колись пощастить знищити всі блискавки на Землі? Такий фантастичний проект навряд чи буде здій­снений. \

А чи є якась користь від блискавки? Кожний знає, що після грози легше дихається, а рослини ніби «молодша­ють». Так що не виключено, що грози відіграють важливу роль в житті на Землі. Поверхня Землі та іоносфера, яка її оточує, — це гігантський електрогенератор потужністю 400 — 650 тис. кВт і напругою близько 350 тис. кВ! Усе живе на планеті ніби купається в його електричному полі. Під час грози напруженість електричного поля зростає приблизно в 100 разів, а потім різко зменшується. У ре­зультаті природних розрядів відбувається озонування повітря.

Блискавку сьогодні вивчають у десятках лабораторій світу. Однак вона ще далеко не пізнана. Відомо, наприк­лад, що сила струму блискавки може перевищувати 100 тис. А тривалість її буває від тисячних часток до кількох секунд. Грозовий розряд супроводжується складними фі­зичними й хімічними процесами. Отже, блискавка прихо­вує ще чимало загадок.

Можливо, колись люди навчаться «розряджати» хма­ри, перекачуючи грандіозну енергію з небес в особливі наземні пристрої. А поки що основна турбота дослід­ників та інженерів з часів Ломоносова і Франкліна — на­дійно захистити від блискавки людей, будівлі, техніку.