

Грозы, градобития

Грозы – наиболее распространённое опасное атмосферное явление. Грозы – интенсивные ливни, сопровождаемые молниями (электрические разряды), а иногда – градом, и возникающие при особенно быстром поднятии теплого влажного воздуха. Внутримассовые грозы характерны в экваториальном и субэкваториальном поясах, фронтальные (в основном на холодных фронтах) – в тропиках, субтропиках и на юге умеренного пояса Северного полушария. Начинается гроза с воздушного столба, образующего высокое белое облако, которое быстро набухает. Грозовые облака – великаны, их толщина достигает 10 км. Внизу это грозовое облако плоское, оно всегда раздаётся вверх и в стороны. Когда верхняя его граница достигает стратосферы, облако как бы сплющивается и принимает форму наковальни. Поднимается ураганный ветер, иногда в передней части облаков может возникнуть шквал – резкое усиление ветра, происходящее внезапно.

Гроза – это атмосферное явление, при котором в мощных кучево-дождевых облаках и между облаками и землей возникают сильные электрические разряды – молнии, сопровождаемые громом. При грозе выпадают интенсивные ливневые осадки, нередко град, наблюдается усиление ветра, часто до шквала и смерчей, и ливневые наводнения. Грозы разделяются на внутримассовые, возникающие при конвекции над сушей, преимущественно в послеполуденные часы, а над морем в ночные часы, и фронтальные, появляющиеся на атмосферных фронтах, т. е. на границах между тёплыми и холодными воздушными массами.

Грозы возникают в мощных кучевых облаках с вершинами на высотах 7–15 км, где наблюдаются температуры ниже 15 – 20°C. Такие облака состоят из смеси переохлажденных капель и кристаллов. Потенциальная энергия грозового облака превышает $10^{13} - 10^{14}$ Дж, т. е. равна энергии взрыва термоядерной мегатонной бомбы. Электрические заряды грозового облака падающей молнии равны 10–100 Кл и разнесены на расстояния до 10 км, а электрические токи достигают до 100 А. Напряжённость электрического поля внутри грозового облака равна $(1-3) \cdot 10^5$ В/м, а эффективная электропроводность в 100 раз меньше, чем в окружающей атмосфере. Средняя продолжительность одного грозового цикла составляет 30 мин и обычно менее 1 ч. Но иногда перед холодным фронтом образуется целый ряд мощных гроз, длящихся часами, сопровождаемых смерчами и шквалами (линия шквалов). Электрический заряд каждой вспышки молнии соответствует 20–30 Кл и может образоваться на участке грозовой тучи радиусом до 2 км.

Для оценки последствий от удара молнии важным является разряд между слоями атмосферы и землей. При этом может пострадать электротехническое оборудование. На равнинной местности обычно грозовой процесс включает образование молний, направленных от облака к земле. Предельное напряжение пробоя, вызывающее образование ионизированного канала, составляет около $3 \cdot 10^6$ В/м. Лавинный заряд движется вниз ступеньками по 50–100 м, пока не достигнет земли (ступенчатый лидер). Когда до земной поверхности остается примерно 100 м, молния «нацеливается» на какой-либо возвышающийся предмет. Разряды могут достигать 80 Кл и иметь силу тока от нескольких единиц до 200 кА. Обычно сила тока быстро нарастает за первые 10–20 мс, а в следующие 200–300 мс происходит ее снижение до 20% от амплитудной величины. Обычно ступенчатый лидер переносит вниз отрицательный заряд. Иногда он переносит и положительный заряд, при этом время нарастания, а затем уменьшения тока более продолжительно, а максимальные значения заряда достигают 200 Кл и тока 218 кА.

Молнии представляют собой электрический искровой разряд большой мощности в атмосфере, проявляющийся яркой вспышкой света и сопровождающийся громом (рис. 5.3). Наиболее часто молния возникает в кучевых облаках, иногда в слоисто-дождевых облаках, при вулканических извержениях, смерчах и пылевых бурях. Обычно

наблюдаются линейные молнии, длина которых составляет несколько сот метров. Молнии могут проходить в сами облака – внутриоблачные, или ударять в землю – наземные.



Рис. 5.3. Вид молнии

Процесс развития молнии состоит из нескольких стадий. По мере продвижения лидера к Земле напряженность поля на его конце усиливается и под его действием из выступающих на поверхности Земли предметов выбрасывается ответный стример.

Молния характеризуется токами порядка десятков тысяч ампер. В облаках происходит трение молекул, в результате чего возникает электрическое напряжение. Температура молнии достигает 30000°C . Молния сильно разогревает окружающий воздух, что он стремительно расширяется и с грохотом преодолевает звуковой барьер. Грохот этот доходит до нас и мы говорим: гремит гром. Длительность молнии составляет от десятых до сотых долей секунды. Вспышка молнии распространяется в воздушной среде со скоростью света, так что мы видим ее практически в то же мгновение, когда происходит разряд, а грохот расширяющегося воздуха пролетает километр примерно за три секунды. Если молния и гром следуют один за другим сразу же, то можно сказать, что гроза где-то рядом, а если вспышка молнии опережает раскаты грома, то гроза находится на каком-либо расстоянии. Чем дальше гроза, тем дольше не гремит гром после молнии. Вспышки невидимых и неслышимых молний при отдаленной грозе, освещающих изнутри облака, называются зарницами.

Особый вид молнии – шаровая, своеобразное электрическое явление, природа которой ещё не выявлена. Она представляет собой форму светящегося шара диаметром 20–30 см, движущегося по неправильной траектории, который обладает большой удельной энергией. Длительность существования от нескольких секунд до минут, а исчезновение её может сопровождаться взрывом, вызывающим разрушения и человеческие жертвы, или беззвучно.

Удары молнии иногда сопровождаются разрушениями, вызванными ее термическими и электродинамическими воздействиями, а также некоторыми опасными последствиями, возникающими от действия электромагнитного и светового излучения. Наибольшие разрушения вызывают удары молнии в наземные объекты при отсутствии токопроводящих путей между местом удара и землей. От электрического пробоя в материале образуются узкие каналы, в которые устремляется ток молнии. Из-за очень высокой температуры часть материала интенсивно испаряется с взрывом. Это приводит к разрыву или расщеплению объекта, пораженного молнией, и воспламенению горючих элементов.

Возможно также возникновение большой разности потенциалов и электрических разрядов между отдельными предметами внутри сооружений. Такие разряды могут явиться причиной пожаров и поражения людей электрическим током. Часто прямым ударам молнии подвергаются сооружения, возвышающиеся над окружающими строениями, например, металлические дымовые трубы, башни, пожарные депо и строения в открытой местности.

Весьма опасны прямые удары молнии в воздушные линии связи с металлическими опорами. Оценка опасности воздействия молнии основана на статистике частоты гроз с опасными молниями в данном районе. Повторяемость опасных молний относят к единице

площади, что дает возможность получить величину риска. Повреждения, наносимые молнией, обусловлены высоким напряжением, большой силой тока в канале молнии и температурой, достигающей 40000 К. Сильный ток, прошедший через тело человека от удара молнии, вызывает остановку сердца.

Защита зданий и сооружений от молний состоит в заземлении электрических импульсов, т. е. в применении громоотводов. Громоотвод притягивает приблизившегося ступенчатого лидера, образуя защитный конус с углом 90° ниже верхушки громоотвода. Ударное расстояние h для ударов молнии от головной части лидера к точке заземления представляют как функцию от высоты грозового облака H и величины заряда Q . Удар происходит, если напряженность поля между головой лидера и заземленной точкой превысит пробивное напряжение поля, равное в воздухе 3 кВ/см. Практический интерес представляет зависимость H от максимальной силы тока I . При средней продолжительности разряда молнии 100 мс, имеем выражение для силы тока $i = 2 \cdot 10^4 Q$. Значения ударного расстояния h для молний с различными величинами разряда i и высотами грозового облака H представлены на рисунке 5.4. Этот график может быть использован для проектирования защиты от молний, позволяя установить зону, в которой молния с определенной величиной разряда будет притянута.

Для защиты человека от молнии на открытом месте необходимо найти заземленное убежище. Таким убежищем может служить лес. Отдельно стоящее дерево представляет опасность, так как является громоотводом, и не исключен пробой между деревом и человеком.

В бывшем СССР наибольшее число гроз (до 40–70 дней в году) отмечается, на Северном Кавказе и в Закавказье. На основной части европейской территории бывшего СССР и в Западной Европе среднее годовое число дней с грозами 15–30, севернее – 10 и менее. От года к году число дней с грозой колеблется (в Европе на 30–40%) относительно среднегодового в зависимости от особенностей циркуляции атмосферы и в корреляции с ходом температуры воздуха и осадков.

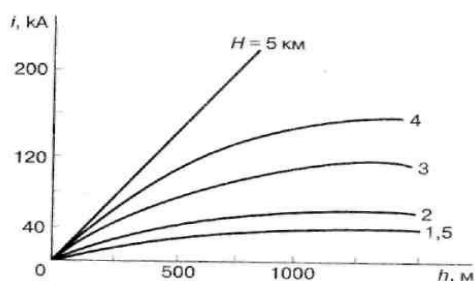


Рис. 5.4. Ударное расстояние h для различных разрядов i в зависимости от высоты H грозовой тучи

При грозах опасны интенсивные ливни, градобития, удары молний, порывы ветра и вертикальные потоки воздуха (для авиации).

Опасность градобитий определяется диаметром (массой) градин и размерами поражаемой площади – «градовых дорожек». Диаметр градин не менее нескольких миллиметров и увеличивается вместе со скоростью и высотой поднятия грозовых облаков. Град – это атмосферные осадки в виде шариков льда и смеси льда и снега, выпадает во время прохождения холодного фронта или во время грозы. Наибольшие градины представляют собой простые структуры, образованные при условии, когда поверхность снежных комочков тает и основа замерзает, или же покрывается водяными капельками, которые затем замерзают. Таким образом, у градин твердое внешнее покрытие и мягкая сердцевина. Крупные градины диаметром от 1,2 до 12,5 см представляют собой более сложные структуры. Обычно они состоят из чередующихся слоев твердого и мягкого льда.

Как правило, град выпадает из мощных кучево-дождевых облаков при грозе и ливне. Частота выпадения града различна: в умеренных широтах он бывает 10–15 раз в год, у экватора на суше, где более мощные восходящие потоки, – 80–160 раз в год. Какими бы ни были способы образования, выпадение града приводит к поразительным разрушениям и к человеческим жертвам.

В России разработаны методы определения градоопасных облаков и созданы службы борьбы с градом. Опасные облака «расстреливают» снарядами, снаряжёнными специальными химическими веществами. В бывшем СССР наиболее градоопасны территории в предгорьях Карпат, Кавказа, Средней Азии. На Северном Кавказе диаметр градин достигает 6–7 см, масса 60–70 г (рекорд 0,5 кг). В июле 1991 г. град повредил 18 самолетов в аэропорту Минеральные Воды. Крупный град разбивает виноградники, крыши зданий, теплицы, автомашины и т. д.; град обычного размера повреждает и уничтожает посевы. Около 9/10 ущерба урожаю наносят редкие (около 10% общего числа) сильные градобития. «Градовые дорожки» достигают в длину 50–60 км, в ширину до 10 км, но обычно – в 5–10 раз меньше. Тяжелые повреждения посевам наносятся, когда слой выпавшего града составляет хотя бы немногие сантиметры.

Молнии губят людей, скот, вызывают пожары, повреждения электросетей т. д. В мире от гроз и их последствий ежегодно гибнет до 10000 человек (по этому показателю они находятся в первой пятерке природных опасностей).

Опасность молнии заключается в том, что электрический заряд поражает не только то, во что попадает, но и всех, кто находится или что находится рядом. Вот почему во время грозы нужно немедленно прекращать движение и искать укрытие. Грозу безопаснее переждать в ложбине, канаве, яме. Если поблизости нет никаких углублений, нужно лечь на землю и ждать, пока гроза не прекратится. Во время грозы не рекомендуется бегать.

Прятаться под кроной одинокого раскидистого дерева опасно. Надежное убежище – гуща леса. Подмечено: в одни деревья молнии ударяют чаще, в другие – реже, а третьи почти не трогают. Особенно значительны «боевые» шрамы у дуба. Кроме него, наиболее часто молнии поражают тополь, ель, сосну, реже березу, липу и почти не трогают орешник.

На воде молния бьет так же, как и на суше, – купаться в грозу рискованно.