

## Смерч.

*“Смерч — это разумное существо, интеллект которого складывается из интеллекта его жертв.  
Чтобы скрыть свои тайны, он охотится за теми, кто близок к их раскрытию, и убивает их, избавляясь от врага и попутно становясь еще умней”*

*Рэй Бредбери*



**Смерч** - природное явление огромной разрушительной силы - таинственное и загадочное. Существует множество моделей смерча, но даже вместе взятые они не в состоянии объяснить всех загадок этого удивительного явления природы. До сих пор нет ответов на основополагающие вопросы: **Почему смерч, который во всех справочниках определяется как атмосферный вихрь, падает на землю с высоты? Разве смерч тяжелее воздуха? Что представляет собой воронка смерча? Что придает ее стенкам столь сильное вращение и огромную разрушительную силу? Почему смерч устойчив?**

Среди исследователей нет согласия даже по наиболее важным параметрам, таким, например, как скорость потоков в смерче: дистанционные измерения дают значения не более 400—500 км/ч, а многочисленные косвенные свидетельства со всей определенностью указывают на возможность существования в смерче потоков, движущихся с околосветовыми скоростями.

Исследовать смерч, не просто трудно, но и опасно — при непосредственном контакте он уничтожает не только измерительную аппаратуру, но и наблюдателя. Тем не менее “портрет” смерча, пусть написанный крупными мазками, существует. Так что давайте познакомимся с теорией гравитационно-тепловых процессов, разработанной В.В. Кушиным в 1984—1986 гг., работы которого и легли в основу данной статьи.

Итак: **“Смерч — это часть грозового облака, которая имеет быстрое вращение вокруг вертикальной оси.** Сначала вращение видно только в самом облаке, затем часть его отвисает вниз в виде воронки, которая постепенно удлиняется и, наконец, соединяется с землей в виде громадного столба — хобота, имеющего внутри сильное разрежение”.



Заглянуть внутрь смерча довелось немногим. Вот одно из таких описаний: “Смерч, подходя к наблюдателю, прыгнул, поднялся на высоту 6 м и прошел над его головой. Диаметр внутренней полости был около 130 м, толщины стенки — всего 3 м. Стенка быстро вращалась, вращение было видно до самого верха и уходило в облако. Когда

смерч прошел над головой наблюдателя и снова опустился к земле, то коснулся дома и в одно мгновение смахнул его<sup>1</sup>.

Характерно, что граница смерча обычно очерчена очень резко. Например, в Прибалтике 21 сентября 1967 г. “смерч вырвал в саду ряд яблонь, но оставил висеть нетронутыми яблоки на деревьях соседних рядов”<sup>2</sup>. Известны и более впечатляющие случаи, например когда в налетевшем смерче исчезли и коровник и корова, но женщина, доившая ее в коровнике, осталась сидеть на месте и возле нее, как и прежде, стоял подойник с молоком.

Разнообразием своего поведения смерч похож на всесильного джинна, который считает необходимым не только продемонстрировать свою небывалую силу, но и подчеркнуть особую ловкость и хитрость, втыкая соломинки в деревянные щепки или ошипывая кур только с одного бока.

#### Ориентировочные параметры смерчей

Параметры	Минимальное значение	Максимальное значение
Высота видимой части смерча	10—100 м	1,5—2 км
Диаметр у земли	1—10 м	1,5—2 км
Диаметр у облака	1 км	1,5—2 км
Линейная скорость стенок	20—30 м/с	100—300 м/с
Толщина стенок	3 м	—
Пиковая мощность за 100 с	30 ГВт	
Длительность существования	1—10 мин	5 ч
Длина пути	10—100 м	500 км
Площадь разрушения	10—100 м <sup>2</sup>	400 км <sup>2</sup>
Вес поднятых предметов		300 т
Скорость перемещения	0	150 км/ч
Давление внутри смерча	0,4—0,5 атм	—

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА СМЕРЧА

Для разработки теории смерча из большого числа противоречивых фактов было выбрано следующее достоверное утверждение, с которым согласны все исследователи:

воронка смерча всегда приходит на землю сверху, а, “ослабев”, вновь поднимается ввысь.

По закону Архимеда, падать в атмосфере могут только те предметы, вес которых больше веса вытесненного ими воздуха. Внутри воронки смерча воздух разрежен, следовательно, такая воронка может опуститься только в том случае, если ее стенки значительно тяжелее воздуха. Вспомним наблюдателя, которому волею судеб удалось заглянуть внутрь смерча. По его оценкам, толщина стенок была 3 м, а диаметр полости — 130 м. Если на основании характера разрушений предположить, что разрежение в полости было 0,5 атм, то, как показывают расчеты, у такого смерча плотность стенок должна быть более  $7\text{—}8 \text{ кг/м}^3$  — в 5—6 раз больше, чем у воздуха. При различных соотношениях между диаметром воронки, толщиной ее стенок и степенью разрежения в ней плотность стенок воронки может быть различной, но обязательно выше плотности окружающего воздуха в несколько, а возможно и в десятки раз.

Что же может быть плотнее воздуха в верхних слоях тропосферы, где зарождается смерч и откуда он “сваливается” на землю? Только вода и лед. Поэтому единственно правдоподобной, на наш взгляд, представляется следующая гипотеза: **воронка смерча есть особая форма существования мощного вращающегося потока дождя и града, свернутого в спираль в виде тонкой стенки конической или цилиндрической формы.** Содержание воды в стенках воронки по массе должно во много раз превосходить содержание там воздуха. Иными словами, существующие в литературе утверждения о том, что воронка смерча представляет собой воздушный вихрь или плазму, противоречит законам аэростатики; вихрь с чисто воздушными стенками и разрежением внутри его полости может только подниматься вверх, как это действительно бывает всегда с вихрями, которые зарождаются у поверхности земли.

#### КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СМЕРЧА

Если воронка смерча обладает массивными стенками, их вращение должно приводить к расширению воронки и понижению давления воздуха внутри нее из-за действия центробежных сил. Расширение происходит до тех пор, пока перепад давления  $\Delta p$  снаружи и внутри не уравнивает действия центробежных сил.

Если выделить из стенки площадку  $S$ , то снаружи на нее будет действовать сила  $\Delta p S$ . Равновесие с центробежными силами наступит при условии

$$\Delta p S = (\sigma v^2 / R) * S,$$

где  $\sigma$  — масса, приходящаяся на единицу площади стенки,  $v$  — скорость стенки,  $R$  — радиус воронки.

Исходя из этого кинематического условия, можно воссоздать теоретический “портрет” воронки смерча средней силы: диаметр 200 м, высота — 1,5—2 км, давление внутри воронки — 0,4—0,5 атм, скорость вращения 100 м/с, толщина стенки 10—20 м, содержание дождя в стенке — 200—300 тыс. т. Воронка присасывается к земной поверхности, сдирая с нее верхний покров и окрашиваясь таким образом в цвет своей “добычи”. Она способна поднимать предметы с массой до  $5 \text{ т/м}^2$  и поэтому легко переносит вагоны, автомобили (в литературе описан случай, когда смерч сбросил крышку весом 300 т с водонапорного бака). При этом, если поверхность земли в месте

контакта гладкая, скорость вращения воронки меняется незначительно, равновесие стенки с внешней средой не нарушается и даже в непосредственной близости от воронки не ощущается дуновения ветра (вспомним, как остались нетронутыми яблоки на ветвях почти рядом со смерчем). Иногда равновесие нарушается — когда сверху поступает избыточный поток вращающегося дождя, усиливающий действие центробежных сил.

В этих случаях возникает так называемый каскад: присосавшаяся к земле воронка с огромной скоростью разбрасывает вокруг себя избыточные массы и в результате способна оттолкнуть даже довольно крупные предметы.

Особенно необычные явления возникают при столкновении воронки с преградой. Имея высокую плотность и огромную скорость, воронка наносит по преграде мощный боковой удар с перепадом давления до 10 атм, ломая, как спички, деревья и разрушая постройки. При этом в стенке воронки образуются разрывы с перепадом давления снаружи и внутри около 0,5—0,6 атм. Все, что оказывается вблизи разрыва, немедленно засасывается в воронку (например, человек за 1 с перебрасывается на 10—20 м и, как правило, даже не успевает осознать, что с ним произошло). Поскольку скорость вращения стенки, а следовательно, и скорость перемещения разрыва около 100 м/с, то за 0,1 с он передвинется примерно на 10 м. Поэтому из двух предметов, находящихся в непосредственной близости друг от друга, один может исчезнуть, а другой даже не ощутить дуновения (как это было в случае с исчезнувшей коровой и неподвижным подойником).

### **СВЕРХЗВУКОВОЙ ВИХРЬ ВНУТРИ ВОРОНКИ**

В ранних исследованиях на основании многочисленных косвенных данных утверждалось, что скорость потоков в смерче достигает звуковых и даже сверхзвуковых скоростей (поэтому он втыкает соломинки в дерево, грохочет как тысячи тракторов и т. п.). Однако современные локационные измерения показали, что из многих сотен смерчей, в том числе самых мощных, ни один не имел скорости вращения больше 100—110 м/с. Поэтому в последних работах ведущих специалистов в этой области данные о существовании потоков со звуковыми скоростями в смерче считаются ошибочными и просто игнорируются. Если же подойти к этим противоречивым данным на основе разработанной выше картины, то все оказывается значительно проще. Как только в стенке смерча при столкновении с преградой образуется брешь, то в нее устремляется поток воздуха извне, и его скорость  $v_l$  можно оценить по известной формуле Бернулли:  $v_l = (2\Delta p / \rho_0)^{1/2}$ . Поскольку плотность воздуха  $\rho_0 = 1,3 \text{ кг/м}^3$ , а перепад давления  $\Delta p = 0,5 \text{ атм}$  ( $5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ), то скорость ворвавшегося внутрь воронки потока составит 300 м/с. Все сразу становится на свои места: смерч — это двухслойный вихрь. Локационные и прочие наблюдения извне не могут проникнуть внутрь воронки и поэтому фиксируют скорость вращения внешней дождевой стенки смерча, которая, согласно разработанной теории, действительно, составляет не более 100—150 м/с. А все косвенные свидетельства относятся к вторичному воздушному вихрю, у которого скорость близка к звуковой или даже превосходит ее.

Очень важен вопрос, куда направлен поток воздуха, ворвавшегося внутрь воронки. Если воронка падает на гладкую поверхность (мелколесье, мелкие рытвины или бугры), между ними возникает кольцевая щель. Поток, поступающий внутрь воронки сквозь такую щель, направлен к оси смерча и поэтому не имеет никакого вращения. В этом

случае происходит быстрое торможение воронки как за счет ее трения о землю, так и за счет заполнения воронки невращающимся вторичным потоком. При наличии крупных препятствий (деревьев, строений, крупных оврагов и бугров) по окружности воронки образуются, как уже отмечалось, разрывы. Из-за перепада давления затормозившиеся обрывки стенки будут двигаться по сворачивающимся спиральям, в результате чего между соседними обрывками возникнут узкие вертикальные щели-проходы, через которые внешний воздух будет врываться внутрь воронки. Поскольку эти проходы направлены по касательной к окружности воронки, то поступающий воздух закручивается вокруг оси смерча в ту же сторону, что и внешняя стенка воронки. В этих случаях сама воронка тормозится, но зато вторичный вихрь приобретает вращение, энергия которого может превосходить энергию потерь. В таких случаях смерч неожиданно обретает особую силу.

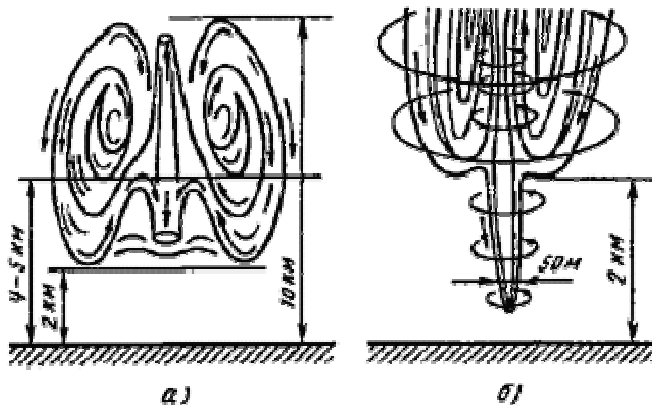
Иногда обрывки воронки, образовавшиеся после столкновения с препятствиями, замыкаются сами на себя, и тогда в нижней части смерча образуется несколько более мелких воронок. Необходимо подчеркнуть, что воронка смерча — весьма устойчивое образование, она может существовать долго, поддерживать сама свое вращение — лишь бы в нее в достаточном количестве поступал сверху вращающийся поток дождя.

Хлынет ли из грозовой тучи обычный дождь, или обрушится воронка смерча (по сути дела скрученный дождь) — все это определяется процессами в верхних слоях тропосферы. Рассмотрим эти процессы.

### РОЖДЕНИЕ СМЕРЧА

Смерч — детище грозового облака. Обильные пары воды, попавшие в облако из нижних слоев тропосферы, конденсируются и выделяют теплоту конденсации. За счет этого воздух оказывается теплее и легче окружающего более сухого воздуха, и ввысь устремляется мощный восходящий поток

Облако становится резко неустойчивым, в нем возникают стремительные восходящие потоки теплого воздуха, которые выносят массы влаги на высоту 12—15 км, и столь же стремительные холодные нисходящие потоки, которые обрушиваются вниз под тяжестью образовавшихся масс дождя и града, сильно охлажденных в верхних слоях тропосферы<sup>7</sup>.



Иногда грозовое облако образуется в результате “косого” столкновения теплого и холодного воздушных потоков, в результате чего оно приобретает вращение вокруг вертикальной оси. В таком облаке восходящие и нисходящие потоки направлены не по вертикали, а закручены вокруг общей вертикальной оси, формируя особый двухслойный вихрь высотой 12—15 км и диаметром 3—5 км, так

называемый мезоциклон (рис. а). Более холодный и потому более плотный нисходящий поток, пропитанный дождем и градом, образует внешний слой вихря, а

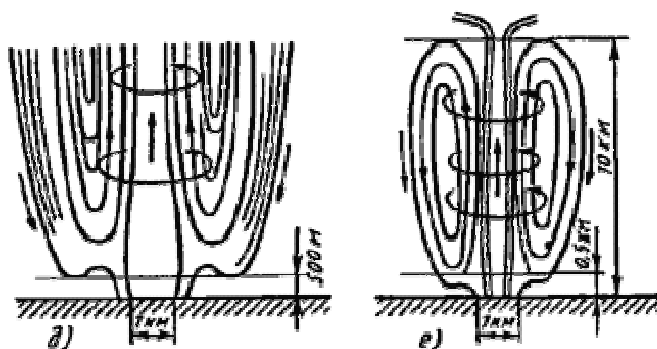
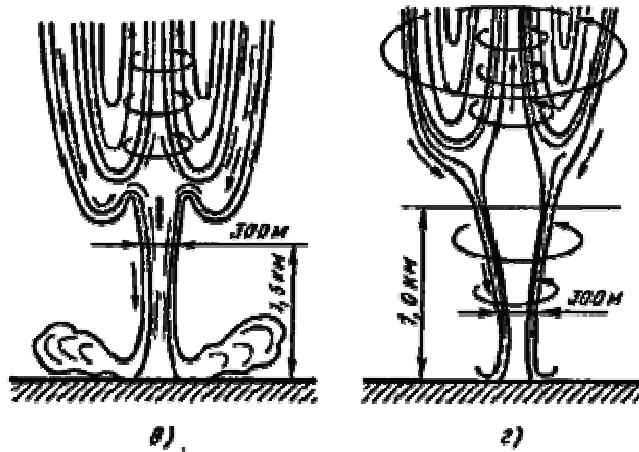
восходящий теплый влажный поток размещается внутри него и вращается в ту же сторону, что и внешний слой.

Когда у нижней кромки облака-вихря скапливается большое количество вращающегося дождя и града, то они выпадают из облака вниз в виде тонкослойной конической или цилиндрической воронки смерча (рис. б). Интенсивное образование града, крупных капель и выбрасывание их из стенок вихря приводит к резкому уменьшению диаметра воронки до 1—1,5 км, а также к резкому возрастанию скорости вращения стенок воронки. Когда образовавшаяся воронка становится тяжелее вытесненного ею воздуха, она обрушивается на землю (рис в.).

Так рождается обычный смерч, который существует за счет ресурсов материнского облака. Он может превратиться в катастрофический, но только при определенных условиях. Каких же? Чтобы ответить на этот вопрос, нам придется сделать небольшое отступление.

Известно, что температура воздуха в атмосфере постепенно понижается с высотой. Это фундаментальное свойство любой газовой среды, находящейся в поле тяготения, и связано оно с тем, что воздух в атмосфере постоянно перемешивается и при своем движении вверх расширяется и охлаждается (поскольку давление падает с высотой), а при движении вниз, соответственно, нагревается. Градиент температуры  $T'$  выражается известной формулой:  $T' = - (g / R_0) * [ (x-1) / x ]$ , где  $R_0 = 287$  Дж/кг, град - универсальная газовая постоянная,  $g$  - ускорение свободного падения,  $x$  — коэффициент адиабаты. Для двухатомного газа, каковым является воздух,  $x=1,4$ , следовательно,  $T'=9,8$  град/км. Полный перепад температуры составляет 70—80° и на высоте 12—15 км царит 50—60-градусный мороз.

Теперь, вооружившись этими сведениями, попробуем ответить на поставленный вопрос. Мы уже говорили, что при столкновении с препятствием кромка воронки рвется и скорость ее вращения резко возрастает. Внутри воронки создается такое разрежение, что она в состоянии поднять на большую высоту воду непосредственно с поверхности земли. Если вода, попав в материнское облако, будет превращаться в град, то процесс захвата воды может стать неуправляемым, катастрофическим: чем больше будет поднята воды, тем больше выделится тепла, тем более мощным будет поток восходящего воздуха и т. д. (рис з)



Достаточно всего 200—300 г воды на 1 м<sup>3</sup> воздуха, чтобы из-за выделения теплоты перехода **вода — лед** температура воздуха внутри воронки не падала ниже 0°С даже на высоте 12—15 км, где мороз, как мы уже говорили, достигает 60 °С. Резкий перепад температур снаружи

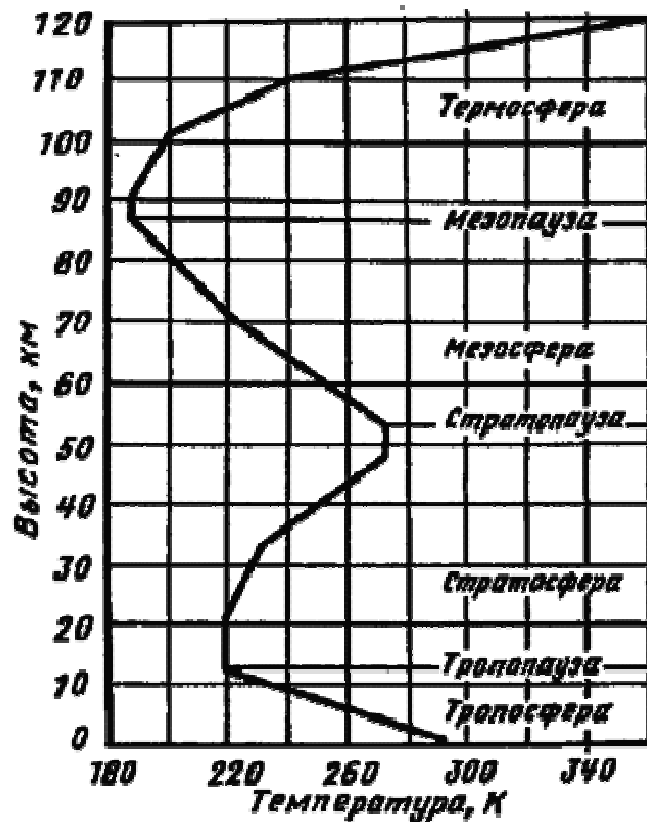
и внутри смерча и создает ту силу, которая поддерживает восходящий и нисходящий потоки в смерче. В результате смерч самостоятельно, теперь уже независимо от ресурсов материнского облака, снабжает себя водой, которая ему необходима и для компенсации энергетических затрат, и для восполнения ее убыли из стенок. Более того, смерч часто сам создает над собой новое облако, которое в дальнейшем сопутствует ему, были бы только на пути речки, озера, болота.

### Это интересно :

Легко заметить, что согласно вышеприведённому расчёту на высоте 20 км должен иногда царить мороз около  $200^{\circ}\text{C}$ . Температура когда кислород и азот, которые входят в состав воздуха, превращаются в жидкость. По законам природы в атмосфере должны были бы идти дожди из жидкого кислорода и азота. Если бы эти дожди, подобно обычному дождю, падали на поверхность Земли, то соприкасаясь с ней, капли азота и кислорода мгновенно испарялись, как на горячей сковороде испаряется упавшая на нее капля воды. Такова должна быть жизнь на Земле согласно неумолимым законам физики. Почему же этого не происходит? Дело в том, что на высоте 15—30 км существует тонкий слой с повышенным содержанием озона. Этот слой поглощает всего 5% излучения, приходящего от Солнца.

Однако этого оказывается достаточно, чтобы возникла тропопауза, выше которой температура с высотой не падала, а росла. График зависимости изменения температуры от высоты над поверхностью земли изображен на рисунке. Именно, благодаря этому тонкому слою, температура в атмосфере даже на высоте 15—30 км не опускается ниже минус 60—80 градусов Цельсия, а на поверхности Земли цветут сады, и поют птицы.

Все атмосферные процессы — циклоны, грозы, антициклоны, смерчи, ураганы — упираются в этот "озоновый потолок" и возвращаются вниз в виде ветра, дождя, снега, града. Если разрушить этот потолок, то тропопауза исчезнет, тропосфера плавно перейдет в стратосферу, и температура здесь также будет падать на 10 градусов на каждый километр высоты. Все атмосферные процессы будут достигать больших высот, а мощность вихрей возрастет многократно. При этом температура сбрасываемых вниз масс дождя и града резко понизится. Это может привести к общему понижению температуры поверхности Земли. Наша озоновая крыша очень хрупкая. К великому сожалению, все, что делает человек, словно специально направлено на ее разрушение.



### Что же кладет предел неудержимому росту мощности катастрофического смерча?

В термодинамическом отношении он представляет собой гигантскую гравитационно-тепловую машину, в которой вниз падает холодный воздух, совершая работу  $A_1$ , а вверх поднимается теплый воздух, и на его подъем требуется затратить работу  $A_2$ . Ввиду большей плотности падающего холодного воздуха  $A_1 > A_2$ . Избыток работы идет на увеличение кинетической энергии смерча  $\Delta W$ . Положим, что высота смерча есть  $H$ , его сечение  $S_0$ , а  $v_0$  скорость воздушного потока, который движется вверх внутри воронки. Тогда изменение кинетической энергии смерча за 1 с выразится соотношением:

$$\Delta W = \rho_0 v_0 S_0 g H \Delta T / T_1$$

где  $\rho_0 = 1,3 \text{ кг/м}^3$  - плотность воздуха при нормальных условиях;  $\Delta T$  - перепад температур между восходящим и нисходящим потоками;  $T_1 = 300 \text{ К}$  - температура у поверхности Земли. Прикинем, чему может равняться  $\Delta W$  для конкретного смерча, у которого например, радиус  $R = 100 \text{ м}$ , высота  $H = 15 \text{ км}$ , перепад  $\Delta T = 30 \text{ К}$ , расход газа  $v_0 S_0 = 2,8 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ . Тогда для  $\Delta W$  получается значение  $50 \text{ ГДж/с}$ . Это гигантская мощность, в 10 раз превосходящая мощность Братской ГЭС, и всю ее смерч может потратить на разрушение. При этом, однако, он должен регулярно пополнять с земли запасы своего "топлива" — воды. Поскольку теплоемкость воздуха составляет  $1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$ , то для создания перепада температур  $\Delta T = 30 \text{ К}$  между потоками, восходящий поток должен получать в секунду не менее  $150 \text{ ГДж}$  тепловой энергии. Теплота перехода **вода — лед**  $q = 335 \text{ кДж/кг}$ , следовательно, смерч должен каждую секунду засасывать и превращать в лед не менее  $450 \text{ т}$  воды. При этом воду он должен засасывать достаточно равномерно, так как, захватив сразу слишком много воды, например  $2—3 \text{ кг/м}^3$ , он сможет поднять свою "добычу" не выше  $1—2 \text{ км}$ , т. е. на высоту, где вода не сможет выделить теплоту перехода **вода — лед**. Поэтому там, где есть глубокие водоемы (моря, большие озера), смерчи относительно слабы. Наоборот, если воды мало, то перепад температуры между потоками уменьшается и смерч чахнет от жажды. Поэтому в засушливых районах катастрофических смерчей тоже не бывает.

Здесь следует сделать одно замечание. В восходящем и нисходящем потоках количество воды примерно одинаково, и, следовательно, работа, которая тратится на подъем воды, полностью возвращается потоку при падении воды вниз. Поэтому в смерче могут длительно циркулировать потоки с очень высокой концентрацией воды ( $2—3 \text{ кг/м}^3$  и более). **Однако резкие изменения концентрации воды приводят к возникновению перетяжек и, как следствие, к разрушению смерча. Таким образом, естественным пределом увеличения мощности смерча является потеря воды из стенок во время его движения.**



### ИСКУССТВЕННЫЙ СМЕРЧ

Бывало, что деятельность человека случайно приводила к возникновению искусственных смерчей. Так, при пожарах в Дрездене и Гамбурге во время бомбардировок 1944—1945 гг. из образовавшихся от пожаров густых туч свешивались вниз смерчи высотой в несколько сотен метров. При сильных лесных пожарах также



наблюдалось возникновение смерчей, правда, они редко опускались до земли. Ставились также эксперименты по созданию искусственных смерчей. В частности, известны две успешные попытки создания смерчей с помощью очень мощных нефтяных горелок-метеотронов<sup>3</sup>. Сто таких горелок были размещены на площади 100 м<sup>2</sup> и при сжигании за 15 мин 15 т нефти удавалось получать плотные облака, из которых вниз свешивались воронки смерчей высотой около 100 м.

Подробный анализ показал, что для возбуждения смерча топливо выгоднее сжигать не на земной поверхности, а предварительно распылять его по высоте будущего смерча и непрерывно подпитывать при этом воронку потоками воздуха, смешанными с водой и закрученными вокруг вертикальной оси. Количество топлива, необходимое для возбуждения мощного искусственного смерча, оценивается в 500 т. Не останавливаясь на конкретных вариантах создания искусственного смерча, рассмотрим вопрос о том, насколько полезными могут оказаться такие гравитационно-тепловые (ГТ) установки при решении энергетических проблем сегодня и завтра, имея в виду проблемы обеспечения их топливом (водой!), а также множество экологических проблем, связанных с созданием мощных ГТ-установок.

Конечно, практическое освоение таких гигантских энергоустановок с питанием от экологически идеального источника энергии, каким является вода морей, океанов, рек, могло бы существенно облегчить решение энергетических проблем, которые стоят перед человечеством. Ведь для покрытия только прироста энергетических потребностей в 2000 г. придется сжигать дополнительно к сегодняшним расходам еще до 5 Гт условного топлива в виде нефти, газа, угля, урана. В то же время это же количество энергии Солнце отдает земным морям и океанам всего за 30—40 мин. Поэтому даже широкое применение ГТ-установок не должно приводить к вредным экологическим последствиям в крупных масштабах.

Образно говоря, гравитационно-тепловая энергетическая установка с использованием искусственного смерча представляет собой газовую горелку высотой 12—15 км, в которой сгорает не газ или нефть, а обычная вода из любого естественного водоема, которая, превращаясь в лед, отдает воздушным потокам всю свою теплоту, включая теплоту фазового перехода **вода — лед**. Турбогенераторы такой установки могут размещаться как в восходящем, так и в нисходящем потоках смерча. Все выделенное тепло отдается верхним слоям тропосферы, а вниз на поверхность земли падает своеобразная "зола", "шлак" от этого процесса — замерзшая вода (град). На единицу мощности в 1 ГВт необходимо подавать в смерч 15—20 т воды каждую секунду, которые будут возвращаться на землю уже в виде льда и охлаждать ближайшие окрестности вокруг установки. Эти проблемы понижения температуры окружающей среды вблизи ГТ-установки требуют особого изучения. Но даже не касаясь вопросов возможного использования искусственных смерчей для целей энергетики, можно определенно назвать те районы, где уже сейчас было бы полезно создать мощные искусственные смерчи. Это те районы, где зарождаются тайфуны и ураганы. Длительное существование смерча приведет к заметному понижению температуры вблизи поверхности Земли и, следовательно, к понижению темпа испарения воды из океана. Тем самым процесс возникновения неустойчивости атмосферы в данном районе будет замедлен и зарождающийся тайфун ослаблен.

Подведем итоги. Все-таки что же такое смерч? С точки зрения физика-метеоролога, воронка смерча — это скрученный дождь, неизвестная ранее форма существования

осадков. Для физика-механика — это необычная форма вихря, а именно: двухслойный вихрь с воздушно-водяными стенками с резким различием в скорости и плотности обоих слоев. Для физика-теплотехника смерч — гигантская гравитационно-тепловая машина огромной мощности, в которой мощные воздушные потоки создаются и поддерживаются за счет теплоты, которая выделяется водой из любого естественного водоема, когда она попадает в верхние слои тропосферы.

*Статья основана на работах В.В. Кушина :*  
*"Смерч" (Природа, 1988, NS 7), "*  
*Гравитационно-тепловые процессы в смерчах" (Препринт ИТЭФ № 35. М., 1987.)*  
*"Экологические Пропасты" (*  
*"Электричество и Жизнь" №2 2000 г.)*

<http://www.ufo.obninsk.ru/smerch.htm>