

ПРИРОДА ТУНГУССКОГО ВЗРЫВА

Ю.А. Николаев, П.А. Фомин

*Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН
630090, Новосибирск, Россия*

Введение. Показано, что Тунгусское событие представляло собой взрыв тороидального облака, образованного разовым выбросом метана в атмосферу. Взрыв инициирован небольшим, полого летевшим метеоритом, скорость которого к моменту инициирования замедлилась до нескольких километров в секунду.

Выяснена газогидратная природа выброса метана и указана область, откуда произошёл выброс. Рассчитаны траектории метеорита, оценены его максимальный и минимальный размеры. Определено наиболее вероятное место падения метеорита. Статистически обработан проведенный модельный эксперимент по вывалу леса (взрыв детонирующего шнура в форме кольца над «лесом» из проволочек). Показано, что вывал проволочек полностью идентичен вывалу леса. Дано объяснение световым, акустическим и атмосферным явлениям (серебристые облака, озонный слой, магнитная буря), связанным с Тунгусским событием. Объяснено отсутствие значительного количества метеоритного вещества в области эпицентра. Сделана оценка характерного размера микрокапель, сорванных с расплавленной поверхности метеорита (и, соответственно, характерный размер микрочастиц метеоритного вещества, найденного в районе взрыва). Оценена возможная скорость вращения метеорита и связанное с ней изменение его траектории. Проанализирована вероятность взрывов наподобие Тунгусского. Совокупность полученных результатов подтверждает рассматриваемую гипотезу, не противоречит известному фактическому материалу и физически корректно объясняет все особенности Тунгусского явления.

Обзор фактических данных по Тунгусскому явлению приведен в [1, 2]. Напомним кратко лишь основные из них. Пролетающий раскаленный метеорит был виден уже за сотни километров от эпицентра взрыва. Основное энерговыделение взрыва произошло на высоте нескольких километров над поверхностью Земли. Внешняя граница области вывала леса представляла собой “бабочку” с характерным размером порядка нескольких десятков километров и десятками миллионов поваленных деревьев. Присутствовал “телеграфный лес” (деревья, которые после взрыва стояли не поваленными, но без крон). Встречались области “обратного” вывала, когда верхушки поваленных массивных деревьев направлены в сторону от эпицентра взрыва, в то время как верхушки рядом лежащих тонких деревьев направлены в сторону эпицентра. Имело место общее (суммированное по всем деревьям) отклонение вывала леса от радиальности. То есть присутствовала общая “закрутка” вывала леса, вызванная гигантским (масштаба нескольких десятков километров) вихрем. Картина вывала леса свидетельствует и о несимметрии самого вихря вблизи поверхности земли. Взрыв сопровождался ожогом и пожаром леса, а также крупномасштабными геофизическими явлениями (магнитными бурями, нарушением озонного слоя и т.д.). За несколько дней до взрыва над Европой наблюдались серебристые облака. Их яркость возросла после взрыва. Каких-либо крупных осколков небесных тел в районе эпицентра обнаружено не было. Найдены лишь микронные частицы, которые по составу можно сопоставить с метеоритом. В районе эпицентра на поверхности земли обнаружены валуны (“камни Джона”), имеющие размер порядка нескольких метров и состоящие из осадочных пород, идентичных породам, залегающим в районе эпицентра на глубине в несколько сотен метров. На такой глубине в районе эпицентра залегают и газовые гидраты.

© Ю.А. Николаев, П.А. Фомин, 2015

Масса метана и размеры тороидального облака рассчитаны из равенства энергии взрыва соответствующей массы метано-воздушной смеси и общепринятой энергии взрыва, полученной в предположении разрушения космического тела в атмосфере. Подчеркнем: если принять во внимание, что давление ударной волны в “дальней” зоне от облака топливно-воздушной смеси больше, чем от взрыва эквивалентного заряда конденсированного ВВ, то масса метана, выброшенного при Тунгусском взрыве, получится существенно меньше.

Вывал леса при Тунгусском взрыве моделировался взрывом тора из незамкнутого кольца, состоящего из пяти детонирующих шнуров. Общая масса взрывчатки - 25г. Детонатор располагался в нижней части кольца. Разрыв в связке детонирующих шнуров составлял около 2 см. Детонация обегала кольцо по часовой стрелке. Диаметр и средняя высота кольца над поверхностью составляли 15 см и 19 см соответственно. Наклон плоскости кольца к горизонтالي составлял 30° . Лес имитировался вертикально стоящими медными проволочками высотой 3 см и диаметрами 2.7 мм и 0.5 мм, расположенными в шахматном порядке (30×30 ячеек) с шагом 5 см. Фотографии результатов эксперимента и результаты статистической обработки “вывала” проволочек приведены в [3]. Получено, что вывал проволочек похож на реальную картину вывала леса не только чисто внешне (совпадение «бабочек» вывала, наличие «телеграфного» леса и «обратного» вывала), но и эквивалентен ей статистически (наличие и величина общей «закрутки» вывала и т.д.).

Расчет размера метеорита, возможных траекторий его движения и места его падения. Для определения возможных траекторий метеорита и его скорости, а также места его возможного падения решалась обратная задача с учетом взаимного притяжения Земли, Солнца и метеорита, движения Земли вокруг Солнца и ее вращения вокруг оси, аэродинамического сопротивления движению метеорита в атмосфере и зависимости ее плотности и температуры от высоты. Задавались угол и скорость встречи сферического метеорита с поверхностью Земли, а также его размер. Из всех возможных выбирались траектории, удовлетворяющие условиям: метеорит стартовал из пояса астероидов, в момент инициирования высота траектории составляла 5-7 км, высота полета на расстоянии 300 км от эпицентра не превышала 120 км, метеорит не подвергался распаду до встречи с Землей. Указанным условиям удовлетворяют небольшие (максимальным размером не более 15 м) метеориты. Возможное место падения находится на расстоянии 20–100 км от эпицентра.

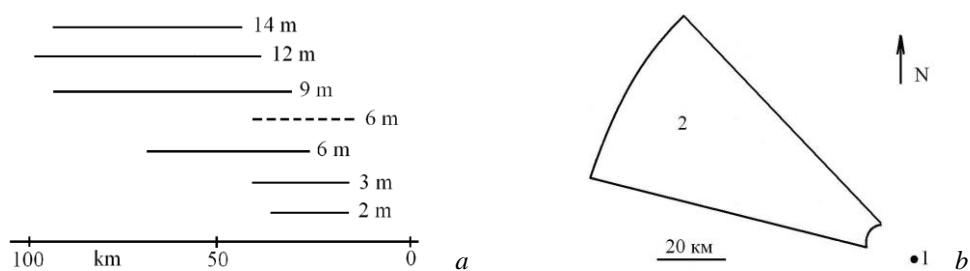


Рис. 3. Области возможного падения метеорита. (а) Области возможного падения железного (—) и каменного (---) метеорита указанных размеров при азимуте 295° . Отсчет ведется от проекции на землю точки инициирования взрыва. Для железного метеорита крупнее 14 м и мельче 2 м, а также при азимуте больше 320° решений нет; (б) 1 – проекция эпицентра взрыва на землю, 2 - сектор возможного падения железных и каменных метеоритов.

Известно, что размер ячейки газовой детонации определяет минимальный размер и скорость быстролетящего тела, способного инициировать детонацию. Для стехиометрической метано-воздушной смеси при скорости тела порядка $1 \div 2$ км/с его размер должен быть не менее $6 \div 3$ м.

Моделирование ожога леса. Для моделирования картины ожога леса посредством фотодиода измерялась зависимость освещенности горизонтальной поверхности от расстояния и направления. Источником света служил светящийся тор, изготовленный из полупрозрачного кабеля с расположенными внутри лампочками. Получено, что области равной освещенности представляют собой круги со смещенными центрами, что соответствует реальной картине ожога леса.

Серебристые облака при Тунгусском взрыве. Как показано в [4], природа серебристых облаков связана с цепным окислением водорода в атмосфере, являющимся источником воды, и флуктуациям температуры на высотах мезопаузы, приводящим к образованию микрочастиц льда, способных отражать свет при заходе Солнца. Вероятность появления серебристых облаков в северном полушарии – явление достаточно частое. Проведенные оценки показали, что усиление яркости серебристых облаков, связанное с Тунгусским взрывом, есть результат повышения концентрации воды в мезосфере, вызванного детонационным сгоранием метана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев В.К., Зигель Ф.Ю. Тунгусское диво, Екатеринбург: Баско, 1998.
2. Васильев Н.В. Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908г., Москва: Русская панорама, 2004.
3. Николаев Ю.А., Фомин П.А. Тунгусская катастрофа как взрыв метано-воздушного облака, инициированного небольшим медленно летящим металлическим метеоритом // Физика горения и взрыва. 2011. Т. 47, № 2. С. 112-127.
4. Николаев Ю. А., Фомин П. А. О природе серебристых облаков и озонного слоя Земли // Физика горения и взрыва. 1997. Т. 33, № 4. С. 3-13.