УДК 551.515

СПОСОБ ОСЛАБЛЕНИЯ МОЩНОСТИ УРАГАНА

С.Н. Даровских, В.В. Коваленко, Н.В. Вдовина

Изложена оригинальная идея ослабления мощности урагана. В её основе лежит использование серии высотных взрывов обычных взрывчатых веществ с тротиловым эквивалентом каждого, не превышающем 1000 кг, в периферических частях урагана. Такое активное воздействие на атмосферу будет стимулировать процессы облакообразования, которое будет направлено на ограничение доступа влажных воздушных масс из зон повышенного атмосферного давления в зоны низкого атмосферного давления - центру урагана. Реализация предложенного способа ослабления мощности урагана позволит существенно снизить ежегодные людские и колоссальные материальные потери (от десятков до сотен млрд $), которые приносят ураганы человечеству.

Ключевые слова: ураган, индуцированное облакообразование, способ, высотные взрывы.

Введение

Одно из проявлений изменения климата на планете непосредственно связано с изменением естественных крупномасштабных циркуляций воз-

душных масс и усилением процессов их развития. Такие изменения уже реально приводят к негативным последствиям, сравнимых со стихийным бедствием для населения больших территорий, подвергшихся их воздействию. Недавние события, связанные с ураганами «Харви», «Ирма», «Мария» и др., у побережья, главным образом, стран Карибского бассейна в сентябре 2017 г. и шквалистый ветер в Москве в мае того же года, являются наглядным тому подтверждением.

Основные причины изменения климата связаны как с изменением активности Солнца, так и с антропогенными изменениями свойств окружающей среды [1]. Понимание многими странами мира актуальности для человечества проблемы изменения климата стимулирует процессы ограничения влияния на него антропогенного фактора. Примером тому может служить Парижское соглашение (2017 г), определяющее меры по снижению выброса углекислого газа в атмосферу.

Однако динамика изменения климата такова, что одними ограничительными мерами уменьшить опасность проявления последствий его стихии не представляется возможным ни сейчас, ни в отдаленной перспективе. В этой связи необходимым является разработка мероприятий по искусственному ослаблению мощности циклонических процессов, к которым в первую очередь относятся ураганы [2].

Исходя из известного механизма развития урагана, обусловленного, наличием высокой разницы в температурах воздушных масс между его центром и периферией, были предложены различные способы его ослабления, основанные на уменьшении градиента температуры. Наиболее известными из них являются: рассеивание облаков йодистым серебром, применение глубинных насосов для охлаждения водной поверхности, покрытие воды специальной тонкой биологически разлагающейся масляной пленкой и др. [3]. Общая направленность перечисленных выше способов состоит в том, чтобы уменьшить температуру водной поверхности – основной причины возникновения обширной зоны пониженного атмосферного давления. Но подобные действия по «укрощению» урагана априорно малоэффективны в силу несоизмеримости их энергетических характеристик с энергетическим масштабом собственно урагана и невозможностью заранее оценить его размеры и силу и прогнозировать его динамику.

Вместе с тем, если обратить внимание на основной источник усиления урагана, то оказывается, что он напрямую связан с горизонтальным перемещением слоев воздуха из зоны с высоким атмосферным давлением в зону низкого со скоростью, достигающей значений до 260 км/час. Особенно характерны значительные скорости перемещения воздушных масс для протяженных зон без облаков в теле урагана с температурной инверсией, которая препятствует естественному облакообразованию (рис. 1). В этой связи эффективным способом ослабления мощности урагана на этапе его развития и в дальнейшем является способ, в основе которого лежит «раз-

рыв» с помощью внешних воздействий в периферических частях урагана приповерхностного слоя воздуха с инверсией температуры. Такие воздействия с помощью взрывов обычных взрывчатых веществ с тротиловым эквивалентом каждого около 1000 кг будут инициировать процесс искусственного образования облаков, которые будут перпендикулярно ориентированы по отношению к вектору скорости ветра (рис. 1) [4]. Такое облакообразование позволит существенно снизить скоростной напор воздушных масс. При этом оно также будет сопровождаться уменьшением градиента температуры и атмосферного давления между центром урагана и его периферией.

Физические основы индуцированного облакообразования с помощью высотных взрывов в периферической части урагана

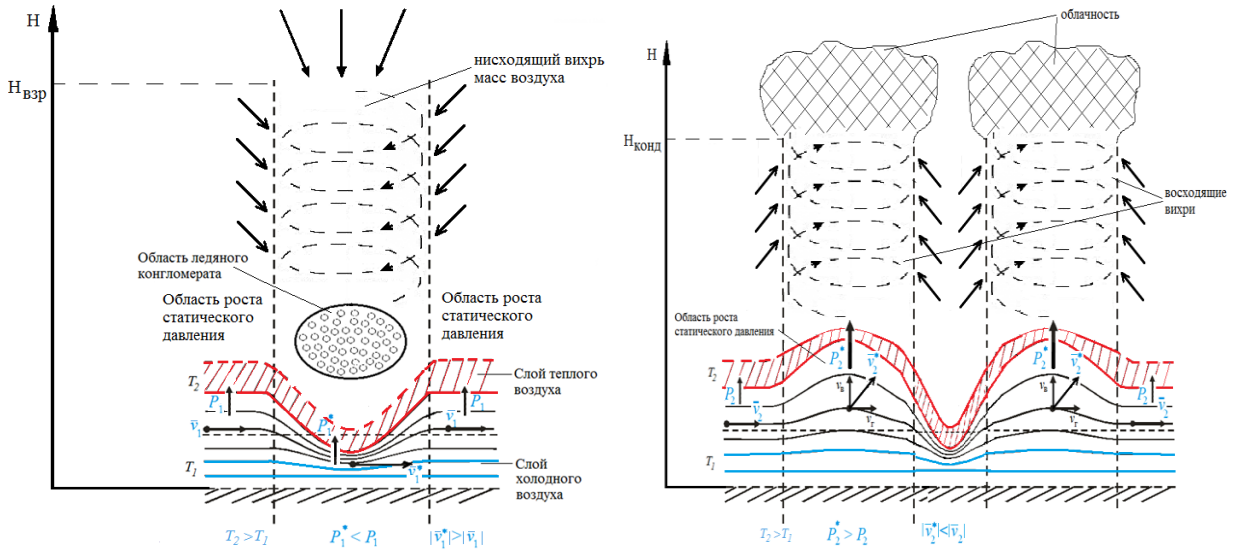
Основное содержание идеи использования взрывов в верхних слоях тропосферы на периферии урагана в областях, свободных от облаков и охватывающих «тело» урагана (рис. 1) состоит в кратковременном (до десятка минут) разрушении температурной инверсии в атмосфере, препятствующей формированию восходящих потоков влажного воздуха до высот облакообразования [4]. Причины возникновения инверсии температуры с высотой различны. Наиболее часто они встречаются при встрече холодного и теплого фронтов, когда менее плотная теплая воздушная масса оказывается выше холодного более плотного её слоя. Инверсия температуры в свободной атмосфере может возникнуть также при опускании широкого слоя воздуха и нагреве его вследствие адиабатического сжатия.

Использование взрывов обычных взрывчатых веществ в верхних слоях тропосферы за счет адиабатического расширения возмущенной области действием ударной волны позволяет сформировать область кристаллизованной влаги на продуктах взрыва.

Рис. 1. Модель распределение облачности развитого урагана, области взрывов и индуцированных ими зон облаков

Затем эта влага, падая вниз, будет оказывать не только давление на ниже лежащие слои атмосферы, попутно разрушая слои инверсии температуры на больших высотах, но и аккумулировать имеющиеся в них взвешенные частицы молекул воды. В конечном итоге это приведет при использовании модели «трубки тока» [5] к деформации приповерхностных слоев воздуха, сопровождающейся более выраженным уменьшением толщины слоя воздуха с температурной инверсией по отношению к ниже лежащему холодному слою с большей его плотностью (рис. 2а).

Для оценки примерной величины увеличения давления на ниже лежащие слои воздуха, которое связано с выпадением кристаллизованной влаги на продуктах взрыва, используем следующие исходные данные: радиус объема воздушного пространства R с кристаллизованной влагой составляет R=2000 м[1], плотность ледяного конгломерата ρл = 0,25 кг/м^3. При этих исходных данных масса m ледяного конгломерата составит m ≈ 8,4·10^9 кг, а величина, на которую увеличится атмосферное давление d, составит величину d = 0,67·10^4 Па = 0,067 атм.



а) б)

Рис. 2. Сечение трубки тока:
а) при воздействии на неё кристаллизованной влагой;
б) после реализации упругих свойств приповерхностного слоя воздуха и возникшей в нем турбулентности

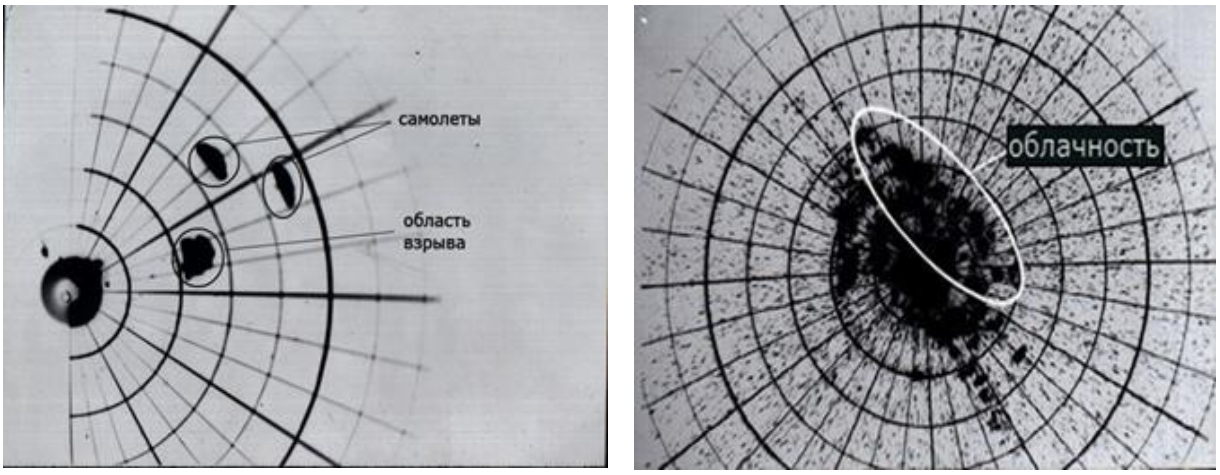
Упругие свойства холодного приповерхностного слоя воздуха, насыщенного влагой, приведут к возникновению в нем турбулентности, сопровождающейся неравномерным распределением роста статического давле-

[1] Такой радиус возмущения соответствует взрыву на больших высотах взрывчатого вещества с тротиловым эквивалентом около 1000 кг.

ния (рис. 2б.). Изменение конфигурации «трубки тока» в приповерхностном слое будет способствовать изменению вектора скорости перемещения воздушных масс: из направления преимущественно горизонтального – в направление преимущественно вертикальное (рис. 2б.). Возникающий при этом скоростной напор в вертикальном направлении и отмеченный выше рост статического давления в приповерхностном слое воздуха будут способствовать «разрыву» и инверсионной, и приповерхностной «трубок тока». Это приведет к интенсивным восходящим потокам влажного приповерхностного воздуха до высот активного воздействия и выше с последующей конденсацией влаги в образующихся облаках.

Результаты натурного эксперимента (рис. 3а, б) подтвердили правильность рассмотренного механизма.

Особенность формирования гряды облаков состоит в том, что момент силы, действующий на формируемые вихри восходящих потоков, направлен влево относительно северо-восточного направления перемещения воздушных масс. Из-за кориолисовой силы образованные облака будут смещаться вправо (для северного полушария) относительно области взрыва, сторона которого определяется направлением вектора скорости ветра, и перпендикулярно ему (рис. 1) [6].



а) б)

Рис. 3. Радиолокационные изображения индикатора кругового обзора РЛС П-12:
а) непосредственно после взрыва в верхней тропосфере;
б) спустя 10 мин после взрыва

Обсуждение и основные итоги

Принципиальным отличием предложенного способа активного воздействия для ослабления мощности урагана от известных способов состоит в том, что его реализация основана на использовании части кинетической энергии урагана, которая будет направлена на создание естественных препятствий в виде гряд облаков на пути перемещения масс воздуха из периферии к его центру.

Можно оценить количество влаги, которое может быть «заброшено» на большие высоты. Для этого необходимо воспользоваться следующими исходными данными: радиус R площади «разрыва» инверсионного и приповерхностного слоев воздуха составляет R=2000 м (он равен радиусу области возмущения взрывом); плотность паров воды в приповерхностном слое воздуха ρв = 0,05 кг/м^3; скорость восходящих потоков v = 16 м/с; а время t, в течение которого существует «разрыв» указанных слоев, составляет t =10 мин. При этих исходных данных масса m указанной влаги составит m = 6·109 кг = 6·106 тонн = 6 Мегатонн. Насколько значимо полученное значение массы влаги, которое может быть «заброшено» на высоты облакообразования (до 10000 м) используем следующие справочные данные [7]: среднее грозовое облако имеет массу 500–1000 тысяч тонн. Таким образом, результатом активного воздействия с помощью взрыва в верхних слоях атмосферы может стать образование от 6 до 12 грозовых облаков.

Образование серии облаков на периферии урагана позволит в течение их существования (от 1 часа и более) существенно уменьшить приток влажного воздуха к его центру. При недостаточной эффективности применения однократных активных воздействий в верхних слоях тропосферы в пространстве урагана, свободного от облаков, целесообразно их повторять, используя другие его области с температурной инверсией.

Реализация полноформатного индуцированного облакообразования (рис. 1) с помощью высотных взрывов обычных взрывчатых веществ (с тротиловым эквивалентом одиночного взрыва около 1000 кг) в периферийных частях урагана в зонах с температурной инверсией будет способствовать существенному ослаблению его развития с последующей возможной его диссипацией.

Безусловно, рассмотренный выше способ ослабления мощности урагана требует некоторых уточнений, и что особенно важно – это экспериментальной проверки. Организация такого эксперимента сложна, так как потребует межгосударственного взаимодействия заинтересованных в нем стран, привлечения к нему значительного количества разных специалистов: метеорологов, ученых-разработчиков взрывчатых веществ, авиаторов и др., а также технических средств, необходимых для безопасного его проведения. Но несмотря на высокие потенциальные затраты для проведения предлагаемого эксперимента (десятки млн $), его результаты могут реально существенно снизить ежегодные людские и колоссальные материальные потери (от десятков до сотен млрд $), которые приносят ураганы человечеству.

Библиографический список

1. Лавров, С.Б. Глобальные проблемы современности / С.Б. Лавров. – СПб.: Проспект, 2000. – 341 с.

2. Халтинер, Дж. Динамическая и физическая метеорология / Дж. Халтинер, Ф. Мартин. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960. – 436 с.

3. Hoffman, Ross N. Controlling Hurricanes. Scientific American. Meteorology. N10, 2004.

4. Даровских, С.Н. Способ воздействия на ураган (циклон, тайфун) / С.Н. Даровских, В.В. Коваленко. – Заявка на выдачу патента № 2016138906/13 (062061) от 03.10.2016.

5. Трофимова, Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т.И. Трофимова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 580 с.

6. Матвеев, Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы / Л.Т. Матвеев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 752 с.

7. Сафонов, Т.В. Авиационная метеорология / Т.В. Сафонов. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2005. – 215 с.

К содержанию