

СТРОИТЕЛЬСТВО. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

УДК 159.922.25

ЭКОНОМИЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ЗАЩИТЫ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ ОТ ИЗБЫТОЧНОГО СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Р. И. Шаяхмедов

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

Как наиболее эффективно уменьшить мощность солнечного излучения, падающего на земную поверхность в самые жаркие месяцы? Анализ последствий вулканических извержений даёт следующий ответ: искусственно нарастить плотность аэрозольного сернистого слоя в нижних слоях стратосферы на высоте 15 км. В качестве средства доставки сернистого газа на данную высоту предлагается установка, работающая по принципу пневматической пушки. В целях экономии в качестве такой пушки предлагается использовать отработанные газовые скважины с сопутствующей инфраструктурой. Предлагаемая пушка используется для оперативной постановки и уборки сернистого слоя.

Ключевые слова: избыточное солнечное излучение, механизм вулканической зимы, аэрозольный сернистый слой в стратосфере, средство доставки сернистого газа в стратосферу, пневматическая пушка, отработанная газовая скважина, ствол газовой скважины, подземное газовое хранилище, воздушный компрессор, контейнер с твердым сернистым газом, контейнер с известковым тестом.

COST-EFFECTIVE TECHNOLOGICAL INSTALLATION TO PROTECT THE PLANET EARTH FROM EXCESSIVE SOLAR RADIATION

R. I. Shajahmedov

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering

How to most effectively reduce the power of solar radiation incident on the Earth's surface in the hottest months? Analysis of the effects of volcanic eruptions gives the following reply: artificially increase the density of the aerosol sulphuric acid layer into the lower stratosphere at an altitude of fifteen kilometers. As a means of delivery for sulfur dioxide at the height of the proposed installation of operating a pneumatic gun. In order to save the guns are encouraged to use the exhaust gas wells with accompanying infrastructure. The proposed gun used for operational and operational cleaning acid layer.

Keywords: excess solar radiation, mechanism of volcanic winter, spray the acid layer in the stratosphere, means delivery of sulfur dioxide into the stratosphere, a pneumatic Cannon, spent gas refinery, the trunk gas wells, underground gas storage, air compressor, a container with a solid sulfur dioxide gas, container with plasterer's putty.

Опять лето.... Избыточное солнечное излучение сушит землю, торфяники, леса. Если горят подсохшие леса и торфяники, то их остановить очень трудно. Самые большие российские пожары пришлось на 2010 г. [1]. Общая площадь выгорания, куда вошли поселения, леса, сельскохозяйугодья, составила более 15 млн га.

Вот бы на жаркий период уменьшить мощность солнечного излучения, падающего на земную поверхность. Но как это сделать? Подсказку даёт природа: последствием вулканических извержений неоднократно становилось резкое временное похолодание на планете Земля [2].

Механизм «вулканической зимы» следующий: когда концентрация частиц, выброшенных вулканом, в атмосфере велика, они становятся «зонтиком от солнца» – отражают солнечные лучи и не дают им нагревать воздух и поверхность земли. Извержение выбрасывает в атмосферу огромное количество вещества, отражающего и поглощающего солнечный свет:

- вулканического пепла;
- антипарниковых газов;
- лавовых фонтанов.

Поднятый в атмосферу пепел переносится ветром на огромные расстояния. Крупные части-

цы сразу выпадают, мелкие – могут находиться в атмосфере годами. Дело в вертикальной составляющей воздушных потоков [3], а также в размере и форме частиц. Чем меньше частица, тем больше у неё соотношение между поверхностью и объёмом и тем выше её «парусность» (способность к перенесению ветром). Если частице придать форму, например, волокна её парусность резко увеличится (вспомните пауков, путешествующих на переносимых ветром паутинках).

Такие нити образуются при вулканическом извержении из расплавленной магмы. Встречный поток воздуха срывает капли жидкой лавы с поверхности вулканических бомб. Во встречном воздушном потоке эти капли преобразуются в тончайшие, стеклянные нити с высочайшим альбедо. Стеклянные же нити могут летать в атмосфере до пяти лет [4]. Многовато для нас. Нам нужно кратковременное «затмение» на один световой день.

Размер частицы может быть уменьшен до молекулы, когда сверхкритический водный раствор, выброшенный вулканом, мгновенно превращается в пар. При этом растворённые соли остаются без растворителя (воды) и образуют взвесь тончайших частиц, которые мгновенно адсорбиру-

ются более крупными частицами пепла или воды. То есть время их жизни слишком мало.

Размер частицы может быть увеличен до аэрозольных капель. Например, в процессе извержения вулканов в атмосферу выбрасывается большое количество двуокиси серы – сернистого газа (далее – СГ). В атмосфере СГ окисляется до трехокиси и, взаимодействуя с влагой, образует капли серной кислоты (далее – СК). Они образуют динамически устойчивые слои в стратосфере. Туман на этих высотах [5–6] состоит из замёрзших кристалликов СК, где вода соединена с трехокисью серы и не подвергается фотолизу под воздействием ультрафиолетового излучения солнца. Держится такой туман на одной высоте, поскольку сила тяжести частиц тумана уравновешивается вертикальной составляющей ветра.

Время жизни таких частиц [7] в стратосфере около года (ниже 20 км – около полугода, выше – несколько лет), так что в стационарных условиях вещество для образования сульфатного аэрозоля должно поступать в стратосферу из тропосферы со скоростью в 2–105 т / год. А это – то, что нам нужно, поскольку мы не можем оперировать миллионами тонн. Срок в полгода великоват. Но ведь любой процесс можно ускорить.

Проведённые исследования показали [8], что за прошедшие 20 лет содержание сернистых аэрозолей в стратосфере, вследствие антропогенной деятельности, ежегодно увеличивается примерно на 9 %. Каждые 7,5 лет плотность сернистых аэрозолей в стратосфере удваивается. Эксперимент фактически уже идёт.

Одна из основных задач [9] наблюдений в стратосфере – контроль стратосферного аэрозоля, находящегося на высоте 15–25 км. Климатологами показано, что при увеличении плотности стратосферного аэрозоля в приземном слое воздуха в течение **нескольких лет** температура понижается на 1–2 °С.

Нам достаточно будет такого понижения в течение светового дня и локально. Ночью зонтик не нужен. У соседей РФ распространившийся на их территорию «зонтик» может вызвать истерику. Как решить эти проблемы, когда в стратосфере дуют ветра со скоростью 300–400 км / ч? Для этого предлагается:

- наращивать аэрозольный сернистый слой (АСКС) на высотах около 15 км («велопаз»), где ветра практически отсутствуют [10];
- иметь средство не только для «постановки», но и «уборки» АСКС в течение суток.

Наш «зонтик» должен ставиться в течение четырёх часов: два часа перед рассветом и два часа после рассвета в период «низкого» солнца, а убираться за то же время: два часа до заката (период низкого солнца) и два часа после заката. 16 часов в сутки наш АСКС должен защи-

щать поверхность земли от избыточного солнечного излучения.

Сначала спроектируем средство доставки. Для создания временного экрана нам следует выбросить на высоту 15–16 км большое количество СГ, необходимое и достаточное для достижения эффекта повышенного альбедо.

СГ без особых технологических сложностей производится из элементарной серы. Технология его сжижения была разработана в начале XX в. Существуют холодильники, где он используется как хладагент.

Существующий на настоящий момент способ доставки на заданную высоту с помощью геодезических ракет типа «Вертикаль» весьма дорог и не может обеспечить необходимых масштабов. Стратосферные грузовые самолёты в РФ просто отсутствуют. Для массовой доставки контейнеров (бочек) со сжиженным СГ на нужную высоту предлагается **пневматический способ**. То есть, используя такой приём инновационного консалтинга, как «копирование» [11], скопируем природу.

Технологическая установка, работающая по принципу пневматической пушки, будет состоять из:

- блока производства, сжижения и фасовки сжиженного диоксида серы;
- подземного хранилища (далее – ПХ), где аккумулируется энергия сжатого воздуха;
- компрессора для подачи сжатого воздуха в ПХ и доведение давления в ПХ до 100 кг / см²;
- пускового устройства – скважины с диаметром внутренней колонны, соответствующим диаметру контейнера со сжиженным диоксидом серы;
- магистрали подачи сжатого воздуха из ПХ в пусковое устройство, представляющего собой пространство между внутренней и внешней колонной той же скважины.

Работа установки (см. рис. 1). От установки (1) по получению, сжижению и фасовке СГ поступает бочка (2) с твёрдым СГ. Бочка, наполненная твёрдым веществом, легче противостоит нагрузкам сжатия.

Твёрдый СГ в бочке получается в две стадии: заполнение бочки жидким СГ, принудительное удаление паров СГ.

ПХ (5) постоянно наполняется сжатым воздухом с помощью компрессорной станции (6) до давления в 100 атм.

Бочка (2) загружается в ствол пускового устройства (3). После этого сжатый воздух из ПХ (5) подаётся в пусковое устройство (3) по магистрали подачи сжатого воздуха (4) и контейнер под его давлением начинает разгоняться как поршень в цилиндре.

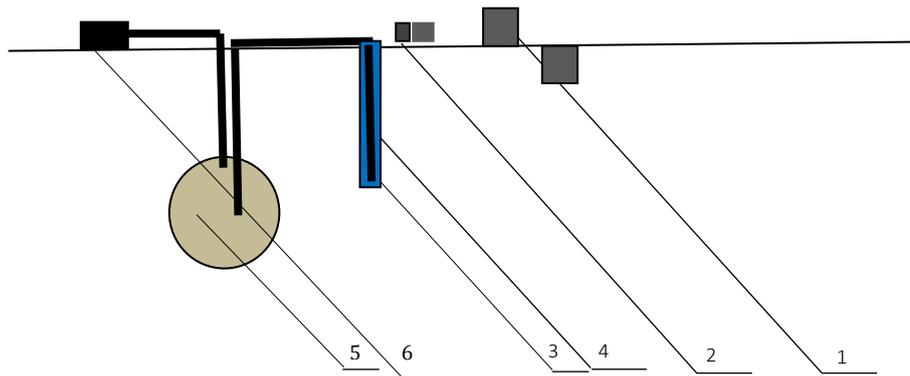


Рис. 1. Схема установки по доставке диоксида серы в верхние слои атмосферы

Для удешевления установки лучше всего использовать выработанную скважину газового месторождения. Нередко при таких месторождениях имеются незадействованные ПХ. В этом случае ствол «пушки» и «баллон» нам достанутся практически бесплатно. Возможен также вариант с использованием отработанной угольной скважины, когда ствол «пушки» размещается в стволе шахты, а штреки используются в качестве ПХ.

Газовые скважины имеют коаксиальное строение (труба в трубе), что удобно для подачи сжатого воздуха в нижнюю часть скважины, когда сжатый воздух подаётся по внешней трубе, а контейнер помещается во внутреннюю. Для того чтобы сжатый воздух без затруднений поступал из межколонного пространства во внутреннюю колонну, последняя в нижней своей части (под нижней точкой размещения контейнера) делается перфорированной.

Если в качестве контейнера взять стандартную сварную стальную бочку на 100 л диаметром 485 мм, то диаметр скважины должен быть порядка 500 мм. Зазор в 7 мм с каждой стороны необходимо оставить для воздушной подушки, резко снижающей сопротивление при движении контейнера в пусковом устройстве – стволе.

Площадь дна бочки, при диаметре 483 мм составит в $0,183 \text{ м}^2$ или 1830 см^2 . Движущая сила при давлении 100 кг / см^2 составит $183000 \text{ кг} \times \text{м / сек}^2$.

Вес 100 л жидкого диоксида серы при плотности $1,4619 \text{ г/см}^3$ составит: $100000 \times 1,4619 = 146190 \text{ г} = 146 \text{ кг}$.

Отсюда ускорение разгона составит: $183000 / 146 = 1253 \text{ м / сек}^2 = 125 \text{ g}$.

То есть через секунду после старта скорость контейнера будет около 1250 м / сек (4500 км / ч). Такая начальная скорость позволяет достичь высоты в 30 км. При прохождении нижних слоёв атмосферы бочка нагревается, твёрдый газ переходит в газообразный на нужной высоте (взрыв).

Необходимая длина ствола при этом составит $1250 \times 1/2 = 625 \text{ м}$. Для того чтобы воздух в стволе скважины не мешал разгону, воздушный компрессор во время старта его удаляет. Для этого скважину нужно оборудовать автоматически откидывающейся и закрывающейся крышкой.

Загрузочное устройство (рис 2). Бочку с твёрдым диоксидом серы (2) можно будет загружать с поверхности прямо в «ствол» (3). При этом при небольшом зазоре между стенками бочки и стенками «ствола», бочка будет опускаться на дно пускового устройства плавно как поршень, сдавливающий воздух. Это позволит в качестве зарядного устройства использовать обычный или автоматизированный (работающий на рельсах) погрузчик (7).

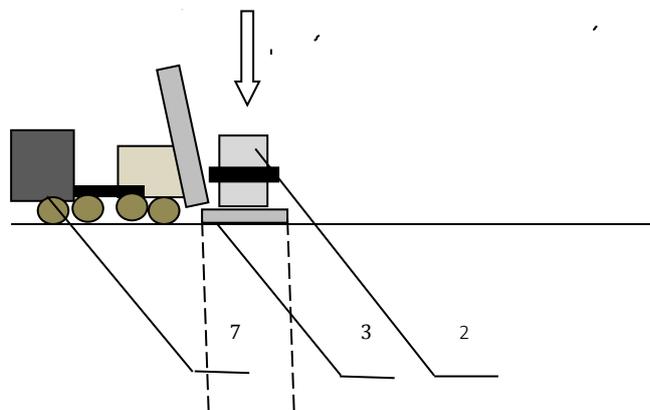


Рис. 2. Загрузка контейнера с диоксидом серы

Энергетическое обеспечение. Если компрессорная станция (6) работает от электропривода, то ПХ заполняется сжатым воздухом ночью, когда электроэнергия оплачивается по ночному тарифу. Если на природном газе, то – непрерывно в течение суток.

Для энергообеспечения установки по сжижению СГ может использоваться помимо централизованно вырабатываемого электричества тепловая энергия, получаемая при сжигании серы.

Производительность установки по постановке АСКС. В отличие от ракетного старта, подготовка к новому пуску и выстрел занимают две минуты. То есть стрельба может идти практически непрерывно. Нагрев у пневматического орудия, по сравнению с огнестрельным, практически отсутствует. Поскольку пусковое устройство необходимо будет дублировать, то два пусковых устройства могут работать попеременно.

Отсутствует и износ, поскольку в зазоре между контейнером и стенкой газопровода образуется воздушная подушка. Если производить один выстрел в две минуты бочкой с 146 кг СГ, то суточная производительность ствола (за четыре часа пальбы) составит: $120 \times 146 = 17,52$ т по СГ.

Зона действия. Масса существующего планетарного АСКС – 105 т. Но это на 510 млн км² (площадь поверхности Планеты Земля). С учётом того, что нам необходимо в начале светового дня увеличить плотность этого экрана хотя бы на порядок (в 10 раз), получим зону действия в: $(510 \times 17,52 / 10) / 105 = 8,5$ млн км². Радиус зоны составит 1645 км. Но территория РФ очертаются не напоминает круг. А если учесть, что крайний Север от солнца прикрывать незачем, то образуются примерно четыре «округа противосолнечной обороны», напоминающие по форме круг: юг и центр европейской части, юг и центр Западной Сибири: юг и центр Восточной Сибири; юг и центр Дальнего Востока. Эти примерно 4 круга по 2 млн км². То есть на одну установку приходится 2 млн км² территории РФ, где она перед световым днём в состоянии развернуть АСКС в 43 раза плотнее естественного.

Теперь необходимо спроектировать средство «свертывания» АСКС.

Для этого на ту же высоту необходимо забросить вещество, которое вступит в реакцию с СК, с образованием крупных быстрооседающих частиц. Для этого в ту же установку (см. рис. 1) загружают бочки с замороженным известковым тестом (50 % – гашёная известь, 50 % – вода). При старте бочка также нагревается потоком набегающего воздуха. Вода вскипает, увеличивает давление в бочке до критического, потом на заданной высоте взрывается и мгновенно испаряется. Нагретые молекулы гашёной извести

вступают в реакцию с СК с образованием сульфата кальция (гипс), а далее – крупных кристаллогидратов с водой, освободившейся после нейтрализации СК, и опускается вниз. Стратосферный экран исчезает.

Производительность установки по уборке АСКС. Из 17, 5 т СГ в стратосфере (при взаимодействии с кислородом и парами воды) образуются 26,8 т СК. Для её нейтрализации потребуется 20,2 т гашёной извести или 40,4 т известкового теста. Бочка в 100 л известкового теста будет весить 140 кг, как и бочка СГ. Иными словами, можно запускать с той же установки тем же темпом. Но масса, которую нужно забросить на ту же высоту будет в два раза больше.

Здесь пригодится необходимое для надёжности постановки экрана дублирование мощности (см. раздел «Производительность установки по постановке АСКС»).

Необходимые производственные мощности

Компрессорная станция. Один выстрел потребует расхода 125 м³ воздуха при давлении в 100 атм. (объём «ствола»). В пересчёте на нормальные условия это составит 12500 м³ на выстрел. При постановке АСКС потребуется 120 выстрелов, при уборке – 280. Итого за сутки – 400. Суточная производительность компрессорной станции при непрерывной работе составит: $12500 \times 400 = 5000000 = 5$ млн м³.

Подземное хранилище сжатого воздуха.

Выстрел не должен уменьшать давление в ПХ более чем на 1 %. При этом ёмкость ПХ составит $12500 \times 100 = 1250000$ н м³. При давлении в 100 атм., объём ПХ – 12500 м³. С учётом необходимого запаса мощности – 25000 м³.

Станция производства, ожигения и фасовки диоксида серы. В сутки станция должна сжигать 8,2 т серы и получать из них 17,5 т фасованного в металлические бочки твёрдого СГ. Энергия от сжигания элементарной серы может утилизироваться с помощью специальной установки.

Пусковое устройство (скважина) – две единицы. Глубина – 625 м. Диаметр внутренней колонны – 500 мм. Диаметр внешней колонны – 639 мм. Количество выстрелов в сутки – 720 ед.

Станция приготовления известкового теста. В сутки из 20,2 т гашёной извести необходимо будет приготовить 40,4 т известкового теста, разлить по металлическим бочкам и заморозить.

Коэффициент использования мощности.

В году установка будет использоваться 3–4 месяца. При этом – не каждый жаркий день, а в день, при котором содержание влаги в почве в прикрываемом районе понизилось до критически опасных пределов. В пасмурные дни этого периода установка также не будет использо-

ваться. То есть коэффициент использования мощности составит 10–15 %.

Данная проблема может быть решена при многопрофильном использовании установки. В период простоя она может использоваться для экономичного запуска микроспутников в космос. Для этого в ствол, вместо бочки с СГ или известковым тестом, опускается микроспутник с ракетой-носителем диаметром, равным диаметру бочки (контейнера) с СГ. На ракете устанавливается прямоточный двигатель и запас топлива без окислителя. После пневматического старта ракета сразу приобретает скорость, достаточную для работы прямоточного двигателя

на кислороде атмосферы. Это позволит снизить себестоимость запуска примерно в два раза.

Экологическая безопасность. АСКС будут располагаться на высоте 15–16 км. Озоновый слой в умеренных широтах располагается на высоте 20–25 км и не будет поврежден работой нашей установки.

Кристаллогидраты гипса не относятся к ядовитым веществам. При выпадении из стратосферы они будут распределяться по гигантской территории.

Список используемых обозначений:

АСКС – аэрозольный сернокислотный слой
СГ – сернистый газ
ПХ – подземное хранилище сжатого воздуха

Список литературы

1. URL: <https://uznayvse.ru/interesting-facts/samyie-izvestnyie-pozharyi-v-rossii.html>
2. URL: <https://oko-planet.su/pogoda/listpogoda/13914-vulkanicheskie-izverzheniya-polozhili-nachalo.html>
3. URL: <http://naukarus.com/analiz-harakteristik-vertikalnoy-skorosti-vetra-v-stratosfere>
4. URL: http://bigarchive.ru/geography/the_role_of_water_in_the_formation_of_the_Earth_crust/55.php
5. URL: <http://www.ngpedia.ru/id131482p3.html>
6. URL: <http://chem21.info/info/193414/http://do.gendocs.ru/docs/index-200925.html>
7. URL: <http://ru-ecology.info/term/11619/>
8. URL: <http://bezhede.ru/zagryaznenie-atmosfery-py-l-ae-rozoli.html>
9. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/5112/>
10. URL: <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/3700/2/urgu0869s.pdf>
11. Шаяхмедов Р. И. «Знать – уметь – владеть» – «три сосны» при составлении тестов для фонда оценочных средств и как не заблудиться в них. Компас от инновационного консалтинга // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2018. №1. С. 16–19.

© Р. И. Шаяхмедов

Ссылка для цитирования:

Шаяхмедов Р. И. Экономичная технологическая установка защиты планеты Земля от избыточного солнечного излучения России // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2018. № 2 (24). С. 12–16.