

О возможности использования холодильных установок для воздействия на атмосферные процессы

Акселевич В.И.¹, Мазуров Г.И.¹, Пеленко В.В.² vaksster@gmail.com

1 — Санкт-Петербургская академия управления и экономики;

2 — Санкт-Петербургский государственный университет низко-
температурных и пищевых технологий

В настоящее время все большее распространение получают работы, выполненные на стыке наук, которые в силу использования новых методик применительно к иной области знаний позволяют добиваться качественно новых результатов. Данная работа рассматривает новое возможное направление применения холодильных установок — использование их для улучшения видимости в туманах. Приводимые расчеты показывают реальность предлагаемых инноваций.

Ключевые слова: холодильная установка, искусственный холод, туман, подынверсионный слой, влага, влажность, улучшение видимости.

Диапазон применения низкотемпературных технологий и холодильных установок к XXI веку получил достаточно широкое распространение. Искусственный холод используется во многих сферах человеческой деятельности для получения температур ниже температуры окружающей среды.

Так, в химической промышленности это используют при производстве аммиака, удобрений и ряда синтетических материалов, в машиностроении — для низкотемпературной закалки металлов, в строительстве — для замораживания слабых грунтов и охлаждения бетона. С помощью холодильных установок создают искусственный климат в закрытых помещениях (кондиционирование воздуха) и искусственные ледяные катки. Его используют в фармацевтической промышленности и медицине (вплоть до замораживания по их желанию неизлечимо больных людей и любимых животных для их возможного последующего оживления), а также при испытании многих материалов и изделий. Но особенно давно и успешно искусственный холод используют для увеличения срока хранения скоропортящихся продуктов.

В физике атмосферы (метеорологии) более полувека в активных воздействиях на атмосферные процессы применяется в качестве хладореагента твердая углекислота (CO_2) для рассеивания облаков и перераспределения осадков из них.

В статье предлагается расширить применение низких температур в интересах изменения состояния атмосферы в локальных масштабах.

Если в изобретении [2] для предотвращения заморозков предлагалось над небольшими участками местности (садовыми участками) выпускать торы из подогретого увлажненного воздуха, то в данном случае, наоборот, для улучшения видимости в тумане использовать холодильную установку с большим вертикально расположенным охлаждающим змеевиком. Вид конструкции представлен на рисунке.

Устройство работает следующим образом. По змеевику (3) циркулирует хладореагент, который охлаждается холодильной установкой (2). Агрегат перемещается со скоростью 5–10 км/ч по территории, на которой предполагается ослабить туман. Капли тумана, сталкиваясь с охлажденными элементами змеевика (3), оседают на них и или стекают вниз на поддон (5) или замерзают, образуя снежную «шубу». Это зависит от температуры на поверхности змеевика (хладореагента). При этом воздух осушается (понижается влажность) и дальность видимости в тумане увеличивается. Он может переходить в дымку с видимостью 1–2 км и более.

Среди видов систем холодоснабжения различают [1]:

- холодильные системы с насосной подачей фреона;
- холодильные системы с непосредственным кипением фреона;
- аммиачные холодильные системы;
- холодильные системы на углекислом газе CO_2 ;
- холодильные системы с промежуточным хладоносителем;
- абсорбционные холодильные установки.

С точки зрения экологии и необходимости создания довольно больших мощностей при охлаждении воздуха целесообразно отдать предпочтение трем последним вариантам.

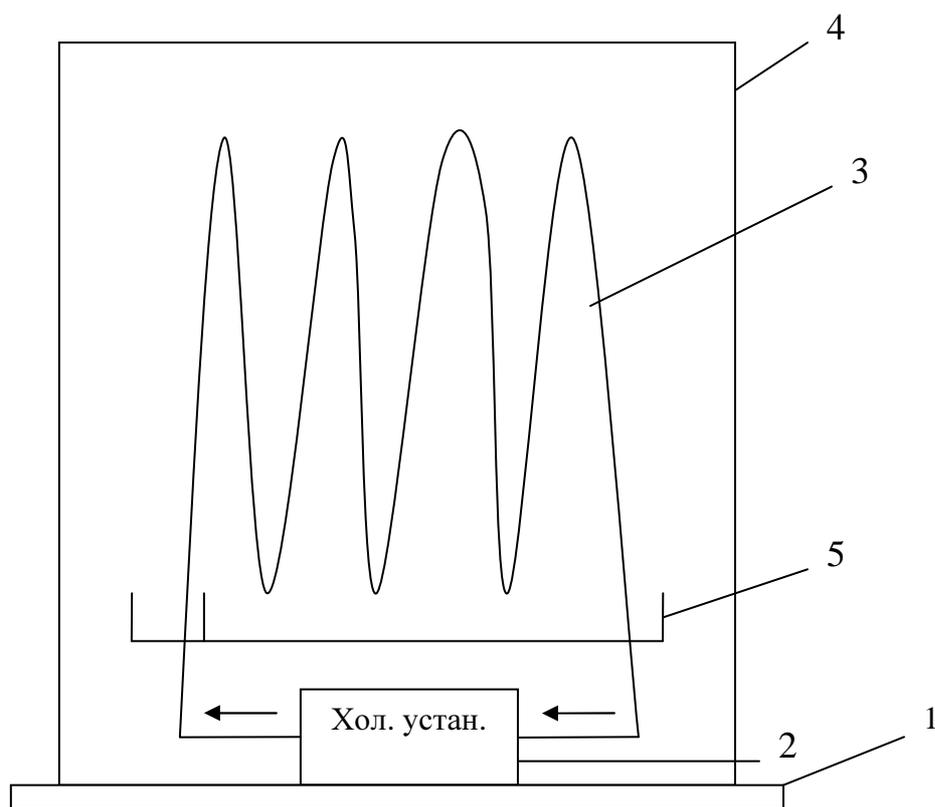


Рис. 1. Принципиальная схема установки для ослабления туманов.

Приводимая теоретическая оценка потребной мощности холодильной установки и необходимого количества влаги, которую надо удалить из подынверсионного слоя тумана в диапазоне температур от -10 до $+10^{\circ}\text{C}$ на площадях $25000\text{--}50000\text{ м}^2$, показывает, что это возможно. При этом будем считать, что согласно [3] для улучшения дальности видимости в тумане достаточно уменьшить относительную влажность воздуха от 100 до 95 %.

В первую очередь рассчитаем количество влаги, которое необходимо удалить на участке протяженностью в $500\text{--}1000$ м. Получаем, что объемы обрабатываемого воздуха будут соответственно 500000 и 1000000 м^3 при толщине слоя 20 м и ширине 50 м.

Оценим возможность функционирования предлагаемого устройства путем расчета количества влаги, которое следует убрать из тумана:

1. По психрометрическим таблицам [4] находим упругость водяного пара « e » для относительной влажности 100% и 95% в гПа, а затем изменение упругости за счет уменьшения относительной влажности $\Delta e = e_{100} - e_{95}$, как разность этих значений.

2. По формуле $\Delta a = \frac{0,8 \times \Delta e}{1 + 0,004 \times t}$, заимствованной из [3], находим изменение абсолютной влажности « Δa ».
3. Количество влаги, которое надо удалить из объемов воздуха в 500000–1000000 м³ при длине участков в 500–1000 м соответственно при температурах от –10 до +10°С на площади в 25000–50000 м², после расчета представлено в табл. 1.

Таблица 1. Количество влаги (т, кг), которое нужно удалить из объема воздуха 500000–1000000 м³.

t°С	–10	–5	0	5	10
e при f=100 %	2.86	4.21	6.11	8.72	12.30
e при f=95 %	2.71	3.99	5.80	8.30	11.70
Δa , г/м ³	0.125	0.18	0.25	0.33	0.46
m, кг при L = 500 м	62.5	90	125	165	230
m, кг при L = 1000 м	125	180	250	330	460

Из анализа данных табл.1 видно, что количество влаги, которую необходимо удалить для улучшения видимости в тумане невелико (десятки килограммов) при отрицательных температурах воздуха и быстро увеличивается с увеличением температуры воздуха и прямо пропорционально его объему, на который производится воздействие, достигая почти 0,5 тонны при температуре 10°С. Однако повторяемость туманов при сравнительно высоких температурах весьма невелика. В то же время из табл. 1 видно, что такая важная характеристика как водность при низких отрицательных температурах составляет тысячные доли г/м³. В реальных условиях количество влаги, которое необходимо удалить из тумана для улучшения дальности видимости, будет несколько больше за счет его водности [5].

Следует учитывать, что при отрицательных температурах влага будет образовывать «шубу» на элементах змеевика, ухудшая теплообмен, а при положительных вода будет стекать с него, если температура на его поверхности выше 0°С. Таким образом, количество удаляемой влаги позволяет использовать предлагаемую установку для ослабления тумана в воздушных и морских портах.

Рассчитаем потребное количество теплоты для ослабления тумана при изменении относительной (от 100 до 95 %) и абсолютной влажности (см. табл.1) в 1 м³ воздуха.

При расчете потребного количества тепла для ослабления тумана первые два пункта алгоритма будут те же, что и при расчете количества влаги.

Третьим пунктом будет расчет количества тепла для ослабления тумана в 1 м³ воздуха: $Q = \Delta a \times C$, где C — удельная теплота парообразования. $C = 2501 \times 10^3$ Дж/кг при t около 0°C.

Наконец, определим потребные затраты тепла для ослабления тумана при толщине обрабатываемого слоя 20 м, его ширине 50 м и длине 500 и 1000 м.

Таблица 2. Примерный расчет потребного количества тепла (кДж) для ослабления тумана в различных объемах воздуха.

t°C	-10	-5	0	5	10
Δe	0.15	0.22	0.31	0.42	0.60
Δa, г/м ³	0.125	0.18	0.25	0.33	0.46
Q (1 м ³), кДж	312.6	450	625	825	1150.5
Q(20x50x500), кДж	156.3·10 ⁶	225·10 ⁶	312.5·10 ⁶	412.5·10 ⁶	575.3·10 ⁶
Q(20x50x1000), кДж	312.6·10 ⁶	450·10 ⁶	625·10 ⁶	825·10 ⁶	1150.5·10 ⁶

Выполненные расчеты показывают, что предлагаемое устройство по ослаблению туманов вполне жизнеспособно [6] и может быть использовано для улучшения видимости в тумане.

В перспективе, развивая данную идею, можно громоздкий змеевик заменить выпускаемыми метровыми торами из охлажденного воздуха или хладагента под разными углами к обрабатываемому участку, вместо тепловых торков как в изобретении [2].

Список литературы

1. Валентас К. Дж., Ротштейн Э., Сингх Р.П. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов. /пер. с англ. под ред. А.Л.Ишевского. СПб: «Профессия», 2004. — 848 с.
2. Козлов В.Н., Мазуров Г.И., Мазурова Н.Н. Устройство для повышения температуры и увлажнения воздуха. А/с СССР N 908991, кл. E 01H 13/00, 1982. Заявка № 93018803/15/018308. Положительное решение с приоритетом от 12.04. 1993. — 3 с.

3. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат. — 2000. — 778 с.
4. Психрометрические таблицы. Л.: Гидрометеиздат. — 1998. — 356 с.
5. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. Т. 1. /Под ред. А.И. Бедрицкого. СПб.: Летний сад.. — 2008. — 334 с.
6. Стрельцов А.Н., Шишов В.В. "Справочник по холодильному оборудованию предприятий торговли и общественного питания". М.: АСАДЕМА. — 2006. — 400 с.

On potentialities of utilization of refrigerating plants to control atmospheric processes

Axelevitch V.I.¹, Masurov G.I.¹, Pelenko V.V.² vaksster@gmail.com

1 — St. Petersburg Academy of Management and Economics;

2 — St. Petersburg State University of Refrigeration
and Food Engineering

Nowadays widely spread are the efforts fulfilled at the interface of various sciences which allows gaining qualitatively new results owing to the use of new techniques as applied to other fields of knowledge. The paper considers a new feasible line of utilization of refrigerating plants, namely their using to improve visibility under mist. The calculations produced show the proposed innovations to be practical.

Keywords: refrigerator, artificial cold, fog, under inversion layer, moisture, water content, improving visibility.