Научная статья
Original article
УДК 532.5.013

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНТЕЙНЕРОВ С ДВУМЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ ЗОНАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННОЙ ГИДРОДИНАМИКИ (CFD)

INVESTIGATION OF RECOMMENDATIONS FOR THE DESIGN OF CONTAINERS WITH TWO TEMPERATURE ZONES USING NUMERICAL HYDRODYNAMICS (CFD)

Дорофеев Александр Сергеевич, Бакалавр, магистр 2-го курса РУТ (МИИТ)
Россия, г. Москва

Dorofeev Alexander Sergeevich, Bachelor, Master of the 2nd year of RUT (MIIT)
Russia, Moscow

Аннотация: В зарубежном экспорте фруктов и овощей транспортировка по воздуху была в основном направлена на сохранение свежести, но в последнее время также наблюдается морская транспортировка, которая выгодна с точки зрения снижения транспортных издержек. Для обеспечения грузоподъемности, соизмеримой с транспортировкой, смешанная транспортировка нескольких наименований овощей и фруктов неизбежна, но поскольку оптимальная температура хранения для каждого наименования различна, требуется разработка новой транспортной системы. Поэтому в данном исследовании конструкция

кондиционера и управление им с использованием численной гидродинамики были рассмотрены с целью разработки рефрижераторного контейнера с двумя температурными диапазонами 0 ° C и 10 ° C в одном контейнере. Достоверность прогнозной модели была проверена путем сравнения измеренных и прогнозируемых значений внутренней температуры, а скорость ветра и распределение температуры внутреннего воздуха визуализировались в различных условиях при наружной температуре 38℃и 0℃.Считается, что эти результаты способствуют обеспечению оптимальных рекомендаций по проектированию кондиционеров в консолидированных контейнерах.

Abstract: In the foreign export of fruits and vegetables, air transportation was mainly aimed at preserving freshness, but recently sea transportation has also been observed, which is beneficial from the point of view of reducing transport costs. To ensure a load capacity commensurate with transportation, mixed transportation of several items of vegetables and fruits is inevitable, but since the optimal storage temperature for each item is different, it requires the development of a new transport system. Therefore, in this study, the design of the air conditioner and its control using numerical hydrodynamics were considered in order to develop a refrigerated container with two temperature ranges of 0 ° C and 10 ° C in one container. The reliability of the forecast model was verified by comparing the measured and predicted values of the internal temperature, and the wind speed and the distribution of the internal air temperature were visualized under different conditions at an outdoor temperature of 38℃ and 0℃.It is believed that these results contribute to providing optimal recommendations for the design of air conditioners in consolidated containers.

Ключевые слова: гидродинамика, контейнер, двухтемпературная зона, низкотемпературное распределение, фрукты и овощи.

Keywords: hydrodynamics, container, two-temperature zone, low-temperature distribution, fruits and vegetables.

1. Мы стремимся достичь этого, продвигая экспорт в регионы, где ожидается расширение рынка, с акцентом на 8 ключевых позиций в качестве ядра. Приоритетными товарами являются фрукты и овощи, и была изучена система Стабильного снабжения несколькими товарами в течение года, однако для реализации этой системы необходимо создать транспортную систему, обеспечивающую большие объемы и консолидацию. Экспорт фруктов и овощей в основном осуществляется воздушным транспортом для поддержания свежести, но в последние годы морские перевозки, которые выгодны с точки зрения снижения транспортных издержек, также привлекают внимание. Для того чтобы обеспечить грузоподъемность, необходимо транспортировать сельскохозяйственную продукцию смешанным способом, но так как оптимальная температура хранения фруктов и овощей отличается от пункта к пункту. То необходимо установить несколько температурных зон на контейнерном складе.

В качестве инициативы Японии до сих пор рассматривался случай простой перегородки 20 футового рефрижераторного контейнера с использованием изоляционных материалов, таких как пенополистирол, и осуществлялась консолидированная низкотемпературная перевозка рефрижераторных и замороженных грузов. Рулонный коробчатый поддон и работа между изоляционными материалами имеется случай, когда смешанное охлаждение и рефрижераторная транспортировка осуществлялись путем комбинирования режущего материала. В обоих случаях была построена простая двухтемпературная зона и осуществлялась смешанная транспортировка охлажденных и замороженных температурных зон, причем охлажденная температурная зона легко подвергалась воздействию наружного воздуха, а управляемость температурой была низкой. В результате температура на складе зимой опускалась ниже нуля, вызывая замерзание и низкотемпературный отказ овощей и фруктов, а летом она поднималась почти до 20 ° C, вызывая обесцвечивание и увядание фруктов и овощей. В общем, чем выше температура хранения, тем хуже

ухудшается качество фруктов и овощей, поэтому необходимо поддерживать низкую температуру в диапазоне, который не замерзает или не вызывает нарушения низкой температуры. Поэтому требуется разработка консолидированного контейнера, который обеспечивает более точный контроль температуры.

Поэтому в данном исследовании с целью разработки двухтемпературного зонного контейнера, позволяющего осуществлять консолидированную транспортировку овощей и фруктов, был проведен термический анализ жидкости с использованием численной гидродинамики (CFD) и исследована оптимальная конструкция кондиционирования воздуха.

2. Экспериментальный метод чтобы проверить правильность моделирования.

Проведено оценочное испытание стационарного типа двухтемпературного зонного контейнера. Показана принципиальная схема двухтемпературного зонного контейнера, используемого в эксперименте.1. внутренний размер рефрижераторного контейнера составляет (X) 2,274 м × (Y) 2,273 м× (z) 5,432 м, когда горизонтальное направление является осью X, вертикальное направление-осью Y, а направление глубины-осью Z. используя перегородку из стирола толщиной 50 мм, зажатую между алюминием толщиной 0,7 мм, внутренний размер рефрижераторного контейнера составляет 273 к (0 ° C) или

Две комнаты с целевой температурой 283 к (10 ° C)

Это была хорошая идея. С тех пор комната со стороны холодильника установлена на 0°C, а другая комната-на 10°C.Вентилятор холодильника и воздуховод установлены на потолке комнаты 0 ° c, а циркуляция для улучшения неравномерности температуры в комнате 10 ° C

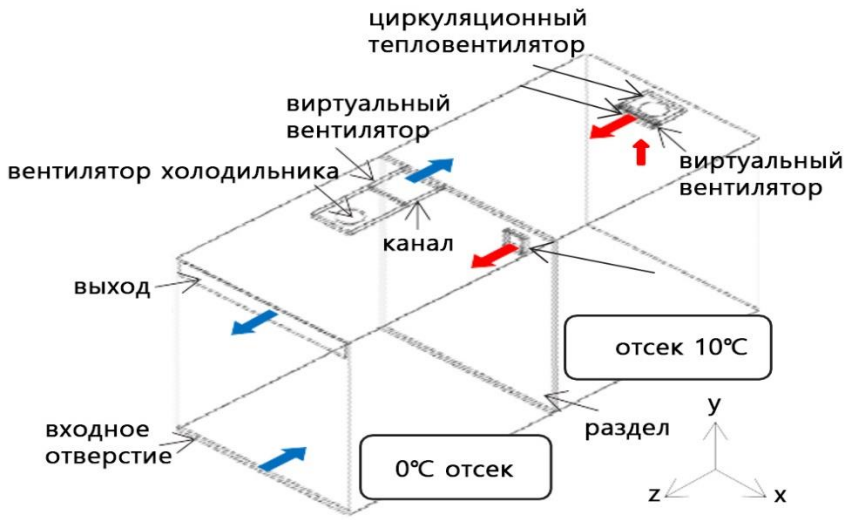


Рисунок 1. Геометрия двухтемпературного контейнера для хранения (модель 1)

Были добавлены циркуляционный вентилятор и нагревательный нагреватель, работающий при низкой температуре наружного воздуха. После того как охлажденный воздух поступает в камеру 0 ° C из входного отверстия холодильника (впускного отверстия), он поступает в камеру 10 ° C через охлаждающий вентилятор и воздуховод, установленные в той же камере, и возвращается в камеру 0 ° C через обратное отверстие, соединяющее две камеры. Кроме того, выходное отверстие холодильника расположено в верхней части стороны холодильника комнаты 0 ° C. Контроль температуры помещения 0 ° с контролировался датчиком температуры, установленным на всасывающем отверстии, и работа холодильника контролировалась включением и выключением, когда температура достигала 273±0,5 К, а контроль температуры помещения 10 ° C контролировался датчиком температуры, установленным на всасывающем отверстии циркуляционного вентилятора, и температура на складе контролировалась на уровне 283±2 к.

Достоверность модели была подтверждена предположением о том, что море находится летом, и предположением о температуре наружного воздуха в 311 к (Ниже приведены летние условия). Пустой контейнер помещали в помещение с регулируемой температурой 311 к (Denso Co., Ltd.), а термопару

с виниловым покрытием (Chubu sukegawa Kogyo Co., Ltd., T-G-0.32) устанавливали на расстоянии 100 мм от стены для измерения температуры воздуха на складе, и измеренное значение получали с помощью компьютерного оборудования сбора данных (Yokogawa Electric Co., Ltd., MX100). На рис. 2 показаны точки измерения температуры в обеих камерах. В помещении с температурой 0°c было установлено 7 точек в соответствии с JIS D17017), а в помещении с температурой 10 ° C было установлено 27 точек измерения для более детального подтверждения распределения температуры. Качественная оценка проводилась путем сравнения результата измерения с результатом анализа CFD.

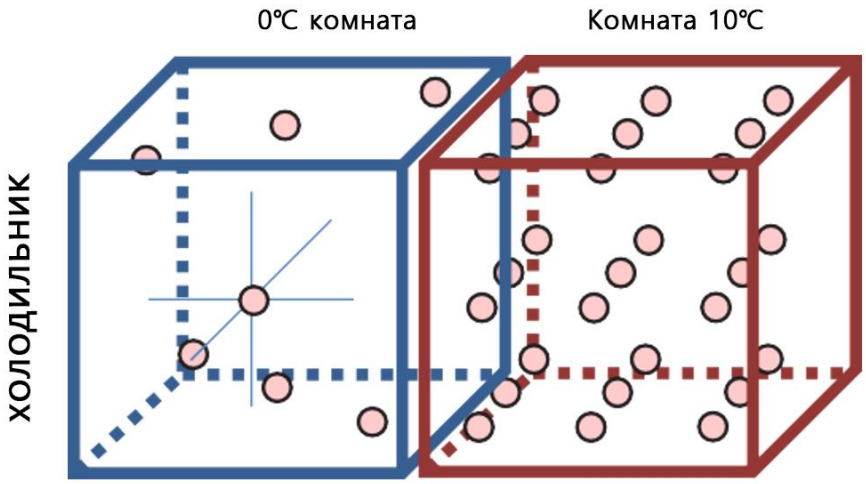


Рисунок 2. Точки измерения температуры

3. CFD анализ

В этом исследовании мы опишем пустой контейнер (модель 1), который не был загружен в контейнер, и пустой контейнер (модель 1), который не был загружен в контейнер.

Мы создали две геометрии для контейнера (модель 2), которые мы сделали, и создали программное обеспечение ANSYS Fluent

Численный анализ проводился с использованием программы 17.1 (ANSYS, США).

3.1 пустой контейнер (модель 1)

3.1.1 модель анализа

Аналитическая модель приведена на рис. Как показано на рисунке 1. кроме того, была изготовлена модель, в которой отверстие обратного порта спроектировано с верхней или нижней стороны соответственно, и исследовано влияние разницы в положении отверстия на кондиционирование воздуха на складе. На рисунке 3 показана конструкция отверстия.

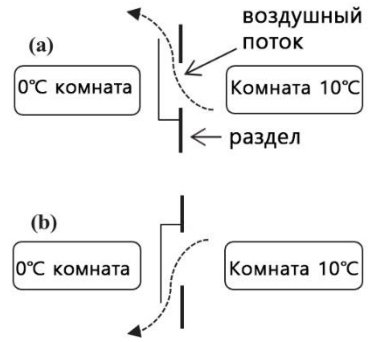
3.1.2 условия анализа

В таблице 1 приведены условия анализа. Температура продувочного воздуха охлаждающей машины была установлена на 273 К и текла 10,2 м·с-1 в направлении оси Z в сторону камеры 0 ° с контейнерного отсека. Скорость воздушного потока охлаждающего вентилятора и циркуляционного вентилятора была согласована с измеренной величиной путем задания граничного условия виртуального вентилятора, при котором происходит повышение давления в процессе прохождения через канал. Измеренные значения измерялись с помощью анемометра (модель 6501, анемометр climomaster, KANOMAX). Кроме того, между путем включения физических свойств перегородки и данных о скорости теплопередачи наружной стенки контейнера (предоставленных компанией Denso Co., Ltd.) температура наружного воздуха была установлена на уровне 311 К или 273 К, и была воспроизведена морская транспортировка летом и зимой. Первый соответствует вышеупомянутым летним условиям. Последний используется в качестве зимнего условия. При t = 0 температура воздуха в контейнере устанавливалась равной 283 К и 273 К, а анализ проводился в условиях нестационарной турбулентности.

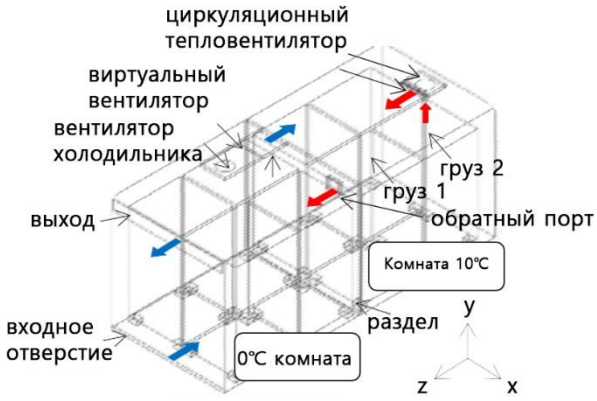
3.2 загруженный контейнер (модель 2)

3.2.1 модель анализа

Рис. модель, используемая для анализа. 4 показывает. Геометрия, похожая на Рис. 1, имитирующая нагрузку.



3



4

Рисунок 3. Конструкция обратного порта (а): верхнее отверстие, б): нижнее отверстие)

Рисунок 4. Геометрия двухтемпературного контейнера для хранения грузов (модель 2)

Таблица 1.

Параметры модели и входные данные

		Летнее состояние	**Зимние условия**
Тип анализа		Преходящий	Преходящий
Вязкая модель		Стандарт k-ε	Стандарт k-ε
Входное отверстие	Температура Скорость	273 K 10.2 $m \cdot s^{-1}$	273 K 10.2 $m \cdot s^{-1}$
Виртуальный вентилятор холодильника	Скачок давления	110 Pa / 0 Pa	0 Pa
Виртуальный циркуляционный вентилятор		25 Pa	25 Pa
Обогреватель		0 W	300 W
Внешняя стена	Коэффициент теплопередачи	0.39 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	0.39 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
	Температура окружающей	311 K	273 K

	среды		
Раздел	Плотность Удельная еплоемкось Теплопроводность	30 $kg \cdot m^{-3}$ 1500 $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ 0.028 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	30 $kg \cdot m^{-3}$ 1500 $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ 0.028 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
начальная температура	Воздух	283 K	273 K

Мы добавили новую библиотеку. Внешние размеры груза составляли (x) 1.050 м× (y) 2.005 м× (z) 1.250 м (груз 1) и (X) 1.050 м× (y) 2.005 м× (z) 1.050 м (груз 2), причем был обеспечен зазор 0,05 м, и каждые 2 штуки были загружены в помещение 0°Си помещение 10°C. 3.1.1 аналогично аналитической модели, были созданы верхняя и нижняя модели для изучения влияния положения открытия на кондиционирование воздуха и погрузку на складе.

3.2.2 анализ состояния

Аналитические условия были такими же, как и летние условия в Таблице 1, а нагрузка представляла собой пористую среду. В таблице 2 приведены физические свойства нагрузки. Термогидродинамический анализ был проведен на складе, загруженном картонными коробками, заполненными бутылками, и изменение температуры груза при охлаждении было предсказано с использованием физических свойств таблицы 2, и результаты были согласованы с измеренными значениями.

Таблица 2.

Свойства груза 1 и груза 2

Плотность	545 $kg \cdot m^{-3}$
Удельная теплоемкость	3950 $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Теплопроводность	0.43 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

В этом исследовании мы также обсудили физические свойства груза.

4. Результаты и соображения

4.1 валидация модели

На рис. 5 показано помещение с температурой 10 ° C в 27 местах в летних условиях

Проведено сравнение распределения температур в момент достижения 282 к. В результате среднеквадратичная погрешность измеренного значения и прогнозируемого значения (индекс совпадения) составляет 1,0 к, среднеквадратичное отклонение 27 баллов (индекс вариации) составляет 1,0 к для измеряемого значения, а прогнозируемое значение

Она стала 0,9 к, а ширина распределения температуры в моделировании была такой же, как и при реальной работе охлаждающего вентилятора. Затем в пункте (b) измеренное значение и прогнозируемое значение сравнивались, когда контрольная точка измерения достигала 281K. Стандартная ошибка составила 1,3 к, стандартное отклонение 27 пунктов составило 0,9 к для измеренного значения и 1,5 К для предсказанного значения. Для стандартной погрешности, рассчитанной для каждого местоположения, значения задней части камеры 10 ° C (B), вблизи горизонтальной плоскости, включая центр камеры 10 ° C (M) и на удлинении канала (R), как правило, были больше, чем значения других местоположений. Точность предсказания общей стандартной ошибки около 1 К была получена как в точках (a), так и в точках (б). Кроме того, стандартная погрешность в помещении 0 ° с в 9 точках невелика, 0,5 К или меньше, и стандартное отклонение измеряется независимо от рабочего состояния охлаждаемого вентилятора.

Это было 0,2 к, примерно 0,3 к в прогнозируемом значении.

Исходя из приведенных выше результатов, проверяется валидность этой модели.

4.2 изучение руководящих принципов проектирования методом имитационного моделирования

4.2.1 порожний контейнер (модель 1)

На рис. 6 показано распределение скоростей в сечении вблизи воздуховода (а) и сечении вблизи потолка (Б) после времени анализа 10 минут в летних условиях. Секция, показанная красным цветом в левом нижнем углу секции контейнера, показывает воздух, поступающий в контейнер из воздуховыпуска холодильника в (а). она течет по полу и поднимается вдоль перегородки, затем поступает в вентилятор холодильника и воздуховод, установленный в помещении с температурой 0 ° C до 10 ° C, и распространяется из выходного отверстия воздуховода в то же помещение. Далее, карта распределения скоростей центра контейнера после 30 минут анализа в зимних условиях (c) и диаграмма распределения температуры (d) показаны. Охлаждающий вентилятор был остановлен, и воздух, нагретый нагревателем, установленным в помещении с температурой 10 ° C, выдувался из циркуляционного вентилятора и циркулировал, нагревая потолок, перегородку и пол в том же помещении. В это время равновесная температура, полученная из теплового баланса, составляла 22,1 ° C, поэтому можно сказать, что необходимо уменьшить мощность нагревательного нагревателя или регулировать его включение / выключение. Кстати, на рис.6 приведен результат случая, когда обратный порт направлен вверх, но случай, когда обратный порт направлен вниз, также получил тот же результат, что и описанный выше. Однако, для легкой доступности от следующих достопримечательностей вернуть порт, скорость.

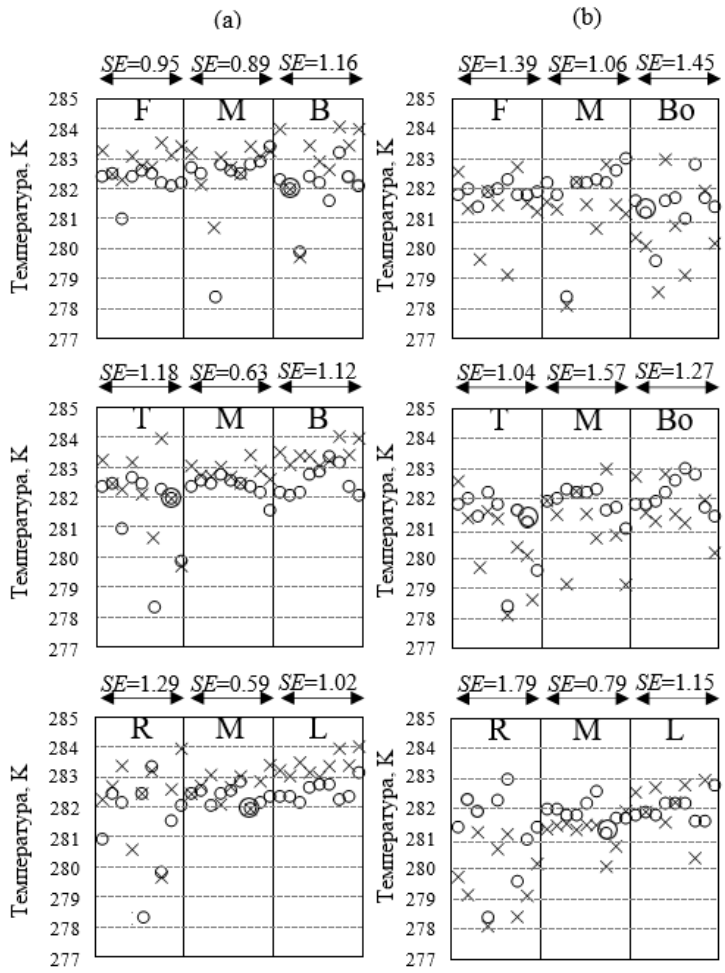
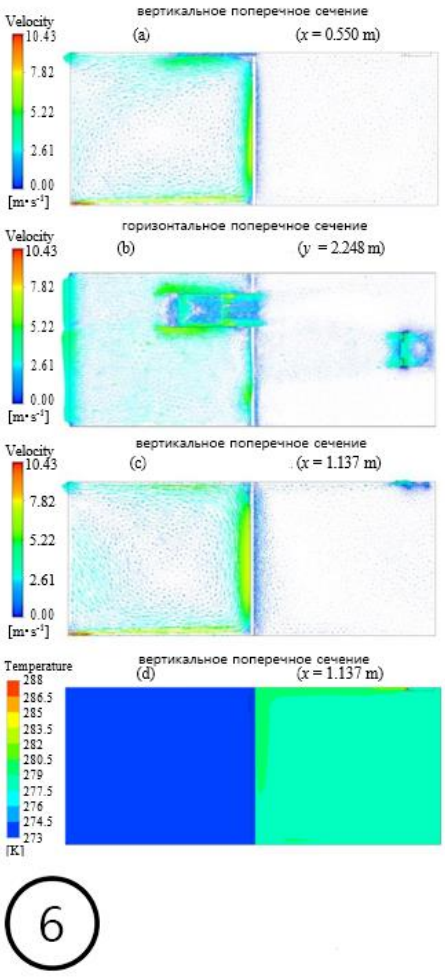
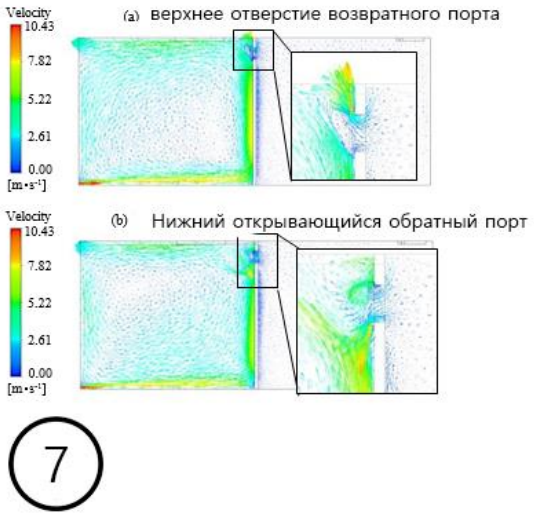


Рисунок 5. сравнение предсказанных и измеренных температур воздуха в 10 ℃ комнате, когда холодильник вентилятор на (A) и непосредственно перед холодильник вентилятор выключен (○ : измерить,×: предсказал, Ф: фронт, м: среднее, Б: задняя часть, Т: топ, Бо: снизу, R-правый, L: левый)





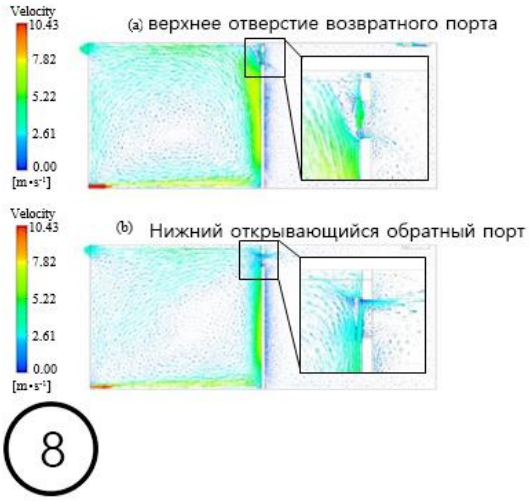


Рисунок 6. Распределение скорости и температуры ((а) и (Б) : распределение скорости в боковом сечении проточного канала и боковом сечении потолка в летнем состоянии, (В) и (г) : распределение скорости и распределение температуры в Центральном сечении в зимнем состоянии.)

Рисунок 7. Направление скорости на поверхности YZ (x=1,775 м) при включенном вентиляторе холодильника

Рисунок 8. Направление скорости на поверхности YZ (x=1,775 м) при выключенном вентиляторе холодильника

Поскольку распределение и распределение температуры различны, описаны следующие детали.

Во-первых, показана карта распределения скоростей вблизи обратного порта через 10 минут времени анализа в летних условиях 7. Когда отверстие обратного порта было спроектировано сверху, воздух, поступающий из помещения с температурой 10 ° C в помещение с температурой 0 ° с, тек вдоль потолка, но когда он был установлен внизу, было подтверждено, что он столкнулся с ветром из холодильника. Затем показано распределение скорости вблизи обратного порта после остановки вентилятора. Когда возвратный рот направлен вверх, разность температур воздуха является движущей силой.

Ожидалось, что холодный воздух будет течь из комнаты с температурой 0 ° с в комнату с температурой 10 ° C, но поток холодного воздуха через обратный порт был почти не виден, когда визуализировалась карта распределения скоростей. Поскольку скорость восходящего ветра, поступающего из камеры с температурой 10 ° C в камеру с температурой 0 ° C, была большой, считается, что движение холодного воздуха путем естественной конвекции не происходило. С другой стороны, когда отверстие обратного порта было спроектировано в нижней части, стало ясно, что холодный воздух из выхода воздуха холодильника, поднимающийся вдоль перегородки, поступает в камеру 10°Счерез обратный порт.

Из приведенных выше результатов можно сказать, что направление вверх желательно для обратного порта. Однако, поскольку необходимо подтвердить влияние на нагрузку, конструкцию открывающего положения было решено пересмотреть на основе результатов загрузки контейнера в следующем разделе.

4.2.2 загруженный контейнер (модель 2)

На рис. 9 показана карта распределения температуры вблизи канала после 10 минут анализа. Воздух в помещении с температурой 0°c проходит через воздуховод.

Было подтверждено, что поток воздуха, поступающий в помещение с температурой 10 ° C, поступает в помещение с температурой 10 ° C.

Стало ясно, что холодный воздух около 3~6 ° C вошел в контакт с верхней частью груза. Результаты работы порожних контейнеров в летних условиях в предыдущем разделе (на рис. 5 (a)), поскольку низкотемпературная часть видна в середине (T) и нижней части (R), было подтверждено, что эта часть охлаждается локально на удлинительной линии выходного отверстия воздуховода. Предметы, вызывающие нарушение низкой температуры во фруктах и овощах, которые переносятся в помещение с температурой 10 ° C

В качестве профилактической меры используется холодный воздух. Требуется усовершенствование, такое как расширение воздуховода и приближение выходного отверстия воздуховода к циркуляционному вентилятору, чтобы он легко рассеивался в помещении с температурой 10 ° C.

На рис. 10 показано распределение скоростей в центре контейнера через 10 минут времени анализа. Когда было визуализировано распределение скорости в центре контейнера, положение, где скорость ветра высока в комнате 0℃. На рис. 11 показана карта распределения температуры вблизи обратного порта после 10-минутного анализа в летних условиях. Когда отверстие обратного порта было установлено на нижней стороне, стало ясно, что воздух при температуре около 4,5-6 ° C соприкасался с грузом в камере 0 ° C. Существует высокая вероятность того, что груз намокнет из-за капель воды, образующихся в зоне контакта с грузом, и картонной коробки на складе. Считается, что нагрузка может вызвать разрушение груза из-за снижения прочности из-за смачивания. С другой стороны, когда отверстие обратного порта было установлено на верхней стороне, было подтверждено, что воздух в помещении с температурой 10 ° C не контактировал с нагрузкой в помещении с температурой 0 ° C и шел к потолку вдоль перегородки, что предполагало возможность увлажнения потолка в помещении с температурой 0 ° C. Учитывая возможность обрушения груза, это

исследование пришло к выводу, что восходящая конструкция открытия обратного порта является целесообразной.

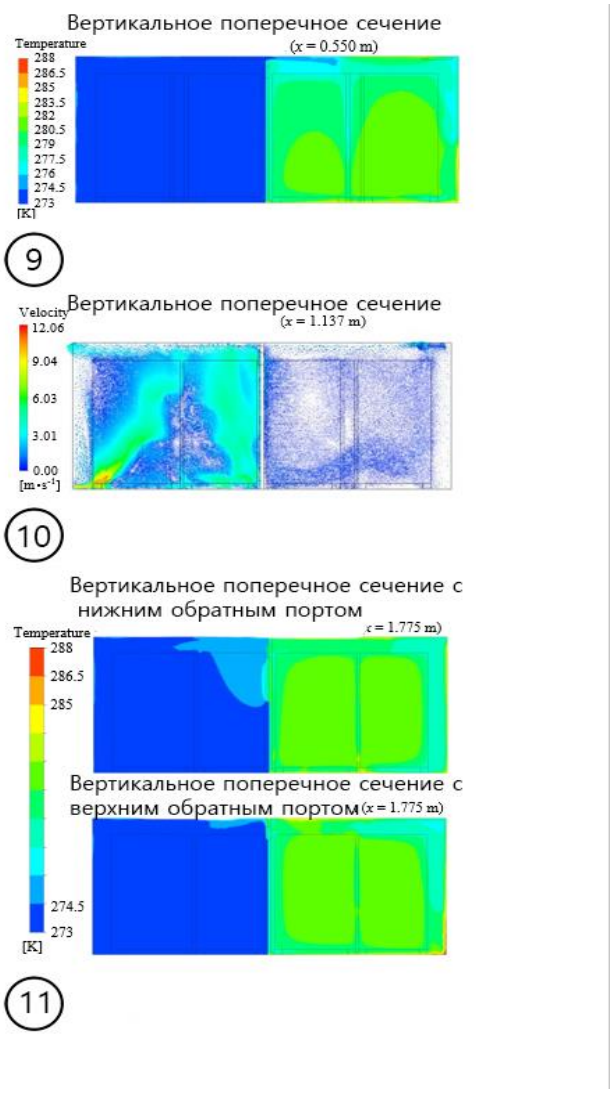


Рисунок 9. Распределение температуры на участке YZ

Рисунок 10. Направление скорости на поверхности YZ

Рисунок 11. Распределение температуры для конструкции обратного порта

5. Заключение

В данном исследовании скорость воздуха и распределение температуры на складе были проанализированы CFD с целью внесения вклада в проектирование и управление двухтемпературным зональным контейнером, который позволяет осуществлять многопозиционную консолидационную транспортировку овощей и фруктов с различной

температурой хранения. Анализ был проведен для порожних и груженых контейнеров, и были получены следующие знания.

1) в результате анализа модели, предполагающей летние условия, измеренные и предсказанные значения хорошо согласовались, и была проверена валидность модели.

2) при рассмотрении проектных рекомендаций методом имитационного моделирования было показано, что желательно установить выпускное отверстие воздуховода в помещении с температурой 10 ° C с точки зрения предотвращения низкотемпературного разрушения в помещении с температурой 10 ° C и установить отверстие обратного порта вверх с точки зрения предотвращения конденсации на грузе.

Литература

1. Волынский И.А., Карлина Е.П. Морская транспортно-логистическая инфраструктура Каспийского региона: проблемы и перспективы развития // Вестник АГТУ. Серия: Экономика. 2019. №3.
2. Дружинин А.Г. Морское порубежье России: важнейшие экономические тренды в контексте формирования большой Евразии // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. 2022. №5-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/morskoeporubezhierossiivazhneyshieekonomicheskie-trendy-v-kontekste-formirovaniya-bolshoy-evrazii (дата обращения: 23.02.2022).
3. Бенсон Д., Уайтхед Дж. Транспорт и доставка грузов: пер. с англ. - М.: Транспорт, 2000. - 279 с.
4. Журавлев Н.П., Маликов О.Б. Транспортно-грузовые системы: Учебник для вузов ж.д.транспорта. - М.: УМНЦ , 2005. - 230 с.
5. Зеркалов Д.В., Тимощук Е.Н. Международные перевозки грузов. Учебное пособие. -- К.: Основа, 2009. -- 523 с.; Обзор рынка контейнерных перевозок [Электронный ресурс]. Режим доступа: Black Sea Shipping Service Ltd : //http://bsss-group.ru/news

6. Основные показатели транспорта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.gks.ru
7. Перевозки грузов в контейнерах и пакетами по отдельным видам грузов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.gks.ru;
8. Прудникова В. П. Контейнер - как средство перевозки грузов: Учебное пособие. - Владивосток: МГУ им. адм. Г. И. Невельского, 2009. - 29 с.;

Literature

1. Volynsky I.A., Karlina E.P. Marine transport and logistics infrastructure of the Caspian region: problems and prospects of development // Bulletin of the AGTU. Series: Economics. 2019. №3.
2. Druzhinin A.G. The sea frontier of Russia: the most important economic trends in the context of the formation of greater Eurasia // Greater Eurasia: development, security, cooperation. 2022. №5-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/morskoeporubezhierossiivazhneyshieekonomicheskie-trendy-v-kontekste-formirovaniya-bolshoy-evrazii (accessed: 02/23/2022).
3. Benson D., Whitehead J. Transport and cargo delivery: trans. from English - M.: Transport, 2000. - 279 p.
4. Zhuravlev N.P., Malikov O.B. Transport and cargo systems: Textbook for universities of railway transport. - M.: UMSC , 2005. - 230 p.
5. Zerkalov D.V., Tymoshchuk E.N. International cargo transportation. Study guide. -- K.: Osnova, 2009. -- 523 p.; Overview of the container transportation market [Electronic resource]. Access mode: Black Sea Shipping Service Ltd : //http://bsss-group.ru/news
6. Basic indicators of transport [Electronic resource]. - Access mode: http://www.gks.ru
7. Cargo transportation in containers and packages for certain types of cargo [Electronic resource]. - Access mode: http://www.gks.ru

8. Prudnikova V. P. Container - as a means of cargo transportation: A textbook. - Vladivostok: Moscow State University named after Adm. G. I. Nevelsky, 2009. - 29 p.

© Дорофеев А.С., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.

Для цитирования: Дорофеев А.С., ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНТЕЙНЕРОВ С ДВУМЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ ЗОНАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННОЙ ГИДРОДИНАМИКИ (CFD)// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.