

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«УЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ»**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

На правах рукописи

УДК 656.225.073.443

Эргашева Василя Валижоновна

**“Исследование по разработке универсальных контейнеров для
перевозки плодоовощной продукции на железнодорожном и
автомобильном транспорте”**

5A310603 – Железнодорожный транспорт (вагоны)

**Диссертация
на соискание академической степени
Магистра**

**Научный руководитель:
к.т.н., доцент Рахимов Р.В.**

Ташкент – 2016

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

“ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” АКЦИЯДОРЛИК
ЖАМИЯТИ

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳуқуқида
УДК 656.225.073.443

Эргашева Василя Валижоновна

“Темир йўл ва автомобил транспортида мева- сабзавотли
махсулотларини ташиш учун мўлжалланган универсал контейнерларни
ишлаб чиқаришни тадқиқ этиш“

”

5A310603 – “Темир йўл транспорти (вагонлар)”

Магистр

академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация

Илмий раҳбар:
т.ф.н., доцент Рахимов Р.В.

Ташкент – 2016

Содержание

	ВВЕДЕНИЕ.....	2
	ОБЗОР И АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО	
ГЛАВА I.	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ	
	КОНТЕЙНЕРОВ.....	5
1.1.	Обзор и анализ исследований по совершенствованию конструкций контейнеров.....	5
1.2.	Анализ и классификация конструкций контейнеров.....	17
1.2.1.	Типы и параметры универсальных контейнеров.....	20
1.2.2.	Типы и параметры специализированных контейнеров.....	24
1.3.	Выводы по первой главе.....	26
ГЛАВА II	МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ	
	КОНТЕЙНЕРОВ.....	27
2.1.	Нагрузки, действующие на конструкцию контейнер.....	27
2.2.	Основные требования расчета конструкций контейнеров.....	35
2.3.	Выводы по второй главе.....	41
	РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	
ГЛАВА III	ПО КОНСТРУКЦИИ КОНТЕЙНЕРОВ ПО ПЕРЕВОЗКИ	
	ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	43
3.1.	Расчётное исследование конструкции контейнеров для перевозки плодоовощной продукции.....	43
3.2.	Разработка конечно-элементной модели конструкции контейнера для перевозки плодоовощной грузов.....	46
3.3.	Расчет на прочность конструкции контейнера для перевозки плодоовощной грузов.....	50
3.4.	Выводы по третьей главе.....	56
	РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ	
ГЛАВА IV	КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПЛОДООВОЩНОЙ	
	ПРОДУКЦИИ.....	57
4.1	Технические требования, предъявляемые к контейнерам для	57

	перевозки	
4.2	Методы испытаний конструкций контейнеров для перевозки плодоовощной продукции	61
4.3	Выводы по четвертой главе.....	73
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	77
	ПРИЛОЖЕНИЕ	81

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. В последние годы в Узбекистане идет тенденция развития сельского хозяйства, это связано с повышенным обеспечением продовольственной базы страны, а также ближнего и дальнего зарубежья

В связи с этим на сегодняшний день ежегодно производится более 17 миллионов тонн плодоовощной продукции.[1-5] Сегодня Узбекистан превратился в крупного экспортера высококачественной плодоовощной продукции. Успешная реализация данной задачи в отрасли напрямую зависит от эффективности и надёжности работы транспортных средств железнодорожного и автомобильного транспорта, как ключевого в цепи организации перевозочного процесса. В соответствии с тем, что техническое состояние многих вагонов, в том числе специализированных, подходит к критическому уровню и отсутствует в последние годы систематическое пополнение вагонного парка новым подвижным составом произошло значительное старение вагонов, увеличились эксплуатационные и ремонтные затраты, ухудшились показатели безопасности движения.[2-6]

В настоящее время для полного удовлетворения потребностей в перевозках плодоовощной продукции ощущается нехватка отдельных видов вагонов, а именно рефрижераторного подвижного состава.

В связи с этим становится актуальным использования контейнеров как основного транспортного средства применяемого при перевозке плодоовощной продукции.

Мелкопартионность и многообразие транспортируемой продукции плодоовощей обуславливает эксплуатацию таких контейнеров, в которых создавались бы условия обеспечения сохранности качества плодоовощной продукции при транспортировке. для организации смежных перевозок автомобильным и железнодорожным транспортом.

К данному виду контейнеров можно отнести контейнер для перевозки плодоовощной продукции, в конструкции которого предусмотрены специальные боковые люки, для создания вентиляции плодоовощей находящихся внутри контейнера.

Целью работы является проведение теоретических исследований по разработке универсальных контейнеров для перевозки плодоовощной продукции на железнодорожном и автомобильном транспорте.

Научная новизна выполненных исследований заключается в следующем:

1. Разработана конечно-элементная модель нового контейнера по перевозке плодоовощной продукции, для проведения теоретических исследований;
2. Разработана новая конструкция контейнера с люками для естественной вентиляции для перевозки плодоовощной продукции.

Практическая значимость работы: Проведённый в диссертационной работе анализ технического состояния контейнеров для перевозки плодоовощной продукции и обоснование технической целесообразности внедрения в перевозочный процесс с учётом уточнённой методики расчёта данных типов контейнеров, позволили произвести анализ по совершенствованию конструкций универсальных контейнеров для перевозки плодоовощной продукции.

Апробация работы: Основные результаты работы докладывались на следующих конференциях:

- XIII межвузовской научно - практической конференции студентов бакалавриата, магистратуры и стажеров – исследователей – соискателей «Молодой научный исследователь» с темой доклада: «Совершенствование универсальных контейнеров для перевозки плодоовощной продукции»;
- «Транспортная логистика, мультимодальные перевозки» с темой доклада «Необходимость применения универсальных контейнеров для перевозки плодоовощной продукции в логистических цепях поставок»;

- XII межвузовской научно - практической конференции студентов бакалавриата, магистратуры и стажеров – исследователей – соискателей «По итогам работы над диссертацией» с темой доклада «Обоснование нагрузок, действующих на универсальный контейнер для перевозки плодоовощной продукции»;

-XII межвузовской научно - практической конференции студентов бакалавриата, магистратуры и стажеров – исследователей – соискателей «Актуальные проблемы научно - педагогической работы» с темой доклада «Применение интерактивной методики проведения урока на примере специальной дисциплины «Вагоны (конструкция, теория, расчёт)» в высшем учебном заведении».

- Совместная международная научно-техническая конференция «Современные материалы в машиностроении, техника и технологии» с темой доклада «Методы испытаний нового контейнера для перевозки плодоовощной продукции».

Структура и объём работы: Диссертация включает в себя введение, 4 главы, заключение и изложена на 80 страницах машинописного текста, в том числе 1 таблицы, 44 рисунка. Список использованных источников насчитывает 52 наименования.

ГЛАВА I. ОБЗОР И АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ КОНТЕЙНЕРОВ. АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОНТЕЙНЕРОВ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ, ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Контейнер (англ. container, от англ. contain – «содержать в себе, иметь в своём составе, включать, вмещать»; буквально «вместилище, емкость») [7]. Контейнер – стандартизированная многооборотная тара, предназначенная для перевозки грузов автомобильным, железнодорожным, морским и воздушным транспортом и приспособленная для механизированной перегрузки с одного транспортного средства на другое. Может быть выполнен из различных материалов и иметь разнообразные формы. На транспорте наибольшее применение получили так называемые универсальные контейнеры [8 – 10].

1.1. Обзор и анализ исследований по совершенствованию конструкций контейнеров

Грузовым контейнером называется единица транспортного оборудования многократного использования, представляющая полностью или частично закрытую емкость, предназначенную для размещения в ней груза [10 – 12].

Для анализа существующих конструкций контейнеров был произведен обзор научных литературных источников.

В работе [13] приведена упрощенная конструкция контейнера. Контейнер содержит жесткий каркас $\square$ – образной формы с горизонтальными элементами. Выдвигаемые ящики установлены на горизонтальных элементах посредством фиксаторов, закрепленных на днище ящиков и ограничивающих перемещение ящиков. Верхняя часть контейнера снабжена подвеской для захвата контейнера грузоподъемным механизмом. При загрузке контейнера

специально установленные ящики выдвигаются до упора фиксаторов в вертикальные элементы каркаса, и производится укладывание груза в ящики. Разгрузка контейнера осуществляется в обратном порядке. Использование в контейнере каркаса $\square$ – образной формы позволяет упростить конструкцию контейнера и процесс его изготовления.

В работе [14] рассмотрен вариант контейнера, обеспечивающий механизацию погрузочно-разгрузочных работ. Контейнер содержит корпус, дно, состоящее из двух выдвижных частей с вертикальными перегородками и торцовые двустворчатые двери, которые установлены на дополнительных тягах. Дополнительные тяги имеют разную длину и закреплены шарнирно посредством осей одним концом на створке дверей, а другим на корпусе и части дна соответственно. Контейнер снабжен двумя механизмами синхронного движения створок дверей и части дна, расположенными под дном возле каждой из дверей. Механизм синхронного движения включает две зубчатые пары, состоящие из конических зубчатых колес и каждая, установленные на одном валу, на котором закреплена звездочка цепной передачи. С верхней ветвью цепи посредством бобышки жестко связана часть дна. Контейнер работает следующим образом. При загрузке контейнера на выдвинутые части укладывают груз. Затем, одновременно воздействуя на двери и часть, вдвигают ее в контейнер и одновременно закрывают двери. При закрывании дверей рычаги поворачиваются в шарнирах относительно корпуса. Одновременно с рычагом поворачивается и колесо, жестко закрепленное на оси вместе с рычагом. Колесо, взаимодействуя с колесом, поворачивает вал. Таким образом, закрывание дверей происходит синхронно. Вместе с валом вращается звездочка, приводящая в движение цепную передачу, которая перемещает часть дна. Аналогично вдвигают часть и закрывают другую дверь. Синхронное движение частей дна и створок дверей позволяет механизировать работу контейнера. При разгрузке контейнера все движения производятся в обратной последовательности.

В работе [15] рассмотрен вопрос повышения жесткости и несущей способности конструкции контейнера. Контейнер выполнен в виде многослойного корпуса с панелью, закрепленной на выступах шпангоутов и выступах перемычек, которые размещены в среднем слое корпуса. Так же размещена скрепленная со шпангоутами несущая балка, соединенная с перемычкой через дополнительные промежуточные опоры. Модуль упругости несущей балки превышает модуль упругости корпуса. Контейнер содержит две торцовые грани, переднюю, заднюю, верхнюю грани и днище. На выступах шпангоута и перемычки установлены конические упоры, на которых зафиксирована панель с помощью, установленных на ней конических втулок. Закрепление осуществляется с помощью винтов, установленных через отверстия панели в резьбовые отверстия. Наличие конических упоров, установленных на выступах шпангоутов и перемычек, и их сопряжение с коническими втулками, установленными на панели, обеспечивают гарантированный контакт панели с корпусом контейнера, однообразность и стабильность ее установки при значительной несоосности элементов крепления панели, при этом наличие конических взаимодействующих пар позволяет ликвидировать существующую несоосность и добиться надежной связи как соседних перемычек шпангоута, так и самой панели с перегрузками самого разнообразного направления. Преимущество взаимодействующих конических пар состоит в том, что при установке панели на корпус контейнера и при равномерном затягивании винтов по периметру панели конические втулки, «надвигаясь» на конические упоры, «выправляют» прогиб днища по передней грани и искажение поверхности самой передней грани при заданном крутящем моменте на винты, взаимодействие конических пар устанавливает панель относительно шпангоутов и перемычек стабильно в заданном положении, обеспечивают максимальный эффект совместности работы шпангоутов, перемычек и панели. Загрузка контейнера происходит при снятии панели через люк, образованный выступами шпангоутов и перемычек. Панель в контейнере

закрывает люк, который необходим для монтажа аппаратуры и доступа к аппаратуре в процессе эксплуатации контейнера, обеспечивая пылевлагозащищенность аппаратуры. Выгрузка приборов производится в процессе эксплуатации контейнера с приборами. Введение несущей балки с модулем упругости, превышающим модуль упругости корпуса, взаимосвязь ее со шпангоутами и перемычкой позволяет увеличить жесткость той грани, где она размещена и повысить жесткость контейнера в целом, что позволяет уменьшить напряжения в узлах крепления панели и еще больше увеличить грузоподъемность контейнера.

В работе [16] для облегчения загрузки контейнера крупногабаритными и тяжеловесными грузами рассмотрена транспортная техника, в частности складной контейнер. Складной контейнер состоит из днища и корпуса, включающего двери, боковые стенки и крышу. К днищу поддона крепятся желобообразные направляющие и поддерживающая полка. К боковым стенкам корпуса контейнера приварены направляющие. Аналогичные направляющие установлены на крыше. Двери и боковые стенки крепятся шарнирами, а боковые стенки крепятся к крыше шарнирами. Запирание дверей осуществляется посредством замка. Для строповки контейнера в его основании имеются окна. Использование складного контейнера осуществляется следующим образом. Замком раскрепляют двери, открывают их путем поворота вокруг шарниров до упора с боковой стенкой и фиксируют в данном положении. Корпус контейнера сдвигается с днища и устанавливается в непосредственной близости от него. Затем производится установка крупногабаритного оборудования на днище контейнера и его фиксация. Загрузку можно осуществлять любыми грузоподъемными механизмами, а также посредством накатывания катками и волочением. После закрепления оборудования на днище закрывают контейнер, надвигая корпус по направляющим и поддерживающей полке. Затем закрывают двери и фиксируют замком. Для ускорения операции загрузки возможно одну из дверей оставлять закрытой. При перевозке крупногабаритных изделий, не

требующих предохранения от воздействия атмосферных осадков, т.е. возможность их транспортирования на плоских поддонах, или при возврате порожнего контейнера осуществляется его складывание. Складывание осуществляется после сдвига корпуса контейнера с днища и установки его на крышу путем поворота на 180° и производится в следующей последовательности. Корпус контейнера надвигается на днище по направляющим. Затем открывают замки и двери до упора с боковыми стенками. После чего левая боковая стенка опускается на днище контейнера путем поворота вокруг шарниров. Правая боковая стенка опускается на уложенную на днище левую боковую стенку.

В работе [17] рассмотрен вопрос повышения эффективности контейнера в работе путем обеспечения выгрузки материалов в стесненных условиях и на плоскую поверхность. Контейнер состоит из корпуса с подвеской для его строповки. К нижней части контейнера с помощью оси в проушинах закреплено днище, состоящее из передней и задней створок, соединенных между собой шарниром. Снизу к задней створке прикреплен кронштейн, на боковые стенки которого опирается запорный элемент, выполненный в виде изогнутого стержня, связанного жестко с нажимной пятой. К нижней части передней створки приварена упорная планка, передний конец которой при закрытом днище заходит в серьгу, закрепленную на корпусе контейнера, а задний опирается на опорный элемент. Для удобства закрывания днища передний и задний торцы упорной планки выполнены с наклоном к продольной оси планки. Конец планки, входящий в серьгу, имеет снизу углубление для фиксации их между собой. Серьга выполнена из рессорной стали в виде пластинчатой пружины. Для удобства выгрузки материалов корпус контейнера выполнен расширяющимся к низу. Контейнер работает следующим образом. Наполненный материалом контейнер подается к месту выгрузки. Встретив препятствие, нажимная пята разворачивает запорный элемент на некоторый угол, лишая упорную планку опоры. При последующем подъеме контейнера,

под действием собственного веса, средняя часть днища опускается вниз, высвобождая передний конец упорной планки из серьги и материал выгружается из контейнера. Контейнер закрывается в подвешенном состоянии с помощью рычажного механизма, закрепленного вне контейнера и состоящего из вилки, воздействующей при закрывании на днище и шарнирно соединенной с ней штанги, снабженной педалью. При закрывании передний конец упорной планки, отклоняя серьгу, заходит в нее. Нажимная пята под собственным весом опускается вниз, разворачивает запорный элемент и замыкает упорную планку. Закрывание контейнера можно также производить путем опирания его на заднюю часть днища или на переднюю, предварительно повернув в последнем случае упорный элемент с нажимной пядой в соответствующее положение.

В работе [18] рассмотрен вопрос повышения надежности и удобства в эксплуатации контейнеров. Плоское днище с помощью шарнира соединено с торцовыми стенками, положение каждой из которых стопорится фиксирующим устройством. Для возможности штабелирования контейнеров к стенкам и к днищу вблизи его углов крепятся соответственно опорные устройства в виде надставок и башмаков, опорные грани которых наклонены под одним и тем же углом. Устройство состоит из L-образного упора, расположенного в нижней части торцовых стенок, и присоединенного к днищу контейнера. В упоре и кронштейне имеются отверстия, сквозь которые пропущен палец, расположенный в держателях. На L-образном упоре имеются контактная поверхность и выступ. При погрузке или выгрузке контейнера стенка на шарнирах отводится в сторону, при этом поверхность упора будет соприкасаться с торцом днища и стенки займут наклонное положение. После загрузки контейнера стенка переводится в вертикальное положение, которое фиксируется пальцем, пропущенным через отверстия в упоре и кронштейне. При штабелировании порожних контейнеров стенки с помощью шарнира переводятся в горизонтальное положение. Для этого палец извлекается из отверстий упора, стенки укладываются на днище, после

чего палец снова вставляется в эти отверстия. При этом упор своим выступом упирается в палец, что позволяет фиксировать стенки в горизонтальном положении. При штабелировании загруженных контейнеров, благодаря одинаковому наклону сопрягаемых опорных граней надставок и башмаков, происходит самоцентрирование устанавливаемых друг на друга контейнеров и их устойчивое положение. Наличие в складном контейнере данного устройства позволяет улучшить эксплуатацию контейнеров, создает удобство при разгрузке контейнеров, повышает надежность конструкции.

В работе [19] рассмотрены вопросы по улучшению защитных свойств контейнера при транспортировке и хранении длинномерных изделий. Контейнер состоит из корпуса с ложементом под изделие и секционной крышки, состоящей из трех секций, двух крайних и центральной. На боковой поверхности крайних секций закреплены фланцы уголкового профиля, а на прилегающей к ним боковой поверхности центральной секции – фланцы коробчатого сечения. Для установки крышки по периметру верхней части корпуса расположены направляющие фиксаторы с наружной и внутренней стороны. Кроме того, имеются упоры для сочленения секций друг с другом с образованием в местах стыков вентиляционных лабиринтных проемов. Устройство работает следующим образом. При помощи крана на корпусе устанавливаются крайние секции, которые закрепляются направляющими фиксаторами, затем устанавливается центральная секция, которая фиксируется в продольном направлении относительно крайних секций упорами, образуя в стыках с крайними секциями вентиляционные лабиринтные проемы.

В работе [20] рассмотрена возможность предотвращения перекоса и заклинивания днища при неравномерной загрузке и разгрузке контейнера, а также повышение удобства эксплуатации контейнера. Контейнер содержит корпус, в котором укреплены валы, снабженные зубчатыми колесами и жестко закрепленными рычагами. Эти рычаги через шарниры соединены с рычагами, которые посредством шарнира соединены с подвижным днищем.

На валу жестко закреплен упор, шарнирно соединенный с упругим элементом, установленным на наружной поверхности корпуса. При загрузке контейнера подвижное днище опускается и с помощью рычагов поворачивает вал, который через зубчатые колеса, находящиеся в зацеплении между собой, поворачивает вал в противоположном направлении. При этом обеспечивается равномерное опускание днища без перекоса и заклинивание. При повороте вала одновременно поворачивается упор, деформируя упругий элемент. Во время разгрузки контейнера усилие на упругий элемент уменьшается, и он, воздействуя через упор на вал, поворачивает последний, а также вал. Валы посредством рычагов поднимают подвижное днище. Использование рычажного механизма для перемещения днища с жесткозакрепленными на валу рычагами позволяет избежать перекоса и заклинивания днища, так как при загрузке контейнера с одной стороны рычаг, поворачивающий вал, обеспечивает синхронный поворот другого рычага.

В работе [21] рассмотрены вопросы повышения удобства эксплуатации контейнеров. Контейнер состоит из корпуса, шарнирно соединенной с ним при помощи петель двухстворчатой двери, с закрепленным на одной из створок запорным устройством, V-образной стяжки, на концах которой имеются кольца, взаимодействующие со средней частью верхних торцовых ребер корпуса посредством скоб. Кольца закреплены под углом относительно V-образной стяжки, что предотвращает при установке в вертикальное положение V-образной стяжки поворот ее в противоположную сторону от исходного положения. К средней части V-образной стяжки жестко присоединены две втулки, служащие для шарнирного соединения V-образной стяжки с грузозахватной петлей с помощью оси, размещенной во втулках. Между втулками на ось насажена пружина, один конец которой закреплен на втулке, а другой – на буртике оси. Грузозахватная петля представляет собой дугу, концы которой жестко соединены через пластины с осью. Строповка и расстроповка контейнера при погрузочно-разгрузочных

работах производится в следующей последовательности. Поворотом стрелы крюк гидрокрана подводят к грузозахватной петле контейнера. Затем подачей стрелы гидрокрана вверх производят автоматический захват петли крюком. При дальнейшем подъеме стрелы гидрокрана, как только V-образная стяжка и грузозахватная петля располагаются на одной прямой линии строго в вертикальном положении, начинается подъем и перемещение контейнера. Расстроповка контейнера производится автоматически после установки его на транспортные средства или на пол склада. При опускании стрелы гидрокрана, после того, как контейнер касается опоры, под действием пружины смещается центр тяжести V-образной стяжки и грузозахватной петли в сторону исходного положения. При дальнейшем опускании стрелы гидрокрана V-образная стяжка занимает исходное положение, а крюк выходит из зацепления с грузозахватной петлей. Контейнер обеспечивает автоматическую строповку и многоярусное штабелирование. При установке одного контейнера на другой петля нижнего контейнера прижимается к верхней плоскости корпуса, а при снятии верхнего контейнера под действием пружины петля возвращается в исходное положение. Расположенная в нерабочем положении под углом в верхней плоскости контейнера, грузозахватная петля обеспечивает автоматическую строповку контейнера практически при любом положении крюка грузоподъемного механизма. Данное изобретение позволяет повысить производительность труда при погрузочно-разгрузочных операциях, сократить простой транспортных средств при погрузке и разгрузке.

В работе [22] рассмотрен вопрос повышение надежности фиксации грузов на контейнерах при их укладке в несколько слоев. Контейнер для штучных грузов состоит из каркаса, представляющего собой две неподвижные решетчатые стенки, поярусные полки и подвижные решетчатые стенки, состоящие из вертикальных и горизонтальных прутков, причем расстояние между горизонтальными прутками равно расстоянию между полками. Между неподвижными горизонтальными прутками

расположены подвижные горизонтальные прутки, для которых вертикальные прутки являются направляющими. На вертикальных прутках имеются штыри для центровки подвижных прутков в случае их перекоса при опускании. На вертикальных стойках каркаса расположены направляющие для подвижной стенки, фиксаторы открытого положения подвижной стенки, фиксаторы для удержания свободно установленных прутков на расстоянии относительно неподвижных прутков при опущенной подъемной стенке и скобы для фиксации подвижных стенок в закрытом положении. Устройство работает следующим образом. Для того, чтобы открыть контейнер поднимают подвижную стенку вверх и фиксируют ее фиксатором. Во время подъема подвижной стенки подвижные прутки совмещаются с неподвижными прутками и останавливаются на уровне полки контейнера. После окончания процесса загрузки или выгрузки освобождают фиксатор, и подвижная стенка под собственным весом опускается до упора в скобу. При опускании подвижные прутки встречаются с фиксаторами и останавливаются на их уровне, обеспечивающем надежную фиксацию груза на полках. Если при опускании произойдет перекос прутка, штыри выравнивают прутки, и он опустится до фиксатора.

В работе [23] рассмотрен вопрос повышения удобства эксплуатации контейнера. Универсальный складной контейнер состоит из основания с выдвигной частью, шарнирно закрепленных торцовых стенок, бокового ограждения и опорных элементов, являющихся одновременно направляющими для вилок погрузчика и выдвигной части. Торцовая стенка, расположенная со стороны выдвигной части основания, выполнена в виде двух створок, шарнирно закрепленных на боковом ограждении с возможностью увеличения длины бокового ограждения на участке выдвигной части основания. Створки снабжены фиксаторами для удержания их в закрытом и открытом положениях, а длина каждой створки равна длине выдвинутой части основания. При этом торцовая стенка снабжена крючковыми замками, боковое ограждение соединено с основанием петлями

и снабжено фиксаторами. Основание имеет ответные фиксаторам гнезда и фиксирующие скобы для многоярусного складирования, а выдвижная часть соединена с основанием посредством скоб и снабжена ограничителем и упором. Основание и выдвижная часть основания имеют гнезда, ответные фиксатору. Для приведения контейнера в рабочее положение боковое ограждение устанавливается вертикально, фиксируется фиксаторами. Торцовая стенка устанавливается вертикально и фиксируется крючковыми замками. Створки поворачиваются и фиксируются фиксаторами, установленными в гнезда, и фиксатором. В таком положении контейнер может быть использован для затаривания штучных грузов, габариты которых не превышают размеры контейнера. Для затаривания грузов, превышающих по длине габариты контейнера выдвижную часть основания выдвигают до упора, при этом ограничитель упрется в скобу, створки поворачивают на 90° так, что они становятся продолжением бокового ограждения и фиксируют фиксаторами. Такая конструкция предлагаемого контейнера позволяет затаривать грузы различных габаритов, что повышает удобство ее эксплуатации.

В работе [24] рассмотрены вопросы повышения надежности крепления разногабаритных грузов различной прочности на контейнерах. Универсальный контейнер содержит корпус и вертикальные стойки. На этих стойках установлены передвижные полки, установленные с возможностью плавного перемещения вдоль стоек и снабженные фиксаторами их вертикального положения. Контейнер снабжен также траверсами, свободно установленными с помощью разрезных обоем на вертикальных стойках. Привод вертикального перемещения полок выполнен, по меньшей мере, в виде одной дополнительной вертикальной стойки, на которой установлена зубчатая рейка, закрепленная вдоль вертикальной стойки, и имеющая зубчатое колесо. Зубчатое колесо установлено на разрезной обойме и входит в зацепление с рейкой. Полки выполнены съемными и закреплены на траверсах. Фиксатор вертикального положения полки выполнен в виде

зубчатого рычага, закрепленного одним концом на обойме с помощью шарнира, для зацепления с зубчатым колесом. Рычаг снабжен выдвижным стопором, а в траверсе выполнены отверстия для закрепления рычага в рабочем положении и отверстие для закрепления рычага в нерабочем положении. Полки с обеих сторон снабжены демпфирующими элементами, для повышения надежности крепления изделий при их зажиме полками сверху и снизу. При этом траверсы служат опорами полок. Зубчатые рейки и колеса служат для обеспечения перемещения полок вдоль вертикальных стоек. Устройство работает следующим образом. При осуществлении загрузки снизу-вверх полки с траверсами перемещают вдоль вертикальных стоек, закрепленных в корпусе контейнера, с помощью привода в верхнее положение. Для этого зубчатый рычаг путем поворота вокруг оси шарнира выводят из зацепления с колесом и переводят его в нерабочее положение, устанавливая выдвижной стопор в отверстие. Затем с помощью приводного ключа приводят во вращение зубчатое колесо, установленное в разрезе обоймы. Зубчатое колесо, перемещаясь вдоль зубчатой рейки, поднимает траверсу с полкой вверх. После установки на нижнее основание контейнера транспортируемого груза нижнюю полку опускают вниз для обеспечения контакта демпфирующих элементов с грузом. Затем зубчатый рычаг переводят в рабочее положение, вводя в зацепление с зубчатым колесом, и фиксируют в этом положении с помощью стопора, помещая последний в отверстие. Закрепление груза сверху полкой предотвращает его смещение при транспортировке. После этого на полку сверху устанавливают следующий ряд грузов и закрепляют его аналогичным образом. При осуществлении загрузки сверху вниз полки контейнера перемещают в нижнее положение. На верхнюю из них устанавливают груз и с помощью привода перемещают вверх, поднимая к крышке контейнера. Затем полку фиксируют с помощью зубчатого рычага в этом положении. Загрузка следующего ряда грузов производится аналогичным образом. Экономический эффект перевозки грузов в предлагаемом универсальном контейнере по сравнению с

известными создается за счет уменьшения расходов на упаковку грузов в транспортную тару. Разделение контейнера по высоте на ряд отсеков дает возможность размещать грузы в каждом отсеке в один ряд, а не штабелями в несколько ярусов, что позволяет применять для упаковки грузов вместо картонных коробок оберточную бумагу, либо же вообще обходиться без упаковки.

Резюмируя вышесказанное, можно констатировать, что к настоящему времени накоплен большой опыт в решении достаточно сложных задач конструирования, проектирования, расчета и эксплуатации контейнера. В тоже время спрос на контейнеры со стороны перевозчиков продолжает возрастать, следовательно, решение вопросов по совершенствованию конструкции контейнера является актуальной задачей.

1.2. Анализ и классификация конструкций контейнеров

Грузовые контейнеры классифицируются по следующим основным признакам: видам сообщения, сфере обращения, назначению, общему устройству (конструкции), материалу изготовления, массе брутто [9 – 12, 25 – 27].

По видам сообщения контейнеры делятся на три группы: межконтинентальные, континентальные и внутризаводские (технологические). Контейнеры, используемые на магистральном транспорте, могут быть широкого и ограниченного обращения. Применение контейнеров широкого обращения допущено на двух и более видах транспорта без ограничения районов их эксплуатации. Контейнеры ограниченного обращения допущены к применению только на одном виде транспорта или в смешанном сообщении, но на определенных направлениях.

По назначению контейнеры делятся на две основные группы: 1) общего назначения (универсальные) и 2) специального назначения (специализированные). По ИСО приняты следующие определения основных

типов контейнеров. Грузовые контейнеры общего назначения (универсальные) служат для транспортировки и хранения отправок штучных грузов или сыпучих материалов в мелкой таре, защищают груз от потерь и повреждений, пригодны для перевозки грузов в любых погодных условиях. Контейнеры имеют прямоугольную конфигурацию, могут быть отделены от подвижного состава и транспортироваться как отдельная отправка, которую можно перегружать без выгрузки из контейнера груза.

Контейнеры специального назначения (специализированные):

1. Крытый (загружается через одно или несколько отверстий в боковых или торцевых стенках).

2. Специализированный (предназначен для перевозки специальных грузов):

- с раскрывающейся крышей (загружается через одно или несколько отверстий в крыше);

- открытого типа (открытый сверху, состоящий из основания, боковой и торцевой стенок, без крыши);

- с раскрывающимися стенками (одна стенка и более могут быть открыты полностью);

- с открытой стенкой (без одной или двух боковых или торцевой стенок, на имеющий основание, угловые фитинги и верхнюю раму с угловыми фитингами)

- с естественной вентиляцией (имеющий отверстия, кроме погрузочных и разгрузочных отверстий в боковых и торцевых стенках);

- с принудительной вентиляцией (закрытый, оборудованный приспособлением для принудительной вентиляции);

- изотермический (закрытый, кузов состоит из стенок, шажкам двери, пола и крыши, с низким коэффициентом теплопроводности, без использования источника тепла или холода);

- контейнер – ледник [закрытый, с изотермическими стенками (включая двери), полом и крышей; снабжен источником холода, иным, чем

механическая установка или абсорбционная холодильная машина, способная понижать температуру внутри контейнера и поддерживать ее];

- контейнер – рефрижератор с механическим охлаждением [закрытый, с изотермическими стенками (включая двери), полам и крышей имеющий холодильную установку (механическую или абсорбционную), которая способна понижать температуру, а затем поддерживать ее];

- отапливаем [закрытый, с изотермическими стенками (включая двери), полом и крышей, имеющий отопительную установку, способную поднимать температуру и поддерживать ее];

- контейнер – цистерна (закрытый, для перевозки жидкостей и газов);

- контейнер для: насыпных грузов (сыпучих, пылевидных или зернистых);

3. Платформа – контейнер («флет») – грузовая платформа, общая длина и ширина которой равна внешней длине и ширине контейнера общего назначения серии I ИСО. Оборудована, по крайней мере, нижними углами фитингами ИСО.

Специализированные контейнеры можно разделить на:

- групповые – для группы грузов, однородных по физико-химическим свойствам и одинаковым условиям погрузки, выгрузки и транспортирования;

- индивидуальные – для отдельных видов грузов, имеющих специфические свойства и требующих особых условий перевозки.

Назначение специализированных контейнеров определяет их конструктивные особенности.

По конструкции контейнеры могут быть жесткими (неразборными с постоянными размерами, складными, сборно-разборными), мягкими (эластичными) и комбинированными (мягкими, с отдельными жесткими элементами конструкции).

По общему устройству универсальные и специализированные контейнеры подразделяют на водонепроницаемые и герметизированные.

Неразборные грузовые контейнеры не имеют разъемных и съемных элементов и деталей конструкции. Разборный грузовой контейнер состоит из крупных элементов, которые легко снимаются и складываются при его возврата порожняком. По материалу изготовления грузовые контейнеры делятся на цельнометаллические из углеродистой или легированной стали, алюминиевых сплавов; комбинированные, с каркасом из прокатных профилей углеродистых сталей и панелями из легированных сталей алюминиевых сплавов и многослойно-клееной фанеры, покрытой пластиком (плайвуда), деревянно-металлические и пластмассовые.

По массе брутто контейнеры делятся на три категории: малотоннажные (до 2,5 т), средне тоннажный (от 2,5 до 10 т включительно) и крупнотоннажные (высшее) тоннажные (свыше 10 т).

В зависимости от характера, свойств и размере партии перевозимого груза, условий его погрузки – выгрузки выбирают соответствующий тип контейнера и определяют его параметры.

К основным техническим характеристикам контейнеров относятся: масса брутто; грузоподъемность; полезный внутренний объем; погрузочная площадь, габаритные и внутренние размеры, размеры загрузочно – разгрузочных устройств (двери, люки); собственная масса (тара); коэффициент тары (K_T).

1.2.1. Типы и параметры универсальных контейнеров

Универсальные контейнеры делятся на три типа: крупнотоннажные, унифицированные среднетоннажные и неунифицированные малотоннажные [9 – 12, 25, 26]. Контейнеры с унифицированными параметрами, размерами и конструкцией предназначены для применения на всех видах транспорта в прямом и смешанном сообщениях, а также для международных перевозках. Универсальные неунифицированные контейнеры предназначены для прямых автомобильных перевозок.

Крупнотоннажные контейнеры рассчитаны для использования, как во внутреннем, так и международном сообщении. Среднетоннажные унифицированные контейнеры массой брутто 2,5 (3) и 5 т рассчитаны для использования во внутреннем сообщении, включая смешанные железнодорожно-водные сообщения.

Контейнеры типоразмеров УУК – 5 и УУК – 5У имеют одинаковую массу брутто – 5 т, однако габаритные размеры и полезный объем контейнеров УУК – 5 одинаковые с контейнерами УУК – 2,5 (3). Индекс У означает, что что контейнеры имеют усиленную конструкцию.

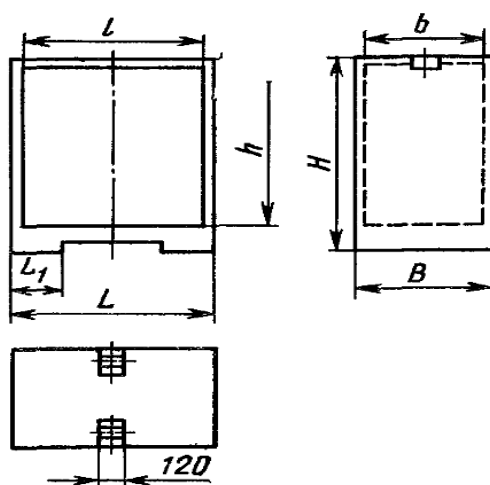
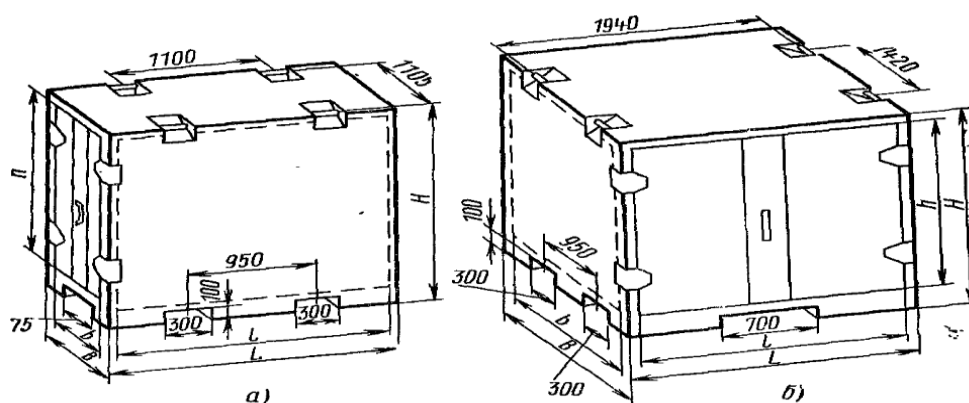


Рис. 1.1. Малотоннажный контейнер типа АУК



а – типа УУК – 3; б – типа УУК – 5

Рис. 1.2. Среднетоннажные контейнеры

Универсальные неунифицированные контейнеры изготавливаются двух типоразмеров: массой брутто 1,25 т (АУК – 1,25) и 0,625 т (АУК –

0,625). Малотоннажные контейнеры типа АУК (рис. 1.1) и среднетоннажный типа УУК (рис. 1.2) предназначены для перевозки мелких отправок штучных грузов, а крупнотоннажные (рис. 1.3) – для повагонных отправок таких грузов. Габаритные и внутренние размеры универсальных контейнеров по ГОСТ 18477 – 79 приведены в табл. 1.1.

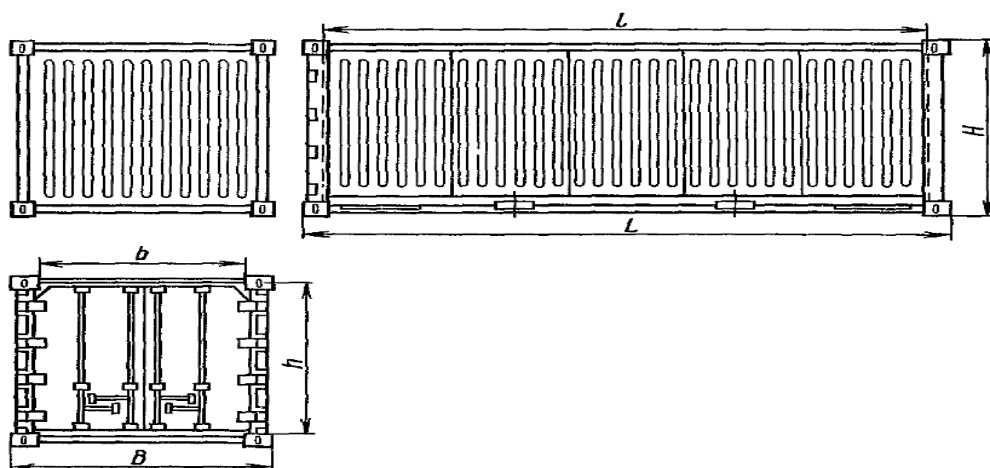


Рис. 1.3. Крупнотоннажный контейнер типа 1А

Таблица 1.1

Основные размеры универсальных контейнеров

Тип контейнера	Размеры, мм (см. рис. 1.1 – 1.3)					
	Наружные			Внутренние (не менее)		
	Длина l	Ширина B	Высот $a H$	Длина l	Ширин $a b$	Высот $a h$
1А	12192 ⁰ ₋₁₀	2438 ⁰ ₋₅	2438 ⁰ ₋₅	11 998	2299	2197
1С	6058 ⁰ ₋₆	2438 ⁰ ₋₅	2438 ⁰ ₋₅	5 967	2299	2197
1D	2991 ⁰ ₋₅	2438 ⁰ ₋₅	2438 ⁰ ₋₅	2 802	2299	2197
	2660±7	2100±5	2400±5	2 510	1950	2090
УУК – 5	2100±5	1325±3	2400±5	1 980	1225	2090
УУК – 5У	2100±5	1325±3	2400±5	1 980	1225	2090
УУК – 2,5	1800±5	1050±3	2000±5	1 710	960	1775
(3)						
УУК – 1,25						

ГОСТ 18477-79 устанавливает минимально допустимые внутренние размеры проемов каждого типоразмера контейнеров, а также определяет присоединительные размеры для других элементов конструкции контейнеров (рис. 1.4). Для контейнеров 1С и 1D Размеры пазов универсальных крупнотоннажных контейнеров для перегрузки вилочными погрузчиками, привязка и прочие должны соответствовать рис. 1.5.

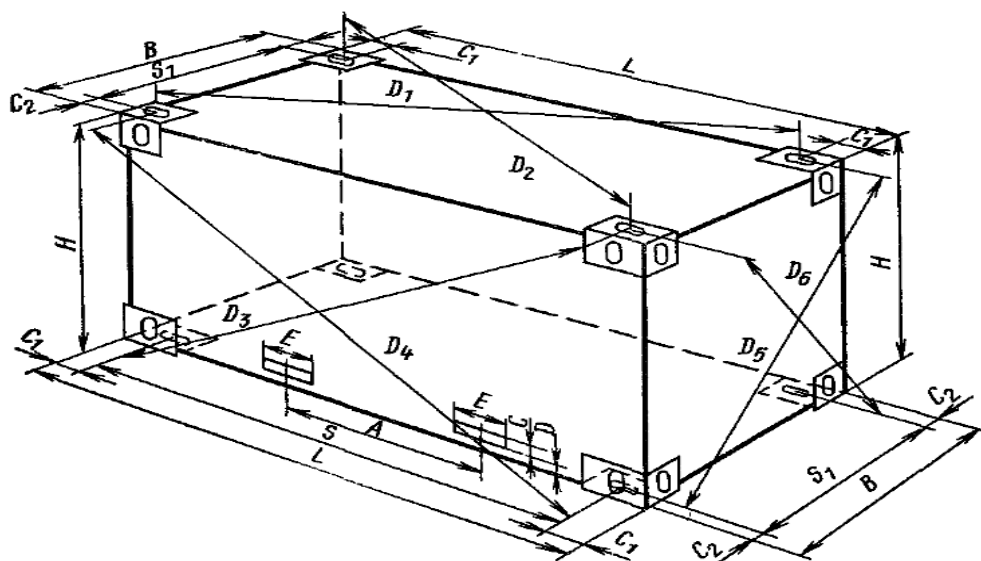


Рис. 1.4. Схема размещения фитингов на верхней и нижней рамы крупнотоннажного контейнера

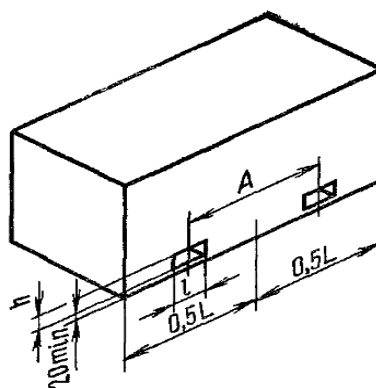


Рис. 1.5. Схема размещения пазов в нижней раме крупнотоннажных контейнеров УУК-10 И УУК-20

Внутренняя верхняя поверхности верхних угловых фитингов должна быть пригодной для ввода подъемных поворотных замков, входящих внутрь

фитинга через верхнее отверстие, и иметь опорную поверхность площадью не менее 800 мм². Согласно ГОСТ 20527-82 угловые фитинги должны изготавливаться из стали марки 20ГЛ или других сталей с содержанием углерода не более 0,2%, серы и фосфора – 0,3 %. Кроме того, предел текучести отливок угловых фитингов после термообработки должен быть не менее 294 МПа (30 кгс/мм²), предел прочности не менее 540 МПа (55 кгс/мм²), а ударная вязкость при температуре 20°C – не менее 49 Н·м/см².

1.2.2. Типы и параметры специализированных контейнеров

Институтами разработана классификация и типаж специализированных контейнеров с учетом рекомендаций ИСО/ТК-104 [9 – 15, 25 – 27].

Специализированный контейнер является элементом транспортного оборудования многократного использования. Он обеспечивает перевозку грузов несколькими видами транспорта, а также временное хранение одного или группы однородных по физическим свойствам сыпучих, зернистых, штучных и наливных материалов и изделий. Конструкция контейнера позволяет производить механизированную погрузки, выгрузку и перегрузку его вилочным погрузчиком, краном или другими грузоподъемными средствами.

В соответствии с рекомендациями ИСО/ТК-104 внутренний объем специализированного контейнера, так же, как и контейнера общего назначения, принимается равным 1,0 м³ и более. Специализированные контейнеры, так же, как и универсальные, должны обеспечивать защиту перевозимого груза в любых погодных условиях.

По характеру грузов специализированные контейнеры делятся на пять групп: для сыпучих материалов, для концентратов руд цветных металлов, для штучных промышленных грузов, жидких и вязких продуктов, для плодоовощных и пищевых продуктов.

По конструктивным особенностям они делятся на три группы: жесткие (разборные, неразборные), мягкие (эластичные), комбинированные (полужесткие).

Специализированные контейнеры могут быть групповыми и индивидуального назначения. Для перевозки группы грузов, родственных по физико-химическим свойствам, с примерно одинаковыми условиями погрузки, выгрузки и транспортировки используют специализированные групповые контейнеры. Для грузов, требующих особых условий перевозки, применяют индивидуальные специализированные контейнеры. Эти контейнеры могут отличаться не только конструктивными особенностями, но и материалом, из которого они изготавливаются, видом защитного покрытия (футеровки), приборами, необходимыми для поддержания требуемого температурного режима при перевозке (например, у рефрижераторных контейнеров) и т.д.

Конструкции специализированных групповых контейнеров должны обеспечивать возможность:

- механизированной загрузки и выгрузки материалов из контейнеров;
- производство погрузочно-разгрузочных операций при помощи кранов и вилочных погрузчиков;
- штабелирования контейнеров в два и три яруса на складах и контейнерных площадках;
- сохранения устойчивости на подвижном составе;
- влагонепроницаемости для грузов, «боящихся» атмосферного воздействия;
- размораживания грузов и складывания контейнеров второй группы друг в друга;
- отделения днища – поддона и сохранения устойчивости пакетного груза, а также исключения боя в контейнерах для огнеупорных изделий и стекла.

Крупнотоннажные специализированные групповые контейнеры массой брутто более 10 т изготавливают с угловыми фитингами ИСО, а контейнеры массой брутто до 10 включительно – с рамами.

Перевозка крупнотоннажных контейнеров осуществляется на специализированных длиннобазовых платформах [8, 11], имеющих стопорные устройства, выступающие над плоскостью пола и входящие при установке контейнера на платформу в отверстие его угловых фитингов.

1.3. Выводы по первой главе

Проведенные обзор и анализ исследований по совершенствованию конструкции контейнеров позволил принять следующие технические решения при разработке конструкции контейнера для перевозки плодоовощных грузов.

1. Принять конструкцию, объединяющую достоинства существующих универсальных конструкций контейнеров.

2. Для повышения срока службы и эксплуатационных качеств вагона, а также снижения стоимости, контейнер выполнить из низкоуглеродистой стали с повышенным классом прочности.

3. Предлагается выполнить конструкцию контейнера: обшивку и силовые элементы каркаса, получаемые методом гибки непосредственно в ДП «ЛМЗ», из листового металла толщиной 1,5-3 мм поставляемого в виде рулонов.

4. Применить технологии изготовления основных элементов контейнера освоенные на ДП «ЛМЗ».

ГЛАВА II. МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ КОНТЕЙНЕРОВ

2.1. Нагрузки, действующие на конструкцию контейнеров

На контейнер действуют нагрузки, возникающие в процессе погрузочно-разгрузочных, транспортных, перегрузочных и складских операций [11, 25, 27]. Нагрузки, действующие на контейнеры, принимают из условия

$$P_{\bar{p}} = P_{\text{гр}} + q_k g,$$

где $P_{\bar{p}}$ – максимальный вес брутто;

$P_{\text{гр}}$ – максимальный полезный вес груза;

q_k – собственная масса контейнера.

Конструкция и форма контейнеров должны обеспечивать их штабелирование при перевозке (морским транспортом) и хранении не менее чем в три яруса для малотоннажных и среднетоннажных, и не менее чем в шесть ярусов для крупнотоннажных.

Нагрузки, которые должны выдерживать контейнеры и отдельные элементы их конструкции, устанавливаются действующими стандартами.

При расчете конструкций крупнотоннажных контейнеров принимают, что прогиб элементов нижней рамы контейнеров, загруженных до $1,8 \cdot P_{\bar{p}}$ не должен быть более 6 мм ниже уровня опорных плоскостей нижних угловых фитингов. Подхватные элементы крупнотоннажных контейнеров должны выдерживать нагрузки, возникающие при плавном, подъеме контейнера весом $1,25 \cdot P_{\bar{p}}$.

Вертикальную нагрузку на пол контейнера при подъеме краном принимают равной $2 \cdot P_{\bar{p}} - q_k g$ (где g – ускорение свободного падения). При этом учитывают, что нагрузка равномерно распределена по площади пола контейнера с учетом действующих динамических сил. Угол наклона к горизонтали подъемных стропов при застропке средне и крупнотоннажных

контейнеров массой брутто не выше 10 т принимают 60° . У крупнотоннажных контейнеров массой брутто более 10 т силы, прикладываемые к верхним угловым фитингам при подъеме, направлены вертикально.

Подъем крупнотоннажных контейнеров может производиться также и за нижние угловые фитинги. Угол наклона подъемных усилий к горизонтали принимается: для контейнеров типа 1D – 60° , 1C – 45° и 1A – 30° ; при этом следует учитывать, что линии действия подъемных усилий параллельны боковой плоскости фитингов (не соприкасаясь с ними) и удалены от них не более чем на 38 мм.

При подъеме вилочным погрузчиком вертикальная нагрузка, равномерно распределенная на площади пола контейнера, принимается равной $1,25 \cdot P_{\text{бр}} - q_k g$; длина вил захвата, которые вводятся в пазы нижней рамы контейнера, принимается равной 0,75 ширины контейнера. При штабелировании вертикальная нагрузка, равномерно распределенная по площади пола каждого штабелируемого контейнера, принимается равной $1,8 \cdot P_{\text{бр}} - q_k g$.

Для среднетоннажных контейнеров принимается строго вертикальная установка а штабеле в три яруса без смещения. Для крупнотоннажных контейнеров принимается шестиярусное штабелирование со смещением всех пяти верхних контейнеров относительно нижнего шестого на 38 мм в продольном направлении и на 25,4 мм в поперечном. Таким образом, нагрузка на нижний контейнер составляет: на среднетоннажный $3,6 \cdot P_{\text{бр}}$ на крупнотоннажный $9 \cdot P_{\text{бр}}$.

Вертикальная нагрузка при соударении между собой железнодорожных вагонов с контейнерами, загруженными до полной вместимости, принимается равной $P_{\text{бр}} - q_k g$, а продольное ускорение в плоскости пола платформы – $2g$. При этом считается, что нагрузка равномерно распределена по площади пола контейнера. Принимается также, что крепление контейнера производится как бы поочередно за каждую пару нижних угловых фитингов,

размещенных под угловыми стойками торцовых стен крупнотоннажных контейнеров, или за каждую пару проушин в угловых торцевых стойках среднетоннажных контейнеров с помощью растяжек, расположенных под углом 45° в продольном направлении.

Горизонтальная нагрузка при перевозке морем, равномерно распределенная по площади каждой стенки или двери, принимается для среднетоннажного контейнера $0,6 \cdot (P_{\text{бр}} - q_k g)$ (рис. 2.1) и крупнотоннажного: на торцевую $0,4 \cdot (P_{\text{бр}} - q_k g)$ и боковую $0,6 \cdot (P_{\text{бр}} - q_k g)$ (рис. 2.2).

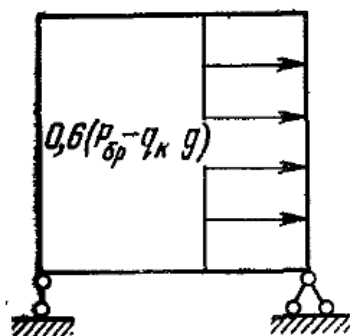


Рис. 2.1. Схема нагружения торцевой и боковой стенок среднетоннажного контейнера

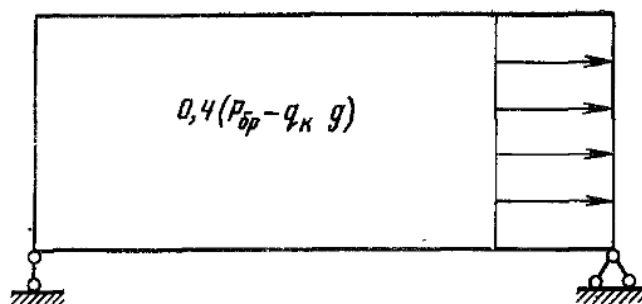


Рис. 2.2. Схема нагружения торцевой стенки крупнотоннажного контейнера

Вертикальная равномерно распределенная нагрузка на крышу среднетоннажных контейнеров при их перевозке в трюмах судов от укладки на нее различных грузов принимается для контейнеров УУК-2,5 (3) и УУК-5У 14 кН и для контейнеров УУК-5 28 кН (рис. 2.3, а). Кроме того, при ремонтах и ручной строповке контейнера возникают вертикальные сосредоточенные нагрузки, которые принимаются: для среднетоннажных контейнеров на площади квадрата 300×300 мм в любом месте крыши 1,5 кН (рис. 2.3, б) и для крупнотоннажных контейнеров по площади прямоугольника 300×600 мм в наиболее слабом месте крыши 3 кН (рис. 2.4).

Расчет конструкции контейнера начинается с определения статических и динамических нагрузок, действующих на него при хранении, перевозке и перегрузке.

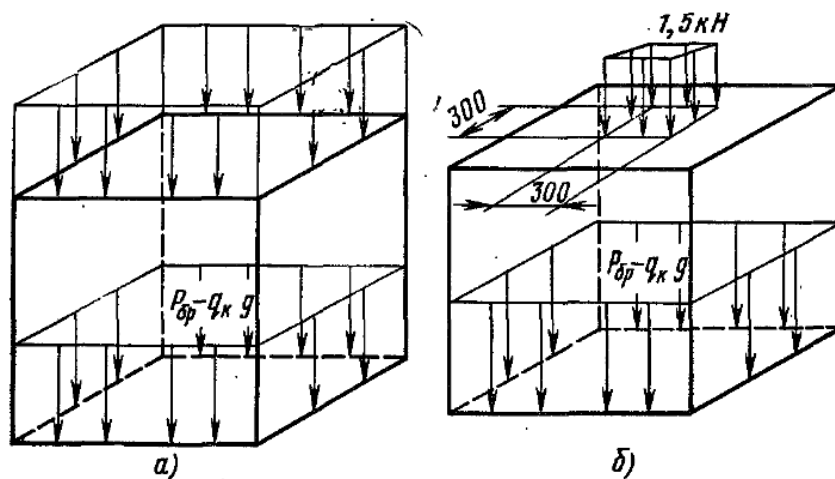


Рис. 2.3. Схема нагружения крыши среднетоннажного контейнера:
а – равномерно распределенной нагрузкой; б – сосредоточенной нагрузкой

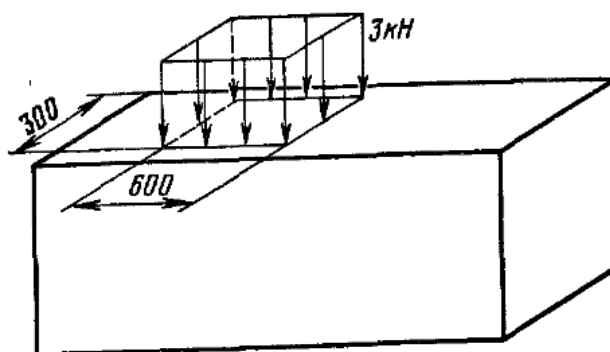


Рис. 2.4. Схема нагружения крыши крупнотоннажного контейнера

При штабелировании крупнотоннажных контейнеров принимается, что возникающие нагрузки передаются четырьмя угловыми стойками, а при штабелировании среднетоннажных контейнеров – всеми четырьмя стенками. Расчетная схема штабелирования крупнотоннажных контейнеров показана на рис. 2.5. Силы, приложенные к верхним угловым фитингам, смещены относительно центров последних на 38 мм в продольном и на 25,4 мм в поперечном направлениях.

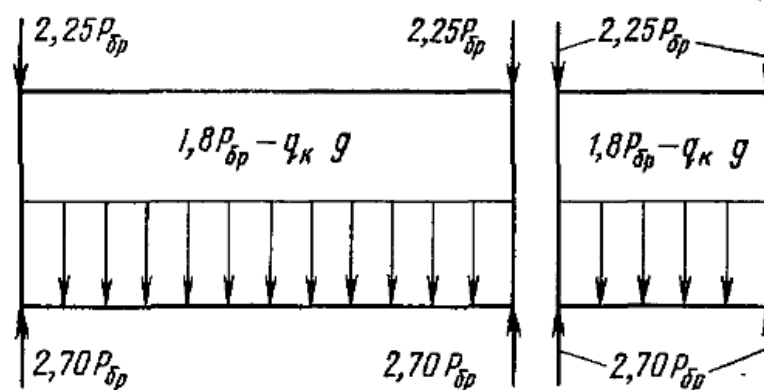


Рис. 2.5. Схема нагружений крупнотоннажного контейнера при штабелировании

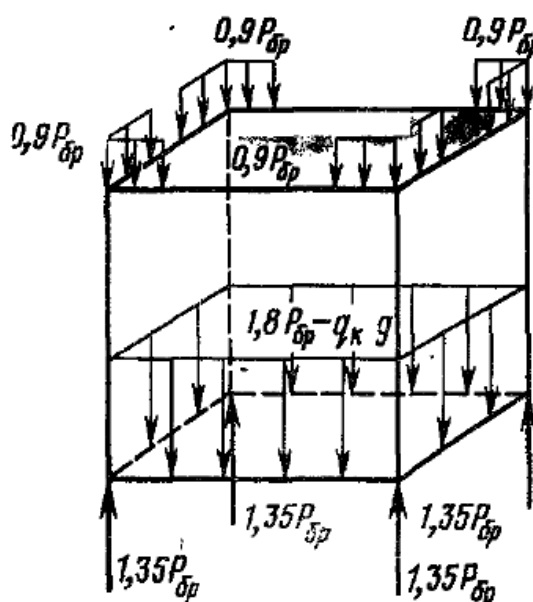


Рис. 2.6. Схема нагружения среднетоннажных контейнеров при штабелировании

Нагрузка (в Н) на верхний угловой фитинг, передающаяся на угловую стойку контейнера, будет

$$Q = 1,8P_{\delta p} \cdot 5/4 = 2,25P_{\delta p},$$

Нагрузка (в Н) на нижний угловой фитинг

$$Q = 2,25P_{\delta p} + (1,8P_{\delta p} / 4) = 2,7P_{\delta p}.$$

У среднетоннажных контейнеров (рис. 2.6), не имеющих фитингов, нагрузка (в Н) на каждую стенку принимается

$$Q' = 1,8P_{\text{бр}} \cdot 2 / 4 = 0,9P_{\text{бр}}.$$

Нагрузка на площадь пола контейнера

$$Q_{\text{п}} = 1,8(P_{\text{бр}} - q_k g) / F ,$$

где F – площадь пола контейнера.

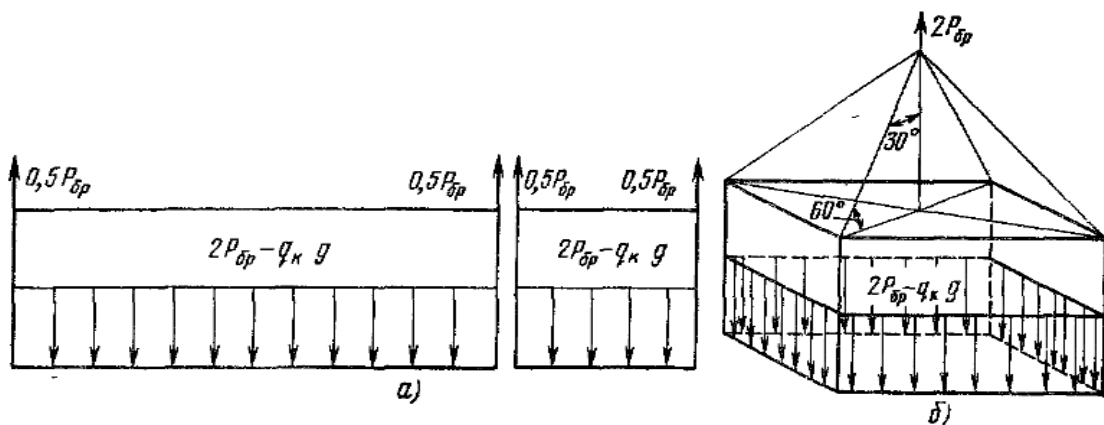
В расчетах учитывается, что нагрузки Q (для среднетоннажных – Q') и $Q_{\text{п}}$ действуют одновременно.

Расчетные схемы подъема крупнотоннажных контейнеров массой брутто свыше 10 т за верхние угловые фитинги приведены на рис. 2.7, а, массой брутто 10 т – на рис. 2.7, б, а среднетоннажных массой брутто от 3 до 10 т за рымы – на рис. 2.8. Нагрузка (в Н), действующая вертикально вверх и приложенная к каждому угловому фитингу крупнотоннажного контейнера,

$$2P_{\text{бр}} / 4 = 0,5P_{\text{бр}}.$$

Для среднетоннажных контейнеров, перегружаемых стропами с углом наклона их к горизонтали 60° нагрузка (в Н), приложенная к каждому верхнему угловому фитингу или рыму, составляет

$$Q = 2P_{\text{бр}} / (4 \sin \alpha) = 0,58P_{\text{бр}}.$$



а – массой брутто 20 и 30 т; б – массой брутто 10 т

Рис. 2.7. Схема нагружения крупнотоннажных контейнеров при подъеме за верхние угловые фитинги

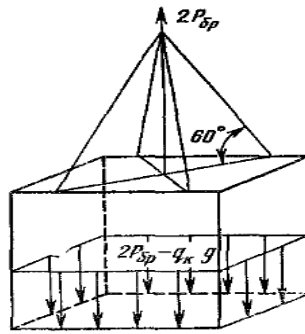


Рис. 2.8. Схема нагружения среднетоннажных контейнеров при подъеме за четыре рыма

На рис. 2.9 показана схема подъема контейнера за нижние угловые фитинги. Силы, приложенные к указанным фитингам, должны отстоять от их наружной поверхности на 38 мм. Угол наклона стропов к горизонтали составляет, как указано выше, для контейнеров массой брутто 30 т – 30° , для контейнеров массой брутто 20 т – 45° и контейнеров массой брутто 10 т – 60° . Нагрузки, приложенные к каждому нижнему угловому фитингу, соответственно равны $P_{\delta p}$; $0,71 \cdot P_{\delta p}$ и $0,58 \cdot P_{\delta p}$.

Нагрузка, действующая на фитинг при креплении контейнеров к подвижному составу, имеет продольное направление и равна $\pm 2 \cdot P_{\delta p} / 2 = \pm P_{\delta p}$. При этом нагрузка на пол контейнера составляет $(P_{\delta p} - q_k g)$ (рис. 2.10). Сила, равная $P_{\delta p}$ приложена к каждому, нижнему угловому фитингу контейнера.

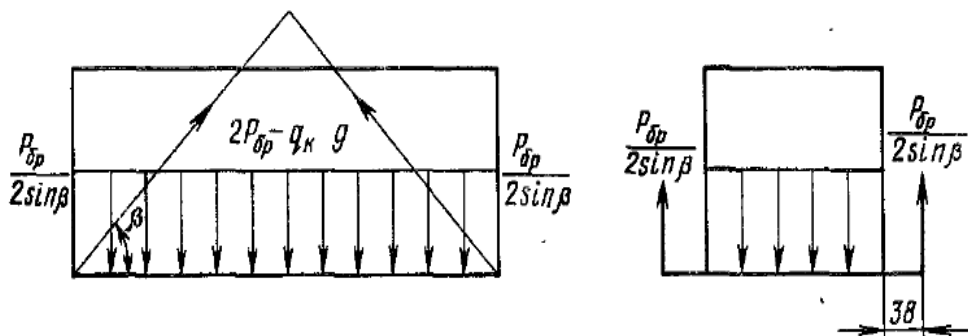


Рис. 2.9. Схема нагружения крупнотоннажного контейнера при подъеме за нижние угловые фитинги

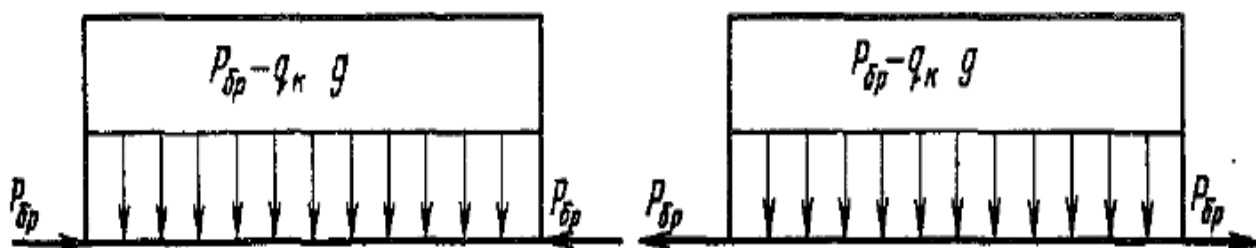


Рис. 2.10. Схема нагружения нижней рамы крупнотоннажного контейнера сжатием или растяжением

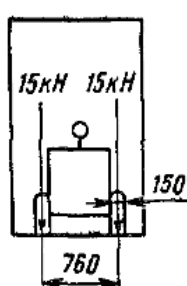


Рис. 2.11. Схема нагружения пола крупнотоннажного контейнера

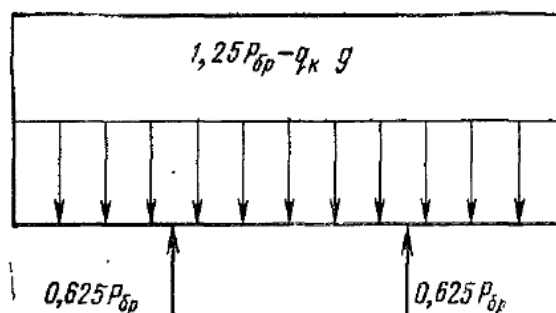
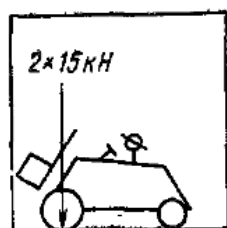


Рис. 2.12. Схема нагружения крупнотоннажного контейнера типоразмеров 1С и 1D при подъеме вилочным погрузчиком

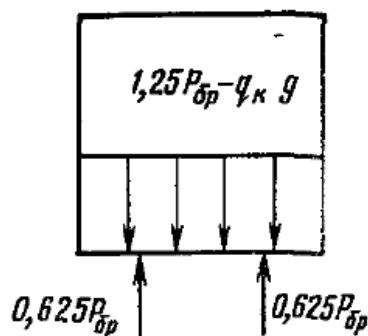


Рис. 2.13. Схема нагружения среднетоннажных контейнеров при подъеме и перемещении вилочным погрузчиком

Расчетная схема действия нагрузки на пол и нижнюю раму контейнера, и ее величина показана на рис. 2.11. Сосредоточенная нагрузка P действует одновременно на площади опирания двух передних колес. Контактная

площадь шины переднего колеса погрузчиков, используемых при загрузке и разгрузке крупнотоннажных контейнеров, составляет 142 см^2 и средне тоннажных контейнеров – 40 см^2 .

Расчетная схема подъема крупно и среднетоннажных контейнеров вилочным захватом погрузчика приведена на рис. 2.12 и 2.13. Нагрузка на каждую валу захвата $0,625 \cdot P_{\text{бр}}$. Вилочный захват (ширина вил по 200 мм) вводится в пазы на длину, равную $\frac{3}{4}$ ширины контейнера.

2.2. Основные требования расчета конструкций контейнеров

Контейнер представляет собой сложную пространственную систему, ввиду чего проведение прочностных расчетов его конструкции в целом затруднительно. Поэтому при разных видах нагружения допускаются соответствующие упрощения [11, 25, 27].

Максимальная сила (в Н), действующая на контейнер при его подъеме краном,

$$P_{\text{max}} = P_{\text{бр}} \cdot k_{\text{д}},$$

где $P_{\text{бр}}$ – вес брутто контейнера, Н;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент динамичности, практически колеблющийся в пределах 1,2 – 1,8.

Схема действия сил на контейнер при подъеме краном и строповке гибкими тросами вручную показана на рис 2.14, а. Сила (кН), действующая на каждое грузоподъемное устройство,

$$P = P_{\text{max}} / (2 \sin \alpha),$$

где α – угол наклона стропа (вертикальной плоскостью).

Наиболее слабым звеном конструкции специализированного контейнера для насыпных грузов является крыша с отверстием загрузочно-

разгрузочного люка. Схема действия сил P на лист крыши приведена на рис.

2.14, б. Они раскладываются на силы P_2 и P_3 :

$$P_2 = P \cdot \cos \alpha \cdot \cos \gamma; \quad P_3 = P \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta.$$

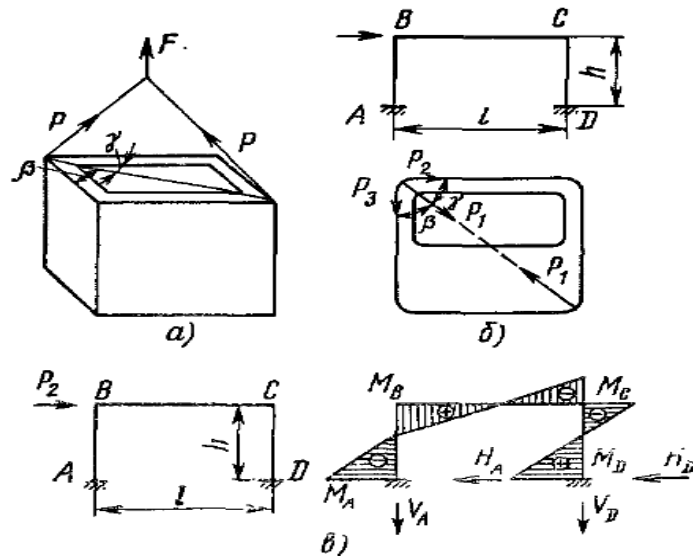


Рис. 2.14. Схемы действия сил на специализированный среднетоннажный контейнер с верхним люком: а – действие сил на контейнер при подъеме его краном; б – действие сил на лист крыши контейнера; в – расчетная схема контура люка, занимающего часть крыши

Расчет контура отверстия в крыше для люка ведется, как для рамы, жестко закрепленной в точках A и D по расчетной схеме (рис. 2.14, в). Изгибающие моменты (в Н·см) и силы V_A , V_D , H_A , H_D , (в Н) определяются по формулам

$$M_A = M_D = \frac{P_2 h}{2} \cdot \frac{1+3k}{1+3k} g;$$

$$M_B = M_C = \frac{P_2 h}{2} \cdot \frac{3k}{1+6k} g,$$

где $k = hJ_2 / (lJ_1)$;

$J_1 J_2$ – моменты инерции.

$$V_A = V_D = (M_B + M_C) / l;$$

$$H_A = H_D = P_2 / 2.$$

Напряжения (в Па) в стойках и ригеле определяются далее по уравнению

$$\sigma = \left(\frac{M_A}{W} = \frac{P_A}{f\varphi} \right) \cdot 10^{-4}$$

где W – момент сопротивления изгибу, см^3 ;

P_A – нормальная (сжимающая) сила, действующая на элемент, Н;

f – площадь поперечного сечения элемента, см^2 ;

φ – коэффициент продольного изгиба.

Нормальная сила

$$P_A = P_3 - V_A.$$

Гибкость элементов проверяется по формуле

$$\lambda = h/r,$$

где r – радиус инерции, см , $r = \sqrt{J/f}$;

J – момент инерции, см^4 .

При наличии в крыше отверстия по всему периметру расчет пояса жесткости следует вести по приведенной расчетной схеме (рис. 2.15) как рамы, находящейся под действием горизонтальных сил P_1 приложенных по двум диагонально расположенным углам. Для упрощения расчетов следует превратить раму в статически определимую, путем ввода двух шарниров по углам, в которых не приложено сил и неизвестных моментов X_1 , компенсирующих произведенное в раме изменение. Поскольку применяется симметричная система, уравнение для определения неизвестного момента имеет вид:

$$X_1 \delta_{1x1} \Delta_{1p} = 0,$$

где δ_{1x1} – перемещение элементов рамы в углах по направлению неизвестного момента X_1 , равного 1,0;

Δ_{lp} – перемещение элементов рамы в углах по направлению неизвестного момента от заданных сил.

Приняв за основную систему схему, приведенную на рис. 2.15, а, строят эпюры изгибающих моментов M_p и M_1 (рис. 2.15, б, в, г). Затем, пользуясь способом Верещагина, определяют коэффициенты при неизвестных δ_{1x1} и Δ_{lp} которые имеют вид

$$\delta_{1x1} = \frac{4a}{EJ}; \Delta_{lp} = 4 \frac{0,5 \cdot 0,35Pa^2}{EJ}; X_1 = -\frac{\Delta_{lp}}{\delta_{1x1}} = -0,175 Pa.$$

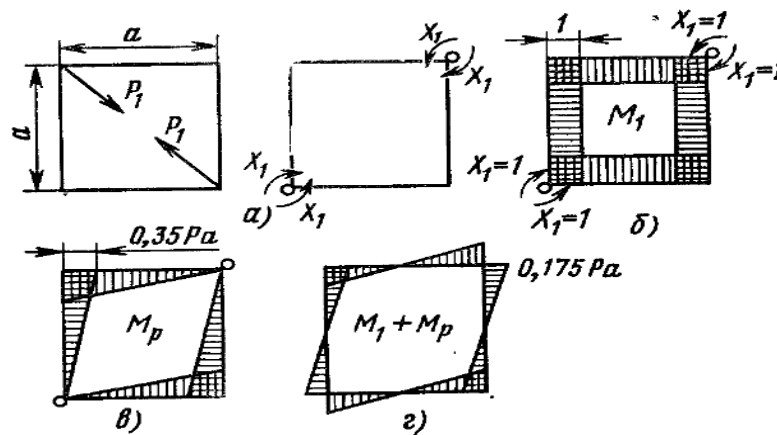


Рис. 2.15. Расчетная схема контура люка на весь периметр крыши:
а – основная схема; б – эпюра моментов M_1 ; в – эпюра моментов M_p ;
г – суммарная эпюра моментов M_1 и M_p

Расчет обшивки контейнера проводится исходя из того, что наибольшие силы, действующие на стенки и днище, возникают от воздействия сыпучего груза на конструкцию контейнера при транспортировании и подъеме его краном.

Нормальное давление (в Па) на вертикальные стенки контейнера

$$\sigma_1 = k_d n' h \rho_{cp} g,$$

где k_d – коэффициент динамичности;

n' – коэффициент бокового давления, принимаемый равным коэффициенту подвижности g_u ;

h – высота загружаемого груза, м;

$\rho_{гр}$ – объемная масса груза, кг/м³.

Коэффициент подвижности

$$g_{II} = (1 - \sin \varphi') / (1 + \sin \varphi'),$$

где φ' – расчетный угол внутреннего трения.

Листы боковых стенок при этом рассчитывают как пластины, закрепленные по контуру и нагруженные средней равномерно распределенной нагрузкой (рис. 2.16).

Среднее давление (в Па) на лист от сыпучего груза

$$\sigma_{cp} = (\sigma_2 / 2) \cdot 10^{-4}.$$

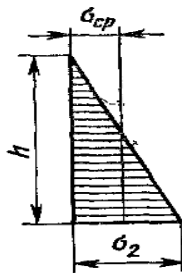


Рис. 2.16. Эпюра средней равномерно распределенной нагрузки на боковую стенку

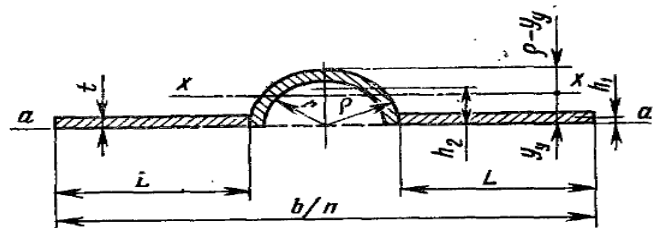


Рис. 2.17. Расчетная схема гофрированного листа

Максимальный изгибающий момент (в Н·см), принимаемый с некоторым запасом за расчетный, действующий на лист,

$$M_{\max} = \beta \sigma_{cp} b_{расч}^2 h,$$

где $b_{расч}$ – длина меньшей стороны листа, см;

β – коэффициент пропорциональности.

Момент сопротивления листа (в см³)

$$W = ht^2 / 6,$$

где t – толщина листа, см.

На основании уравнения $M_{\max} = W [\sigma]$ получаем формулу для определения толщины листа.

$$t = \sqrt{6\beta\sigma_{cp} b_{расч}^2 / [\sigma]},$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение на изгиб.

Напряжение в гофрированных листах боковых стенок может быть рассчитано по формуле профессора Тимошенко с поправочным коэффициентом u , учитывающим влияние гофрированного листа:

$$\sigma_{\max} = \frac{0,5qb^2g \cdot 10^{-4}}{ut^2(1 + 0,623a^6)},$$

где q – удельная нагрузка, Па;

b – длина меньшей стороны листа, см;

t – толщина листа, см; $a = b/B$;

B – длина большей стороны листа. При $B = b$ $a = 1$.

Поправочный коэффициент u определяется из следующего соотношения моментов сопротивления:

$$u = W_x / W,$$

где W_x – момент сопротивления ячейки гофрированного листа шириной b/n (n – число гофр), $b/n = 2(L + \rho)$ см;

W – момент сопротивления гладкого листа такой же ширины b/n , как и ячейки гофрированного листа;

$$W_x = J_x / (\rho - Y_y),$$

где J_x – момент инерции ячейки гофрированного листа относительно, оси, проходящей через центр тяжести поперечного сечения, см⁴;

ρ – наружный радиус полукольца гофрированного профиля, см;

Y_y – положение центра тяжести гофрированного листа, см/

$$W = \frac{(b/n)t^2}{6}.$$

Расчетная схема гофрированного листа приведена на рис. 2.17.

Площадь сечения листа (в см^2) состоит из площадей сечения его плоской части и полукольца:

$$f = f_1 + f_2 = 2 + \frac{\pi}{2}(\rho^2 - r^2).$$

Момент инерции полукольца (в см^4)

$$J_{пк} = \frac{\pi}{8}(\rho^4 - r^4).$$

Положение центра тяжести полукольца (в см)

$$h = \frac{4}{3\pi} \cdot \frac{\rho^3 - r^3}{\rho^2 - r^2}.$$

Статический момент (в см^3) относительно оси ZZ

$$S_{zz} = f_1 h_1 + f_2 h_2; Y_y = S_{zz} / f.$$

Момент инерции (в см^4) ячейки (гофра)

$$J_x = \frac{2Lt^3}{12} + f_1 h_1^2 + J_{пк} - f Y_y^2.$$

Листы днища рассчитывают аналогично листам боковых стенок, но с полной нагрузкой от груза $P_{\text{гр}}$ и поправочным коэффициентом 1,25. Для универсальных контейнеров производят проверочный расчет от сосредоточенной нагрузки на пол при заезде внутрь контейнера вилочного погрузчика.

2.3. Выводы по второй главе

На основе обзора и анализа исследований по совершенствованию конструкции контейнеров был рассмотрен вариант расчета конструкции контейнера. Учитывая нагрузки, возникающие в процессе ведения погрузочно-разгрузочных, транспортных, перегрузочных и складских операций определены условия расчета. Так же учитывались: прогиб элементов нижней рамы контейнера, вертикальная нагрузка на пол контейнера при подъеме краном, вертикальная нагрузка при соударении

между собой железнодорожных вагонов с контейнерами, вертикальная равномерно распределенная нагрузка на крышу контейнера. Расчет конструкции контейнера начался с определения статических и динамических нагрузок, действующих на него при хранении, перевозке и перегрузке. После чего была приведена схема нагружения крыши контейнера, а также варианты нагружения. Приведены формулы расчета нагрузок на фитинги, а также на площадь пола контейнера (для среднетоннажных контейнеров). Кроме того, были рассмотрены расчетные схемы нагружения контейнеров при подъеме.

Учитывая вышесказанное, приведены основные положения расчета конструкций контейнеров, позволяющие определить напряженно-деформированное состояние контейнера. Расчет производился с построения схемы действия сил на контейнер. По полученным расчетным данным были построены эпюры действующих моментов. Полученные данные моментов позволили определить толщину используемого листа. После чего, были рассчитаны напряжения в листах боковых стенок. Поочередно рассчитывая и листы днища контейнера, был сделан вывод о напряженно-деформированном состоянии контейнера в целом, что в дальнейшем помогло определить геометрические размеры контейнера с улучшенными эксплуатационными параметрами.

ГЛАВА III. РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО КОНСТРУКЦИИ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящей главе разработана расчетная конечно-элементная модель конструкции контейнера для перевозки плодоовощных грузов и выполнены теоретические исследования различных вариантов контейнеров и на основании результатов проведенных исследований приняты технические решения разрабатываемого универсального контейнера для перевозки плодоовощных грузов.

3.1. Расчётное исследование конструкции контейнеров для перевозки плодоовощной продукции

Для исследования напряженно-деформированного состояния конструкции контейнера для перевозки плодоовощных грузов в данном разделе разработана расчетная конечно-элементная модель контейнера.

Исследования конструкции напряженно-деформированного состояния основных элементов контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии на них эксплуатационных нагрузок проводятся с использованием промышленного программного обеспечения, реализующего метода конечных элементов (МКЭ). Сущность метода и примеры его использования для различных расчетов с использованием компьютерного моделирования подробно излагаются в большом количестве литературных источников, из которых здесь приведем лишь основополагающие работы [22-30].

Основные положения МКЭ заключаются в следующем.

1. Расчетная схема конструкции разбивается на составные части, называемые конечными элементами (КЭ). В конечных элементах выделяются специальные точки, называемые узлами. Перемещения или производные перемещений этих узлов принимаются за неизвестные и называются

степенями свободы. Их обозначают через $d_{ik}^{(e)}$. Верхний индекс обозначает номер конечного элемента ($e = 1, 2, 3, \dots$).

Первый нижний индекс обозначает направление перемещения ($i = x, y, z$), а второй – номер узла в конечном элементе ($K = 1, 2, 3, \dots$).

Затем в каждом конечном элементе задаются законом изменения перемещений $N_{ik}(x, y, z)$ между узловыми точками. Это позволяет выразить перемещения любой точки через перемещения граничных узлов и функцию координат, определяющую закон изменения перемещений между узловыми точками:

$$u^{(e)}(x, y, z) = [N(x, y, z)]^{(e)} \{d_{ik}\}^{(e)}. \quad (3.1.1)$$

Функции $N_{ik}(x, y, z)$, задающие закон изменения перемещений от узла к узлу, обычно называют функциями, или аппроксимирующими функциями. Функция формы $N_{ik}(x, y, z)$ непрерывна и изменяется от 1 в узле K до нуля в других узлах и за пределами элемента.

2. Производится построение основной системы уравнений для определения неизвестных перемещений. Для этого вычисляется полная энергия конечного элемента. Полная энергия всей конструкции будет равна сумме энергий конечных элементов:

$$\mathcal{E} = \sum_{e=1}^E \mathcal{E}^{(e)} = \left(\sum_{e=1}^E \{d\}^{(e)} [K]^{(e)} \{d\}^{(e)} - \sum_{e=1}^E \{p\}^{(e)} \{d\}^{(e)} \right) \frac{1}{2}. \quad (3.1.2)$$

Производной от $\mathcal{E}$ по $\{d\}^{(e)}$ называется матрица-столбец, составленная из производных от $\mathcal{E}$ по перемещениям, входящим в $\{d\}^{(e)}$. Продифференцировав полную энергию $\mathcal{E}$ по $\{d\}^{(e)}$ и используя принцип Лагранжа, получаем:

$$\sum_{e=1}^E [K]^{(e)} \{d_{ik}\}^{(e)} = \sum_{e=1}^E \{p\}^{(e)}. \quad (3.1.3)$$

Матрицу $[K]^{(e)}$ обычно называют матрицей жесткости конечного элемента в местной системе координат, $\{d_{ik}\}^{(e)}$ – вектором перемещений узлов КЭ в той же системе. Если для всех элементов конструкции принять общую (глобальную) систему координат, через $\{d\}$ обозначить перемещения всех узлов конструкции, а матрицу жесткости $[K]^{(e)}$ и вектор сил $\{p\}^{(e)}$ записать в глобальной системе координат той же размерности, что $\{d\}$, уравнение (2.1.3) примет такой вид:

$$\sum_{e=1}^E [K]^{(e)} \{d\} - \sum_{e=1}^E \{p\}^{(e)} = 0 , \quad (3.1.4)$$

где $[K]^{(e)}$ и $\{p\}^{(e)}$ – записаны в глобальной системе координат.

Тогда

$$[K] \{d\} = \{p\} , \quad (3.1.5)$$

где

$$[K] = \sum_{e=1}^E [K]^{(e)} ; \quad \{p\} = \sum_{e=1}^E \{p\}^{(e)} . \quad (3.1.6)$$

Полученное уравнение (3.1.3) является основным для метода конечных элементов.

3. Решение системы алгебраических уравнений производится методами линейной алгебры. Обычно применяют метод Гаусса, но могут быть использованы и другие методы. Ввиду высокого порядка системы уравнений расчеты проводятся с применением компьютерных технологий. В результате решения, с учетом граничных условий, находят перемещения всех узлов конструкции.

4. Определение напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкции производится с помощью выражений 3.1.6, 3.1.7.

Чтобы расчетная схема контейнера для перевозки плодоовощных грузов по возможности наиболее точно соответствовала действительному

исполнению и характеру работы для описания элементов контейнера были использованы пластинчато-стержневые конечные элементы.

3.2. Разработка конечно-элементной модели конструкции контейнера для перевозки плодоовощных грузов

Модель контейнера для перевозки плодоовощных грузов была разработана на программном обеспечении SolidWorks 2014 [22, 28]. Вычисление напряжений в элементах, распределение нагрузок в конструкции, визуализация напряжений и деформаций производились также с использованием программного обеспечения SolidWorks 2014.

Конструкция контейнера для перевозки плодоовощных грузов была разработана на основе 20 и 40 футовых универсальных контейнеров.

Боковые стены предлагаемого контейнера были оснащены люками с размерами 550×400 мм для осуществления естественной вентиляции перевозимых грузов. Для обеспечения прочности разработанной конструкции контейнера, места отверстий люков по периметру были усилены стрингерами углового профиля. Для получения естественной вентиляции соответствующей международным нормам целесообразнее всего расположить люки в четырех углах боковой стены, соблюдая расстояния, указанные на рис 3.1 и рис. 3.2.

Основные элементы конструкции контейнера для перевозки плодоовощных грузов выполнены из материала марки стали 09Г2С ГОСТ 19281-89, допускаемые напряжения которого составляет 295 МПа.

Расчетная модель конструкции контейнера для перевозки плодоовощных грузов выполнена в виде двухуровневой расчетной модели из балочных и пластинчатых конечных элементов. Элементы имеют шесть степеней свободы в каждом узле: перемещения в направлении осей X, Y, Z узловой системы координат и повороты вокруг осей X, Y, Z узловой системы координат. Элементы типа масса соединялись с элементами каркаса с помощью абсолютно жестких связей. Расчетная модель конструкции

контейнера для перевозки плодоовощных грузов приведена на рис. 3.1, а с сеткой конечных элементов приведена на рис. 3.3.

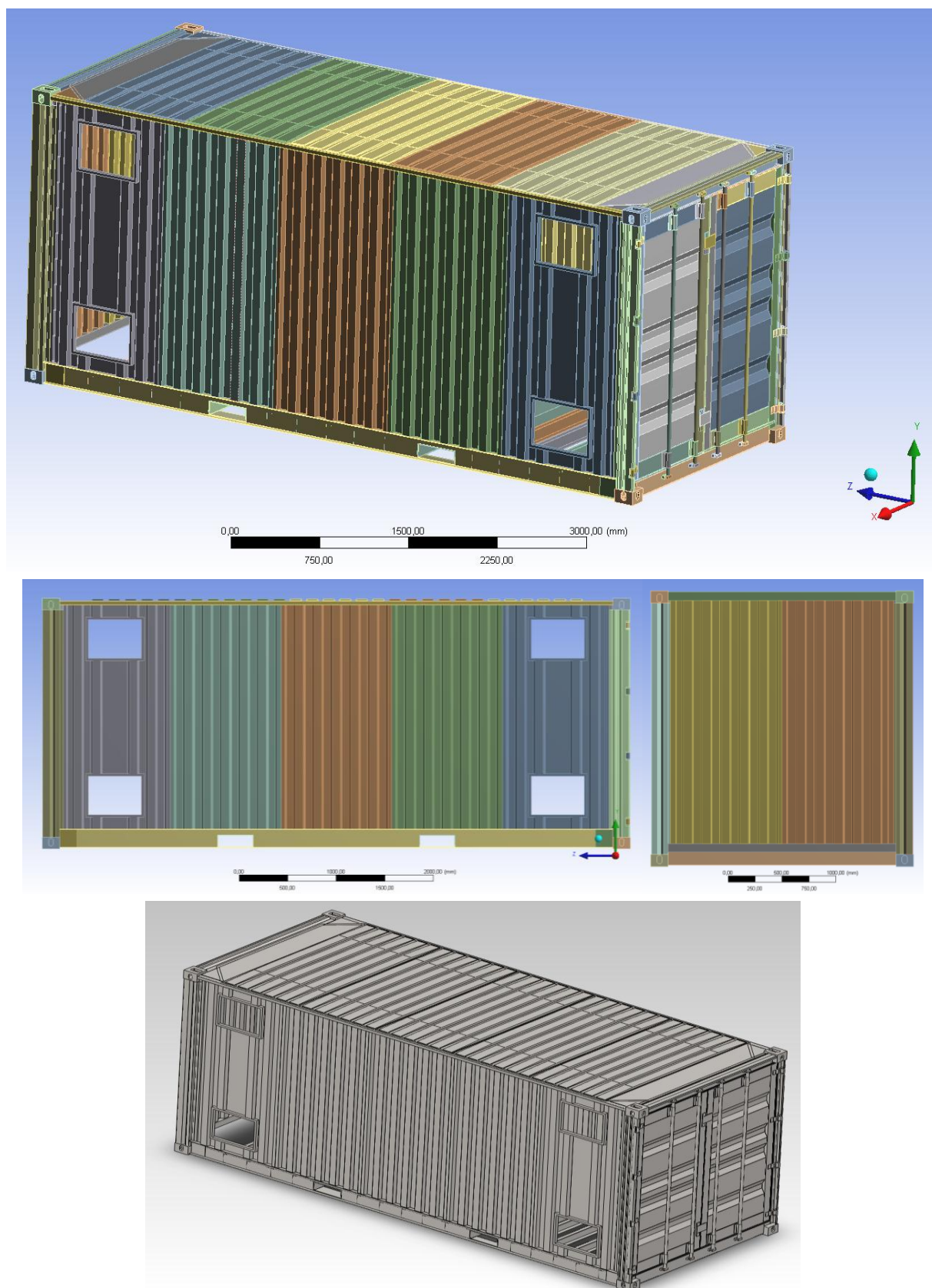


Рис. 3.1. Общий вид расчетной модели конструкции разработанного контейнера для перевозки плодоовощных грузов

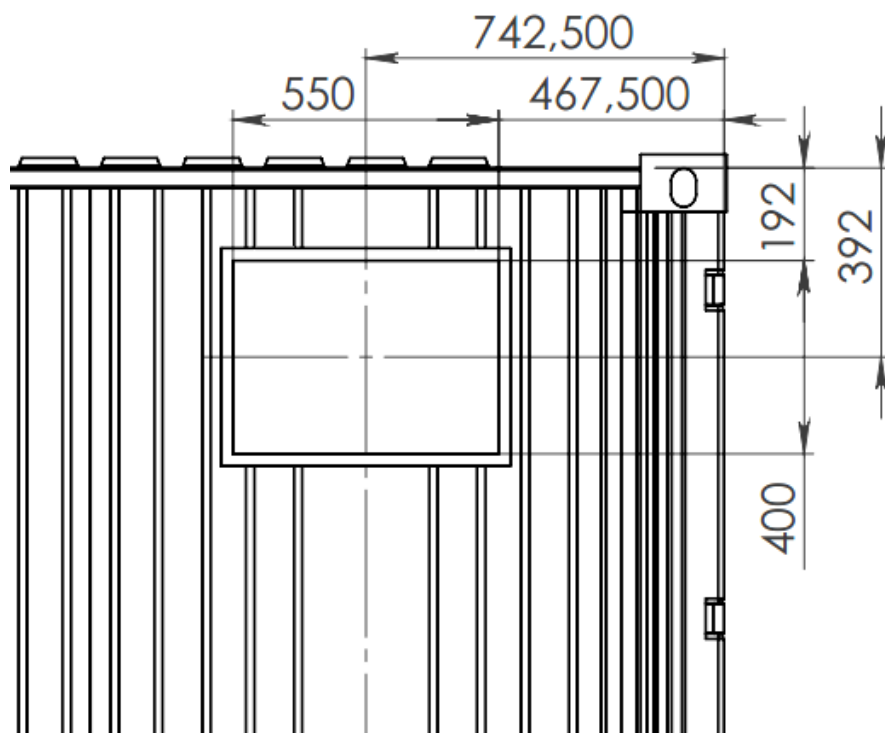


Рис. 3.2. Основные размеры люка контейнера для перевозки плодоовощных грузов

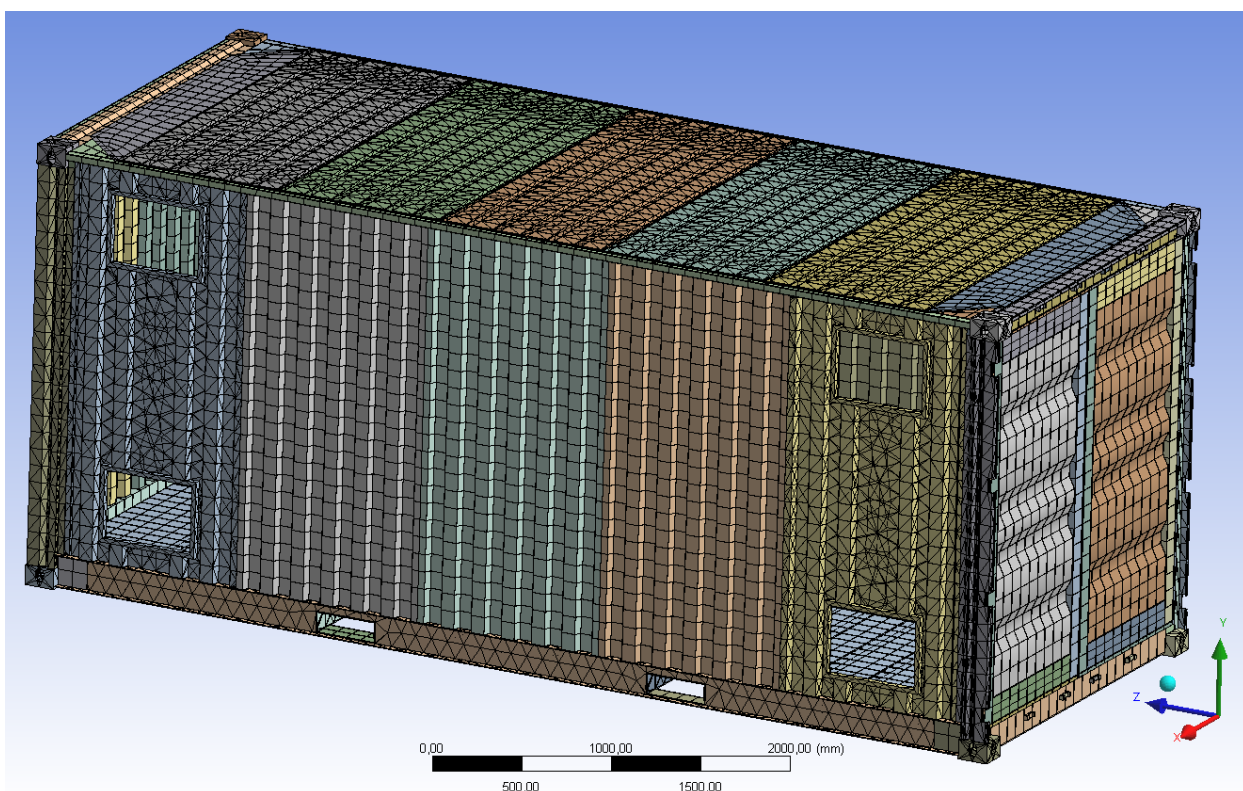


Рис. 3.3. Общий вид конечно-элементной модели разработанного универсального контейнера для перевозки плодоовощных грузов

Пластинчато-стержневая конечно-элементная модель разработанного контейнера для перевозки плодоовощных грузов включает 208392 конечных элемента и 71958 узлов.

Для проверки разработанной конечно-элементной модели контейнера для перевозки плодоовощных грузов был выполнен расчет при действии силы тяжести (рис. 3.4) и результаты показали, что напряжения возникающие при действии силы тяжести составляют 8-11 МПа (рис. 3.5). Таким образом, можно сделать вывод, что расчетная конечно-элементная модель контейнера для перевозки плодоовощных грузов разработана конструктивно верно.

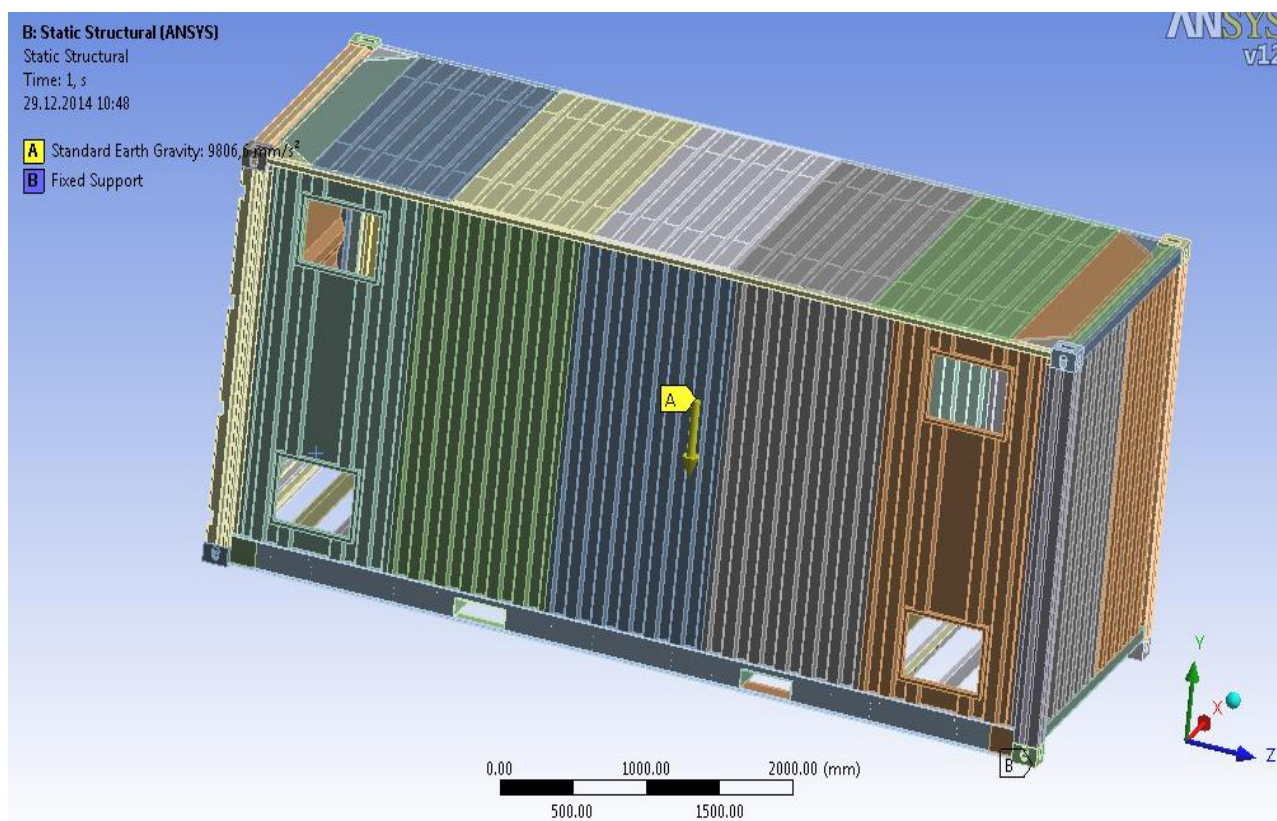


Рис. 3.4. Кинематические и силовые граничные условия при расчетах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести

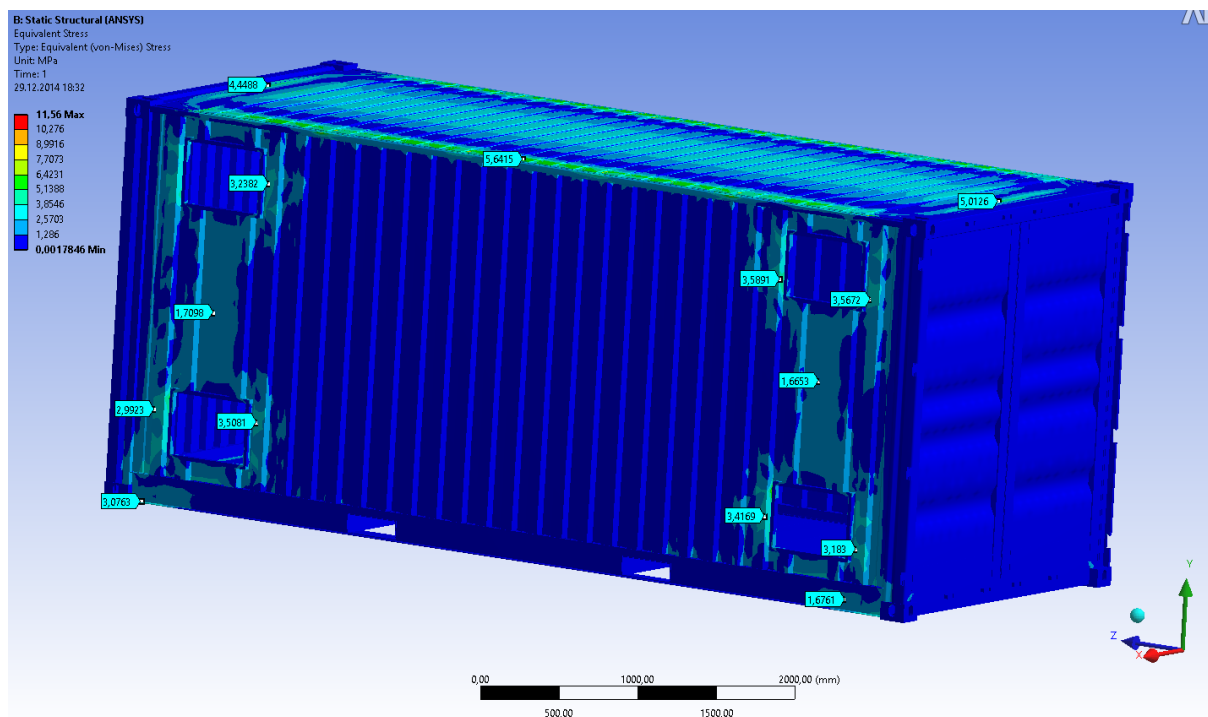


Рис. 3.5. Поля распределения эквивалентных напряжений в элементах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести

3.3. Расчет на прочность и обоснование конструкции контейнера для перевозки плодоовощных грузов

В данном разделе предложенная конструкция контейнера была исследована на прочность в соответствии с требованиями. Исследования прочности контейнера производились методом конечных элементов с использованием конечно-элементного пакета SolidWorks 2014. Оценка прочности производилась по эквивалентным напряжениям, вычисляемым по теории Мизеса.

Силы, действующие на элементы контейнера приведены во второй главе. При моделировании допускаемые напряжения элементов контейнера были приняты в соответствии с [30]. Для всех сталей модуль упругости принимаем равным $2,1 \cdot 10^5$ МПа, а коэффициент Пуассона – 0,3.

Кинематические и силовые граничные условия при расчетах конструкции контейнера на прочность приведены на рис. 3.6 – 3.8.

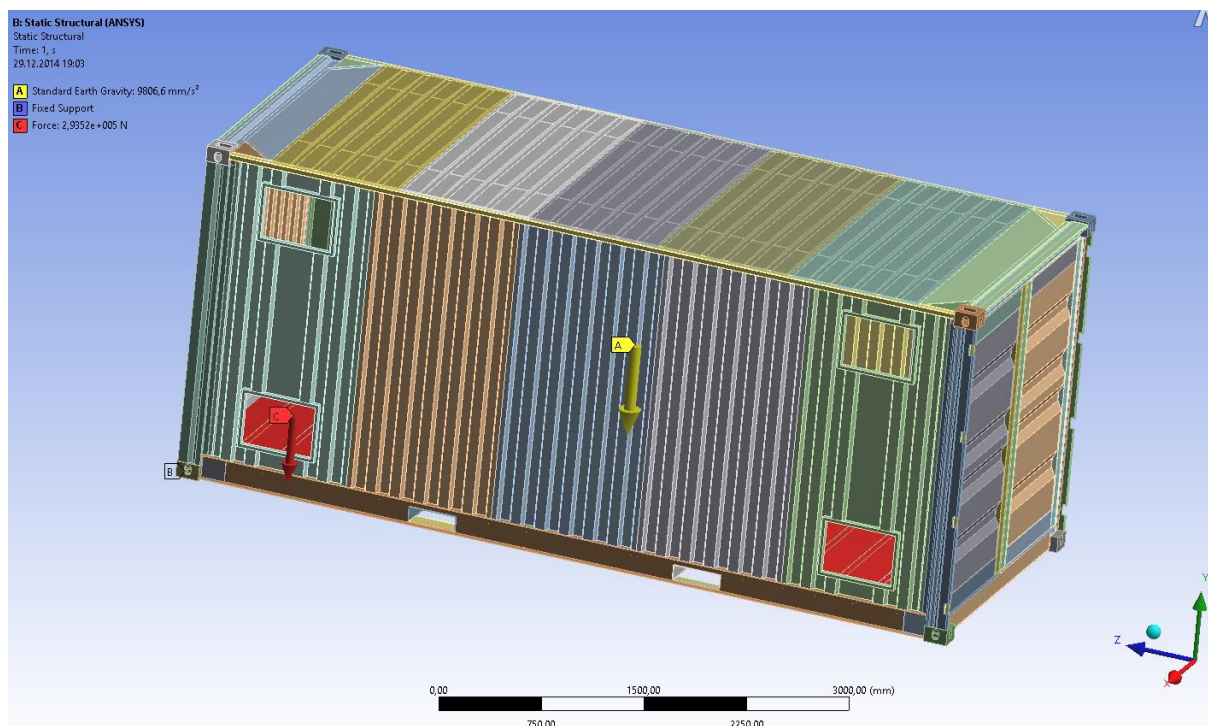


Рис. 3.6. Кинематические и силовые граничные условия при расчетах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести и вертикальной нагрузки от веса груза

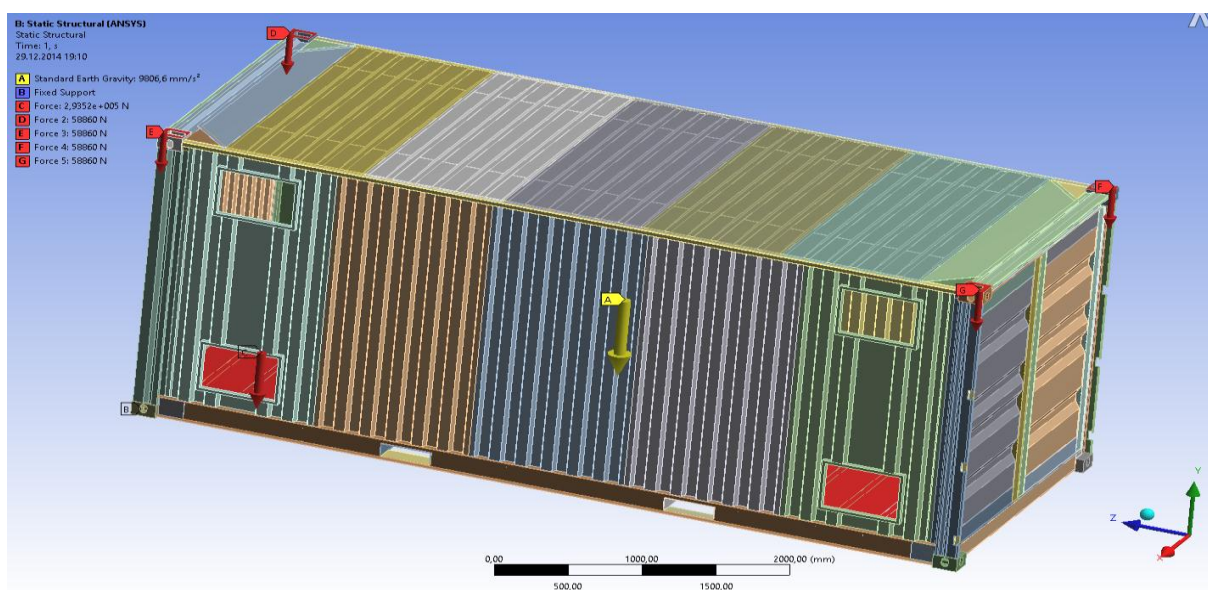


Рис. 3.7. Кинематические и силовые граничные условия при расчетах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести, вертикальной нагрузки от веса груза и нагрузки, возникающие при штабелировании

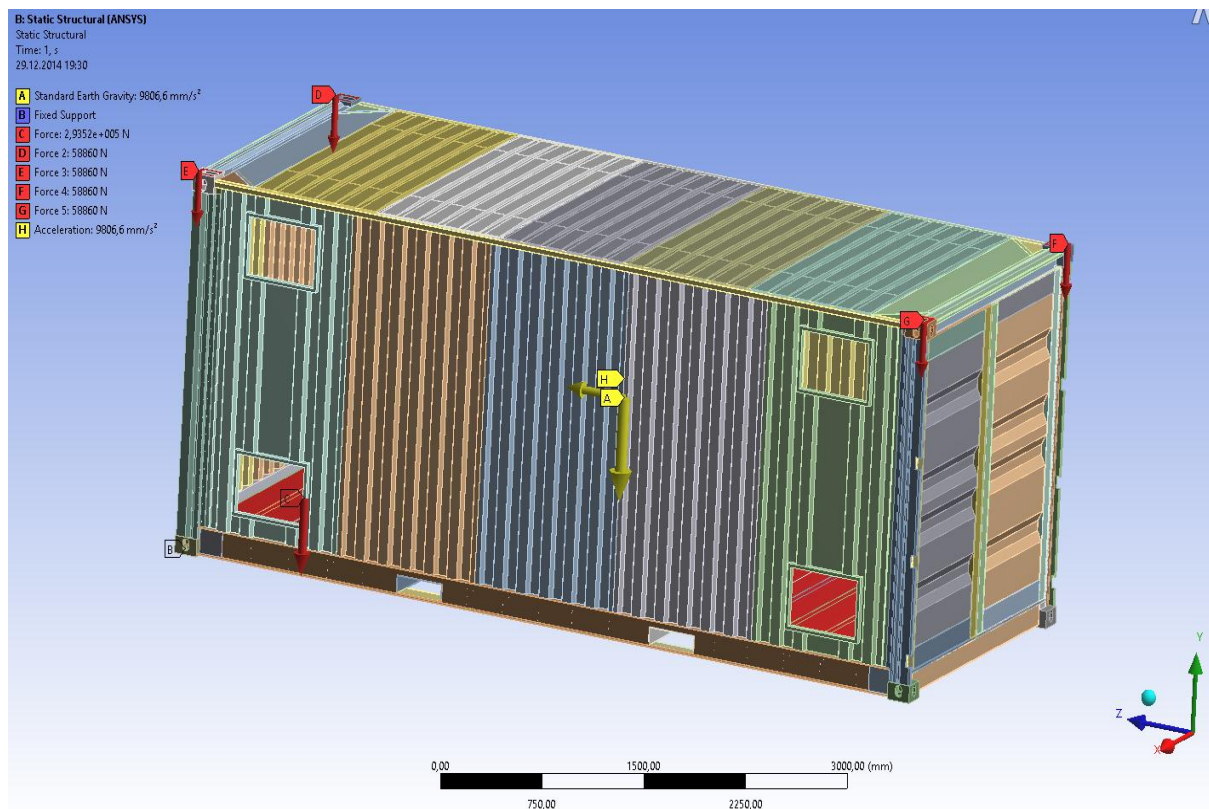


Рис. 3.8. Кинематические и силовые граничные условия при расчетах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести и инерции, вертикальной нагрузки от веса груза и нагрузки, возникающие при штабелировании

Выборочные результаты полей распределения эквивалентных напряжений в элементах контейнера показаны на рис. 3.9, рис. 3.11 и рис. 3.13, а на рис. 3.10, рис. 3.12 и рис. 3.14 приведены результаты полей распределения эквивалентных перемещений в элементах контейнера для перевозки плодоовощных грузов.

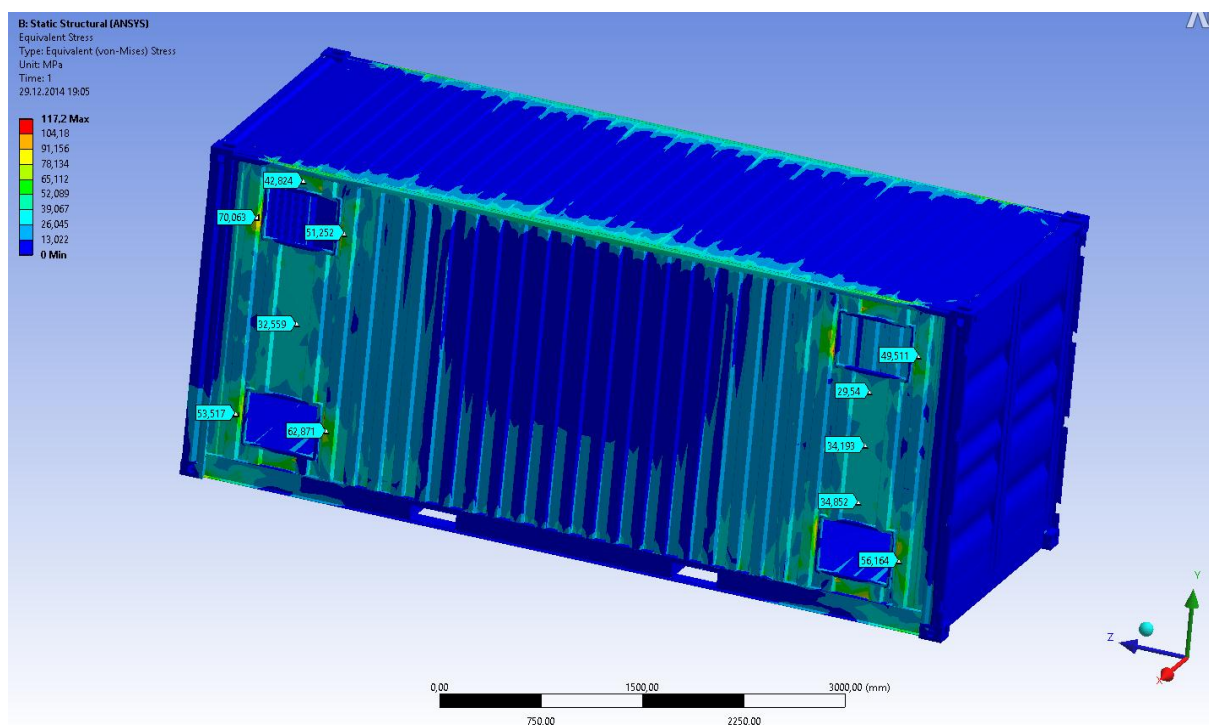


Рис. 3.9. Поля распределения эквивалентных напряжений в элементах контейнера для перевозки плодовоовощных грузов при действии силы тяжести и вертикальной нагрузки от веса груза, Мпа

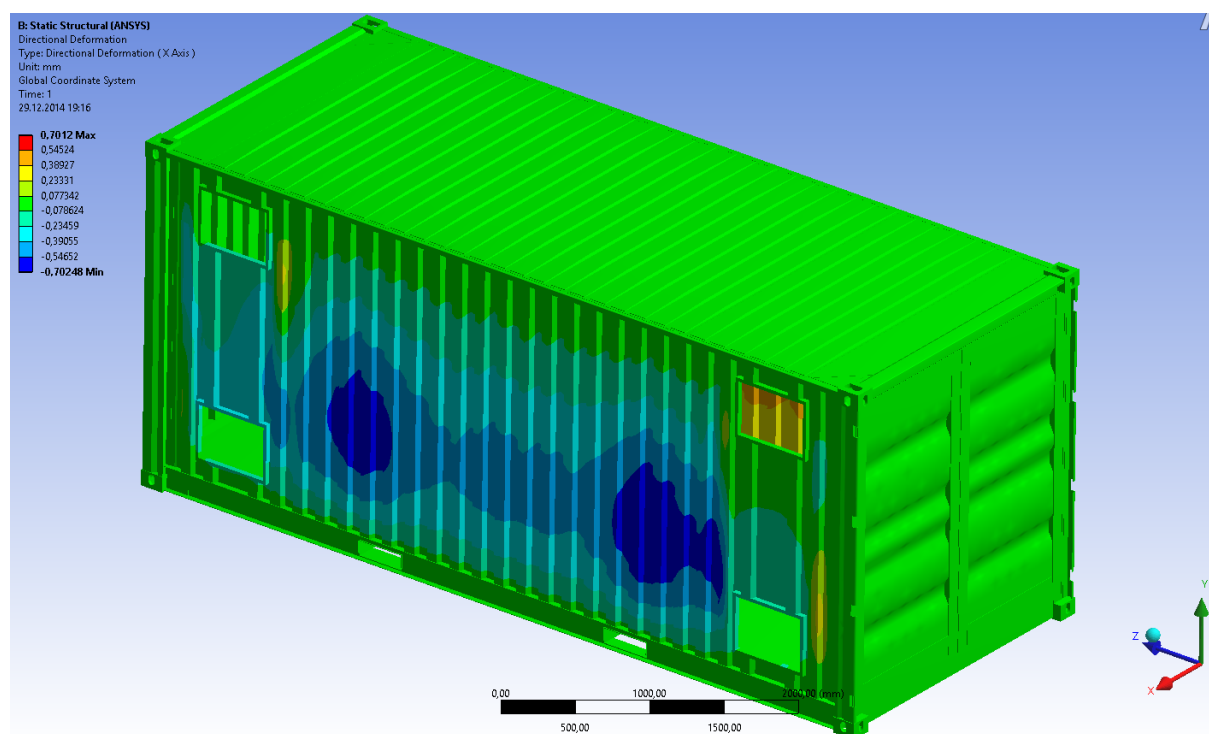


Рис. 3.10. Поля распределения эквивалентных перемещений в элементах контейнера для перевозки плодовоовощных грузов при действии силы тяжести и вертикальной нагрузки от веса груза, мм

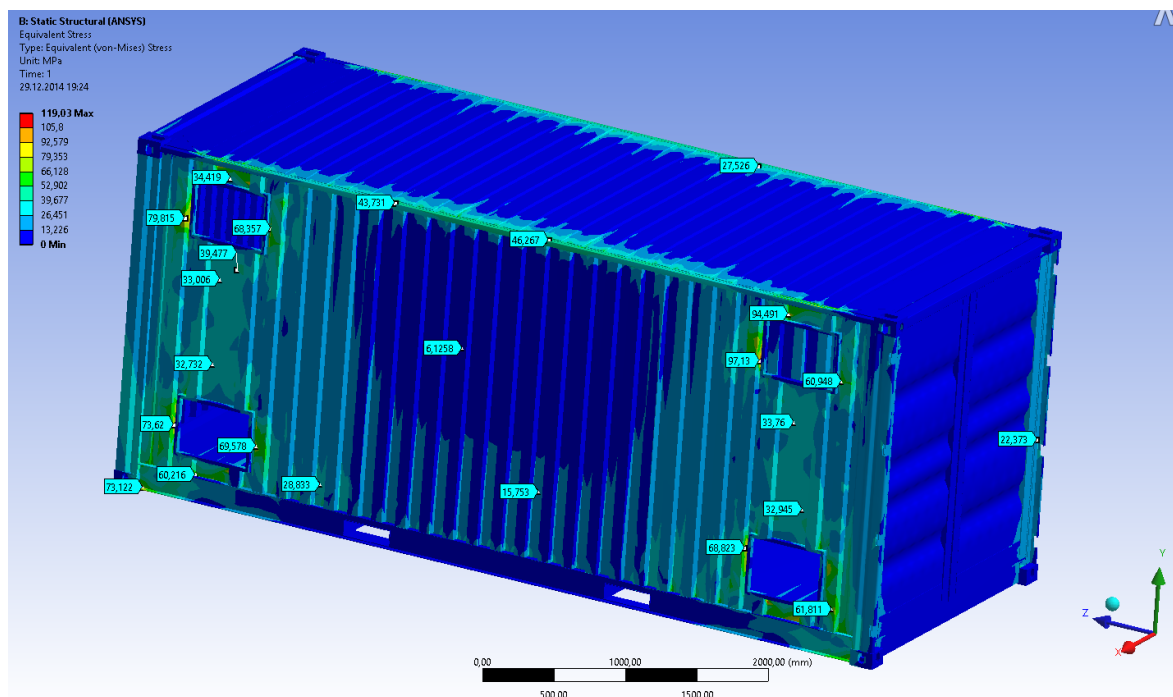


Рис. 3.11. Поля распределения эквивалентных напряжений в элементах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести, вертикальной нагрузки от веса груза и нагрузки, возникающие при штабелировании, МПа

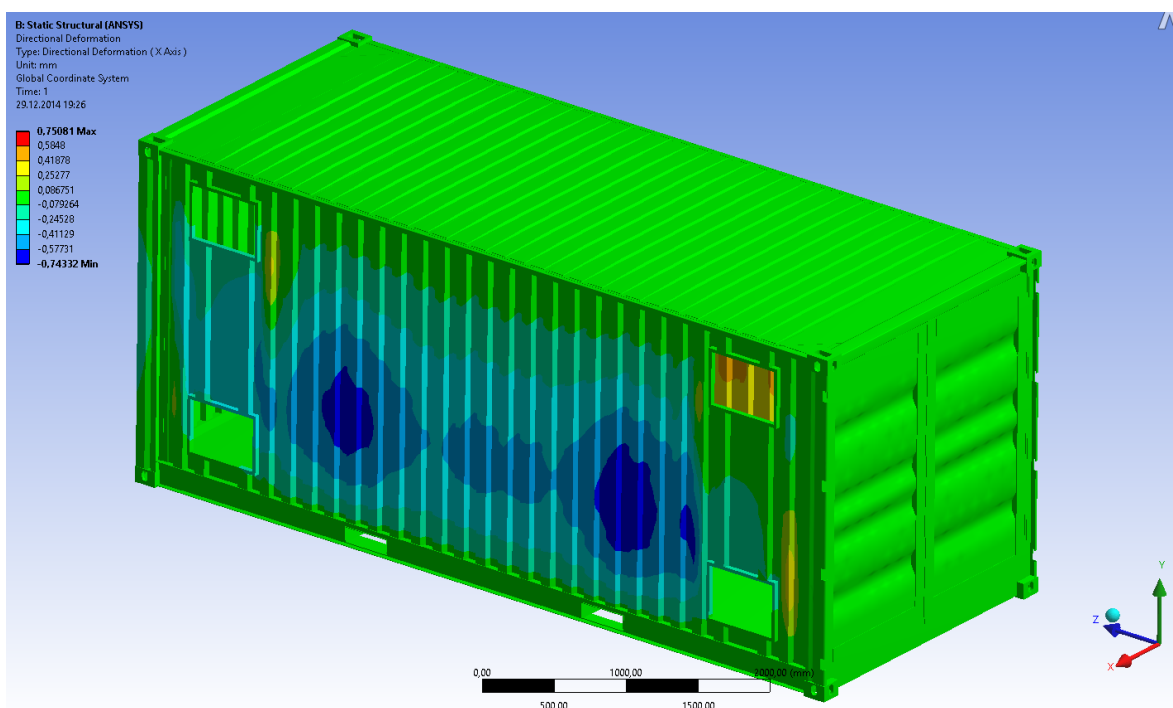


Рис. 3.12. Поля распределения эквивалентных перемещений в элементах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести, вертикальной нагрузки от веса груза и нагрузки, возникающие при штабелировании, мм

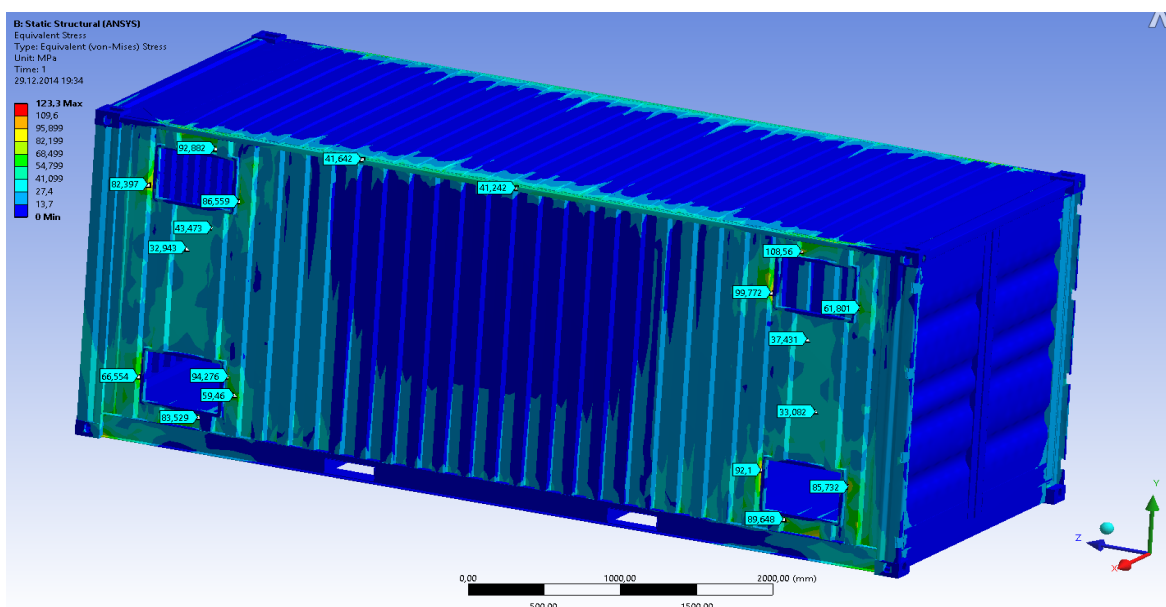


Рис. 3.13. Поля распределения эквивалентных напряжений в элементах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести и инерции, вертикальной нагрузки от веса груза и нагрузки, возникающие при штабелировании, МПа

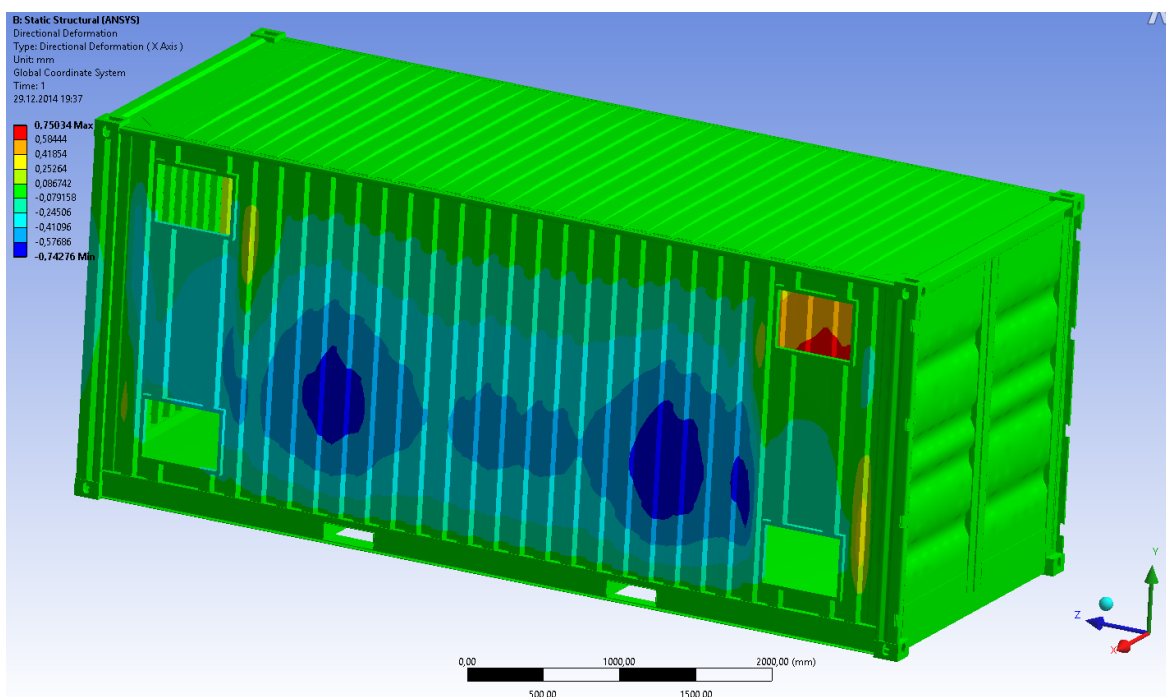


Рис. 3.14. Поля распределения эквивалентных перемещений в элементах контейнера для перевозки плодоовощных грузов при действии силы тяжести и инерции, вертикальной нагрузки от веса груза и нагрузки, возникающие при штабелировании, мм

В результате проведенных исследований прочности предложенного контейнера установлено, что максимальные расчетные напряжения в элементах конструкции контейнера не превышают допустимых. Таким образом, выбранная конструкция контейнера по прочности соответствует требованиям при всех сочетаниях эксплуатационных нагрузок.

3.4. Выводы по третьей главе

Анализ результатов проведенных исследований по прочности основных элементов контейнера для перевозки плодоовощных грузов, позволяют нам сделать следующие выводы:

1. Проверочный расчет при действии силы тяжести показал, что расчетная конечно-элементная модель контейнера для перевозки плодоовощных грузов, разработана конструктивно верно.

2. В результате проведенных исследований прочности предложенного контейнера для перевозки плодоовощных грузов установлено, что максимальные расчетные напряжения в элементах конструкции контейнера не превышают допустимых ($123,3 \text{ МПа} < 295 \text{ МПа}$). Таким образом, выбранная конструкция контейнера по прочности соответствует требованиям при всех сочетаниях эксплуатационных нагрузок.

ГЛАВА IV. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

4.1. Технические требования, предъявляемые к контейнерам для перевозки плодоовощной продукции

Универсальные контейнеры делятся на три типа: крупнотоннажные, унифицированные среднетоннажные и неунифицированные малотоннажные, а также классифицируются по следующим основным признакам: видам сообщения, сфере обращения, назначению, общему устройству (конструкции), материалу изготовления, массе брутто. К каждому типу контейнеров, предназначенному для перевозки плодоовощной продукции предъявляются технические требования, установленные требованиями [32].

Основным требованием, предъявляемым к конструкции спроектированного контейнера который является вентилируемым (с естественной вентиляцией) это требования к внутренним размерам контейнера: минимальную внутреннюю длину, ширину и высоту определяют в соответствии требованиями [32].

Конструкция спроектированного контейнера должна обеспечивать прочность, необходимую для восприятия сил и нагрузок.

Угловые фитинги должны соответствовать требованиям [33]. Конструкция контейнера не должна допускать возможности извлечения груза из запертого контейнера или загрузки в него груза без оставления видимых следов взлома или повреждения таможенных печатей и пломб, также не должна предусматривать наличия потайных мест для сокрытия груза, а для таможенного досмотра должна обеспечивать доступность всех мест, где может находиться груз.

Любые закрывающиеся устройства универсального контейнера, которые в незакрепленном положении могут быть подвергнуты повреждениям или быть причиной нарушения условий безопасности работы,

должны быть оснащены соответствующими устройствами крепления с наружной индикацией правильного их положения и закрепления в соответствующем рабочем положении. В частности, двери и люки должны быть надежно закреплены в открытом и закрытом положениях.

К угловым и промежуточным фитингам к контейнеру по перевозке плодоовощной продукции предъявляются следующие требования контейнер должен иметь верхние и нижние угловые фитинги. Верхние поверхности верхних фитингов должны выступать над верхней поверхностью контейнера не менее чем на 6 мм.

Верхняя поверхность контейнера – это наивысший уровень крыши контейнера. Прилегающие к верхним угловым фитингам накладные пластины (или армированные участки), предназначенные для защиты этой части крыши от повреждений (при наличии), и их крепления не должны выступать над верхними поверхностями верхних фитингов и должны быть расположены не более чем на 750 мм от торца контейнера в продольном направлении, но могут быть размещены и по всей ширине контейнера.

Спроектированный контейнер должен опираться не только на свои нижние угловые и промежуточные фитинги, а также должен опираться на опорные (контактные) площадки в конструкции основания или плоское днище. Так как спроектированный контейнер оборудован опорными (контактными) площадками на торцевых поперечных элементах (балках), а также необходимым числом опорных (контактных) площадок, расположенных на промежуточных поперечных элементах (балках) конструкции или основания (или плоского днища), которые в совокупности обладают достаточной прочностью для передачи вертикальной нагрузки на продольный конструктивный элемент транспортного средства (например, полуприцепа-контейнеровоза). Предполагается, что такие продольные элементы следует размещать в пределах двух зон шириной по 375 мм. Длина каждой опорной (контактной) площадки в направлении продольной оси контейнера имеет длину не менее 25 мм.

Нижние поверхности опорных (контактных) площадок, в том числе расположенных на торцевых поперечных элементах (балках) контейнера, должны быть расположены в одной плоскости, проходящей на расстоянии 1 мм от плоскости нижних поверхностей нижних фитингов контейнера.

Кроме нижних фитингов и нижних продольных балок, ни одна часть контейнера не должна быть ниже этого уровня. Исключение составляют боковые пластины, расположенные в нижней раме рядом с нижними угловыми фитингами.

Такие пластины не должны простираться по длине более чем на 550 мм от наружной части торцевой поверхности и по ширине - на 470 мм от боковой поверхности нижних фитингов, а нижние поверхности пластин должны быть не менее чем на 5 мм выше нижних поверхностей нижних фитингов контейнера.

У разработанного контейнера, при действии динамической нагрузки, или когда действительная масса контейнера (сумма собственной массы контейнера и массы груза в нем) равна $1,8 R$ и груз внутри контейнера равномерно распределен по площади пола, ни одна часть основания контейнера не должна прогибаться более чем на 6 мм ниже нижних поверхностей нижних фитингов.

Конструкция основания контейнера должна выдерживать действие всех сил, в частности поперечных, возникающих при перевозке груза.

Конструкция пола должна обеспечивать: полный сток воды при наклоне контейнера на 2° - 3° в сторону торцевой двери.

Деформация торцевой конструкции контейнера любого типа, в условиях действия силы, предусмотренной при испытании на поперечную жесткость и вызывающей смещение верха контейнера относительно его основания, должна быть такой, чтобы сумма абсолютных изменений длин диагоналей торцевой рамы не превышала 60 мм.

В условиях действия нагрузки, предусмотренной при испытаниях на продольную жесткость контейнера по перевозке плодоовощной продукции,

продольное смещение верха контейнера относительно основания не должно превышать 25 мм.

Так как спроектированный контейнер имеет в боковых стенках вентиляционные отверстия (люки), а в торцевых стенках имеются дверные проемы, то независимо от этого следует соблюдать все требования, предъявляемые к стенкам при испытаниях.

Спроектированный контейнер имеет дверной проем, в одной торцевой стенке. Размеры дверных проемов должны быть, по возможности, наибольшими. Закрытые контейнеры имеют дверной проем, размеры которого должны совпадать с размерами внутреннего поперечного сечения контейнеров, но в любом случае должны быть не менее: высота – 2134 мм, ширина – 2286 мм. Вилочные проемы, предусмотренные в контейнере по перевозке плодоовощной продукции, расположены в основании контейнера, для перегрузки их в груженом и порожнем состояниях. Вилочные проемы, в спроектированном контейнере должны полностью проходить насквозь основания контейнера так, чтобы вилочный захват погрузчика можно было вводить с обеих (противоположных) сторон контейнера.

Минимальное число пар опорных (контактных) площадок составляет у разработанного контейнера (рис. 4.1.). Опорные (контактные) площадки (при наличии большого числа их пар) должны быть размещены, по возможности, равномерно по всей длине контейнера.

Расстояние между торцевыми поперечными элементами (балкой) и ближайшей промежуточной парой опорных (контактных) площадок должно быть у разработанного контейнера: - от 1700 до 2000 мм.

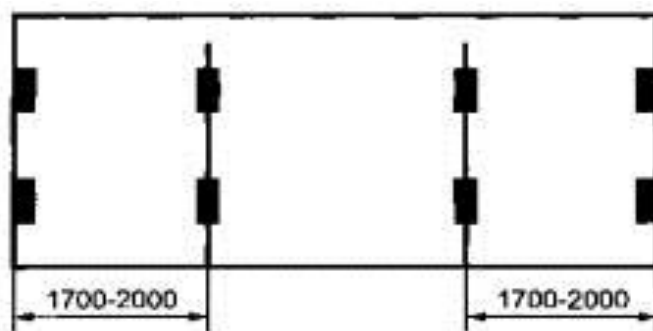


Рис. 4.1. Размещение четырех пар опорных площадок (одна пара на каждом торце плюс две промежуточные пары)

Вилочные проемы могут быть закрыты снизу не по всей ширине контейнера, но вблизи своих торцов должны быть закрыты обязательно.

4.2. Методы испытаний конструкций контейнеров для перевозки плодовоовощной продукции

Разработанный контейнер, соответствующий всем установленным требованиям, предъявляемым к контейнерам такого типа, перед выпуском в эксплуатацию, обязательно подвергают испытаниям.

Различают следующие виды испытаний контейнеров: приемосдаточные, периодические и типовые (при внесении изменений в конструкцию и технологию изготовления). Разработанный контейнер подвергается обязательным типовым испытаниям. Порядок проведения этих испытаний, в том числе и опытного образца, установлен по требованиям [34].

Опытные образцы контейнеров проходят на заводе-изготовителе предварительные испытания, при которых они тщательно осматриваются, проверяется соответствие их конструкции техническому заданию и рабочим чертежам, качество изготовления, регламентированные размеры, плотность прилегания створок дверей к дверной раме и друг к другу, работоспособность запорных устройств, водонепроницаемость контейнеров.

При приемочных испытаниях дополнительно проверяют прочность и жесткость конструкции предъявленных образцов.

Типовые испытания контейнеров 1С, включают следующие операции: штабелирование в шесть ярусов, подъем за верхние угловые фитинги, подъем за нижние угловые фитинги, подъем за подхватные устройства нижней рамы, подъем за пазы нижней рамы, продольное сжатие и растяжение нижней рамы, нагружение торцевых стенок, (дверей, их заменяющих) ,нагружение боковых стенок (дверей, их заменяющих), нагружение крыши, нагружение пола и нижней рамы, нагружение контейнера сдвигающими усилиями в продольном направлении, нагружение контейнера сдвигающими усилиями в поперечном направлении, проверку влагонепроницаемости а также испытание на аэродинамические свойства контейнера так как, в нём предусмотрены боковые люки.

Методы испытаний конструкций контейнеров для перевозки плодоовощной продукции включают в себя испытания в том состоянии, в котором они предназначены для использования. Несмотря на то, что испытания пронумерованы в определенной последовательности, их можно проводить в другом порядке исходя из удобства (технологичности) их выполнения и условий возможного использования контейнеров.

Испытания на водонепроницаемость при воздействии атмосферных осадков всегда проводят после всего комплекса испытаний.

Перед началом испытаний обязательно определяют грузоподъемность из условия что, грузоподъемность P означает максимально допустимую массу груза, размещаемую в испытуемом контейнере, включая приспособления для закрепления груза, а также прокладки или иные средства крепления, которые в обычном рабочем состоянии не являются принадлежностью контейнера:

$$P=R-T,(4.1)$$

где R – масса брутто;

T – масса тары.

При изменениях конструкции и технологии изготовления контейнеров до их применения в серийном производстве контейнеры подвергают типовым испытаниям

В зависимости от характера изменения эти испытания включают все или отдельные виды приемочных испытаний, причем проверка контейнеров на водонепроницаемости аэродинамические свойства является обязательной.

Результаты приемочных испытаний являются удовлетворительными, если отсутствуют нарушения сварных швов, трещины, перекосы и другие повреждения, которые делают контейнер непригодным для эксплуатации. Контейнеры, выдержавшие испытания, признаются годными для строительства и эксплуатации.

Испытания проводят в несколько этапов. При предварительных испытаниях у порожних контейнеров проверяют соответствие конструкции контейнера технической документации, плотность прилегания створок дверей к дверной раме и друг к другу, работоспособность запорных устройств, водонепроницаемость или устойчивость к действию атмосферных осадков.

Плотность прилегания створок дверей контейнера с резиновым уплотнением к дверной раме и друг к другу устанавливают проверкой светонепроницаемости (изнутри запертого контейнера), а дверей без резинового уплотнения – измерением и проверкой соответствия рабочим чертежам зазоров между створками и дверной рамой и высоты полок лабиринтов для отвода атмосферных осадков. Работоспособность запорных устройств проверяют 10-кратным запираением дверей вручную.

Результаты предварительных испытаний контейнеров сжатием оформляются актом.

Типовым испытаниям подвергаются контейнеры, выдержавшие предварительные испытания. При типовых испытаниях проверяется

прочность, жесткость и водонепроницаемость (устойчивость к действию атмосферных осадков) опытных образцов или головных контейнеров.

На каждый контейнер, подвергаемый типовым испытаниям, заводят журнал, в который заносят место проведения испытаний, краткую техническую характеристику используемых средств, аппаратуры и приборов, дату их последней проверки и результаты предшествовавшего приемочного контроля и предварительных испытаний.

В журнале фиксируют собственную массу контейнера, время начала и окончания каждого испытания, результаты измерения деформаций под нагрузкой и после снятия ее, нарушение сварных швов и соединений и другие дефекты, если они возникли при испытании, а также состав комиссии по испытаниям.

На основании материалов, зафиксированных в журнале, комиссия составляет протокол по каждому испытанию. В журнал заносится заключение комиссии. Разработанный контейнер подвергают испытанию на штабелирование (рис. 4.2).

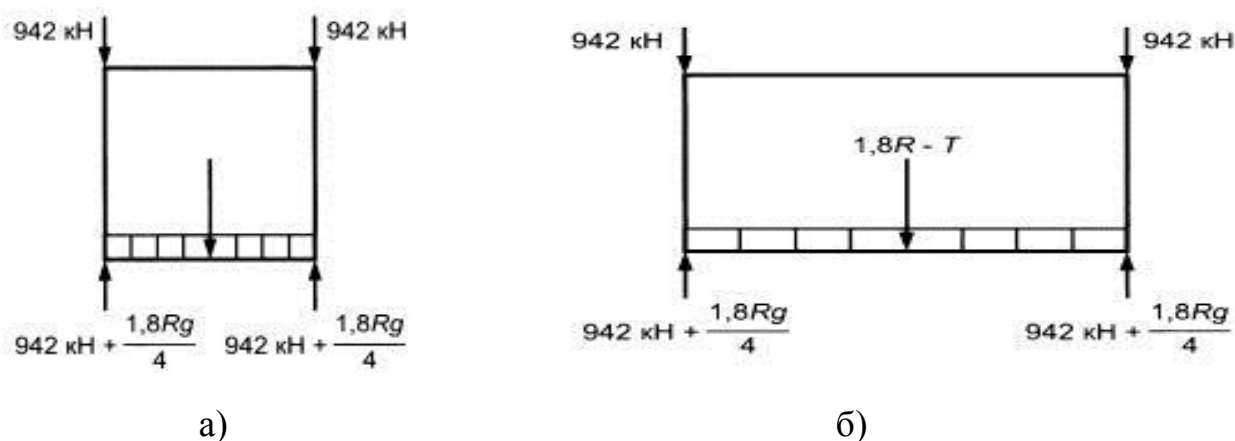


Рис.4.2.Испытание на штабелирование: а) вид с торца, б) вид сбоку

Испытание проводят для проверки способности полностью загруженного контейнера выдерживать нагрузку, создаваемую верхними груженными контейнерами, с учетом ускорений, вызываемых движением транспортного средства, при наличии эксцентриситета между груженными контейнерами в штабеле.

Испытание проводят следующим образом. Контейнер размещают на четырех плоских подкладках, расположенных на одном уровне, по одной под каждым угловым и промежуточным фитингом. Центры подкладок и фитингов, а также их размеры должны совпадать. На контейнер должна воздействовать нагрузка, равномерно распределенная по полу, при этом действительная масса брутто контейнера должна составлять $1,8 R$.

Контейнер подвергают воздействию вертикальных нагрузок, приложенных либо ко всем четырем верхним угловым фитингам одновременно, либо к каждой паре торцевых фитингов.

Эти нагрузки воздействуют через специальное испытательное приспособление, имеющее угловые фитинги в соответствии с [33] или заменяющие их эквивалентные элементы с теми же геометрическими очертаниями (т.е. с такими же наружными размерами, конфигурациями отверстий и скруглением кромок), как у нижней поверхности нижнего углового фитинга по [33]. Конструкция эквивалентных элементов (при их применении) должна обеспечивать такое же воздействие испытательных нагрузок на контейнер, как при использовании угловых фитингов.

Во всех случаях нагрузки следует прилагать так, чтобы угловое смещение плоскостей, к которым приложены силы по отношению к плоскости опоры, было минимальным. Каждый нижний угловой фитинг или эквивалентный элемент испытательной установки должен быть смещен в одну и ту же сторону относительно осей отверстий верхних угловых фитингов испытуемого контейнера на 38 мм в продольном и на 25 мм в поперечных направлениях.

После завершения испытания не должно быть ни остаточных деформаций, ни других отклонений, которые делали бы контейнер непригодным к эксплуатации. Должны быть также соблюдены требования к размерам, определяющие пригодность контейнера к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости. Также проводят такие испытания, как подъем за четыре нижних угловых фитинга (рис. 4.3). Испытание проводят для проверки

способности контейнера выдерживать нагрузки, возникающие при подъеме за четыре нижних угловых фитинга с помощью приспособлений, взаимодействующих с контейнером только через нижние угловые фитинги и прикрепленных к одной балке-траверсе, располагаемой над серединой контейнера в поперечном направлении.

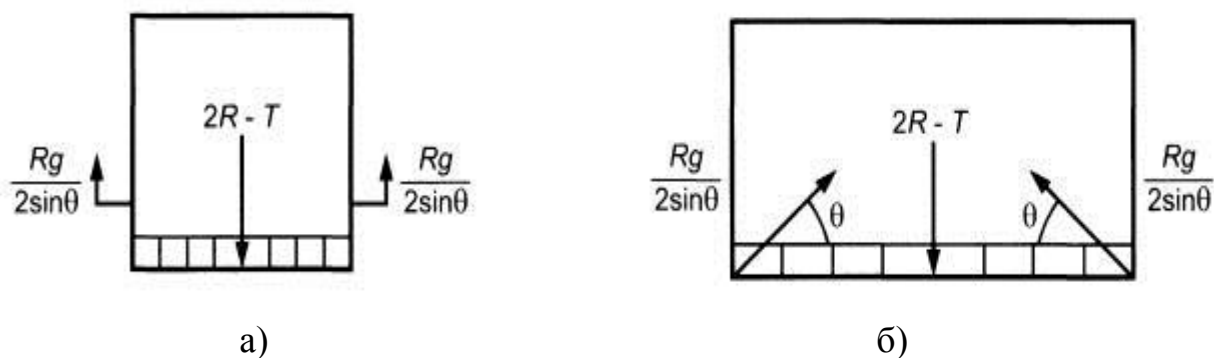


Рис. 4.3. Испытание за подъем за четыре нижних угловых фитинга:

а) вид с торца, б) вид с боку.

Испытуемый контейнер должен иметь такую равномерно распределенную по площади пола нагрузку, чтобы собственная его масса и испытательная нагрузка вместе составляли $2 R$. Контейнер следует плавно поднимать за четыре нижних угловых фитинга таким образом, чтобы не возникало заметных ускорений или замедлений.

Силы подъема прилагают под углом: 45° . В каждом случае плоскость приложения силы подъема не должна быть удалена от наружной поверхности нижнего углового фитинга более чем на 38 мм. Подъем осуществляют так, чтобы подъемные приспособления передавали нагрузку только на четыре нижних угловых фитинга.

Контейнер должен находиться в поднятом положении в течение 5 мин. После завершения испытания не должно быть ни остаточных деформаций, ни других отклонений, которые делали бы контейнер непригодным к эксплуатации.

Обязательным испытанием контейнера является испытание на жесткость конструкции (продольная). Разработанный контейнер испытывают

для проверки способности контейнера выдерживать внешнее продольное сжатие или растяжение под воздействием динамических нагрузок при железнодорожных перевозках, вызываемых ускорением $2g$ (рис. 4.4.).

Испытуемый контейнер должен иметь такую равномерно распределенную по площади пола нагрузку, чтобы его собственная масса и испытательная нагрузка вместе равнялись R . Контейнер с одного торца должен быть жестко закреплен в продольном направлении.

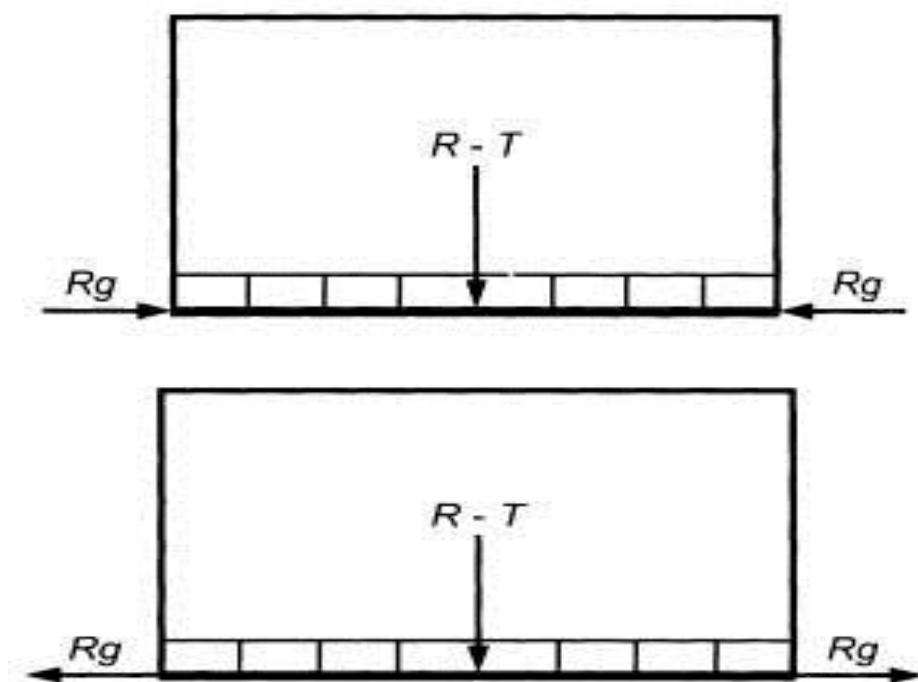


Рис. 4.4. Испытание на жесткость (продольную).

Контейнер устанавливают нижними угловыми фитингами на четыре горизонтальные опоры, расположенные на одном уровне: с одного торца - две подвижные опоры, с противоположного торца - две неподвижные опоры. Контейнер закрепляют на опорах через нижние отверстия нижних угловых фитингов (например, с помощью замков с поворотными головками, вводимыми в нижние отверстия нижних угловых фитингов).

Силу, равную $2Rg$, прилагают горизонтально через нижние отверстия пары нижних угловых фитингов, установленных на подвижных опорах, сначала в направлении закрепленного торца (сжатие), а затем в обратном направлении (растяжение).

После завершения испытания не должно быть ни остаточных деформаций, ни других отклонений, которые делали бы контейнер непригодным к эксплуатации. Должны быть также соблюдены требования к размерам, определяющие пригодность контейнера к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Проведение испытаний боковых стен (рис. 4.5) контейнера проводится следующим образом. В разработанном контейнере конструкция стен имеет симметричную конструкцию боковых стенок контейнера, то в этом случае согласно требованиям, испытывают только одну из них. Каждую боковую стенку контейнера (включая стенку с дверным проемом) подвергают воздействию внутренней силы, равной $0,6 P_g$. При этом контейнер, закрепляя нижние угловые фитинги, удерживают от поперечного смещения.

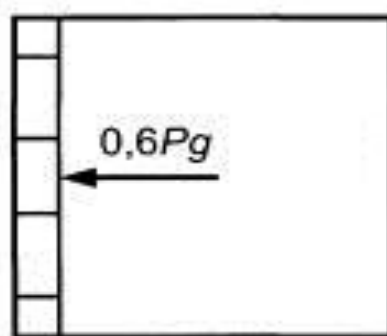


Рис. 4.5. Испытание боковых стен контейнера

Внутренняя испытательная сила должна быть равномерно распределена и приложена к каждой стенке в отдельности, обеспечивая свободный изгиб боковой стенки и ее продольных элементов.

Контейнеры с открытым верхом, оснащенные съемными дугами, испытывают с дугами, установленными на соответствующие места.

После завершения испытания не должно быть ни остаточных деформаций, ни других отклонений, которые делали бы контейнер непригодным к эксплуатации. Должны быть также соблюдены требования к

размерам, определяющие пригодность контейнера к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Также проводят испытания на прочность торцевых стенок (рис. 4.6.). Испытание проводят для проверки способности контейнера выдерживать воздействие внутренних сил от груза, возникающих при железнодорожных перевозках.

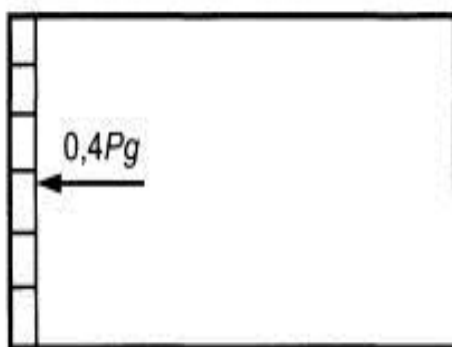


Рис. 4.6. Испытание на прочность торцевых стен

Если одна торцевая стенка сплошная, а другая с дверным проемом, испытанию подвергают оба торца контейнера. При симметричной конструкции контейнера испытывают только один торец. Контейнер, удерживаемый от продольного смещения нижними угловыми фитингами, подвергают воздействию внутренней силы, равной $0,4 Pg$. Внутреннюю нагрузку распределяют равномерно по испытываемой стенке, обеспечивая ее свободный прогиб.

После завершения испытания не должно быть ни остаточных деформаций, ни других отклонений, которые делали бы контейнер непригодным к эксплуатации. Должны быть также соблюдены требования к размерам, определяющие пригодность контейнера к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Так как разработанный контейнер имеет крышу, проверяют прочность крыши.

Испытание проводят для проверки способности жесткой крыши контейнера (при наличии) выдерживать воздействие нагрузок, возникающих при нахождении на ней обслуживающего персонала.

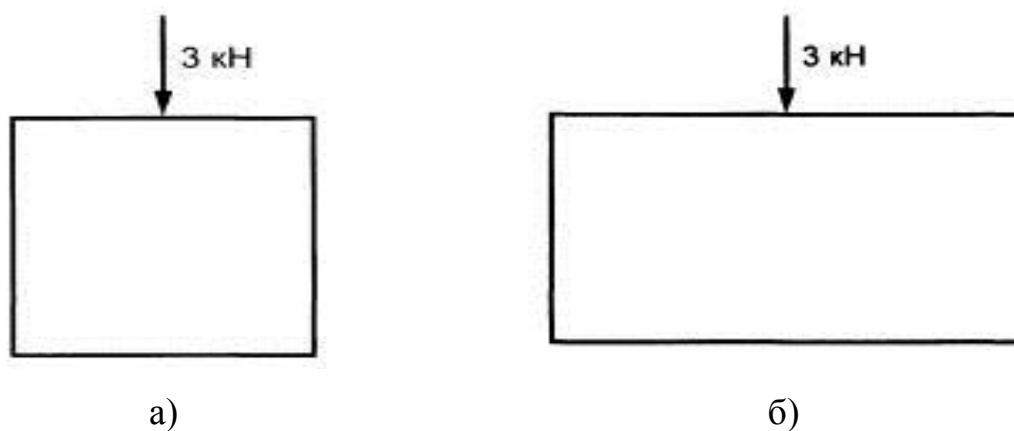


Рис.4.7. Испытание на прочность крыши

а) вид с торца, б) вид с боку

Нагрузку, равную 3 кН, равномерно распределяют на площади размерами 600×300 мм, расположенной в самой слабой зоне жесткой крыши контейнера. После завершения испытания не должно быть ни остаточных деформаций, ни других отклонений, которые делали бы контейнер непригодным к эксплуатации. Должны быть также соблюдены требования к размерам, определяющие способность контейнера к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Испытания по определению прочности пола и основания проводятся для определения способности пола контейнера выдерживать воздействие сосредоточенной динамической нагрузки, возникающей при выполнении грузовых операций с использованием вилочных погрузчиков или аналогичных приспособлений внутри контейнера (рис.4.8.).

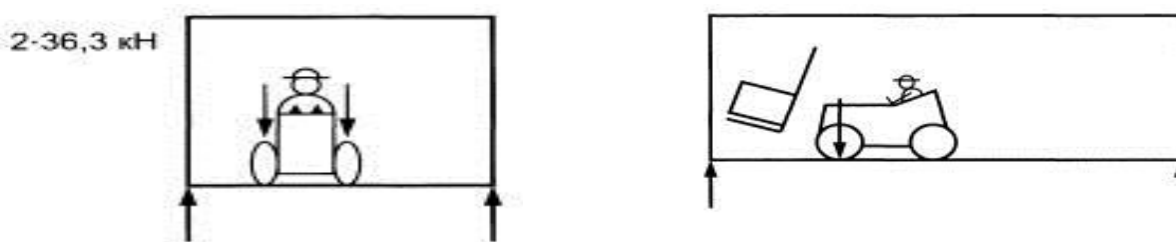


Рис. 4.8. Испытание на прочность пола и основания

Испытание пола разработанного контейнера проводят с использованием испытательной техники (тележки), оборудованной эластичными массивными шинами, с нагрузкой 36,3 кН на каждое из двух колес тележки (или погрузчика). Необходимо, чтобы все точки контакта между каждым колесом и плоской поверхностью пола контейнера находились внутри прямоугольника размерами 185×100 мм (в направлении, параллельном оси вращения колеса), при этом контактная поверхность каждого из двух колес с полом должна быть не более 142 см².

Номинальная ширина шины колеса должна составлять 180 мм, а номинальное расстояние между вертикальными осями колес – 760 мм. Испытательная техника (тележка, погрузчик) должна маневрировать по всей поверхности пола контейнера. Ширину испытательной тележки устанавливают в соответствии с номинальным расстоянием между осями колес тележки. Во время испытания контейнер устанавливают на четыре опоры, расположенные на одном уровне, по одной под каждым из четырех нижних угловых фитингов, при обеспечении свободного прогиба основания.

После завершения испытания не должно быть ни остаточных деформаций, ни других отклонений, которые делали бы контейнер непригодным к эксплуатации. Должны быть также соблюдены требования к размерам, определяющие пригодность контейнера к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Для измерения прогибов элементов конструкции нижней рамы контейнер при испытании устанавливают нижними углами (угловыми фитингами) на подкладки. Размеры подкладок для контейнеров 1С соответствуют размерам опорной поверхности углового фитинга высотой 50 мм. При испытании для обеспечения равномерного распределения нагрузки на пол, стенки и крышу контейнера используется мерный груз с возможно меньшими размерами, но с объемной массой, достаточной для создания требуемых нагрузок. Принимаемые при испытаниях нагрузки

выражаются через массу брутто контейнера, его собственную массу ускорение свободного падения.

Еще одним испытанием которому обязательно должен подвергаться разработанный контейнер – это испытание на подъем с использованием вилочных проемов.

Нагрузку равномерно распределяют по полу контейнера, чтобы собственная масса контейнера и испытательная нагрузка вместе равнялись $1,6 R$. Контейнер должен опираться на две горизонтальные балки, каждая шириной 200 мм, входящие на (1828 ± 3) мм в вилочный проем считая от наружной поверхности боковой стенки контейнера. Оси балок и вилочных проемов должны совпадать. Контейнер выдерживают в поднятом положении в течение 5 мин, а затем опускают на землю.

После завершения испытаний не должно быть ни остаточных деформаций, ни других отклонений, которые делали бы контейнер непригодным к эксплуатации. Должны быть также соблюдены требования к размерам, определяющие пригодность контейнера к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Испытание двери, заменяющей вторую торцевую (боковую) стенку контейнера, допускается проводить путем загрузки контейнера мерным грузом до использования его грузоподъемности на 60% и объема на 100%. Загруженный таким образом и запертый контейнер поворачивают с возможно меньшими ускорениями на угол и устанавливают углами дверной рамы на четыре подкладки. Нахождение каждой стенки (двери) под нагрузкой длится 5 мин.

В обязательном порядке производят испытания на водонепроницаемость и аэродинамические качества вновь спроектированного контейнера. Проведение испытания на водонепроницаемость проводят следующим образом согласно требований [32].

Струю воды из наконечника внутренним диаметром 12,5 мм направляют на все наружные швы и пазы контейнера под давлением около 100 кПа (соответствующим давлением 10 м вод. ст. на выходе из наконечника). Наконечник держат на расстоянии 1,5 м от испытуемого контейнера, а струю перемещают со скоростью 100 мм/с.

Допустимо проведение испытания с использованием нескольких наконечников при условии, что каждый шов или паз подвергают воздействию, не меньшему чем от струи, выходящей из одного наконечника. По окончании испытания контейнер не должен иметь следов проникновения воды внутрь.

Испытания на аэродинамические свойства проводят следующим образом в спроектированный макет нового контейнера укладывают груз и запускают посредством вентиляторов напор подкрашенного воздуха направляют на все люки и пазы контейнера. Вентилятор держат на расстоянии 1,5 м от испытуемого контейнера. Таким образом испытание длится от 10 мин до 30. мин. Допустимо проведение испытания с использованием нескольких вентиляторов при условии, что каждый люк или паз подвергают воздействию, не меньшему чем от напора воздуха, выходящего из одного вентилятора. По окончании испытания продукт, находящийся в контейнере должен обдуваться равномерно и со всех сторон. После испытания проверяют состояние продукта, установленного внутри контейнера. Он должен удовлетворять всем требованиям перевозки плодоовощных продуктов, перевозящихся в крытых вагонах.

4.3. Выводы по четвертой главе

Анализ результатов проведенных исследований по проведению испытаний нового универсального контейнера показал, что прежде всего перед проведением испытаний универсальный контейнер должен удовлетворять требованиям стандарта, предъявляемым к основным

элементам контейнера для перевозки плодоовощной продукции, что дает нам сделать выводы:

1. Элементы конструкции разработанного контейнера по перевозке плодоовощной продукции соответствуют установленным требованиям;

2. Были описаны методы испытания, которые в обязательном порядке должен проходить новый тип контейнера, а именно типовые испытания вновь спроектированного контейнера.

3. С учётом того что, данная конструкция контейнера предназначена для перевозки плодоовощной продукции были изложена новая методика испытания на аэродинамические свойства контейнера.

Заключение

1. Был произведен обзор и анализ конструкций контейнеров, позволяющий проводить оценку совершенствования требуемой конструкции и ее технического состояния. Проведенный обзор и анализ в дальнейшем позволил определить оптимальные параметры конструкции контейнера для перевозки плодоовощной продукции со спроектированными на боковых стенах люками.

2. Приведен перечень нагрузок, действующих на конструкцию контейнера. Рассмотрены основные требования расчета конструкций контейнеров. Приведена методика расчета новой конструкции контейнера.

3. Разработаны основные технические решения конструкции контейнера для перевозки плодоовощной продукции. Предложена новая конструкция универсального контейнера по перевозке плодоовощной продукции за счет спроектированных люков с размерами 550×400 мм для осуществления естественной вентиляции перевозимых грузов на боковых стенках. Проведено расчетное исследование новой конструкции контейнера для перевозки плодоовощной продукции. Разработана уточнённая конечно-элементная расчётная модель конструкции контейнеров для перевозки плодоовощной продукции, позволяющая задавать реально действующие в эксплуатации кинематические и силовые граничные условия. Произведен расчет на прочность и обоснование конструкции выбранного контейнера для перевозки плодоовощной продукции. По проведенным теоретическим исследованиям прочности предложенного контейнера для перевозки плодоовощной продукции установлено, что максимальные расчетные напряжения в элементах конструкции контейнера не превышают допускаемых ($123,3 \text{ МПа} < 295 \text{ МПа}$). Таким образом, выбранная конструкция контейнера по прочности соответствует требованиям при всех сочетаниях эксплуатационных нагрузок.

4. Рассмотрены методы испытаний конструкций контейнеров. Разработана и предложена методика испытаний контейнера для перевозки плодоовощной продукции, согласно техническим требованиям, предъявляемым к контейнерам для перевозки плодоовощной продукции.

Список литературы

1. Каримов И.А. Обеспечить поступательное и устойчивое развитие страны – важнейшая наша задача. – Т.: Узбекистан, 2009.
2. Каримов И.А. По пути модернизации страны и устойчивого развития экономики. – Т.: Узбекистан, 2008.
3. Каримов И.А. Мирная жизнь и безопасность страны зависят от единства и твердой волей нашего народа. – Т.: Узбекистан, 2004.
4. Каримов И.А. За процветание Родины – каждый из нас в ответе. – Т.: Узбекистан, 2001.
5. Постановление Президента Республики Узбекистан от 21 декабря 2010 года № ПП-1446. Об ускорении развития инфраструктуры, транспортного и коммуникационного строительства в 2011-2015 годах.
6. Каримов И.А. Наша цель свободная и процветающая Родина. – Т.: Узбекистан, 1996.
7. Контейнер: Свободная энциклопедия Википедия. – 2013 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 31.10.2013. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Container>.
8. ISO-контейнер: Свободная энциклопедия Википедия. – 2014 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 26.04.2014. – URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Intermodal_container.
9. Гундорова Е.П. Технические средства железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2003. – 496 с. (С. 310-312).
10. ГОСТ Р 53350-2009 (ИСО 668:1995). Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса. 1995 год.
11. Балалаев А.С. Транспортно-грузовые системы железных дорог: Учебное пособие / А.С. Балалаева, И.А. Чернышова, А.Ю. Костенко. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2006. – 108 с.: ил. (С. 74).

12. Общий курс железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / В.Н. Соколов, В.Ф. Жуковский, С.В. Котенкова, А.С. Наумов; Под редакцией В.Н. Соколова. – М.: УМК МПС России, 2002. – 296 с. (С. 171-174).

13. Авторское свидетельство СССР. № SU 1371943, кл. В 65 D 90/02, 1988. Контейнер / Бородастов В.П. № 4079636/13; заявл. 15.04.86; опубл. 07.02.88, Бюл. №5. – 2 с.: ил.

14. Авторское свидетельство СССР. № SU 1330037, кл. В 65 D 88/54, 6/00, 90/02, 1987. Контейнер / Иванченко А.Л., Костян А.П. № 4056930/28-13; заявл. 18.04.86; опубл. 15.08.87, Бюл. №30. – 3 с.: ил.

15. Авторское свидетельство СССР. № SU 1294717, кл. В 65 D 90/02, 1987. Контейнер / Заболотский А.Ю., Дружкин Н.М., Куценко А.С., Анашкин В.Н. и Соболев Л.А. № 3931523/28-13; заявл. 18.07.85; опубл. 07.03.87, Бюл. №9. – 3 с.: ил.

16. Авторское свидетельство СССР. № SU 1237571, кл. В 65 D 6/18, 6/16, 90/02, 1986. Складной контейнер / Шеверев В.А. № 3762005/28-13; заявл. 02.07.84; опубл. 15.06.86, Бюл. №22. – 4 с.: ил.

17. Авторское свидетельство СССР. № 793888, кл. В 65 D 90/02, 1981. Саморазгружающийся контейнер / Башлай К.И., Кузнецов Е.И., Шаблевский В.В. и Штыпуляк М.Т. № 2681402/27-11; заявл. 22.09.78; опубл. 07.01.81, Бюл. №1. – 2 с.: ил.

18. Авторское свидетельство СССР. № 793887, кл. В 65 D 90/02, 1981. Складной контейнер / Кабат Б.А., Кейлин А.В., Янович В.П., Лурье А.Л. и Ястребова С.Г. № 2313232/27-11; заявл. 05.01.76; опубл. 07.01.81, Бюл. №1. – 4 с.: ил.

19. Авторское свидетельство СССР. № SU 1564057, кл. В 65 D 88/02, 1990. Контейнер / Матвеев В.И. и Кирова С.М. № 4337954/30-13; заявл. 07.12.87; опубл. 15.05.90, Бюл. №18. – 3 с.: ил.

20. Авторское свидетельство СССР. № SU 1074787, кл. В 65 D 88/02, 1984. Контейнер / Сагиров В.В., Ленский Д.В., Алферьев В.С. и Неровня В.В. № 3529719/28-13; заявл. 28.12.82; опубл. 23.02.84, Бюл. №7. – 2 с.: ил.
21. Авторское свидетельство СССР. № SU 1440813, кл. В 65 D 88/02, 90/00, 1988. Контейнер / Хрунов В.П., Макаров В.А., Бунакова З.А. № 4247018/28-13; заявл. 21.05.87; опубл. 30.11.88, Бюл. №44. – 4 с.: ил.
22. Авторское свидетельство СССР. № SU 1409546, кл. В 65 D 90/02, 1988. Контейнер для штучных грузов / Пциаладзе Г.А., Швелидзе Э.К., Берозашвили Э.И., Иванов В.К., Чернега Н.Е. и Дедидзе Г.З. № 3984366/30-13; заявл. 04.12.85; опубл. 15.07.88, Бюл. №26. – 2 с.: ил.
23. Авторское свидетельство СССР. № SU 1519963, кл. В 65 D 19/12, 1989. Универсальный складной контейнер / Макеев А.С. № 4325221/30-13; заявл. 09.11.87; опубл. 07.11.89, Бюл. №41. – 4 с.: ил.
24. Авторское свидетельство СССР. № SU 1122572, кл. В 65 D 6/00, 1984. Универсальный складной контейнер / Малыхин В.И., Абасов К.А., Спицын В.Н. № 3423516/28-13; заявл. 15.04.82; опубл. 07.11.84, Бюл. №41. – 4 с.: ил.
25. Пладис Ф.А. и др. Контейнеры: Справочник / Ф.А. Пладис, В.А. Шкурин, Г.Э. Сурмаев; Под ред. В.А. Шкурина. – М.: Машиностроение, 1981. – 191 с.: ил.
26. Контейнерная транспортная система / Л.А. Коган, Ю.Т. Козлов, М.Д. Ситник и др.; Под ред. Л.А. Когана. 2-е изд., прераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 254 с.
27. Локшин Х.А., Сотский Н.В. Контейнеры. – М.: Транспорт, 1976. 126 с.
28. Алямовский А.А., Одинцов Е.В., Пономарев Н.Б. и др. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб.: БХВ-Петербург, – 2008. – 1040 с.

29. Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В. и др. SolidWorks: Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб.: БХВ-Петербург, – 2006. – 799 с.
30. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2004. – 448 с.: ил.
31. ГОСТ Р 51876-2008 Контейнеры грузовые серии 1. Технические требования и методы испытаний. Часть 1. Контейнеры общего назначения.
32. Государственный стандарт контейнеры универсальные и их технические условия. ГОСТ 20260-80 Контейнеры универсальные. Правила приемки. Методы испытаний.
33. ГОСТ 51876-2008.Национальный стандарт Российской Федерации. Контейнеры грузовые серии 1. Технические требования и методы испытаний. Часть 1. Контейнеры общего назначения.
34. Контейнеры универсальные. Методы испытаний Universal containers. Acceptance rules. Test methods ГОСТ 20260-80 (СТСЭВ 2471—80).
35. Методы испытаний Universal containers. Acceptance rules ГОСТ 20260-74.