МПС РФ

Иркутский государственный университет путей сообщения

Забайкальский институт железнодорожного транспорта

# Кафедра УПП

### КУРСОВАЯ РАБОТА

## по дисциплине: “Транспортная энергетика”

Обоснование рационального способа транспортировки скоропортящихся грузов на направлении Пермь-2 – Чита-1

### КР-240100-Д31-002

Выполнил:

студент группы ОПУ-31

Никонюк А.А.

Проверил:

преподаватель

Иванова Т.В.

### Чита 2003 год

Задание на курсовую работу “Обоснование рационального способа транспортировки скоропортящихся грузов на направлении” по дисциплине “Транспортная энергетика”

Студент Никонюк А.А.

Группа Д-31.

Исходные данные:

Грузы к перевозке:

1. Мясо охлаждённое;
2. Рыба мороженая;
3. Картофель;
4. Вино виноградное сухое;
5. Яйца куриные пищевые охлаждённые;
6. Пиво пастеризованное;
7. Колбаса полукопчёная.

Направление перевозки Чита-1 – Пермь-2.

Подвижной состав: 5-ваг. ИПС; 12-ваг. ИПС; АРВ; вагон-термос; специализированный подвижной состав.

Количество скоропортящихся грузов:

1. Мясо охлаждённое – 8 %;
2. Рыба мороженая – 11%;
3. Картофель – 5 %;
4. Вино виноградное сухое – 25 %;
5. Яйца куриные пищевые охлаждённые – 16 %;
6. Пиво пастеризованное – 10 %;
7. Колбаса полукопчёная – 25 %.

Подпись преподавателя

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение 1. Выбор и обоснование способа перевозки скоропортящихся грузов на направлении

1.1 Особенности транспортировки скоропортящихся грузов

1.2 Разработка схемы маршрута, анализ климатических условий направления

1.3 Определение сроков доставки скоропортящихся грузов

2. Выбор типа подвижного состава и определение потребности транспортных средств для транспортировки скоропортящихся грузов

2.1 Обоснование выбора транспортных средств

2.2 Определение количества изотермического подвижного состава, необходимого для погрузки скоропортящихся грузов

3. Разработка технологии транспортировки скоропортящихся грузов

3.1 Организация приёма, погрузки заданного груза. Анализ причин простоя ИПС под грузовыми операциями

3.2 Документальное оформление перевозки

4. Теплотехнический расчёт изотермического подвижного состава

4.1 Определение теплопритоков для 1-го режима перевозки СПГ

4.2 Определение теплопритоков для 2-го режима перевозки СПГ

4.3 Определение теплопритоков для 3-го режима перевозки СПГ

5. Выбор и обоснование применения энергохолодильного

оборудования

5.1 Расчёт и выбор компрессора

5.2 Расчёт и выбор конденсатора

5.3 Расчёт и выбор испарителя

6. Организация обслуживания рефрижераторного подвижного состава

6.1Определение расстояния безэкипировочного пробега рефрижераторного подвижного состава

6.2 Анализ организации и технологии работы с ИПС в процессе транспортировки СПГ

6.3 Определение расстояния между пунктами технического обслуживания автономных рефрижераторных вагонов

7. Определение оборота вагона

8. Выбор и экономическое обоснование оптимального варианта транспортировки СПГ

Заключение

Список используемой литературы

**ВВЕДЕНИЕ**

Железнодорожный хладотранспорт обеспечивает транспортировку и хранение скоропортящейся продукции в условиях, обеспечивающих сохранение физических, химических и органолептических свойств груза. Для этого применяются изотермические вагоны и контейнеры с устройствами отопления и охлаждения, стационарные холодильные склады и сооружения.

Железнодорожный хладотранспорт является неотъемлемой частью железнодорожного транспорта.

Большинство пищевых продуктов и практически вся продукция рыбной промышленности относятся к группе скоропортящихся, которые требуют специальных условий хранения и транспортировки. Эти условия, оптимальные для каждого вида продукта, обеспечивают сохранность груза при хранении и перевозках. Очень давно для хранения и перевозок скоропортящихся продуктов использовался холод. И сейчас основным средством консервирования продуктов являются низкие температуры.

Скоропортящиеся продукты в зависимости от вида хранят при температурах от -30 до +14 °С. Морожёные продукты (мясо, рыбу и некоторые другие) перевозят при температурах -8 °С и ниже, охлаждённые грузы -0 ÷ +4 °С, а некоторые теплолюбивые продукты – при +12 ÷ 14 °С. Но так как перевозка скоропортящихся грузов осуществляется круглый год, необходимо охлаждать грузовое помещение подвижного состава в летнее время и, наоборот, для не мороженых грузов в зимнее время производить их подогрев. Это значительно усложняет процесс перевозок, делает его дорогостоящим.

В России для перевозки скоропортящихся грузов используются все виды транспорта. Морской, имеющий в своём составе мощные суда-рефрижераторы, специальные банановозы и др., в основном обеспечивает импорт и экспорт скоропортящихся продуктов. Автомобильный, оснащённый новыми рефрижераторами, осуществляет перевозки не только в пределах замкнутых районов, но и на расстояния, превышающие 1000 км. Но основные перевозки скоропортящихся грузов, более 90%, осуществляются железнодорожным хладотранспортом.

Охлаждение грузовых помещений судов, вагонов, автомобилей осуществляется водным или сухим льдом, жидкими газами и холодильными машинами. Охлаждение машинами в настоящее время является основным.

Основными вопросами хладотранспорта являются:

- высокая стоимость скоропортящихся грузов (СПГ), которая в несколько раз превышает стоимость грузов, перевозимых по железным дорогам;

- потеря массы (в ряде случаев до 2% и более массы нетто) и качество дорогостоящих СПГ. Эти потери находятся в прямой зависимости от продолжительности перевозок и других факторов. Поэтому, требуется выполнение предельных сроков доставки;

- необходимость обеспечения при перевозках скоропортящихся грузов условий, эквивалентных или близких к условиям хранения этих грузов на стационарных холодильниках или складах. Для этого применяются изотермические вагоны с устройствами отопления или охлаждения;

- ценность перевозок скоропортящихся грузов, вызванная особенностью заготовок и производства продуктов питания и эндокринного сырья;

- необходимость создания при выполнении погрузочно-разгрузочных работ особых условий, связанных с сокращением воздействия неблагоприятных внешних факторов на скоропортящиеся грузы. В связи с этим строятся специальные платформы, вводится дополнительная механизация для сокращения простоя вагонов под грузовыми операциями.

Все эти особенности приводят к необходимости своеобразного подхода к решению технических, технологических, экономических и управленческих вопросов эксплуатации железнодорожного хладотранспорта.

**1. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ НА НАПРАВЛЕНИИ**

**1.1 Особенности транспортировки скоропортящихся грузов**

В курсовой работе рассматриваем теплофизические и химические свойства перевозимого груза, технологические особенности и способы размещения его в вагонах, предельные значения температурного и влажностного режимов перевозки и хранения.

Для перевозки выбираем 7 видов груза: мясо охлаждённое, рыба мороженая, картофель, пиво пастеризованное, вино виноградное сухое, яйца куриные пищевые охлаждённые, колбаса полукопчёная.

МЯСО ОХЛАЖДЁННОЕ. Охлаждённое мясо принимается к перевозке с послеубойным сроком хранения не более 4 суток. При погрузке оно должно иметь температуру в толще мышц у костей от 0 до +4 °С, сухую поверхность и корочку подсыхания без следов плесени, ослизнения и увлажнения. Общий срок его накопления и перевозки в летний и зимний периоды года не должен превышать 12 суток, а в переходный период – 14 суток.

Перевозка обрезной свинины в охлаждённом состоянии не допускается. Погрузка в вагоны мяса разрешается после осмотра их ветеринарным врачом органа Госветнадзора. О назначенном времени мяса и мясопродуктов грузоотправитель уведомляет местный орган Госветнадзора не менее чем за 24 часа до подачи вагонов под погрузку.

Мясо предъявляется грузоотправителем к перевозке только до той станции и в адрес того грузополучателя, которые указаны в ветеринарном свидетельстве.

Мясо охлаждённое перевозится в рефрижераторных вагонах в подвешенном состоянии на балках с крючками так, чтобы туши, полутуши и четвертины не прикасались между собой, с полом и со стенами вагона, правые половины полутуш и четвертин находились в одной стороне вагона от двери, а левые – в другой и их внутренние стороны были обращены к торцевой стене, на которой установлены приборы охлаждения.

Температурный режим перевозки мяса охлаждённого от 0 до -3 °С без вентиляции.

РЫБА МОРОЖЕНАЯ. Предъявляемая к перевозке рыба мороженая при погрузке должна иметь температуру не выше -18 °С. Признаками доброкачественности рыбы мороженой является поверхность тела – чистая, естественной окраски; жабры – светло-красные или тёмно-красные; запах (после оттаивания) – свежей рыбы без порочащих признаков. Перевозка мороженой рыбы допускается только в упаковке: в ящиках, мешках продуктовых.

Дощатые и фанерные ящики с рыбой должны быть забиты и по торцам обтянуты стальной упаковочной лентой или стальной поволокой. Ящики из гофрированного картона с продукцией должны быть обтянуты стальной проволокой или оклеены клеевой лентой. Мешки с рыбой мороженной должны быть плотно зашиты.

Предельные сроки доставки рыбы мороженной: летний – 30 суток; переходный – 30 суток; зимний – 30 суток.

Рыба мороженая перевозится в рефрижераторных вагонах. Температурный режим перевозки рыбы мороженой от -6 до -12 °С, без вентиляции.

КАРТОФЕЛЬ. Картофель должен предъявляться к перевозке свежим, чистым, без механических повреждений и повреждений вредителями и болезнями, без изменений внешней влажности, а также однородными по степени зрелости в каждой повагонной партии.

Содержание в плодах токсических элементов, пестицидов и нитратов не должно превышать допустимые уровни, установленные медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Картофель должен быть упакован в тару.

Картофель поздний должен быть упакован в ящики, ящичечные поддоны, тканевые и сетчатые мешки, а картофель ранний – в жёсткую тару.

В период массовых заготовок по согласованию с грузоотправителем и грузополучателем допускается перевозка навалом в крытых вагонах позднего картофеля.

Картофель для длительного хранения перевозится только в таре.

Предельные сроки доставки картофеля раннего в крытых вагонах в июле – августе – 8 суток; картофеля позднего сентябрь – октябрь – 30 суток; картофеля позднего навалом сентябрь – октябрь – 15 суток.

Температурный режим перевозки от +2 до +5 °С, без вентиляции.

ПИВО ПАСТЕРИЗОВАННОЕ. Пиво в стеклянных полимерных бутылках, жестяных банках и в бочках перевозится в изотермических вагонах. Пиво предъявляется к перевозке с температурой от +2 до +12 °С.

Пастеризованное пиво в летний и переходный периоды года допускается перевозить в крытых вагонах.

Предельный срок перевозки пива пастеризованного в рефрижераторных вагонах в летний период – 30 суток; в переходный период – 30 суток; в зимний период – 30 суток.

Температурный режим перевозки от +9 до +15 °С, без вентиляции.

ВИНО ВИНОГРАДНОЕ СУХОЕ. Вина, в том числе игристые перевозятся в бутылках, размещённых в ящиках.

Закрытые деревянные ящики обтягиваются проволокой или стальной упаковочной лентой. Ящики из гофрированного картона обтягиваются стальной упаковочной лентой или обклеиваются бумажной лентой в два пояса. На закрытые ящики наносятся манипуляционные знаки, согласно, соответствующим нормативным документам.

Вина в вагонах и контейнерах перевозятся в закрытых ящиках. Перевозка этих грузов в открытых ящиках допускается в сопровождении проводников грузоотправителя, грузополучателя. Вина перевозятся в изотермических или крытых вагонах, контейнерах в зависимости от периода года и вида продукции.

Игристые и шипучие вина во все периоды года перевозятся в изотермических вагонах. Температура этих грузов при погрузке в изотермические вагоны должна быть в пределах от +8 до +16 °С.

Перевозка вин допускается также наливом в собственных специальных цистернах-термосах и собственных изотермических вагонах-цистернах в сопровождении проводников грузоотправителей, грузополучателей.

В зимний период температура вина при наливе должна быть не ниже +8 °С, а летом не выше +15 °С.

Предельные сроки перевозки в специализированных вагонах в летний период – 30 суток; в переходный период – 25 суток; в зимний период – 10 суток.

Температурный режим перевозки от +9 до +15 °С.

ЯЙЦА ПИЩЕВЫЕ КУРИНЫЕ ОХЛАЖДЁННЫЕ. Яйца куриные пищевые (охлаждённые и неохлаждённые) перевозятся в специальной ячеистой упаковке, укладываемой в ящики. Охлаждённые яйца предъявляются к перевозке с температурой не выше +6 °С.

Яйца неохлаждённые в летний период года при температуре наружного воздуха не выше +25 °С и при положительной температуре наружного воздуха в переходный период года перевозятся в крытых вагонах.

Яйца диетические по железной дороге не перевозятся.

Предельный срок перевозки летний период – 25 суток; зимний период – 20 суток; переходный период – 25 суток.

Температурный режим перевозки от +2 до +5 °С, без вентиляции.

КОЛБАСА ПОЛУКОПЧЁНАЯ. Колбаса полукопчёная должна иметь чистую, сухую поверхность без повреждения оболочки. Консистенция полукопчёных колбас должна быть упругой, плотной.

Колбасы полукопчёные должны предъявляться к перевозке с температурой от -4 до -9 °С.

Колбасы полукопчёные допускаются к перевозке с температурой от 0 до -4 °С с общим сроком их накопления и перевозки не более 15 суток.

Влажность полукопчёной колбасы указывают под наименованием груза, она не должна быть выше установленной стандартами (техническими условиями).

Колбасы перевозятся упакованными в ящики.

Предельный срок перевозки полукопчёной колбасы с температурой погрузки от -4 до -9 °С: в летний период – 20 суток; в переходный период – 25 суток; в зимний период – 25 суток.

Температурный перевозки от 0 до -3 °С, без вентиляции.

**1.2 Разработка схемы маршрута, анализ климатических условий направления**

На основании карты железных дорог и Тарифного руководства № 4 составляем схему кратчайшего маршрута заданного направления с указанием раздельных пунктов (пункты размещения пунктов экипировки РПС, транзитные технические станции, станции размещения рефрижераторных вагонных депо).

Пункты экипировки размещаются, исходя из расстояния безэкипировочного пробега и перечня станций их размещения на расстоянии 500 – 700 км.

Транзитные технические станции располагаются с учётом участков обращения локомотивов и протяжённости гарантийных участков, исходя из необходимости безопасного проследования вагонов в исправном состоянии в составе поезда.

В данной курсовой работе перевозка грузов осуществляется по направлению Пермь – 2 – Чита – 1, схема кратчайшего маршрута приведена на рис.1.1.

Преобладающие температуры на данном направлении рассмотрим в таблице 1.1:

Ведомость маршрута и температурные условия перевозки

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздельных пунктов | Температура наружного воздуха | | Расстояние между раздельными пунктами, км |
| MAX | MIN |
| 1. | Пермь - 2 | 39 | -13,1 | 381 |
| 2. | Свердловск – Сортир. | 37 | - 15,6 |
| 605 |
| 3. | Ишим | 33,5 | -19,8 |
| 778 |
| 4. | Чулымская | 34 | -22,1 |
| 903 |
| 5. | Красноярск | 39,4 | - 18,2 |
| 1087 |
| 6. | Иркутск – Сортиров. | 34,4 | - 20,9 |
| 1017 |
| 7. | Чита - 1 | 37,5 | - 27,4 |
| Всего: | 4771 | |

СХЕМА КРАТЧАЙШЕГО МАРШРУТА НАПРАВЛЕНИЯ

ПЕРМЬ – 2 – ЧИТА – 1

Чита - 1

414

Пермь - 2

Называевская

Свердловск – Сортиров.

Ишим

381

605

134

418

644

Чулымская

518

Мариинск

385

Красноярск

456

Петровский Завод

Тайшет

Иркутск – Сорт.

Улан - Удэ

669

147

Рисунок 1.1

- станции погрузки, выгрузки;

- транзитные технические станции;

- пункты экипировки РПС;

- стыковые пункты между дорогами;

- станции размещения рефрижераторных вагонных депо;

- пункты ТО – 2АРВ.

Руководствуясь рисунком 1.1, составляем таблицу 1.2, в которой указываем периоды года для направления Пермь – 2 – Чита – 1, а затем в пункте 1.3 данной курсовой работы определяем предельные сроки перевозки грузов.

Условия и особенности перевозки СПГ

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование груза | Тип подвижного состава | | | Тара, способ укладки | | | Температурн.  режим перевозки | | | Предельный срок перевозки, сутки | | |
| летний | зимний | переходный | летний | зимний | переходный | летний | зимний | переходный | летний | зимний | переходный |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | Мясо охлаждённое | 5ваг. ИПС | | | На крюках в подвешенном состоянии | | | 0 - -3 | | | 12 | 14 | 12 |
| 2 | Рыба мороженая | 12ваг ИПС | | | ящики | | | -6 - -12 | | | 30 | 30 | 30 |
| 3 | Картофель | 12ваг ИПС | | | ящики | | | +2 - +5 | | | 20 | 30 | 15 |
| 4 | Пиво пастеризованное | Вагон - термос | | | банка | | | +9 - +15 | | | 30 | 30 | 30 |
| 5 | Вино виноградное сухое | Спец. ПС | | | наливом | | | +9 - +15 | | | 30 | 25 | 10 |
| 6 | Яйца куриные пищевые охлаждённые | АРВ | | | ящики | | | +2 - +5 | | | 25 | 25 | 20 |
| 7 | Колбаса полукопчёная | 5ваг. ИПС | | | ящики | | | 0 - -3 | | | 20 | 25 | 25 |

**1.3 Определение сроков доставки скоропортящихся грузов**

Сохранность скоропортящихся грузов при перевозках зависит от заданного температурного режима и продолжительности транспортировки.

Скоропортящиеся грузы предъявляются к перевозке только в транспортабельном состоянии, в соответствии требованиям, установленным в Сборнике правил перевозок грузов на железнодорожном транспорте.

К каждой отправке грузов прилагают удостоверение о качестве, в котором вместе с другими требованиями указывают срок транспортировки, в течение которого, при соответствующем обслуживании вагона, груз не испортится и сохранит все свои органолептические свойства.

Данные виды грузов предъявляем к перевозке в летний период.

При транспортировке СПГ во всех случаях должно соблюдаться условие:

Ту≤Тпр (1.1)

где Ту – уставный срок доставки;

Тпр – предельный срок транспортабельности.

Согласно ст. 57 и 153 Транспортного устава железных дорог Российской Федерации уставный срок доставки Ту определяем по формуле:

Ту=L/Vм+Тн (сут.) (1.2)

где L – тарифное расстояние перевозки, км;

Vм – норма суточного пробега, км/сут.;

Тн – время на начально-конечные операции в пунктах погрузки-выгрузки, сут.

Таким образом, на основании формулы 1.2 определяем уставный срок доставки:

Ту=4771/380+2=15 (суток)

Таким образом, должно выполняться условие 1.1, если условие не выполняется, то груз в данном типе ИПС на заданное расстояние не принимается к перевозке. Следует либо перевозить СПГ на меньшее расстояние, либо подобрать ИПС, эксплуатируемый с большей маршрутной скоростью.

В данном случае:

мясо охлаждённое: 15>12;

рыба мороженая: 15<30;

картофель: 15<20;

пиво пастеризованное: 15<30;

вино виноградное сухое: 15<30;

яйца куриные пищевые охлаждённые: 15<25;

колбаса полукопчёная: 15<20.

Таким образом, условие не соблюдается только для перевозки мяса охлаждённого, т.к. уставный срок доставки больше предельного срока транспортабельности. Мясо охлаждённое к перевозке не принимается.

Также должен соблюдаться критерий транспортабельности, который характеризуется коэффициентом транспортабельности. Данный коэффициент определяется по формуле:

γ=Ту/Тпр≤1 (1.3)

На основании формулы 1.3 определяем коэффициент транспортабельности:

мясо охлаждённое: γт=15/12=1,25≥1, к перевозке не принимаем;

рыба мороженая: γт=15/30=0,5≤1, к перевозке принимаем;

картофель: γт=15/20=0,75≤1, к перевозке принимаем;

пиво пастеризованное: γт=15/30=0,5≤1, к перевозке принимаем;

вино виноградное сухое:γт=15/30=0,5≤1, к перевозке принимаем;

яйца куриные пищевые охлаждённые: γт=15/25=0,6≤1, к перевозке принимаем;

колбаса полукопчёная: γт=15/20=0,75≤1, к перевозке принимаем.

На основании данных расчётов по каждому роду груза значение коэффициента транспортабельности скоропортящихся грузов сводим в таблицу 1.3:

Таблица 1.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Род груза | Предельный срок транспортабель-ности Тпр, сут. | Уставной срок доставки  Ту, сут. | Коэффициент транспортабельности γт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Мясо охлаждённое | 12 | 15 | 1,25 |
| 2. | Рыба мороженая | 30 | 15 | 0,5 |
| 3. | Картофель | 20 | 15 | 0,75 |
| 4. | Пиво пастеризованное | 30 | 15 | 0,5 |
| 5. | Вино виноградное сухое | 30 | 15 | 0,5 |
| 6. | Яйца куриные пищевые охлаждённые | 25 | 15 | 0,6 |
| 7. | Колбаса полукопчёная | 20 | 15 | 0,75 |

**2. ВЫБОР ТИПА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ**

**2.1 Обоснование выбора транспортных средств**

Изотермический подвижной состав выбираем в курсовой работе исходя из следующих условий:

- рекомендуемый к перевозке ИПС должен обеспечивать необходимый температурно-влажностный режим;

- необходимо учитывать действующие ограничения на использование ИПС. Согласно СППГ в рефрижераторных вагонах нельзя перевозить солёную рыбу, сельдь в бочках, залитых тузлуком, плодоовощи, не упакованные в тару.

Кроме этого, подвижной состав выбираем в зависимости от термической обработки и вида груза, периода года, климатической зоны направления, расстояния перевозки.

С учётом этих требований для перевозки заданных видов груза выбираем следующий подвижной состав:

1) мясо охлаждённое - 5 – вагонный изотермический подвижной состав;

2) рыба мороженая – 12 – вагонный изотермический подвижной состав;

3) картофель – 12 – вагонный изотермический подвижной состав;

4) пиво пастеризованное – вагон – термос;

5) вино виноградное сухое – специализированные контейнера производства Франции;

6) яйца куриные пищевые охлаждённые – АРВ;

7) колбаса полукопчёная – 5 – вагонный изотермический подвижной состав.

Весь изотермический подвижной состав производства Брянского машиностроительного завода.

В связи с постепенным выводом из эксплуатации рефрижераторных поездов (21, 23 – вагонных) для перевозки груза их не используем.

**2.2 Определение количества подвижного состава, необходимого для погрузки скоропортящихся грузов**

После выбора подвижного состава для перевозки грузов определяем его потребное количество Nв на весь заданный объём перевозок по следующей формуле:

Nв=α\*G\*kн\*(1+βр)/100\*V\*γ; (вагон) (2.1)

где, α – процент данного груза от общего объёма грузопотока;

G – годовой объём грузопотока, тыс.т.;

Kн – коэффициент неравномерности перевозок;

βр – коэффициент учитывающий нахождение вагонов в ремонте (принимаем равным 0,15);

γ – погрузочная масса данного груза (т/м3);

Vпогр – погрузочный объём вагона, м3.

На основании формулы 2.1 определяем потребное количество вагонов в год для станции и участка в отдельности.

1. Мясо охлаждённое к перевозке не принято;

2. Рыба мороженая

Nвуч=11\*550\*103\*1,3\*(1+0,15)/100\*78\*0,45=2577 (вагонов);

Nвст=11\*350\*103\*1,3\*(1+0,15)/100\*78\*0,45=1640 (вагонов).

3. Картофель

Nвуч=5\*500\*103\*1,3\*(1+0,15)/100\*78\*0,34=1410 (вагонов);

Nвст=5\*300\*103\*1,3\*(1+0,15)/100\*78\*0,34)=846 (вагонов).

4. Пиво пастеризованное

Nвуч=10\*600\*103\*1,38\*(1+0,15)/100\*126\*0,40=1780 (вагонов);

Nвст=10\*400\*103\*1,3\*(1+0,15)/100\*126\*0,40=1187 (вагонов).

5. Вино виноградное сухое

Nвуч=25\*650\*103\*1,3\*(1+0,15)/100\*56,8\*0,40=12338 (вагонов);

Nвст=25\*450\*103\*1,5\*(1+0,15)/100\*56,8\*0,40=8542 (вагона).

6. Яйца куриные пищевые охлаждённые

Nвуч=16\*520\*103\*1,4\*(1+0,15)/100\*45,5\*0,25=11776 (вагонов);

Nвст=16\*340\*103\*1,4\*(1+0,15)/100\*45,5\*0,25=7670 (вагонов).

7. Колбаса полукопчёная

Nвуч=25\*590\*103\*1,3\*(1+0,15)/100\*108,2\*0,28=7279 (вагонов);

Nвст=25\*380\*103\*1,3\*(1+0,15)/100\*108,2\*0,28=4688 (вагонов).

Результаты выбора и определения количества подвижного состава сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование груза | Годовой грузопоток | Погрузочный объём подвижного состава, м3 | Погрузочная масса груза, т/м3 | 5-вагонные секции | 12-вагонные секции | АРВ | Специальные вагоны | Вагон-термос | Тара подвижного состава, т |
| 1 | Рыба мороженая |  | 78 | 0,45 |  | 4217 |  |  |  | 39 |
| 2 | Картофель |  | 78 | 0,34 |  | 2256 |  |  |  | 39 |
| 3 | Пиво пастеризов. |  | 126 | 0,40 |  |  |  |  | 2967 | 33,5 |
| 4 | Вино виноградн. |  | 56,8 | 0,40 |  |  |  | 2088 |  | 5,7 |
| 5 | Яйца куриные |  | 45,5 | 0,25 |  |  | 19446 |  |  | 45 |
| 6 | Колбаса полукопч. |  | 108,2 | 0,28 | 11967 |  |  |  |  | 37 |

Далее определяем количество “холодных” поездов из рефрижераторных секций, АРВ и др. по формуле:

Nni=∑Nbi\*(Gsi+Gmi)/Qбрi; (поезд) (2.2)

где, Nni – количество поездов i вида;

Nbi – количество подвижного состава i – го вида (секции; АРВ; специальные вагоны);

Gsi – количество груза загруженного в подвижной состав i – вида, т;

Gmi – тара i – вида подвижного состава;

Gбрi – вес брутто поезда i – вида, т.

Количество “холодных” поездов определяем по формуле 2.2:

1. Рыба мороженая

Nni=4217\*(35,1+39)/2000=157 (поездов)

2. Картофель

Nni=2256\*(26,52+39)/2000=74 (поезда)

1. Пиво пастеризованное

Nni=2967\*(50,4+33,5)/2000=125 (поездов)

4. Вино виноградное сухое

Nni=20880\*(22,72+5,7)/2000=297 (поездов)

5.Яйца куриные пищевые охлаждённые

Nni=19446\*(11,375+45)/2000=549 (поездов)

6. Колбаса полукопчёная

Nni=11967\*(30,296+37)/2000=403 (поезда)

Полученное число поездов сводим в таблицу 2.2

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Род груза | 5-вагонные секции | 12-вагонные секции | АРВ | Вагон-термос | Спец. вагоны |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | Рыба мороженая |  | 157 |  |  |  |
| 2. | Картофель |  | 74 |  |  |  |
| 3. | Пиво пастеризов. |  |  |  | 152 |  |
| 4. | Вино виноградное сухое |  |  |  |  | 297 |
| 5. | Яйца куриные пищевые охлаждённые |  |  | 549 |  |  |
| 6. | Колбаса полукопчёная | 403 |  |  |  |  |

**3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ**

**3.1 Организация приёма, погрузки заданного груза. Анализ причин простоя под грузовыми операциями**

В данной курсовой работе, используя метод экспертных оценок, определяем факторы и причины, влияющие на простой изотермического подвижного состава, и разработаем мероприятия к его сокращению.

Данный метод основан на анкетировании мнений специалистов путём присвоения рангов значимости тому или иному действующему фактору с последующей обработкой результатов опроса методами математической статистики.

Экспертам необходимо предложить проранжировать отобранные факторы по степени их влияния на простой вагонов. Фактору, который, по мнению данного специалиста, оказывает наибольшее влияние, присваивается ранг 1и т.д.

В тех случаях, когда опрашиваемый не может разделить влияние некоторых факторов, этим факторам присваивается один и тот же ранговый номер (связанные ранги).

Количество экспертов 12. Им будут присвоены номера согласно нумерации. Эксперты следующие:

1.Грузчики;

2.Механизаторы дистанции погрузочно-разгрузочных работ;

3.Мастер дистанции погрузочно-разгрузочных работ;

4.Начальник грузового двора дистанции погрузочно-разгрузочных работ;

5.Маневровый дежурный по станции;

6.Дежурный по парку;

7.Начальник станции;

8.Начальник отдела перевозок;

9.Инженер по хладотранспорту;

10.Начальник службы движения;

11.Студенты Забайкальского института железнодорожного транспорта;

12.Начальник департамента грузовой и коммерческой работы.

При анализе необходимы факторы дополнительного простоя вагонов под грузовыми операциями:

1.Недостаточная техническая оснащённость погрузки-выгрузки;

2.Отсутствие поддонов;

3.Недостаточный контингент работников;

4.Плохие погодные условия;

5.Несовершенная форма оплаты труда;

6.Несоответствие платы за пользование вагонами;

7.Несовершенная форма организации труда на грузовых объектах;

8.Плохое самочувствие работников;

9.Недостаточное финансирование отрасли;

10.Бюрократический аппарат управления.

Осуществляем опрос экспертов и ранжируем факторы. Данные, полученные при опросе, заносим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Ранжирование факторов

На основании полученных данных в таблице 3.1 составляем таблицу 3.2, которая называется матрица рангов.

Таблица 3.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера  факторов | Эксперты | | | | | | | | | | | |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| X1 | 10 | 10 | 8 | 4 | 2 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 47 |
| X2 | 9 | 9 | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 38 |
| X3 | 1 | 1 | 5 | 6 | 1 | 1 | 10 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 31 |
| X4 | 10 | 10 | 10 | 9 | 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 2 | 2 | 4 | 67 |
| X5 | 9 | 9 | 10 | 5 | 1 | 2 | 6 | 3 | 4 | 1 | 5 | 1 | 56 |
| X6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 |
| X7 | 9 | 8 | 10 | 6 | 2 | 3 | 5 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 52 |
| X8 | 3 | 2 | 8 | 6 | 2 | 2 | 6 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 38 |
| X9 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 10 | 8 | 3 | 10 | 6 | 1 | 49 |
| X10 | 10 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 35 |
|  | 64 | 63 | 62 | 44 | 15 | 14 | 56 | 28 | 23 | 23 | 23 | 14 | 429 |

Матрица рангов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера  факторов | Эксперты | | | | | | | | | | | xij | | |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | 12 |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | 13 | 14 | 15 | 16 |
| X1 | 9 | 9 | 6,5 | 5 | 8 | 4 | 4,5 | 2,5 | 5 | 7,5 | 3,5 | | 4,5 | 69 | 3 | 9 |
| X2 | 6 | 6,5 | 5 | 3,5 | 3 | 4 | 1,5 | 7 | 2 | 7,5 | 3,5 | | 4,5 | 54 | -12 | 144 |
| X3 | 1,5 | 1 | 4 | 8 | 3 | 4 | 9,5 | 2,5 | 5 | 3 | 3,5 | | 4,5 | 49,5 | -16,5 | 272,25 |
| X4 | 9 | 9 | 9 | 10 | 8 | 4 | 8 | 9 | 7,5 | 7,5 | 7 | | 10 | 98 | 32 | 1024 |
| X5 | 6 | 6,5 | 9 | 6 | 3 | 8,5 | 6,5 | 7 | 9,5 | 3 | 9 | | 4,5 | 78,5 | 12,5 | 156,25 |
| X6 | 1,5 | 3 | 1,5 | 1,5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 3,5 | | 4,5 | 35,5 | -30,5 | 930,25 |
| X7 | 6 | 5 | 9 | 8 | 8 | 10 | 4,5 | 2,5 | 2 | 7,5 | 8 | | 4,5 | 75 | 9 | 81 |
| X8 | 4 | 3 | 6,5 | 8 | 8 | 8,5 | 6,5 | 7 | 5 | 3 | 3,5 | | 9 | 72 | 6 | 36 |
| X9 | 3 | 3 | 1,5 | 3,5 | 8 | 4 | 9,5 | 10 | 7,5 | 10 | 10 | | 4,5 | 74,5 | 8,5 | 72,25 |
| X10 | 9 | 9 | 3 | 1,5 | 3 | 4 | 1,5 | 2,5 | 9,5 | 3 | 3,5 | | 4,5 | 54 | -12 | 144 |
| xij | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | | 55 | 660 | - | 2869 |

При многофакторном анализе учитывается мнение многих специалистов.

При этом оценка средней степени согласованности этих специалистов осуществляется по коэффициенту конкордации, по следующей формуле

(3.1)



где m – количество экспертов;

n – количество ранжируемых факторов.

Таким образом, на основании формулы 3.1 определяем коэффициент конкордации

W=12\*2869/(12)2\*(103-10)=0,24

В случае полного совпадения мнения специалистов коэффициент конкордации равен 1, при несовпадении он равен 0. Таким образом, значение коэффициента конкордации изменяется в пределах:

0≤W≤1 (3.2)

В связи с тем, что в таблице 3.2 имеются связанные ранги, то коэффициент конкордации вычисляется по формуле

(3.3)



где (3.4)



(t – число связанных рангов в каждом столбце матрицы рангов).

Таким образом, на основании формулы 3.4 вычисляем Ti:

Ti=1/12\*(504+504+336+336+990+720+504+336+990+720+504+504)=576,7

Определив Ti, теперь мы можем рассчитать коэффициент конкордации для связанных рангов матрицы на основании формулы 3.3



Оценку значимости коэффициента конкордации W производим по критерию согласия Пирсона X2, который подчиняется X2 распределению с числом степеней свободы n-1 (или другим общепринятым критериям – Колмогорова, Романовского).

Для вычисления X2 при наличии связанных рангов принята следующая формула

(3.5)



На основании формулы 3.5 вычисляем коэффициент конкордации



Табличное значение X2n=19,7 (для 5% уровня значимости).

Коэффициент конкордации является, достоверным и с вероятностью P=0,95 будем утверждать, что совпадение мнения экспертов не случайно, если выполняется следующее условие

Pрасч(X2)≥Pтабл(X2) (3.6)

В этом случае согласованность экспертов является достаточно высокой.

В нашем случае условие выполняется. так как 62,47≥19,7, следовательно, согласованность экспертов является достаточно высокой.

По данным таблицы 3.2 строим гистограмму распределения сумм рангов с выделением факторов наибольшего и наименьшего влияния на простой изотермического подвижного состава на объектах исследования (рис. 3.1).



98

78,5

75 74,5

72 69

54 54

49,5

35,5

Факторы Xij

На основании рисунка 3.1(гистограммы) мы видим, что факторы X4, X5, X7, X8, X9 попали в зону факторов наибольшей значимости – это такие факторы как плохие погодные условия; несовершенная форма оплаты труда; несовершенная форма организации труда на грузовых объектах; плохое самочувствие работников; недостаточное финансирование отрасли.

Факторы X2, X1, X10 попадают в зону средней значимости – это такие факторы как недостаточная техническая оснащённость погрузки-выгрузки; отсутствие поддонов; бюрократический аппарат управления.

В зону наименьшей значимости попали факторы X3, X6 - недостаточный контингент работников; несоответствие платы за пользование вагонами.

По построенной гистограмме видно, что наиболее всего на простой изотермического подвижного состава на объектах исследования влияют следующие факторы: плохие погодные условия; несовершенная форма оплаты труда; несовершенная форма организации труда на грузовых объектах; плохое самочувствие работников; недостаточное финансирование отрасли.

Для сокращения простоя изотермического подвижного состава необходимо создать определённые условия для работников, работающих на грузовых объектах, больше внимания уделять здоровью работников, увеличить финансовые вложения в данную отрасль, повысить заработную плату, сконструировать навесы, чтобы плохая погода не мешала грузовой работе.

**3.2 Документальное оформление перевозки**

Скоропортящиеся грузы должны предъявляться к перевозке в транспортабельном состоянии и соответствовать по качеству и упаковке требованиям, установленным стандартами и Правилами перевозок скоропортящихся грузов.

Станция отправления имеет право выборочно проверить качество предъявляемых к перевозке скоропортящихся грузов, состояние тары и их соответствие стандартам и данным, указанным в перевозочных документах. По требованию железной дороги отправитель обязан предъявить стандарты для проверки соответствия груза и тары установленным требованиями. Проверяют груз непосредственно в камерах хранения холодильников, складов и комбинатов, а также в процессе погрузки в вагон. Температуру мороженых и охлаждённых грузов измеряют в момент погрузки в вагон. Вскрытие и последующую упаковку груза после проверки выполняет грузоотправитель.

Тара должна быть исправной, прочной, чистой, не иметь следов течи и соответствовать стандартам.

Качество скоропортящихся грузов, предъявляемых к перевозке, определяют органолептическим методом.

На скоропортящиеся грузы в зависимости от их рода и других условий отправитель обязан представить станции погрузки, кроме комплекта перевозочных документов, состоящего из накладной, дорожной ведомости, корешка дорожной ведомости и квитанции в приёме груза, дополнительные документы, подтверждающие качественное состояние груза и возможность его транспортировки: удостоверение о качестве, ветеринарное свидетельство, карантинный сертификат, акт экспертизы и другое. Эти документы сопровождают груз до станции назначения.

Удостоверение о качестве, датированное днём погрузки груза в вагон за подписью и печатью грузоотправителя, предъявляется на каждую отправку любых скоропортящихся грузов. В нём указываются, кроме данных об отправителе и получателе, количестве мест и массе груза в вагоне, точное наименование груза, его термическая подготовка к перевозке, качественное состояние груза, сорт продукта, вид категория, назначение, транспортабельность груза, номер стандарта. Для охлаждённых и мороженых грузов должна быть указана их температура при погрузке в вагоны, для мяса охлаждённого или остывшего – дополнительного убоя животных, а для плодов и овощей – дата сбора и упаковки.

Ветеринарное свидетельство выдают на сырые животные продукты ветеринарным персоналом в местах заготовок или производства этих продуктов для подтверждения их ветеринарного благополучия и качества.

Карантинный сертификат или карантинное разрешение выдают государственные инспекции по карантину на грузы растительного происхождения только в случае вывоза их из районов, объявленных на карантине, и во всех случаях перевозки таких грузов на экспорт или по импорту. Сертификат или разрешение оставляют на станции отправления и хранят как документ строгой отчётности, а их дубликаты прикладывают к перевозочным документам и выдают получателю.

Если к перевозке предъявлена скоропортящаяся продукция, для которой действующими Правилами не установлены условия перевозки, грузоотправитель обязан предъявить станции погрузки стандарт или технические условия на эту продукцию, а в перевозочных документах и в удостоверении о качестве указать вид подвижного состава, способ обслуживания, температурный режим, необходимость вентилирования. Однако если заданные отправителем режим и условия перевозки не могут быть обеспечены в имеющемся подвижном составе и, следовательно, сохранность предъявляемой к перевозке продукции в пути следования не может быть полностью гарантирована, то железная дорога вправе отказать в приёме к перевозке такого груза.

**4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Целью теплотехнического расчёта является определение количества тепла, поступающего в грузовое помещение при работе приборов охлаждения и теряемого при отоплении вагона, а также определение холодопроизводительности установки и мощности приборов охлаждения.

Теплопоступления в вагон учитываются с учётом факторов дислокации вагона, режима перевозки и температуры наружного воздуха. При этом рассматриваем три режима транспортировки, а именно:

- 1-й режим – перевозка СПГ в тяжёлый (летний) период года низкотемпературных грузов; температура грузов -18 ÷ -20°С; температура наружного воздуха +25 ÷ +40°С; температура в грузовом помещении вагона -18 ÷ -20°С; относительная влажность воздуха 30 – 80 %; относительная влажность в грузовом помещении не ниже 80 %;

- 2-й режим – перевозка неохлаждённой плодоовощной продукции с охлаждением в пути следования; температура наружного воздуха +25 ÷ +40°С; температура в грузовом помещении вагона +4 °С; относительная влажность воздуха 30 – 80 %; относительная влажность воздуха в грузовом помещении вагона не ниже 80 %;

- 3-й режим – перевозка грузов в зимнее время с отоплением; температура наружного воздуха -20 ÷ -40°С; температура в грузовом помещении вагона +12 ÷ +14°С; относительная влажность воздуха 80 %; относительная влажность воздуха в грузовом помещении вагона не ниже 80 %.

**4.1 Определение теплопритоков для 1-го режима перевозки СПГ**

Общее количество тепла (Вт), отводимое через поверхность приборов охлаждения или холодопроизводительность установки при перевозке мороженых грузов составляет:

QIобщ=∑Qi; (Вт) (4.1)

где Q1 – теплоприток в грузовое помещение вагона от наружного воздуха и воздуха машинного отделения через ограждения кузова;

Q2 – теплоприток от воздействия солнечной радиации;

Q3 – теплоприток через не плотности в дверях, в люках, в проходах трубопроводов;

Q4 – теплоприток от действия электродвигателей вентиляторов;

Q5 – теплоприток от таяния “снеговой шубы”.

Определяем теплоприток в грузовое помещение вагона от наружного воздуха и воздуха машинного отделения по следующей формуле:

Q1=kн\*Fн\*(tн-tв)+kм\*Fм\*(tм-tв); (Вт) (4.2)

где, kн –коэффициент теплопередачи наружного ограждения кузова, принимаем 0,45 Вт/м2\*°С;

kм – коэффициент теплопередачи машинного ограждения кузова, принимаем 0,45 Вт/м2\*°С;

Fн – площадь наружного ограждения, принимаем для АРВ – 234 м2, для 5-ваг. ИПС – 245,1 м2;

Fм – площадь перегородок машинного отделения, принимаем для АРВ – 19 м2, для 5-ваг. ИПС – 8,5 м2;

tн – температура наружного воздуха, принимаем +35 °С;

tм – температура в машинном отделении вагона, принимаем +43 °С;

tв – температура в вагоне, принимаем -18 °С.

На основании формулы 4.2 определяем теплоприток в грузовое помещение вагона для АРВ и 5-ваг. ИПС.

Для АРВ: Q1=0,45\*234\*(35-(-18))+0,45\*19\*(43-(-18))=6102,45 (Вт)

Для 5-ваг. ИПС: Q1=0,45\*245,1\*(35-(-18))+0,45\*8,5\*(43-(-18))=6078,9 (Вт)

Далее рассчитываем теплоприток от воздействия солнечной радиации, который равен:

Q2=∑Qi или Q2=Qкр.+Qбок.стен+Qторц.стен+Qпол; (Вт) (4.3)

где, Qкр. – теплоприток в грузовое помещение от воздействия солнечной радиации через крышу;

Qбок.стен – теплоприток в грузовое помещение от воздействия солнечной радиации через боковые стены;

Qторц.стен – теплоприток в грузовое помещение от воздействия солнечной радиации через торцевые стены;

Qпол – теплоприток в грузовое помещение от воздействия солнечной радиации через пол.

Каждый из этих слагаемых определяется по следующей формуле:

Q=ki\*Fi\*(Ai\*qi)/αi; (Вт) (4.4)

где, ki – коэффициент теплопередачи части ограждения кузова, принимаем 0,45;

Fi – наружная теплопередающая поверхность облучаемой части ограждения: для АРВ крыша, принимаем 67,5 м2; боковые стены 107,2 м2; торцовые стены 18 м2; пол 53,9 м2; для 5-ваг. ИПС крыша, принимаем 67,8 м2; боковые стены 107,5 м2; торцовые стены 10,3 м2; пол 59 м2;

Ai – коэффициенты поглощения солнечных лучей: для АРВ и 5-ваг. ИПС для крыши, принимаем 0,7; боковые стены 0,6; торцевые стены 0,8; пол 0,98;

qi – среднесуточная интенсивность полного солнечного облучения: для АРВ и 5-ваг. ИПС для крыши, принимаем 328 Вт; для боковых стен 142 Вт; для торцевых стен 80 Вт; для пола 32 Вт;

α – коэффициент теплопередачи наружной поверхности, принимаем 33 Вт/м2\*°С.

На основании формулы 4.4 определяем теплопритоки для стен, пола и крыши отдельно для АРВ и 5-ваг. ИПС.

Для АРВ:

Qкрыши=0,45\*67,5\*(0,7\*328)/33=211,3 (Вт);

Qторц. стен=0,45\*18\*(0,8\*80)/33=15,7 (Вт);

Qбок. стен=0,45\*107,2\*(0,6\*142)/33=124,5 (Вт);

Qпол=0,45\*53,9\*(0,98\*32)/33=23 (Вт).

Для 5-ваг. ИПС:

Qкрыши=0,45\*67,8\*(0,7\*328)/33=212,3 (Вт);

Qторц. стен=0,45\*10,3\*(0,8\*80)/33=9 (Вт);

Qбок. стен=0,45\*107,5\*(0,6\*142)/33=124,9 (Вт);

Qпол=0,45\*59\*(0,98\*32)/33=25,2 (Вт).

После определения теплопритоков от стен, пол и крыши определяем на основании формулы 4.3 теплоприток от воздействия солнечной радиации.

Для АРВ: Q2=211,3+15,7+124,5+23=374,5 (Вт)

Для 5-ваг. ИПС: Q2=212,3+9+124,9+25,2=371,4 (Вт)

Определяем теплоприток через не плотности в дверях, в люках, в проходах трубопроводов по следующей формуле:

Q3=Vн\*ρ/3,6\*(i1-i2) (4.5)

где, Vн – объём воздуха поступающего через не плотности: для АРВ, принимаем 34 м3; для 5-ваг. ИПС, принимаем 45,3 м3;

ρ – плотность воздуха;

i – энтальпия наружного воздуха и энтальпия воздуха грузового помещения вагона, принимаем, согласно, i-d диаграмме: для наружного воздуха 42; для воздуха грузового помещения вагона -18.

Плотность воздуха определяется по следующей формуле:

p=pс\*φс+pв\*φв (4.6)

где, φс – доля сухого воздуха, принимаем 0,5;

φв – доля влажного воздуха, принимаем 0,5;

pс – плотность сухого воздуха ( принимаем 1,146 кг/м3);

pв – плотность влажного воздуха (принимаем 1,121 кг/м3).

Согласно, формуле 4.6 определяем плотность воздуха для АРВ и для 5-ваг. ИПС:

p=1,146\*0,5+1,121\*0,5=1,1335 (кг/м3)

Определив плотность воздуха, рассчитываем теплоприток через не плотности в дверях, в люках, в проходах трубопроводов на основании формулы 4.5.

Для АРВ: Q3=34\*1,1335/3,6\*(42-(-18))=642,3 (Вт);

Для 5-ваг. ИПС: Q3=45,3\*1,1335/3,6\*(42-(-18))=855,8 (Вт).

Теплоприток от действия двигателей вентиляторов не учитываем, так как для данного режима вентилирование не применяется. Q4=0.

Теплоприток от таяния “снеговой шубы”, принимаем равным 120 Вт.

Рассчитав все теплопритоки, мы можем определить общее количество тепла (Вт), отводимое через поверхность приборов охлаждения или холодопроизводительность установки при перевозке мороженых грузов на основании формулы 4.1:

Для АРВ: QI=6102,45+374,5+642,3+120=7239,25 (Вт)

Для 5-ваг. ИПС: QI=6078,9+371,4+855,8+120=7426,1 (Вт)

Таким образом, теплоприток от приборов охлаждения составил: для АРВ – 7239,25 (Вт), а для 5-ваг. ИПС – 7426,1 (Вт).

**4.2 Определение теплопритоков для 2-ого режима перевозки СПГ**

В случае транспортировки неохлаждённых плодоовощей летом (2-й режим) расчёта выполняются следующим образом:

QIIобщ=∑Qi; (Вт) (4.7)

В данном режиме слагаемые определяются таким же образом, как и для 1-ого режима, но учитывая изменение исходных данных, т.е. температурно-влажностного режима.

На основании формулы 4.2 определяем теплоприток от холодильного оборудования, где tн=+35°С; tв=+5 °С.

Для АРВ: Q1=0,45\*234\*(35-5)+0,45\*19\*(43-5)=3483,9 (Вт)

Для 5-ваг. ИПС:Q1=0,45\*245,1\*(35-5)+0,45\*8,5\*(43-5)=3454,2 (Вт)

Теплоприток от воздействия солнечной радиации равен теплопритоку 1-ого режима и составляет: для АРВ – Q2=374,5 (Вт); для 5-ваг. ИПС –Q2= 371,4 (Вт).

Теплоприток через не плотности в дверях, в люках, в проходах трубопроводов определяется на основании формулы 4.5, где pс=1,146 кг/м3; pв=1,121 кг/м3;i1=42; i2=-7.

Для АРВ: Q3=34\*1,1335/3,6\*(42-(-7))=524,56 (Вт)

Для 5-ваг. ИПС: Q3=45,3\*1,1335/3,6\*(42-(-7))=698,9 (Вт).

Далее рассчитываем теплоприток эквивалентный работе электродвигателей вентиляторов-циркуляторов на основании следующей формулы:

Q4=1000\*N\*n\*ηэ\*(τв/24); (Вт) (4.8)

где, N – мощность электродвигателя вентилятора, принимаем для АРВ – 4 кВт; для 5-ваг. ИПС – 4,5 кВт;

n – количество электродвигателей, принимаем 2;

ηэ – коэффициент полезного действия, принимаем 0,8;

τв – максимальная продолжительность работы электродвигателя, принимаем 22 часа.

На основании формулы 4.8 определяем теплоприток эквивалентный работе вентиляторов-циркуляторов.

Для АРВ: Q4=1000\*4\*2\*0,8\*(22/24)=5866,66 (Вт)

Для 5-ваг. ИПС: Q4=1000\*4,5\*2\*0,8\*(22/24)=6599,99 (Вт)

Теплоприток от таяния “снеговой шубы”, принимаем равным 1-му режиму. Q5=120 (Вт).

Определяем теплоприток от воздействия биохимического и биологического тепла перевозимых грузов по следующей формуле:

;(Вт) (4.9)



где, Gг – количество груза, принимаем 25\*103 (кг);

Gт – количество тары, принимаем 10 % от массы груза;

tн – температура начальная , принимаем +35 °С;

tк – температура конечная, принимаем +5 °С;

τв – продолжительность охлаждения, принимаем 72 часа;

q6 – биохимические тепловыделения плодоовощной продукции, принимаем для картофеля 1159,2 кДж/т\*ч.

На основании формулы 4.9 определяем теплоприток от воздействия биохимического и биологического тепла перевозимых грузов.

Для АРВ: (Вт)



Для 5-ваг. ИПС: (Вт)



После определения всех теплопритоков мы можем определить общий теплоприток для 2-го режима по вышеуказанной формуле 4.7.

Для АРВ: QII=3483,9+374,5+524,56+5866,66+120+17456,8=27826,42 (Вт)

Для 5-ваг. ИПС: QII=3454,2+371,4+698,9+6599,99+120+17456,8=28701,29

(Вт)

Таким образом, теплопритоки для 2-го режима перевозки составили: для АРВ=27826,42 (Вт); для 5-ваг. ИПС=28701,29 (Вт).

**4.3 Определение теплопритоков для 3-го режима перевозки СПГ**

Для третьего режима (перевозка грузов в зимнее время с отоплением) определяем мощность нагревательных электропечей. При перевозке грузов с отоплением суммарные теплопритоки складываются из тепловых потерь через ограждение кузова, потерь для подогрева холодного воздуха, поступающего через не плотности и при вентилировании. Количество тепла, эквивалентное работе вентиляторов-циркуляторов при перевозке с отоплением Q4 должно вычитаться из общей суммы теплопотерь.

Следовательно, необходимая мощность нагревательных электропечей составит

QIIIот=Q1+Q2+Q3-Q4; (Вт) (4.10)

Для того, чтобы определить теплоприток QIIIот необходимо определить теплоприток через охлаждение груза, аналогично как и в первом и втором режимах, но второе слагаемое опускается.

Таким образом, теплоприток через охлаждение груза определяется по следующей формуле

Q1=kн\*Fн\*(/tн-tв/); (Вт) (4.11)

где, Q1 – теплоприток через охлаждение груза;

На основании формулы 4.11 определяем теплоприток через охлаждение

Для АРВ: Q1=0,45\*234\*(-40-14)=5686,2 (Вт)

Для 5-ваг. ИПС: Q1=0,45\*245,1\*(-40-14)=5955,93 (Вт)

Вычисляем необходимые затраты на подогрев воздуха поступающего через не плотности на основании следующей формулы

; (Вт) (4.12)



На основании формулы 4.12 определяем теплоприток Q2, но перед этим необходимо определить плотность воздуха поступающего через не плотности на основании формулы 4.6, температуру воздуха в вагоне, принимаем +14 °С, а температуру наружного воздуха, принимаем -40 °С.

Для АРВ и 5-ваг. ИПС: р=1,396\*0,5+1,395\*0,5=1,3955 кг/м3

Для АРВ: (Вт)



Для 5-ваг. ИПС: (Вт)



Далее определяем необходимые затраты тепла на подогрев наружного воздуха поступающего в вагон при вентилировании на основании следующей формулы

; (Вт) (4.13)



где, n – кратность вентилирования, принимаем 5;

V – объём воздуха поступающего через не плотности, принимаем для АРВ – 34 м3; для 5-ваг. ИПС – 45,3 м3;

1,3 – теплоёмкость воздуха;

r – теплота конденсации водяного пара из наружного воздуха, принимаем 2,89;

φв,φн – относительная влажность воздуха в вагон, принимаем φв – 0,5; φн – 0,5;

qв,qн – абсолютная влажность воздуха в вагон и из него, принимаем qв – 10,64; qн – 1,05.

На основании формулы 4.13 определяем затраты тепла на подогрев наружного воздуха поступающего в вагон при вентилировании

Для АРВ: Q3=5\*34/3,6[1,3\*(-40+14)+2,89\*(0,5\*10,64+0,5\*1,05)=798,53 (Вт);

Для 5-ваг. ИПС:

Q3=5\*45,3/3,6\*[1,3\*(-40+14)+2,89\*(0,5\*10,64+0,5\*1,05)=1063,92 (Вт).

Рассчитываем необходимую мощность электропечей на основании формулы 4.8, где τв=14 часов.

Для АРВ: Q4=1000\*4\*2\*0,8\*(14/24)=3733,33 (Вт);

Для 5-ваг. ИПС: Q4=1000\*4,5\*2\*0,8\*(14/24)=4199,99 (Вт).

После определения всех теплопритоков определяем мощность нагревательных электропечей на основании формулы 4.8

Для АРВ: QIII=5686,2+316,31+798,53-3733,33=3067,71 (Вт);

Для 5-ваг. ИПС: QIII=5955,93+421,44+1063,92-4199,99=3241,3 (Вт).

Таким образом, мощность нагревательных электропечей на основании расчётов составила: для АРВ – 3067,71 (Вт); для 5-ваг. ИПС – 3241,3 (Вт).

Теперь необходимо определить собственную мощность нагревательных электропечей, которая определяется по следующей формуле

Nэ=QIII/1000\*ηэ; (Вт) (4.14)

На основании формулы 4.14 рассчитываем собственную мощность

Для АРВ: Nэ=3067,71/1000\*0,8=3,83 (кВт);

Для 5-ваг. ИПС: Nэ=3241,3/1000\*0,8=4,05 (кВт).

Полученные окончательные значения нагрузки на холодильное оборудование увеличиваем на 10 %, в результате потерь в коммуникациях, трубопроводах и другое.

Таким образом, общее количество тепла (Вт), отводимое через поверхность приборов охлаждения или холодопроизводительность установки при перевозке мороженых грузов составит

Для АРВ: QI=7239,25\*10/100=723,9+7239,25=7963,1 (Вт);

Для 5-ваг. ИПС: QI=7426,1\*10/100=742,61+7426,1=8168,71 (Вт).

Транспортировка неохлаждённых плодоовощей летом (2-й режим) составит

Для АРВ: QII=27826,42 \*10/100=2782,6+27826,42=30609 (Вт);

Для 5-ваг. ИПС: QII=28701,29\*10/100=2870,1+28701,29=31571,4 (Вт).

При перевозке грузов с отоплением теплоприток примет вид

Для АРВ: QIII=3067,71\*10/100=306,8+3067,71=3374,5 (Вт);

Для 5-ваг. ИПС: QIII=3241,3\*10/100=324,1+3241,3=3565,4 (Вт).

Собственная мощность нагревательных электропечей составит

Для АРВ: Nэ=3,83\*10/100=0,383+3,83=4,21 (кВт);

Для 5-ваг. ИПС: Nэ=4,05\*10/100=0,405+4,05=4,46 (кВт).

После увеличения теплопритоков собственная мощность нагревателей электропечей составила: для АРВ – 4,21 (кВт); для 5-ваг. ИПС – 4,46 (кВт).

**5. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Холодильные установки рефрижераторных вагонов в целом и их отдельные узлы должны удовлетворять следующим требованиям:

обеспечивать заданную скорость охлаждения плодоовощей, погруженных в неохлаждённом виде, и поддержание в грузовом помещении вагона необходимой для любого перевозимого груза температуры в различных климатических условиях;

обладать высокой степенью автоматизации и надёжностью в эксплуатации в связи с невозможностью во многих случаях доступа к холодильному оборудованию в гружёном рейсе и ремонта его в дорожной обстановке;

иметь малые габариты и массу, конструкцию, технологичную в изготовлении, ремонте и обслуживании;

выдерживать высокие ускорения и вибрации, сохраняя работоспособность после соударения вагонов со скоростью до 3 м/с;

иметь невысокую стоимость изготовления, не требовать частого проведения профилактических осмотров и ремонтов для сокращения трудоёмкости обслуживания;

быть долговечными и экономичными в эксплуатации;

сохранять работоспособность при температуре наружного воздуха 40÷45 °С;

обеспечивать поддержание одной холодильной установкой температуры в вагоне – 10 °С при расчётных условиях.

Компрессор – основной и наиболее сложный элемент паровой компрессионной холодильной машины, получившей наибольшее применение на хладотранспорте. Компрессор предназначен для отсасывания паров холодильного агента из испарителя с целью поддержания в нём низкого давления кипения, сжатия их и нагнетания в конденсатор. Основные типы компрессоров: ротационные с катящимся или вращающимся ротором, винтовые, турбокомпрессоры и поршневые.

Поршневые компрессоры получили наибольшее применение и на хладотранспорте. В 5-вагонной секции БМЗ установлены хладоновые восьмицилиндровые компрессоры 2ФУУБС-18. В условном обозначении марки компрессора цифра 2 определяет модификацию, Ф – фреоновый (хладоновый), УУ – веерообразное расположение цилиндров, БС – бессальниковый, 18 – стандартная холодопроизводительность. Блок-картер представляет собой отливкой сложной конфигурации из серого чугуна, объединяющую четыре блока цилиндров (по два в каждом блоке), картер и корпус встроенного электродвигателя. В картере имеются две опоры для коренных роликовых подшипников коленчатого вала. На консоли вала закреплён ротор короткозамкнутого асинхронного трёхфазного электродвигателя мощностью 10 кВт. Зазор между ротором и статором составляет 0,6÷1,0 мм. На боковых стенках картера имеются люки, через которые обеспечивается доступ к шатунным болтам, нижним головкам шатунов, масляному фильтру и противовесам. Эти люки закрываются крышками со смотровыми стёклами для контроля уровня масла в поддоне масляной ванны. Пробка закрывает отверстие для слива масла. Масляный шестерённо-реверсивный насос с приводом от коленчатого вала смонтирован в полости передней крышки. Масло из масляной ванны через фильтр засасывается насосом и через сверления в коленчатом валу подаётся для смазки нижних разъёмных головок шатунов, имеющих тонкостенные сменные вкладыши. Смазка сменных цилиндровых гильз, поршней и поршневых пальцев осуществляется разбрызгиванием. Поршень непроходной, алюминиевый, с двумя компрессионными и одним малосъёмным кольцами.

Охлаждение компрессора воздушное, а электродвигателя – всасываемым через вентиль паром хладагента, который сначала проходит через корпус электродвигателя и уже затем поступает во всасывающую полость цилиндрового блока.

К теплообменным аппаратам относятся конденсаторы, испарители, воздухоохладители и другое.

В конденсаторах тепло от хладагента отводится наружным воздухом или водой. Воздушные конденсаторы применяются во всех холодильных установках рефрижераторного подвижного состава. Они представляют собой змеевиковые или трубчатые системы с коллекторами. Оребрённая наружная поверхность омывается воздухом.

Конденсатор холодильной установки АРВ и 5-вагонных секций ZB-5 состоит из трёх секций, закреплённых на раме. Крайние секции имеют по четыре ряда вертикальных оребрённых алюминиевых труб наружным диаметром 15 мм, в средней секции – три ряда. Трубы каждого вертикального ряда секций последовательно соединены в змеевики гнутыми калачами. Пары хладагента из компрессора нагнетаются через трубу в газовый коллектор, откуда распределяются по рядам труб. Проходя по трубам, хладагент охлаждается наружным воздухом, подаваемым двумя вентиляторами, расположенными на торцовой стороне конденсатора, конденсируется и стекает вниз к жидкостному коллектору, откуда через патрубок жидкий хладагент отводится в ресивер. Рабочее давление в конденсаторе допускается до 1,6 МПа.

Конденсатор холодильной установки ВР-1М 5-вагонной секции БМЗ выполнен из медных труб с латунными рёбрами, а секции ZA-5 – из стальных труб со стальными рёбрами. Для обдува конденсатора используется один осевой вентилятор.

Испарители бывают двух типов: для охлаждения жидкости (рассола, воды и др.) и воздуха. В стационарных холодильных установках применяются испарители различных конструкций, в транспортных установках – кожухотрубные для охлаждения рассола (в поездах и 12-вагонных секциях) и воздухоохладители (в 5-вагонных секциях и АРВ).

Кожухотрубные испарители по конструкции подобны горизонтальным кожухотрубным конденсаторам. Жидкий хладагент поступает через регулирующий вентиль в пространство между кожухом и трубами снизу. Здесь он кипит, охлаждая рассол, принудительно циркулирующий в трубах с помощью рассольного насоса. Образующиеся пары хладагента отсасываются компрессором через вентиль в верхней части кожуха.

Воздухоохладители 5-вагонных секций и АРВ размещены непосредственно в грузовых помещениях вагонов и являются по сути своей испарителями для непосредственного охлаждения воздуха с принудительной циркуляцией его от вентиляторов-циркуляторов. Внутри оребрённых труб кипит жидкий хладон-12, охлаждая воздух грузового помещения. По своей конструкции они аналогичны воздушным конденсаторам этих вагонов, однако расстояние между рёбрами значительно больше, поскольку на трубах и рёбрах образуется иней из влаги, выпадающей на поверхности аппарата при охлаждении воздуха. Иней снижает коэффициент теплопередачи воздухоохладителя, уменьшает сечение для прохода охлаждаемого воздуха и увеличивает сопротивление его движению, поэтому необходима периодическая оттайка снеговой “шубы”.Оттайка осуществляется или горячими парами хладона-12, направляемыми из компрессора не в конденсатор, а в испаритель в обход регулирующего вентиля, или электропечами в секциях ZA-5 первого выпуска. В 5-вагонных секциях БМЗ воздухоохладители двух холодильных установок совмещены, а в секциях ZA-5 установлены параллельно. В АРВ и секциях ZB-5 воздухоохладители расположены отдельно друг от друга по торцам грузового помещения вагона.

К вспомогательным аппаратам относятся ресиверы, маслоотделители, маслосборники, промежуточные сосуды, отделители жидкости, переохладители, теплообменники и другое. Они обеспечивают длительную и безопасную работу установки, облегчают регулирование рабочего процесса и повышают безопасность и экономичность работы.

Приборы автоматики холодильных установок выполняют пять функций (управление, регулирование, защита, сигнализация и контроль).

Приборы управления (программные реле, реле времени) обеспечивают автоматический пуск, включение или отключение установки или её отдельных узлов в заданной последовательности.

Приборы регулирования автоматически поддерживают в определённых пределах основные параметры (температуру, давление, уровень жидкости и другое). К ним относятся термостаты, терморегулирующие вентили, реле уровня, поплавковые регуляторы, регуляторы давления всасывания и другое.

Приборы автоматической защиты (реле давления, реле температуры и другое) отключают всю холодильную установку или отдельные её элементы при наступлении опасных режимов работы.

Автоматическая сигнализация включает световые или звуковые сигналы (лампы, звонки, сирены) при достижении заданного значения контролируемой величины или при приближении к опасному режиму работы установки.

Приборы автоматического контроля (самописцы, счётчики моточасов и др.) осуществляют измерение и запись определённых параметров работы холодильной установки (температуру в вагонах, время работы оборудования и другое).

**5.1 Расчёт и выбор компрессора**

После расчёта потребной холодопроизводительности на II режиме её переводим в стандартную и по большей величине выбираем компрессор. Стандартная холодопроизводительность определяется по формуле

;(Вт) (5.1)



где, Qраб – холодопроизводительность при рабочих условиях, Вт;

qvст – объёмная холодопроизводительность агента при стандартных условиях, принимаем 1335,6;

qvраб – объёмная холодопроизводительность агента при рабочих условиях, принимаем 1140,9;

λст – коэффициент подачи холодильного агента при стандартных условиях, принимаем 0,72;

λраб - коэффициент подачи холодильного агента при рабочих условиях, принимаем 0,592.

Значение данных параметров зависит от температуры условий работы холодильной машины, т. е. от температуры кипения хладагента, конденсации, а также отношения давления конденсации и кипения.

Для рабочих условий эти температуры зависят от температуры в рабочем помещении вагона, температуры наружного воздуха, наличия теплообменника и вида охлаждения испарителя.

Таким образом, на основании формулы 5.1 определяем стандартную холодопроизводительность

Для АРВ: (Вт);



Для 5-ваг. ИПС: (Вт).



На основании расчётов выбираем компрессор, для данной холодопроизводительности подходит 2ФУУБС18, с мощностью 10 кВт и холодопроизводительностью 18, поршневой, бессальниковый. Компрессор – основной и наиболее сложный элемент паровой компрессионной холодильной машины, получившей наибольшее применение на хладотранспорте. Более 90% всех компрессионных холодильных машин в России выпускают с поршневыми компрессорами, которые при холодопроизводительности 0,1÷300 кВт обладают следующими преимуществами перед компрессорами других типов:

меньше масса, габариты и потребление энергии;

хорошо освоенная технология производства и меньшая трудоёмкость изготовления;

способность работать с более высоким отношением давлений при сжатии в одной ступени и на разных холодильных агентах.

Поршневые компрессоры отличаются большим разнообразием конструктивных форм, их классифицируют по:

стандартной холодопроизводительности (малые до 12 кВт, средние – от 12 до 120 кВт, крупные - свыше 120 кВт); с углом развала от 45 до 60

расположению осей цилиндров (вертикальные, горизонтальные, V-образные с углом развала цилиндров от 60 до 90°, веерообразные с углом развала от 45 до 60°);

числу цилиндров (одно-, двух-, восьми- и многоцилиндровые);

направлению движения хладагента в цилиндре компрессора (прямоточные и непрямоточные);

назначению (в общепромышленном исполнении, экспортно-тропическом для судовых холодильных установок, для транспорта);

числу ступеней сжатия (одно-, двух- и многоступенчатые);

степени герметичности: открытого типа (сальниковые), бессальниковые (полугерметичные) и герметичные.

В условном обозначении компрессора цифра 2 определяет модификацию, Ф – фреоновый (хладоновый), УУ – веерообразное расположение цилиндров, БС – бессальниковый, 18 – стандартная холодопроизводительность, охлаждение воздушное.

**5.2 Расчёт и выбор конденсатора**

В конденсаторах тепло от хладагента отводится наружным воздухом или водой. Воздушные конденсаторы применяются во всех холодильных установках рефрижераторного подвижного состава.

Конденсатор холодильной установки ВР-1М 5-вагонной секции БМЗ выполнен из медных труб с латунными рёбрами. Для обдува конденсатора используется один осевой вентилятор.

Из конденсаторов с водяным охлаждением наибольшее распространение получили горизонтальные кожухотрубные в стационарных установках средней и большой производительности. У них пары холодильного агента подаются в пространство между кожухом и трубами, по которым протекает вода. Применяются также вертикальные кожухотрубные, оросительные, элементные, испарительные и другие типы конденсаторов.

Конденсатор холодильной установки АРВ состоит из трёх секций, закреплённых на раме.

Аммиачные конденсаторы поездов и 12-вагонных секций имеют значительно большую поверхность и состоят из вертикально-трубчатых секций с оребрёнными стальными трубами, обдуваемых одним лопастным вентилятором.

Расчёт конденсатора сводится к определению его теплопередающей поверхности, по величине которой конструируют или подбирают стандартные агрегаты. Наибольшая нагрузка на конденсатор приходится на II режим, поэтому расчёт производим для II режима.

Прежде всего, определяем тепловую нагрузку (производительность) конденсатора (Вт) по формуле

Qк=Q0+1000\*Nтеор (Вт) (5.2)

где, Qк – производительность конденсатора;

Q0 – холодопроизводительность брутто;

Nтеор – мощность компрессора, принимаем согласно выбранному типу компрессора 2ФУУБС18 – 10 кВт.

На основании формулы 5.2 определяем производительность конденсатора

Для АРВ: Qк=21498,6+1000\*10,0=31498,6(Вт);

Для 5-ваг. ИПС: Qк=22175,3+1000\*10,0=32175,3 (Вт).

После определения производительности конденсатора определяем поверхность теплопередачи по следующей формуле

(м2) (5.3)



где, Fк – поверхность теплопередачи;

К – коэффициент теплопередачи, принимаем 30;

- среднеарифметическая разность температур в начале и конце теплообмена, °С, принимаем 7 °С.



Производим расчёт на основании формулы 5.3

Для АРВ: (м3);



Для 5-ваг. ИПС: (м3).



Так как 2 комплекта, то площадь конденсатора равна Fк/2

Для АРВ: Fк=150/2=75 (м3);

Для 5-ваг. ИПС: Fк=153/2=76,5 (м3).

Далее определяем общую длину труб конденсатора по следующей формуле

(м) (5.4)



где, L – общая длина труб конденсатора, м;

d – диаметр трубы конденсатора, м, принимаем 0,02 м;

π – принимаем 3,14

На основании формулы 5.4 определяем общую длину труб конденсатора

Для АРВ: L=75/(3,14\*0,02)=1194,6 (м);

Для 5-ваг. ИПС: L=76,5/(3,14\*0,02)=1218,2 (м).

Определяем количество труб в конденсаторе на основании следующей формулы

(шт.) (5.5)



где, n – количество труб в конденсаторе;

l – длина трубы конденсатора, принимаем 15 м.

На основании формулы 5.5 определяем количество труб в конденсаторе

Для АРВ: n=1194,6/15=80 (штук);

Для 5-ваг. ИПС: n=1218,2/15=82 (штуки).

На основании расчётных данных составляем таблицу 5.1, в которой указываем вид подвижного состава, производительность конденсатора, поверхность теплопередачи, длина труб, количество труб.

Таблица 5.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид подвижного  состава | Производительность  конденсатора | Поверхность  теплопередачи | Длина  труб | Количество  труб |
| АРВ | 31498,6 | 150/75 | 1194,6 | 80 |
| 5-ваг. ИПС | 32175,3 | 153/76,5 | 1218,2 | 82 |

Примечание: в таблице 5.1 слева от дробной черты значение поверхности теплопередачи 2-х комплектов, а справа от дробной черты значение поверхности теплопередачи одного комплекта.

На основании данных расчётов произведенных в данной курсовой работе принимаем следующий вид конденсатора: ВР-1М.

**5.3 Расчёт и выбор испарителя**

Испарители бывают двух типов: для охлаждения жидкости (рассола, воды) и воздуха. В стационарных холодильных установках применяются испарители различных конструкций, в транспортных установках – кожухотрубные для охлаждения рассола и воздухоохладители (в 5-вагонных секциях и АРВ).

Расчёт испарителя заключается в определении его теплопередающей поверхности, определяемой по следующей формуле

(м2) (5.6)



где, Fu – поверхность теплопередачи;

QI0 – холодопроизводительность установки, Вт;

Ku – коэффициент теплопередачи испарителя, Вт/м2\*град, принимаем 30 Вт/м2\*град;

- средняя разность температур между температурой воздуха в камере и холодильным агентом, °С, принимаем 7 °С.



На основании формулы 5.6 определяем теплопередающую поверхность испарителя

Для АРВ: (м2);



Для 5-ваг. ИПС: (м2).



Определяем общую длину труб испарителя (м) по следующей формуле

(м) (5.7)



где, d – диаметр трубы, м, принимаем 0,02 м.

На основании формулы 5.7 определяем длину труб испарителя

Для АРВ: (м);



Для 5-ваг. ИПС: (м).



Далее выбрав длину трубы, определяем количество труб в испарителе на основании следующей формулы

(шт.) (5.8)



На основании формулы 5.8 определяем количество труб в испарителе

Для АРВ: n=549,4/15=37 (штук);

Для 5-ваг. ИПС: n=573,2/15=39 (штук).

Исходя, из проделанных расчётов более всего для наших транспортных установок подходит следующий вид испарителя: воздухоохладитель – для охлаждения воздуха.

**6. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕФРИЖЕРАТОРНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

**6.1 Определение расстояния безэкипировочного пробега рефрижераторного подвижного состава**

При эксплуатации РПС возникает необходимость в его экипировке дизельным топливом и другими материалами. Расстояние безэкипировочного следования является важным эксплуатационным показателем.

Расстояние безэкипировочного пробега зависит от ёмкости топливных баков, суточного расхода топлива, маршрутной скорости, “холодных” поездов и рефрижераторных вагонов и определяется по следующей формуле

L=(G1-G2)/g\*Vм; (км) (6.1)

где, L – длина безэкипировочного пробега;

G1 – полная вместимость топливных баков, принимаем для АРВ – 560 л; для 5-ваг. ИПС – 5100 л;

G2 – резервный запас дизельного топлива, принимаем для АРВ – 160 л; для 5-ваг. ИПС – 1440 л;

g – удельный расход дизельного топлива, принимаем для АРВ – 80 л; для 5-ваг. ИПС – 720 л;

Vм – маршрутная скорость, км/сут, принимаем для АРВ – 700 км/сут; для 5-ваг. ИПС – 750 км/сут.

На основании формулы 6.1 определяем расстояние безэкипировочного пробега

Для АРВ: L=560-160/80\*700=3500 (км);

Для 5-ваг. ИПС: L=5100-1440/720\*750=3812,5 (км).

Таким образом, расстояние безэкипировочного пробега равно для АРВ – 3500 км, а для 5-ваг. ИПС – 3812,5 км.

**6.2 Анализ организации и технологии работы с ИПС в процессе транспортировки СПГ**

Экипировка рефрижераторных вагонов эксплуатационными материалами производиться в рефрижераторных вагонных депо, так и на специальных пунктах экипировки РПС. Различают вспомогательные пункты, предназначенные для снабжения РПС дизельным топливом, смазкой и водой, и основные, на которых РПС может экипируется, кроме того, хладагентом, компрессорным маслом, дистиллированной водой и другими материалами.

Экипировка на таких пунктах выполняется в любое время суток и года во время стоянки поезда по графику. Экипировочные материалы отпускают по форменным требованиям за подписью начальника поезда и печатью депо приписки. Продолжительность экипировки не должна превышать 1 ч, а при дозаправке хладагентом и рассолом – 3 ч. Операции экипировки совмещают с техническим осмотром вагонов. При необходимости текущий ремонт неисправных деталей и узлов оборудования РПС может производиться в механических мастерских, расположенных в здании пункта экипировки.

Если пункт экипировки размещается не в парке отправления, то длина экипировочных путей должна быть не менее 450 м.

Для автономных рефрижераторных вагонов характерна высокая степень автоматизации энергохолодильного оборудования, что позволяет эксплуатировать их без сопровождающего персонала. Техническое обслуживание их между деповскими ремонтами осуществляется механиками пунктов технического обслуживания АРВ (ПТО АРВ) по планово-предупредительной системе. Инструкцией по эксплуатации и техническому обслуживанию АРВ (ЦМ-ЦВ/3214) установлены следующий виды технического (ТО) и укрупнённого технического обслуживания (УТО) АРВ: ТО-1 – при погрузке вагона, ТО-2 – в пути следования гружёных АРВ через 24-30 ч, ТО-3 – при выгрузке, УТО-1 – через 120-180 работы дизель-генераторов, УТО-2 – через 460-500 ч работы дизель-генераторов, но не реже одного раза в 6 месяцев.

Основное назначение ТО-1,ТО-2, ТО-3 заключается в контрольной проверке параметров работающего оборудования и настройке его на необходимый режим работы. Это позволяет осуществлять их на местах погрузки, выгрузки и в пути следования без изъятия вагонов из эксплуатации.

В зависимости от сложности и характера выполняемых работ пункты технического обслуживания АРВ (ПТО АРВ) делятся на три категории:

Основные – выполняют все виды УТО и ТО;

Укрупнённые – выполняют УТО-1, ТО-1, ТО-2 и ТО-3;

Контрольные – выполняют ТО-1, ТО-2 и ТО-3.

Кроме того, все ПТО должны выполнять текущий ремонт АРВ различной сложности.

Важнейшей задачей технического обслуживания РПС является обеспечение постоянной температуры в грузовых помещениях вагонов.

Рефрижераторные секции обслуживают сопровождающие их поездные бригады. К каждой секции приписаны две сменные бригады, одна из которых находится в очередном рейсе, а другая - на отдыхе.

Состав бригады устанавливает МПС. Для 5-вагонной секции она состоит из 3 человек (начальника и двух механиков).

Бригада должна обеспечивать исправное техническое состояние оборудования и постоянную готовность поезда к перевозке скоропортящихся грузов и другое.

Техническая документация секции, помимо чертежей и инструкций по обслуживанию оборудования, состоит из маршрута (форма ВУ-83), рабочего журнала (форма ВУ-85), журнала учёта неисправностей (форма ВУ-87).

Подготовка вагонов к перевозке включает технический и коммерческий осмотры, проверку исправности энергохолодильного оборудования, в необходимых случаях экипировку и предварительное охлаждение или обогрев грузовых помещений вагонов перед погрузкой. Исправность оборудования проверяют пробным запуском с полной нагрузкой в течение 20-30 минут.

Загружают и разгружают рефрижераторные вагоны в присутствии работников обслуживающей бригады, которые должны совместно с работниками станции контролировать сохранность оборудования, правильность укладки, состояние, качество и температуру груза.

**6.3 Определение расстояния между пунктами технического обслуживания автономных рефрижераторных вагонов**

Расстояние между ПТО АРВ рассчитывается по формуле

Lпто=1/24\* τр \*Vм; (км) (6.2)

где, τр – продолжительность работы оборудования АРВ между техническим обслуживанием, принимаем 24 часа.

На основании формулы 6.2 определяем расстояния между пунктами технического обслуживания автономных рефрижераторных вагонов

Для АРВ: Lпто=1/24\*24\*700=700 (км);

Для 5-ваг. ИПС: Lпто=1/24\*24\*750=750 (км).

На основании произведённых расчётов в данной курсовой работе мы получили расстояние между ПТО АРВ для АРВ – 700 км, а для 5-ваг. ИПС – 750 км.

**7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБОРОТА ВАГОНА**

Оборот вагона характеризует затраты времени в сутках (или часах) на определённый цикл от одной погрузки СПГ до другой.

За время оборота изотермический вагон находится на одной станции погрузки и одной станции выгрузки (в случае отсутствия порожнего пробега данные станции совпадают), в пути следования в гружёном состоянии (в том числе на попутных технических станциях, пунктах экипировки и санитарной обработки) и в порожнем состоянии до станции новой погрузки.

Полный оборот изотермического вагона состоит из следующих составных элементов: в движении, под грузовыми операциями, на технических станциях, на транзитных пунктах экипировки и обслуживания перед погрузкой.

Оборот вагона рассматриваем для трёх вариантов:

1-й вариант предусматривает закрепление вагонов за обслуживанием определённого направления (станция последующей и предыдущей погрузок совпадают);

2-й вариант полностью исключает порожний пробег вагона (станция выгрузки и станция последующей погрузки совпадают), т.е. Lпор=0;

3-й вариант предусматривает последующую погрузку вагона в районах массового производства СПГ, т.е. Lпор≠Lгр.

Оборот вагона на направлении Пермь-2 – Чита-1 определяется по следующей формуле

О=1/24\*(l/vуч+км\*tгр+l/lтех\*tтех+lгр/lэ\*tиз); (сутки) (7.1)

где, О – оборот вагона, сутки;

l – полный рейс вагона, км, принимаем 4771 км;

vуч – участковая скорость, км/ч, принимаем 30 км/ч;

км – коэффициент местной работы, принимаем 0,8;

tгр – средний простой изотермического вагона под одной грузовой операцией, час, принимаем 3 часа;

lтех – вагонное плечо или среднее расстояние между техническими станциями, км, принимаем 500 км;

tтех – средний простой изотермического вагона на одной технической станции, час, принимаем 0,83 часа;

lгр – гружёный рейс, км принимаем 4771 км;

lэ – допускаемый пробег между смежными экипировками или техническим обслуживанием АРВ, км, принимаем 3500 км для АРВ, для 5-ваг. ИПС – 3812,5 км;

tиз – средний простой изотермического вагона под техническим обслуживанием и экипировками на транзитных пунктах, час, принимаем 2 часа.

На основании формулы 7.1 определяем оборот вагона для 1-го варианта

Для АРВ: О=1/24\*(9542/30+0,8\*3+9542/500\*0,83+4771/3500\*2)=14,1 (суток);

Для 5-ваг ИПС: О=1/24\*(9542/30+0,8\*3+9542/500\*0,83+4771/3812,5\*2)=14,12 (суток)

Далее рассчитываем оборот вагона для 2-го варианта по формуле 7.1, порожний пробег отсутствует

Для АРВ: О=1/24\*(4771/30+0,8\*3+4771/500\*0,83+4771/3500\*2)=7,2 (суток);

Для 5-ваг. ИПС: О=1/24\*(4771/30+0,8\*3+4771/500\*0,83+4771/3812,5\*2)=7,16 (суток).

На основании формулы 7.1 определяем оборот вагона для 3-го варианта, в котором Lгр≠Lпор

Для АРВ: О=1/24\*(6500/30+0,8\*3+6500/500\*0,83+4771/3500\*2)=9,7 (суток);

Для 5-ваг. ИПС: О=1/24\*(6500/30+0,8\*3+6500/500\*0,83+4771/3812,5\*2)=9,68 (суток).

На основании произведённых расчётов оборот вагона составил: для 1 варианта – 14,1 суток для АРВ, 14,12 суток для 5-ваг. ИПС; для 2 варианта: - 7,2 суток для АРВ, 7,16 суток для 5-ваг. ИПС; для 3 варианта: 9,7 суток для АРВ, 9,68 суток для 5-ваг. ИПС.

Далее в курсовой работе строим график оборота вагона для всех трёх вариантов (графическая работа №1).

Намечаем мероприятия по сокращению оборота вагона:

1. Сокращение времени простоя на технических станциях;
2. Сокращение времени на погрузку-выгрузку;
3. Увеличение безэкипировочного пробега;
4. Увеличение маршрутной скорости по участкам;
5. Сокращение времени на техническое обслуживание.
6. Сокращение времени на ожидание подачи

**8. ВЫБОР И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ТРАНСПОРТИРОВКИ СПГ**

Большинство эксплуатационных задач решается путём сравнения различных вариантов организации работ, причём в качестве критерия оптимальности часто используется 1 вагоно-час. Такие задачи, как организация вагонопотоков, определение очерёдности подач вагонов к грузовым фронтам и т.п., основываются на использовании этого показателя. Применение его вполне обосновано, если решаются задачи, имеющие в своей основе однородные исходные. Однако в ряде случаев использование вагоно-часа в качестве критерия оптимальности приводит к искажению результатов. Это положение, в частности, относится к эксплуатационным вопросам, связанным с использованием изотермического подвижного состава. Например, неправомерно сравнивать вагоно-час платформы, платформы загруженной песком и рефрижераторного вагона, гружённого мороженым мясом. При сравнении вариантов по общему значению показателя может получиться, что при выборе очерёдности подачи или выборе системы продвижения вагонопотоков предпочтение будет отдано платформе с песком. Чтобы избежать таких ошибок вводятся коэффициенты, при помощи которых приравниваются значения вагоно-часов отдельных групп вагонов. Они называются коэффициентами эквивалентности.

Себестоимость перевозок определяют традиционным методом расходных ставок. Учитываемые расходы подразделяют на три группы: независящие от типа вагона (одинаковые для всех изотермических вагонов); зависящие от их типа; учитывающие особенности системы охлаждения, отопления и энергоснабжения.

Простои изотермических вагонов в ожидании подачи на грузовые фронты холодильников приводят к большим потерям денежных средств. Простои возникают в результате ограниченной вместимости холодильников и недостаточной перерабатывающей способности грузовых фронтов.

Организация перевозок скоропортящихся грузов предусматривает различные варианты прокладки ускоренных поездов, специализированных на перевозке скоропортящихся грузов, на графике движения поездов. Среди наиболее распространённых способов выделяют прокладку поездов с более высокими скоростями по разрозненным ниткам графикам и в одном пакете с пассажирскими поездами.

В первом варианте прокладки в дополнительные затраты в сравнении с вариантом движения этих поездов по параллельному графику обычно включают затраты, вызванные простоями составов ускоренных поездов на начальных станциях в ожидании отправления, связанные с обгонами грузовых поездов ускоренными, увеличением механической работы на передвижение ускоренных поездов в связи с увеличением скорости их движения, обгонами ускоренных поездов пассажирскими поездами. Технико-эксплуатационные преимущества предварительного охлаждения фруктов и овощей можно определить по следующей методике. Сравнивают затраты на строительство и обслуживание СПО и экономию от целого ряда преимуществ, полученных за счёт предварительного охлаждения фруктов и овощей.

Себестоимость производства электроэнергии определяют делением суммы амортизационных отчислений от стоимости дизель-генераторов и эксплуатационных расходов на их содержание и обслуживание на количество расходов на их содержание и обслуживание на количестве выработанной энергии. Такие расходы определяют за год, что позволяет получить среднюю оценку себестоимости. В сезоны максимального использования оборудования величина себестоимости производства энергии сокращается, а в другие периоды увеличивается.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В курсовой работе выбрали 7 видов грузов для перевозки. Один груз к перевозке не приняли, так как уставный срок доставки больше, чем предельный – мясо охлаждённое.

На основе теоретических расчётов определили количество вагонов и поездов, необходимых для перевозки данных видов грузов. Выбрали необходимый изотермический подвижной состав для перевозки скоропортящихся грузов.

Проанализировали показатели простоя изотермического подвижного состава под грузовыми операциями, наметили мероприятия по сокращению простоя изотермического подвижного состава.

Произвели теплотехнический расчёт АРВ и 5-ваг. ИПС для трёх режимов перевозки, который составил: для 1-го режима для АРВ - 7963,1 (Вт), для 5-ваг. ИПС - 8168,71 (Вт); для 2-го режима для АРВ - 30609 (Вт); для 5-ваг. ИПС -31571,4 (Вт); для 3-го режима для АРВ - 3374,5 (Вт); для 5-ваг. ИПС -3565,4 (Вт). Определили собственную мощность нагревателей электропечей, которая составила для АРВ - 4,21 (кВт); для 5-ваг. ИПС -4,46 (кВт).

Произвели выбор холодильного оборудования для АРВ и 5-ваг. ИПС: к эксплуатации приняли компрессор 2ФУУБС18, конденсатор ВР-1М, испаритель для охлаждения паров воздуха.

Определили безэкипировочный пробег изотермического подвижного состава, расстояние между пунктами ПТО АРВ, проанализировали технологию работы с изотермическим подвижным составом в процессе транспортировки скоропортящихся грузов.

Рассчитали оборот вагона для 3 вариантов: с одинаковым гружёным и порожним пробегом, который составил для АРВ - 14,1 суток, 14,12 суток для 5-ваг. ИПС; без порожнего пробега - 7,2 суток для АРВ, 7,16 суток для 5-ваг. ИПС; гружёный пробег не равен порожнему - 9,7 суток для АРВ, 9,68 суток для 5-ваг. ИПС и построили график оборота вагона.

Также произвели обоснование оптимального варианта транспортировки скоропортящихся грузов.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Атлас-схема железных дорог Российской Федерации и стран Содружества независимых государств;
2. Железнодорожный хладотранспорт. / М.Н. Тертеров, Н.Е. Лысенко, В.Н. Панфёров, - М.: Транспорт, 1987. – 255 с.;
3. Инструкция по обслуживанию перевозок скоропортящихся грузов в международном сообщении между государствами-участниками Содружества, Латвийской Республикой, Литовской Республикой, Эстонской Республикой. №ДЧ. – 1998, - 49 с.;
4. Информационно-справочные материалы по дисциплине “Транспортная энергетика”: Методические указания по выполнению курсового и дипломного проектирования. – Чита: ЗабИЖТ, 2003. – 28 с. Иванова Т.В;
5. Математические модели процессов грузовой работы. – М.: Транспорт, 1982. – 256 с. Смехов А.А.;
6. Обоснование рационального способа транспортировки скоропортящихся грузов на направлении: Методические указания по выполнению курсового и дипломного проектирования. – Чита: ЗабИЖТ, 2002. – 47 с. Иванова Т.В.;
7. Перевозка скоропортящихся грузов: Справочник. / А.П. Леонтьев. – М.: Транспорт, 1986. – 304 с.;
8. Сборник правил перевозок грузов на железнодорожном транспорте. – М., 2001. – 599 с.;
9. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования по дисциплине “Хладотранспорт”: Методические указания. – М.: МИИТ, 1997. – 45 с. Лысенко Н.Е., Панфёров В.Н.;
10. Статистические методы обработки эмпирических данных. / В.А. Грешников. – М.: Транспорт, 1988. – 231 с.;
11. Транспортный устав железных дорог Российской Федерации. – М., 1998. – 128 с.;
12. Типовой технологический процесс работы грузовой станции в условиях функционирования автоматизированной системы управления. – М., 1998. – 144 с.;
13. Энергетика и технология хладотранспорта. – М.: Транспорт, 1993. – 228 с. Левенталь Л.Я., Лысенко. Н.Е.;
14. ЦВ/4070. Групповой рефрижераторный подвижной состав железных дорог: Инструкции по эксплуатации. – М.: Транспорт, 1983. – 86 с.;
15. Конспект лекций по дисциплине “Хладотранспорт”.