

Кафедра «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ
НА ЗАДАННОМ НАПРАВЛЕНИИ**

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы
по дисциплине

«Хладотранспорт и основы теплотехники»

для обучающихся по специальности 23.05.04

«Эксплуатация железных дорог» очной и заочной форм обучения

Составители: Н.Х. Варламова
Ю.П. Пацев
М.В. Прусов

Организация перевозок скоропортящихся грузов на заданном направлении: методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Хладотранспорт и основы теплотехники» для обучающихся по специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» очной и заочной форм обучения/составители: Н.Х. Варламова, Ю.П. Пацев, М.В. Прусов – Самара: СамГУПС, 2020. – 48 с.

В методических указаниях изложены общие требования и рекомендации по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Хладотранспорт и основы теплотехники» для обучающихся по специальности 23.05.04. Основной целью выполнения расчетно-графической работы является углубление и закрепление знаний обучающихся, а также привитие им практических навыков самостоятельного решения практических задач, связанных с организацией и выполнением важных и сложных перевозок во внутреннем сообщении скоропортящихся грузов железнодорожным транспортом. Уметь использовать уникальные логистические схемы при перевозке груза, практиковать индивидуальный подход и оптимальное решение для каждого конкретного случая.

Утверждены на заседании кафедры ТГКРСУ от 23.01.2020 г., протокол № 5.
Печатаются по решению редакционно-издательского совета университета.

Составители: Варламова Нелли Хасановна к.т.н., доцент
Пацев Юрий Павлович, старший преподаватель
Прусов Максим Владимирович, старший преподаватель

Рецензенты:
к.т.н., доцент кафедры «УЭР» В.И. Александров
Начальник сектора продажи услуг Кбш ТЦФТО О.А. Ефремова

Подписано в печать
Усл. печ. л. 2.0 Заказ №

Формат 60x90 1\16

Исходные данные:

1. Направление перевозки, размеры годовых грузопотоков скоропортящихся грузов принимаются студентом из таблицы 1.1.

Правилами перевозок грузов год условно разделен на три периода: летний, переходный и зимний. Под периодами года принимаются периоды, установленные на основании климатических данных по регионам страны. летний период с 16 марта-14 ноября включительно, зимний с 15 декабря по 15 февраля, переходный- с 15 ноября по 14 декабря, с 16 февраля по 15 марта. Период перевозки задается преподавателем.

Таблица 1.1

Варианты расчетно-графической работы

Номер варианта (по списку)	Направление перевозки	Грузопоток, т в год	Процент каждого вида скоропортящихся грузов от их общего грузопотока									
			Мясо		Рыба		Овощи свежие	Фрукты и ягоды	Масло животное	Консервы	Молочные продукты	Виноградное вино и пиво, минводы
			охлажденное	мороженое	охлажденное	мороженое						
1	Кунцево-2– Артем Приморский-1	480 000	20	25	-	-	10	-	20	15	10	-
2		460 000	20	20	-	-	-	20	10	10	20	-
3		440 000	25	20	-	-	10	-	10	20	-	15
4		420 000	20	25	-	-	-	20	15	15	5	-
5		450 000	15	30	-	-	15	-	10	20	10	-
6	Кунцево-2-Хабаровск-2	470 000	30	10	-	-	25	-	-	10	5	20
7		490 000	25	10	-	-	20	10	20	-	15	-
8		500 000	20	15	-	-	15	15	-	-	20	15
9		520 000	25	10	-	-	20	25	10	10		-
10		540 000	10	20	-	-	25	-	-	10	10	25
11	Артем Приморский-1- Кунцево-2	480 000	-	-	20	20	-	20	10	20	10	-
12		460 000	-	-	30	20	-	10		10	10	20
13		440 000	-	-	20	35	-	10	10	15	-	10
14		420 000	-	-	35	20	10	10	10	15	-	-
15		450 000	-	-	10	40	-	10	10	20	-	10
16	Санкт-Петербург Финляндский- Екатеринбург Товарный	470 000	30	20	-	-	15		10	-	15	10
17		490 000	30	15	-	-	-	-	-	25	15	15
18		400 000	25	20	-	-	10	15	-	-	10	20
19		420 000	30	25	-	-	-	-	10	10	15	10
20		440 000	15	10	-	-	-	10	-	25	25	15

21	Санкт-Петербург Финлянский- Клещиха	480 000	10	20	-	-	25	25	20	10	-	-
22		460 000	10	20	-	-	5	-	15	30	20	-
23		440 000	25	25	-	-	10	10	-	20	10	-
24		420 000	15	25	-	-	-	10	15	15	20	-
25		450 000	-	-	20	15	20	10	-	15	20	-
26	Мыс Чуркин-Екатеренбург Сортировочный	470 000	-	-	25	25	10	10	-	20	10	-
27		490 000	-	-	20	20	-	-	10	25	20	5
28		400 000	-	-	30	20	10	10	10	20	-	-
29		420 000	-	-	25	30	-	20	5	10	10	-
30		440 000	-	-	20	30	-	-	10	15	10	15

Варианты индивидуальных заданий

Последняя цифра варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Первая цифра варианта										
1,3,5,7,9	1, 21	2, 22	3, 23	4, 24	5, 25	6, 26	7, 27	8, 28	9, 29	10, 30
2,4,6,8,0	20, 31	19, 32	18, 33	17, 34	16, 35	15, 36	14, 37	13, 38	12, 39	11, 40

Темы для индивидуальных заданий

По указанию преподавателя выполнить, определить или исследовать тему:

1. Холодильные склады и их оснащение.
2. Техническое обслуживание АРВ.
3. Техническое обслуживание группового РПС.
4. Основные направления развития железнодорожного хладотранспорта.
5. Химический состав и физические свойства.
6. Исследование способов погрузки СПГ.
7. Схемы реализации НХЦ.
8. Основные хладагенты и холодоносители холодильных установок.
9. Основные типы ИПС и их главные особенности.
10. Схема холодильной установки, ее основные элементы и описание работы.
11. Техника безопасности на железнодорожном хладотранспорте.
12. Реле давления РД-1 в управлении холодильной машины.
13. Регулятор давления всасывания при пуске компрессора.
14. Термостат-регулятор (реле температур).
15. Терморегулирующие вентили.
16. Поплавковый регулирующий вентиль.
17. Биметаллические датчики температуры.
18. Барорегулирующий вентиль.
19. 5-вагонная секция ЗА-5. Конструкция, геометрия, характеристики кузова и холодильного оборудования вагона-холодильника.
20. Регулятор температуры жидкости или воздуха на выходе охладителей.
21. Соленоидный вентиль для регулирования потока жидкости.
22. Реле давления.
23. Термометр сопротивления и полупроводниковый термометр.
24. Дифференциальное реле (типа РКС-1Б).
25. Электронный регулятор жидкости.
26. 5-вагонная секция ЗВ-5. Конструкция, геометрия, характеристики кузова и холодильного оборудования вагона-холодильника.
27. Измерение влажности воздуха, типы психрометров.
28. Компрессорно-конденсаторный агрегат с компрессором типа ФУУБС-18А.

29. Холодильная установка 5-вагонной секции БМЗ.
30. Холодильная установка АРВ.
31. Неисправности холодильных установок и их устранение.
32. Консервирование продуктов. Процессы, происходящие в пищевых продуктах.
33. 5-вагонная секция БМЗ. Конструкция, геометрия, характеристики кузова и холодильного оборудования вагона-холодильника.
34. Пакетирование перевозок СПГ.
35. Перевозки СПГ в прямых смешанных сообщениях.
36. Системы контроля за соблюдением условий перевозки СПГ.
37. Автономный рефрижераторный вагон (АРВ). Конструкция, геометрия, характеристики кузова и холодильного оборудования.
38. Экипировка рефрижераторных секций и АРВ.
39. Организация перевозок СПГ на особых условиях.
40. Перевозка животных и птиц на железнодорожном транспорте.
41. Способы хранения СПГ.
42. Маршрутизация перевозок СПГ.
43. Опыт работы железнодорожного хладотранспорта в странах Европы.
44. Методы очистки испарителя холодильной машины от инея («снеговая шуба»).
45. Принципы и приборы автоматизации холодильных установок.
46. Разработка и производство новых экологичных хладагентов в России и за рубежом.
47. Эффективность перевозки СПГ в контейнерах.
48. Организация вагонопотоков со скоропортящимися грузами.

Введение

Миссия железнодорожного хладотранспорта состоит в эффективном удовлетворении рыночного спроса на перевозки скоропортящихся грузов в рефрижераторах, вагонах-термосах и рефрижераторных контейнерах, повышение конкурентоспособности, достижение финансовой устойчивости и постоянного роста эффективности работы компании на рынке транспортных услуг.

Важнейшей подсистемой железнодорожного транспорта является комплекс технических средств для перевозки скоропортящихся грузов (СПГ).

Расчетно-графическая работа охватывает широкий круг вопросов организации перевозок скоропортящихся грузов и должна выполняться во время изучения всех разделов по дисциплине «Хладотранспорт и основы теплотехники».

Выполнение данной расчетно-графической работы является базой для формирования у обучающихся следующих компетенций:

ОПК-1: способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования;

ПК-1: способность к выполнению комплекса услуг по транспортному обслуживанию грузоотправителей и грузополучателей при перевозках грузов, в том числе скоропортящихся, на основе принципов логистики с учетом эффективного и рационального взаимодействия видов транспорта, составляющих единую транспортную систему.

Целью расчетно-графической работы является приобретение навыков решения поставленных задач, связанных с организацией и выполнением важных, сложных перевозок, каковыми являются перевозки скоропортящихся грузов (далее СПГ).

Расчетно-графическая работа должна представлять собой четко и кратко изложенное решение в форме описаний, пояснений, расчетных формул, таблиц, схем, чертежей и рисунков.

Пояснительная записка оформляется на одной стороне листа формата А4 (1,5 – 2 интервала или 5 – 6 мм) с оставлением полей слева 20 мм, сверху 20 мм, внизу 20 и справа 10 мм. Пояснительная записка включает: титульный лист, содержание, введение, основную часть, состоящую из разделов, подразделов и пунктов, заключение, список использованных источников, приложение.

Во введении необходимо показать роль и задачи железнодорожного хладо транспорта, сформулировать цель выполнения настоящей работы. Приводятся данные о роли и эффективности железнодорожного хладо транспорта в решении проблемы в настоящее время и в ближайшей перспективе.

1 Способы перевозки скоропортящихся грузов

Способы перевозки СПГ подробно рассмотрены в [1,2] и позволяют получить ответ для всех вариантов расчетно-графической работы. Направление перевозки часто охватывает несколько железных дорог. В связи с этим выбор условий перевозки производят по участку с наиболее тяжелыми климатическими условиями (при перевозках с охлаждением учитывается наиболее теплая климатическая зона, а при перевозках с отоплением – наиболее холодная).

Требования к упаковке СПГ в вагоны, температурные условия и необходимость вентилирования вагонов приведены в приложение, а также рассматриваются в рекомендованных источниках.

В разделе необходимо привести способы перевозки СПГ согласно варианту.

2 Выбор типа подвижного состава и расчет потребного количества вагонов и поездов

Во втором разделе необходимо дать транспортную характеристику грузов. Под транспортной характеристикой предполагается следующее: подготовка груза к перевозке, его разделка, затаривание; температурный и влажностный режимы при хранении и транспортировке; сроки транспортабельности; способы погрузки в вагон.

Далее приводится технико-эксплуатационная характеристика подвижного состава, который используется для перевозки скоропортящихся грузов.

В настоящее время для перевозки скоропортящихся грузов используются:

1. Вагоны-термосы.

Вагоны-термосы не оснащены холодильными и нагревательными установками. Поддержание температуры груза в пути следования в необходимом диапазоне обеспечивается за счет теплоизоляции грузового помещения и запаса тепловой энергии при погрузке груза. В вагонах-термосах могут перевозиться различные скоропортящиеся и термочувствительные грузы, за исключением свежих овощей и фруктов.

Таблица 2.1-Характеристика вагона-термоса

Тип вагона	Грузоподъемность, т	Параметры грузового помещения				Размер дверного проема	
		Объем, м ³	Длина, м	Высота, м	Ширина, м	Ширина, м	Высота, м
«800» вагон-термос	60	126	20,2	2,4	2,6	2,7	2,3

2. ИВ-термосы. ИВ-термос - предназначен для грузовых перевозок скоропортящихся грузов согласно техническим условиям перевозки грузов в изотермических вагонах. Изотермические вагоны в зависимости от модели различаются только по внутренним размерам вагона. В ИВ-термосе можно перевозить скоропортящиеся грузы со сроком хранения более 15 суток, и только те грузы, которые прописаны в технических условиях перевозки грузов в ИВ-термосах. Также перевозка скоропортящихся грузов в ИВ-термосах зависит от времени года, расстояния и максимальным количеством дней по сроку доставки груза.

Таблица 2.2 – Характеристика изотермических вагонов-термосов

Тип вагона	Грузоподъемность, т		Параметры грузового помещения				Размер дверного проема	
			Объем, м ³	Длина, м	Высота, м	Ширина, м	Ширина, м	Высота, м
918 из ЦБ-5	Малый объем	48,5	110	17,32	2,4	2,6	2,2	2
ИВ-Термос		50	110	17,32	2,4	2,6	2,2	2
918 из БМЗ	Малый объем	53	117	17,84	2,54	2,6	2,2	2
ИВ-Термос	Большой объем	53	136	20,54	2,54	2,6	2,2	2
ИВ-Термос модели 16-6949	Большой объем	58	136	20,54	2,54	2,6	2,2	2

3. Рефрижераторные секции. Рефрижераторные секции предназначены для перевозки любых видов скоропортящихся грузов на любые расстояния. Их отличительной особенностью является тот фактор, что температура в грузовом помещении поддерживается на постоянном уровне на всем пути следования. Это гарантирует сохранение температуры груза на том уровне, который он имел при погрузке. Данный подвижной состав рекомендуется использовать при перевозке замороженных и охлажденных грузов (мяса, рыбы, полуфабрикатов), свежих фруктов и овощей, медикаментов, любых иных грузов.

Таблица 2.3 – Характеристика рефрижераторных секций

Тип вагона	Грузоподъемность, т	Параметры грузового помещения				Размер дверного проема	
		Объем, м ³	Длина, м	Высота, м	Ширина, м	Ширина, м	Высота, м
Грузовой вагон ЦБ-5	46-50	100	17,32	2,2	2,6	2,2	2
Грузовой вагон БМЗ	47	111	17,65	2,4	2,6	2,2	2

Данные для выбора вагона под перевозку того или иного груза следует свести в таблицу 2.4, в которой указывается наименование груза, его краткая характеристика, возможные типы подвижного состава для перевозки этого груза, сроки доставки.

Решая поставленную задачу на первом этапе необходимо определить тип вагонов, используемых для перевозки конкретных грузов. При выборе подвижного состава решающим фактором является время (период) перевозки. По условию задачи, перевозки осуществляются в течение года, поэтому решение является затруднительным.

Далее следует отразить три срока доставки:

- установленный качественным удостоверением (сертификатом);
- установленный Правилами перевозок скоропортящихся грузов;
- уставный, который рассчитывается согласно требованиям Правил перевозок.

Технологический срок доставки T_t , в течение которого груз при выполнении условий, установленных Правилами перевозок, может находиться в пути без понижения качества. Его продолжительность зависит от вида и качества груза. Он определяется отправителем и указывается в «Удостоверении о качестве» или в «Сертификате» груза. Технологический срок доставки учитывается при приеме груза к перевозке. На стадии планирования перевозок учитываются предельный и уставный сроки доставки. Поэтому графа 6 остается незаполненной.

Предельный срок доставки, $T_{пр}$ – заполняется на основании Правил перевозок, которые изложены в таблицах и приложения. Для некоторых грузов установлен диапазон сроков доставки, это является следствием того, что в исходных данных задачи не конкретизируется груз перевозки и решается этот вопрос на стадии планирования, что является вполне допустимым.

Уставный срок доставки T_y – заполняется по результатам расчетов. При расчете расстояние от станции отправления до станции назначения делится на величину суточного пробега груженого вагона, отраженную в графе 5. Расстояние от станции А до станции Б определяется по Тарифному руководству №4 Книга 2, часть 1 и Книга 3.

Округление результатов расчета производится до целых суток в большую сторону.

Скоропортящийся груз можно принять к перевозке, если соблюдаются два условия: $T_y \leq T_{пр}$ и $T_y \leq T_t$. В условиях отсутствия данных о технологическом сроке доставки и с учетом анализа предельного и уставного сроков доставки приходим к выводу о целесообразности рекомендации перевозок в вагонах, предложенных в качестве возможного типа подвижного состава.

В рефрижераторных вагонах перевозка мороженных грузов по сроку транспортировки не ограничивается, а все остальные грузы допускаются к перевозке на сроки, установленные «Правилами перевозок грузов железнодорожным транспортом».

Согласно заданию следует определить маршрут перевозки скоропортящихся грузов на заданном направлении.

Составление маршрута производится с помощью альбома железных дорог и Тарифного руководства №4 книга №3.

Маршрут необходимо представить в виде рисунка (рисунок 3.1). На рисунке должны быть представлены все основные отдельные пункты маршрута с расстояниями между ними.

Порядок определения тарифного расстояния

По книге 2 часть 1 ТР №4 находят пункты отправления и назначения, между которыми требуется определить расстояние. Здесь же против каждого пункта находят наименование дороги, а также ближайшие ТП и расстояния до них (если сам тарифный пункт не является транзитным).

Составить возможные схемы движения от станции отправления до станции назначения через ТП.

По книге 1 ТР №4 определить тарифное расстояние между ТП.

Произвести расчеты и выбрать кратчайшее расстояние между станцией отправления и станцией назначения.

Знаком «+» делаем отметку о рекомендуемом в качестве транспортного средства вагоне по условиям обеспечения сохранности груза и сроку доставки. Знаком «-» отмечаются вагоны, не рекомендуемые к перевозке. Для наиболее правильного выбора, необходимо учесть, что направление перевозки охватывает несколько железных дорог. Выбор условий перевозки определяется по участку, расположенному в наиболее теплой климатической зоне. Связи с этим, необходимо изобразить маршрут следования груза от станции А до станции Б с отметкой крупных станций с учетом выше определенной схемы движения по Тарифному руководству №4 Книга 2, часть 1 и Книга 3. После чего, по таблице параметров воздуха на территории страны выявить наиболее неблагоприятные участки (для грузов требующих охлаждения – наиболее положительная температура окружающей среды, а для грузов требующих обогрева – наиболее «отрицательная»). Так же необходимо учесть условия принятия груза к перевозке ($T_y \leq T_{пр}$ и $T_y \leq T_t$).

Принятие решения об использовании типа подвижного состава при перевозке конкретного груза. При этом учитываются многие факторы.

Таблица 2.4 - Выбор типа подвижного состава для перевозки скоропортящихся грузов

Наименование груза	Режим перевозки		Возможный подвижной состав	Маршрут, скорость, км/сут	Скорость доставки, сут.			Рекоменд. вагон	Принятый вагон
	$t, ^\circ\text{C}$	Вент. или не вент.			технологич.	предельный	уставный		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мясо мороженое	-9.. -12	нет	Грузовой вагон БМЗ АРВ-19 ИВ-термос	400		без огр.	6	+	+
...									

После распределения грузов по типам вагонов делается расчет потребного количества вагонов и количества «холодильных» поездов в сутки для обеспечения перевозки заданного количества груза.

Количество вагонов для обеспечения погрузки определяется по формуле:

$$n_{\text{в}} = \frac{P \cdot Q}{100 \cdot V \cdot \gamma}, \quad (2.1)$$

где P – процент данного груза от общего грузопотока на заданном направлении;

Q – годовой грузопоток скоропортящихся грузов на заданном направлении;

V – погрузочный объем вагонов, м^3 , берется из технико-эксплуатационной характеристики вагонов;

γ – погрузочный вес груза, $\text{т}/\text{м}^3$, берется из характеристики грузов.

Произведение $V \cdot \gamma$ есть статическая нагрузка вагона. При планировании потребного количества вагонов, как правило, не прибегают к расчету статической нагрузки, а используют утвержденные технические нормы загрузки вагонов и контейнеров.

Результаты расчетов количества подвижного состава целесообразно свести в таблицу 2.5. По этой таблице легко определить потребное количество «холодильных» поездов. Далее следует разработать порядок их формирования. Массу «холодного» поезда принять равным 1200–1600 т.

Таблица 2.5 - Расчет потребного количества подвижного состава

Наименование груза	Кол-во груза, т/год	Характеристика подвижного состава				Погрузочный вес $\text{т}/\text{м}^3$	Кол-во секц, вагонов, $N_{\text{а}}$	Тара вагон., т
		Тип	Погрузочный объем, м^3	% освоения	Тара, т			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мясо мороженое	170	Груз.ваг.Б МЗ	400	75	237	0,28	1139	269,9
...								
...								
...								
Всего	Σ	-	-	-	-	-	-	Σ

Количество поездов определяется по формуле:

$$N_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{год}}^{\text{гп}} + Q_{\text{год}}^{\text{т}}}{365 \cdot Q_{\text{с}}}, \quad (2.2)$$

где $Q_{\text{год}}^{\text{гп}}$ – объем перевозок, тонн в год;

$Q_{\text{год}}^{\text{т}}$ – масса подвижного состава, участвующего в перевозках, т/год;

$Q_{\text{с}}$ – масса состава брутто, т.

В приведенных расчетах следует обратить внимание на то обстоятельство, что масса тары вагонов значительно больше массы перевозимого груза. Этим определяется одна из особенностей перевозок скоропортящихся грузов.

3 Теплотехнический расчет и подбор холодильно-энергетического оборудования вагонов

В третьем разделе теплотехнический расчет производится графоаналитическим методом. По оси абсцисс (рис. 3.1) наносится в масштабе схема железнодорожного направления. По оси ординат, вверх от схемы направления, откладывается показатель Q , вниз – показатель t_p^H – расчетные температурные параметры железнодорожного направления, которые определяются на основании материалов метеостанций для 1ч (ночная температура) и 13 ч (дневная температура). Эти параметры используются для построения расчетной диаграммы температурного режима, которая является неотъемлемой составной частью графоаналитического метода определения теплового баланса. Необходимо помнить, что изотермические вагоны за время груженого рейса находятся не только на участках в пути следования, но и простаивают на станциях, где не прекращается процесс теплообмена. Поэтому для отражения этих явлений на диаграмме время простоя на станциях добавляется к времени следования поезда по одному из участков.

Для каждой станции на соответствующих осях-ординатах, вниз от общей линии направления, откладываются в масштабе данные температурного режима на 1ч – t_1^H и 13ч t_{13}^H (см. рис. 3.1). Затем найденные точки соединяются и образуются две (на 1 и 13 ч) кривые температур, которые используются для дальнейших расчетов.

Под основной линией направления komponуются некоторые подсобные рабочие графы.

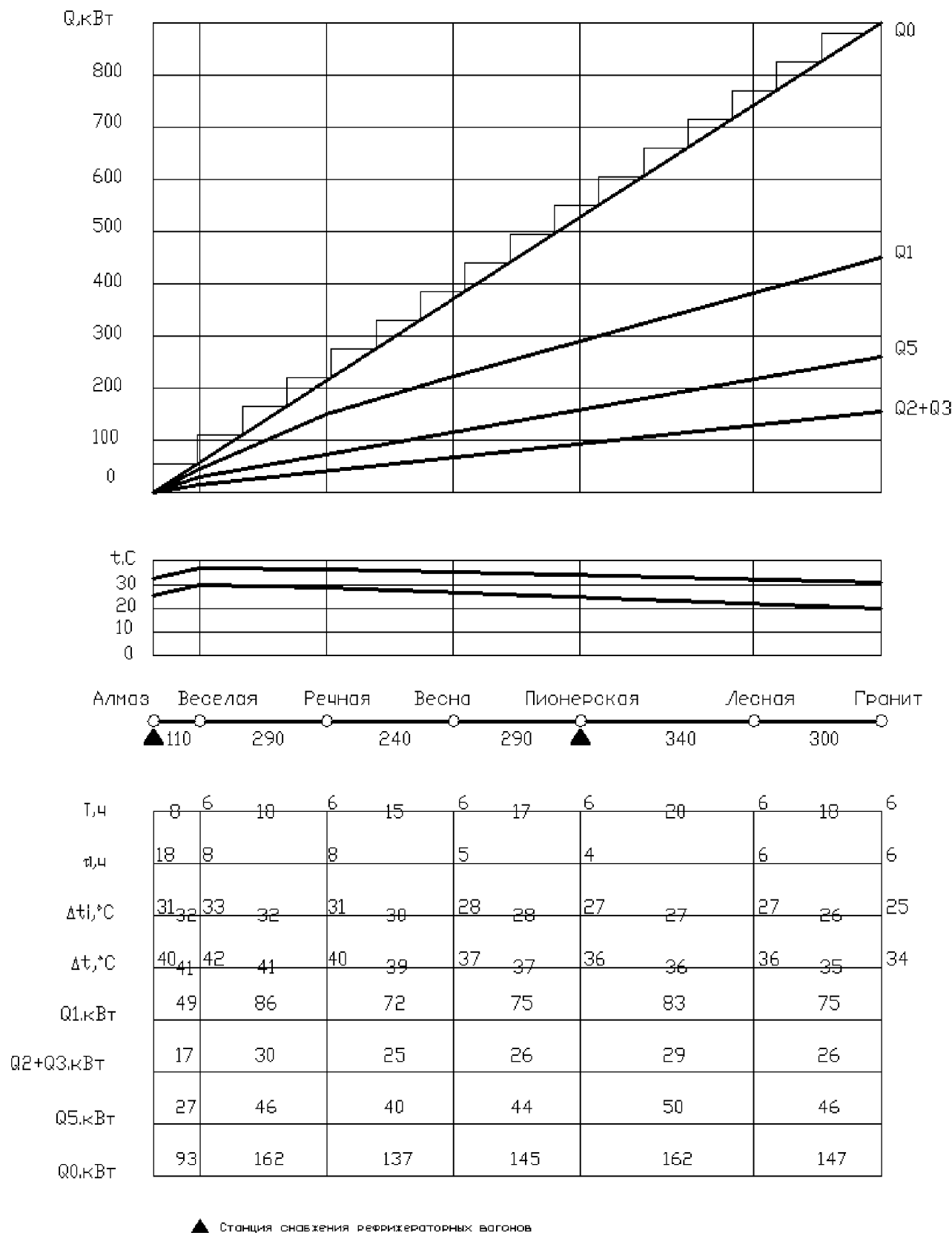


Рис. 3.1. График расхода холода

1. Графа $\mathcal{L}$ – наименование станций и расстояний (в км) между ними принимаются согласно схеме железных дорог.

2. Графа T – время следования поездов между станциями и простоев на станциях.

3. Графа τ_i – время отправления с начальной станции и время проследования других станций.

4. Графа t_i – расчетные температуры с учетом временных и пространственных факторов.

5. Графа Δt – данные о разности температур внутри вагона и наружного воздуха на участке.

6. Графа Q_i – расчетные данные о теплопритоках на каждом участке следования вагона. Методика расчетов теплопритоков приведена ниже, а также в [2]. Определяется количество тепла, поступающего в вагон летом, для условий перевозки мороженного или неохлажденного груза (по указанию преподавателя). Необходимо помнить, что в указанной литературе теплоприток определяется за 1 час. В нашем расчете определяется теплоприток за время следования по каждому участку, поэтому необходимо учитывать это время. На основании теплопритоков для условия следования вагонов по одному из «трудных» участков находится рабочая холодопроизводительность установки брутто по формуле, кВт

$$Q_o^{бр} = Q_o^H \cdot (1 + \beta), \quad (3.1)$$

где Q_o^H – холодопроизводительность холодильной установки, полученная на основании расчета;

β – коэффициент, учитывающий неучтенные теплопритоки, принимается в пределах 0,1–0,2.

Полученная величина пересчитывается в стандартную по формуле

$$Q_{ст} = Q_p \cdot \frac{q_v^{ст} \cdot \lambda^{ст}}{q_v^p \cdot \lambda^p}, \quad (3.2)$$

где $q_v^{ст}$ – объемная холодопроизводительность хладагента для стандартных условий, кДж/м³;

q_v^p – то же для рабочих условий;

$\lambda^{ст}$ – коэффициент подачи хладагента для номинальных условий;

λ^p – тоже для рабочих условий.

Значения в формуле q_v и λ_a приведены в исходных данных. Стандартная и рабочая холодопроизводительности холодильных машин рассчитываются для групп температур, табл. 3.1.

Таблица 3.1.- Температуры стандартной и рабочей холодопроизводительности паровых одноступенчатых машин

Группы температур	Значения температур, °С				$\frac{P_k}{P_o}$	Примечание
	кипения	всасывания	конденсации	переохлаждения		
Стандартные	-15	-10	+30	+25	4,94	Для аммиачных компрессоров
Стандартные	-15	-15	+30	+25	4,07	Для фреоновых компрессоров
Рабочие	$t_0 = t - (4 - 7)$ $t_k = t_e^{omx} + (3 - 7)$ $t^n = t_B + (1 - 3)$					

Здесь t – температура внутри грузового помещения;

$t_{\text{в}}$ – температура наружного воздуха;

$t_{\text{с}}^{\text{omx}}$ – температура воздуха, отходящего от конденсатора (нормально он нагревается на конденсаторе на 5 °С).

По стандартной холодопроизводительности подбирается компрессор (см. исходные данные). Расчеты теплопередающих поверхностей испарителя и конденсатора аналогичны.

При расчетах принять:

- температуру воздуха в машинном отделении +45 °С.
- площади теплопередающих поверхностей вагона по табл. 3.2.

Таблица 3.2-Теплопередающая поверхность вагонов

РПС	Площадь, м ²					
	крыши	боковых стен	торцевой стены	перегородок	пола	всего вагона
АРВ	67,5	107,2	–	19,0	59,3	253,0
5-вагонные секции	57,8	107,2	(10,3)	(8,5) 17	59,5	253,6

Данные в скобках – для вагона с одним машинным помещением.

Количество наружного воздуха, поступающего в вагон через неплотности ограждения, 50 м³ /ч; влажность наружно воздуха 35–50 %; влажность внутри вагона определяется условиями перевозок; кратность вентилирования принять 1–2 раза в час; относительную влажность воздуха, поступающего в вагон и выходящего из него, принять соответственно 45 и 80 %; мощность, потребляемая электродвигателями, вентиляторов АРВ – 4 кВт, вагона 5- вагонной секции – 5 кВт. Продолжительность охлаждения плодов и овощей принятых к перевозкам с температурой +25 °С до температуры +4 °С, составляет 60–70 ч.

После того как в рабочих графах будут указаны расстояния и время движения между станциями, простой на них и зафиксировано время отправления поезда с начальной станции (по заданию руководителя), последовательно определяются моменты прохождения холодного поезда через все пункты направления. Для каждого из этих пунктов в соответствии со временем проследования определяется расчетная наружная температура. Делается это следующим образом. Известно, что перемещение изотермической единицы производится во времени и в пространстве. Значит, соответствующим образом изменяется температурный режим. Имеющиеся данные позволяют рассчитывать температуру на данный момент и фиксированную точку t_i^H . Это можно определить по формулам:

В период от 1 до 13 ч. включительно:

$$t_i^H = t_1^H + \frac{t_{13}^H - t_1^H}{12} \cdot (\tau_i - 1), \quad (3.3)$$

В период от 13 до 1 ч включительно:

$$t_i^H = t_{13}^H + \frac{t_{13}^H - t_1^H}{12} \cdot (\tau_i - 13), \quad (3.4)$$

где τ_i – время, для которого производится расчет;

t_{13}^H, t_1^H – расчетные температуры пунктов, для которых производится расчет.

Понятно, что при следовании по участку вагон находится какое-то время под воздействием температур одного пункта, а какое-то время – под воздействием температур другого пункта, ограничивающих этот участок.

Точный расчет требует привлечения сложного математического аппарата, поэтому с достаточной точностью используется значение средней температуры между этими соседними пунктами. Для каждого вида теплоступлений, для условий следования по каждому участку, делается расчет и строится кривая как функция времени и места. В дальнейшем все значения кривых суммируются и составляется общая кривая теплоступлений, которая является конечным результатом расчетов в настоящем пункте.

3.1. Методика теплотехнического расчета вагона

Расчет теплопритоков состоит в последовательном учете количеств теплоты, поступающих в грузовое помещение изотермического вагона от каждого из различных источников теплоты, которые могут оказать влияние на установление и поддержание заданного теплового режима в вагоне.

Основной целью расчета теплопритоков является определение холодильной мощности оборудования машинного отделения, необходимой для поддержания заданной температуры в вагоне. Кроме того тепловой расчет позволяет определить возможность использования рефрижераторных вагонов в режиме “термос”.

Суммарный теплоприток на один вагон за время перевозки определяют по формуле:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \quad (3.1)$$

где $\sum Q$ – суммарный теплоприток за время перевозки, кДж;

Q_1 – теплоприток через ограждения кузова, кДж;

Q_2 – теплоприток за счёт биохимического тепла продуктов, кДж;

Q_3 – теплоприток за счёт инфильтрации воздуха, кДж;

Q_4 – количество тепла, вносимого наружным воздухом, при вентиляции, кДж;

Q_5 – теплоприток за счёт солнечной радиации, кДж;

Q_6 – прочие теплопритоки (при открывании дверей вагона, при работе людей и др.), кДж.

Теплоприток через наружное ограждения кузова находят по формуле:

$$Q_1 = 3,6k_n \times S_n(t_n - t_e)\tau_{zp}, \quad (3.2)$$

где S_n – поверхность теплопередачи, стен, пола, потолка вагона, (для АРВ–234 м²);

k_n – коэффициент теплопередачи наружного ограждения кузова, (см. Приложение, табл. 11);

3,6 – переводной коэффициент теплопередачи ($\text{Вт}/\text{м}^2 \times \text{К}$) в ($\text{кДж}/\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{К}$);
 $t_{\text{в}}$ – температура воздуха в грузовом помещении вагона, $^{\circ}\text{С}$.
 $t_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{С}$.
 $\tau_{\text{зп}}$ – продолжительность перевозки груза, ч.

Температура воздуха внутри вагона, определяют как среднюю величину между верхним и нижним предельным значениями температурного режима перевозки груза.

Температура наружного воздуха может быть определена по приближенной формуле:

$$t_{\text{н}} = 0,4t_{\text{см}} + 0,6t_{\text{макс}}, \quad (3.3)$$

где $t_{\text{см}}$ – среднемесячная температура, самого жаркого месяца, $^{\circ}\text{С}$;
 $t_{\text{макс}}$ – максимальная суточная температура, $^{\circ}\text{С}$.

Теплоприток счет биохимического тепла продуктов составляет:

$$Q_2 = (C_{\text{зп}} \times m_{\text{зп}} + C_{\text{т}} \times m_{\text{т}})(t_{\text{зп}}^{\text{н}} - t_{\text{зп}}^{\text{к}}), \quad (3.4)$$

где $C_{\text{зп}}$ и $C_{\text{т}}$ – теплоемкость груза, и тары соответственно, $\text{кДж}/\text{кг} \times \text{К}$;
 $m_{\text{зп}}$ и $m_{\text{т}}$ – масса груза и тары, соответственно, кг;
 $t_{\text{зп}}^{\text{н}}$ и $t_{\text{зп}}^{\text{к}}$ – начальная и конечная температура груза соответственно, $^{\circ}\text{К}$.

В расчетах теплоемкость груза и тары можно принять $C_{\text{зп}} = 2 \div 4 \text{ кДж}/\text{кг} \times \text{К}$, $C_{\text{т}} = 2,5 \div 3 \text{ кДж}/\text{кг} \times \text{К}$ соответственно. При этом следует учитывать, что теплоемкость жидкого продукта, как правило, выше, чем твердого.

Масса груза является заданной величиной, масса тары груза, принимается равным 10 % от массы затаренных продуктов.

После окончания погрузки и закрытия дверей температура воздуха в вагоне принимает значение близкое к начальной температуре груза (приложение 4).

При охлаждении продуктов воздухом необходимо учитывать, что часть теплоты отводится вследствие испарения влаги с их поверхности. Причем теплота, отводимая, вследствие испарения влаги может составлять до 50 % общего количества теплоты в зависимости от температуры воздуха и свойств охлаждаемых продуктов.

Теплоприток за счёт инфильтрации воздуха определяется формуле:

$$Q_3 = C_{\text{в}} \times p_{\text{в}} \times V_{\text{в}}(t_{\text{н}} - t_{\text{в}})\tau_{\text{зп}}, \quad (3.5)$$

где $C_{\text{в}}$ – теплоемкость воздуха, ($C_{\text{в}} = 1,0 \text{ кДж}/\text{кг} \times \text{К}$);
 $p_{\text{в}}$ – плотность воздуха ($p_{\text{в}} = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$);
 $V_{\text{в}}$ – объём инфильтрации воздуха, ($V_{\text{в}} = 96 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Теплопоступления за счет притока свежего воздуха при вентилировании вагона.

$$Q_4 = V \times a \times p_{\text{в}}(i_{\text{н}} - i_{\text{в}}), \quad (3.6)$$

где V – объём грузового помещения вагона, м^3
 a – кратность вентиляции, ($a = 1 \div 3$);
 $i_{\text{н}}$ и $i_{\text{в}}$ – теплосодержание снаружи и внутри грузового помещения вагона, $\text{Дж}/\text{кг}$.

Так как, правилами перевозок предусмотрено вентилирование только бананов и некоторых других грузов в зимнее время, то $Q_4=0$.

Теплоприток за счёт солнечной радиации вычисляется по формуле:

$$Q_5 = 3,6K_n \times S_n \times t_{\text{эн}} \times \tau_c, \quad (3.7)$$

где $t_{\text{эн}}$ – эквивалентная температура прямой радиации на горизонтальные и вертикальные поверхности вагона, ($t_{\text{эн}}=9,5$ °C);

τ_c – продолжительность воздействия солнечной радиации из расчета, что во время переходного периода солнечная радиация действует с 8 часов до 18 часов.

Прочие теплопритоки, возникающие при эксплуатации изотермического вагона, зависят от условий эксплуатации и ориентировочно составляют 10 % от Q_1 т.е.:

$$Q_6 = Q_1 \times 0,1. \quad (3.8)$$

Потребная мощность холодильной машины для одного вагона определяется по формуле:

$$N_n = \frac{\sum Q}{3,6 \times \tau_{\text{сп}}}. \quad (3.9)$$

Значение потребной мощности сравнивается с суммарной мощностью холодильных машин (действительная мощность) которую может обеспечить один вагон.

Отношение потребной холодопроизводительности к действительной называют коэффициентом рабочего времени холодильных машин:

$$\nu_{\text{х.м}} = \frac{N_n}{N_{\text{д}}} \leq 1. \quad (3.10)$$

Если условие выполняется, то холодильное оборудование справляется с отводом теплопритоков, в противном случае необходимо подобрать холодильное оборудование с более высокой мощностью.

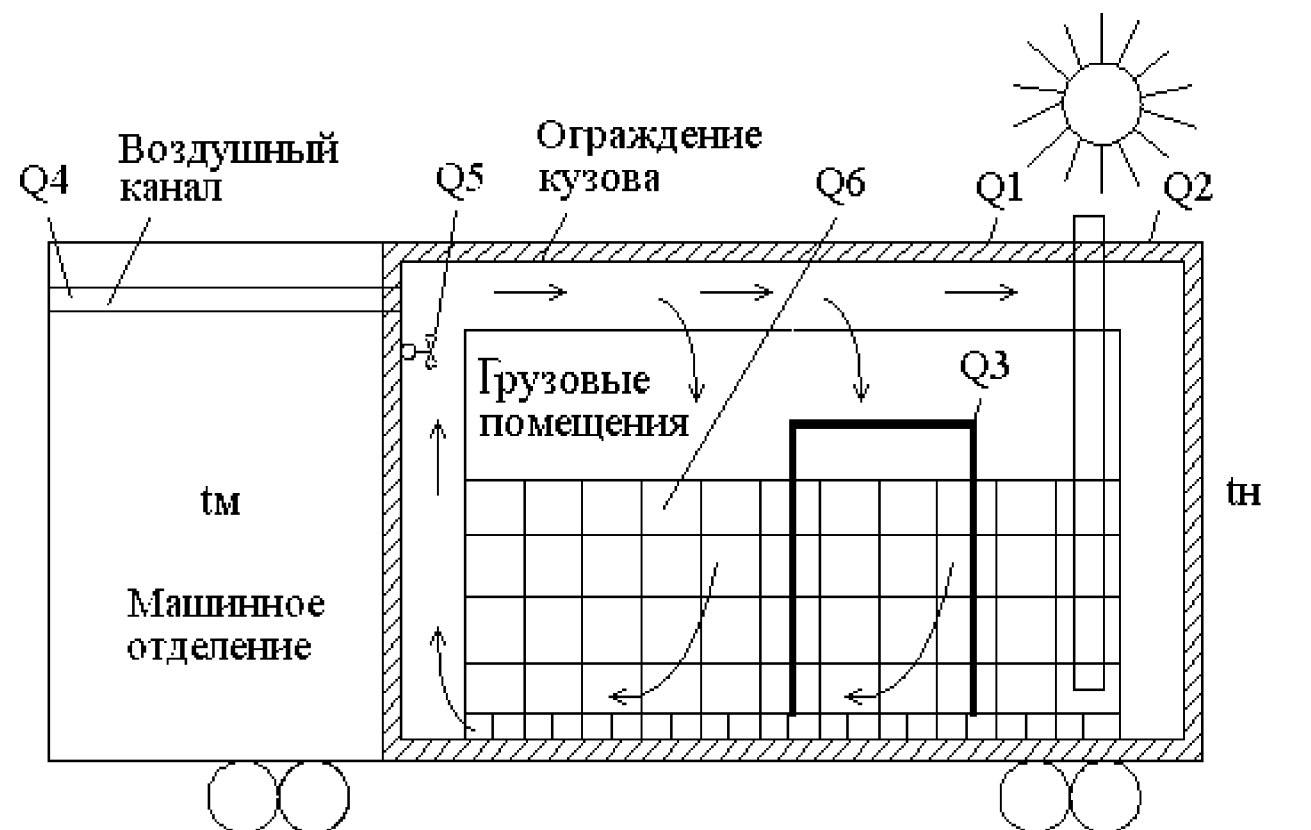


Рис. 3.2. Принципиальная схема теплопритоков в грузовых помещениях 5-вагонной секции БМЗ

Следует помнить, что произведенный выше расчет не учитывает всевозможных других теплопритоков, а также имеет неточности принятых справочных данных и т. п., поэтому принято считать полученный результат нетто. Для проведения расчетов оборудования необходимо знать максимальные значения теплопритоков – брутто

$$Q_0^{br} = \beta \cdot Q_0^n$$

где β – коэффициент перевода, следует принимать 1,1–1,2.

Дополнительно в этом разделе, используя вышеприведенную методику, производится расчет теплопритоков в зимний период работы вагона и на его основании определяется мощность нагревательной установки.

4 Определение станций экипировки рефрижераторных вагонов

В четвертом разделе согласно представленным выше расчетам производится выбор станций экипировки РПС.

Вспомогательные пункты экипировки предназначены для снабжения РПС дизельным топливом, смазкой, водой. Расстояние между ними зависит от емкости топливных баков, часового расхода топлива, скорости продвижения рефрижераторных секций, вагонов-термосов. Для погашения теплопритоков в РПС периодически необходимо включать холодильные установки. За один час работы холодильных установок дизель 5-вагонной секции расходует около 20 кг, а вагонов-термосов – около 7 кг дизельного топлива. Количество выработанного холода за один час определяется согласно графику холодопроизводительности холодильной установки (рис. 4.1). Условно принимаем, что эти графики для вагонов-термосов и 5-вагонной секции аналогичны.

Часовая производительность холодильных установок должна обеспечивать поглощение часового теплоступления.

Кривая часовой холодопроизводительности, приходящейся на один вагон, также строится на графике теплового баланса в возрастающем значении, как и функция времени. Взаимное расположение кривых позволяет судить об обеспеченности холодом процесса перевозки. Необходимо следить, чтобы экипировка производилась при расходе не более 3700 кг дизельного топлива для 5- вагонной секции и 400 кг для вагонов-термосов.

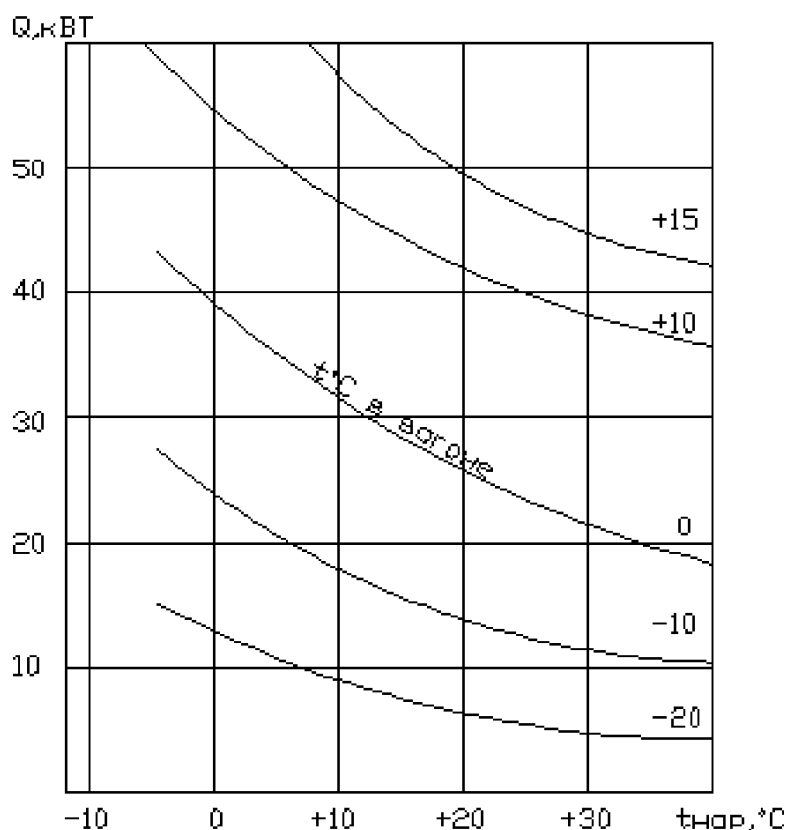


Рис. 4.1. Производительность холодильной установки

Исходя из расхода этого количества топлива необходимо предусмотреть пункт экипировки.

Для упрощения расчетов станций экипировки студентам заочного обучения допускается использовать следующую методику.

Расстояние между станциями экипировки равняется,

$$L_{\text{э}} = \tau_p \cdot V_{\text{м}}, \text{ км} \tag{4.1}$$

где τ_p – продолжительность работы энергетического оборудования по запасам топлива, сут,

$$\tau_p = \frac{G_0 - G_{\text{нз}}}{G_{\text{сут}}}, \text{ сут.} \tag{4.2}$$

где G_0 – емкость топливных баков, кг, для секций 5100, для АРВ, вагонов-термосов – 560 кг

$G_{\text{нз}}$ – запас топлива, не подлежащий расходованию, кг, для секций 1440, для АРВ, вагонов-термосов – 160 кг;
 $G_{\text{сут}}$ – суточный расход топлива, для секций 720, для АРВ, вагонов-термосов – 80 кг;
 $V_{\text{м}}$ – скорость следования, км/сут., в расчетах возможно принять эту скорость равной скорости доставки грузов.

5 Техническое обслуживание рефрижераторных вагонов

В пятом разделе с использованием [1,2] описывается техническое обслуживание изотермического подвижного состава, которое включает в себя организацию заводского (капитального), деповского ремонта, оперативное обслуживание в процессе погрузки, выгрузки, в пути следования и во время экипировки. Организация оперативного обслуживания дается отдельно для секций и АРВ, вагонов-термосов. Особое внимание необходимо обратить на документальное оформление названных процессов и контроля качества перевозок.

6 Технология выполнения коммерческих и грузовых операций со скоропортящимися грузами на станциях

В шестом разделе с использованием [1, 2] описывается работа грузовой станции при погрузке и выгрузке скоропортящихся грузов. Следует учитывать, что погрузка включает несколько этапов. Это планирование перевозок, т. е. оформление и прохождение заявки ф. ГУ 12, поиск, подготовка вагона под погрузку и – собственно погрузка – от прибытия порожнего вагона на станцию до отправления груженого. Процесс погрузки сопровождается оформлением ряда документов: накладной, качественного удостоверения (сертификата) и др. Начальнику рефрижераторной секции (ВНР) выдаются условия перевозок погруженного груза.

При описании работы станции при выгрузке рефрижераторной секции или другого вагона следует отметить порядок раскредитования документов, прием вагона с грузом к выгрузке, собственно выгрузку, а также порядок взаимодействия станции и грузовладельца в случае обнаруженных нарушений условий перевозок, несохранности груза и т. д.

Следует учесть и описать обстоятельство, что после выгрузки секции принимается решение о целесообразности промывки, экипировки и отправления ее на станцию погрузки или по другому назначению.

7 Показатели использования изотермических вагонов

В седьмом разделе производится расчет показателей использования вагонов при перевозке скоропортящихся грузов на заданном направлении.

В пределах сети за время оборота рефрижераторные вагоны находятся на различных станциях, как показано на рис. 7.1. Где П1 – станция погрузки; В – станция выгрузки; П2 – станция новой погрузки; Пр – станция промывки; Эк – станция экипировки; 1, 2, 3 – технические станции, ограничивающие участок; а, б, в, ..., х – промежуточные станции на участках

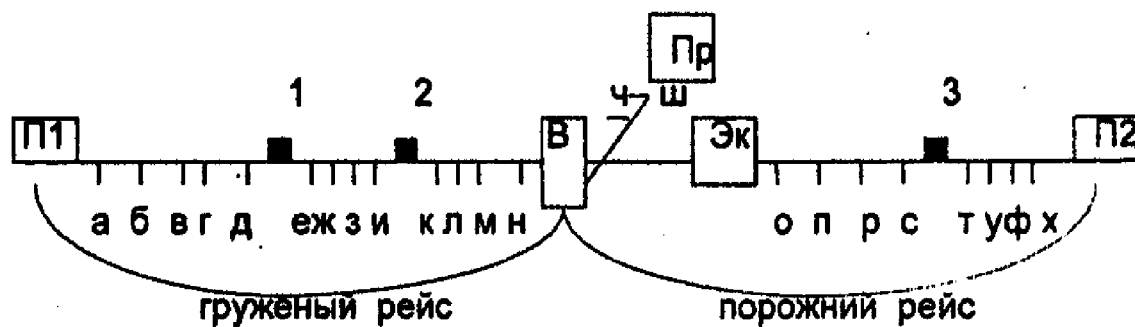


Рис.7.1. Схема оборота рефрижераторного вагона

Оборот рефрижераторного вагона по элементам определяется по формуле, сут,

$$\Theta = \frac{1}{24} \left[\left(\frac{L}{V_{уч}} + \frac{L}{L_{тех}} t_{тех} + K_m t_{гр} \right) + K_{эк} \left(\frac{l_{эк}}{V_{уч}} + t_{эк} \right) + K_{пр} \left(\frac{l_{пр}}{V_{уч}} + t_{пр} \right) \right], \text{ сут. (7.1)}$$

где L – полный рейс, км;

$V_{уч}$ – средняя участковая скорость, км/час; (35-40 км/час)

$L_{тех}$ – вагонное плечо, км;

$t_{тех}$ – средний простой вагона на одной технической станции, ч;

K_m – коэффициент местной работы; (1,1-1,5)

$t_{гр}$ – средний простой вагона на одной станции с грузовой операцией, ч; (7-9 часов)

$K_{эк}$, $K_{пр}$ – соответственно коэффициенты экипировки и промывки вагонов (1,2);

$t_{эк}$, $t_{пр}$ – соответственно время экипировки и промывки вагонов, ч, которые, как правило, должны производиться после выгрузки на дороге выгрузки;

$l_{эк}$, $l_{пр}$ – расстояние следования вагонов соответственно до станций экипировки и промывки вагонов, км.

Полный рейс вагона определяется по формуле, км,

$$L = \frac{\sum nS}{U_p}, \text{ км. (7.2)}$$

где $\sum nS$ – количество вагоно-километров за сутки;

U_p – работа отделения (дороги) за сутки.

Работа дороги (отделения) определяется:

$$U_p = U_n + U_{пр гр} \quad \text{или} \quad U_p = U_v + U_{сд пор}, \quad (7.3)$$

где U_n , U_v – количество соответственно погруженных и выгруженных вагонов за сутки;

$U_{пр гр}$, $U_{сд пор}$ – количество соответственно принятых груженых и сдано порожних вагонов за сутки.

Полный рейс состоит из двух частей: груженого ($L_{гр}$), порожнего ($L_{пор}$) и определяется по формуле:

$$L = L_{\text{гр}} + L_{\text{пор}}, \text{ км.} \quad (7.4)$$

Коэффициент порожнего пробега:

$$\alpha = \frac{L_{\text{пор}}}{L_{\text{зр}}}, \text{ или } \alpha = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{\sum nS_{\text{зр}}}, \quad (7.5)$$

где nS – вагоно-км на подразделении.

Зная коэффициент порожнего пробега и груженный рейс, можно определить полный рейс:

$$L = L_{\text{гр}} \cdot (1 + \alpha), \text{ км.} \quad (7.5)$$

Участковая скорость за полный рейс вагона представляет собой среднюю скорость движения поездов по участкам рейса с учетом времени стоянки на промежуточных станциях, км/ч,

$$V_{\text{уч}} = \frac{\sum NL}{\sum NT}, \text{ км/ч.} \quad (7.5)$$

где $\sum NL$ – поездо-километры;

$\sum NT$ – поездо-часы.

Техническая скорость – это средняя скорость движения на участке без учета стоянок на промежуточных станциях участка:

$$V_{\text{уч}} = \frac{\sum NL}{\sum NT_{\text{ч.дв}}}, \text{ км/ч} \quad (7.6)$$

где $\sum NT_{\text{ч.дв}}$ – поездо-часы движения (за вычетом времени стоянки на промежуточных станциях участка).

Чтобы определить количество технических станций, которые проходит вагон в среднем за оборот, необходимо знать полный рейс и **вагонное плечо**, которое определяется по формуле:

$$L_{\text{тех}} = \frac{\sum nS}{\sum n_{\text{от}}^{\text{тр}}}, \text{ км.} \quad (7.7)$$

где $\sum nS$ – вагоно-км на сети, дороге или отделении;

$\sum n_{\text{от}}^{\text{тр}}$ – количество транзитных поездов, отправленных со всех технических станций соответственно сети, дороги или отделения.

Вагонное плечо – это среднее расстояние между техническими станциями за время оборота.

Техническими станциями являются участковые и сортировочные станции, на которых производится расформирование, формирование поездов, перецепка локомотивов или смена локомотивных бригад, технический и коммерческий осмотр состава поезда, опробование тормозов.

Различают простой транзитного вагона с переработкой в случае, если поезд расформировывается, и без переработки, если состав поезда не изменяется. Естественно, что время простоя транзитного вагона с переработкой в 3–8 раз больше времени простоя вагона без переработки.

$$t_{\text{тех}} = \frac{n \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n}, \quad (7.8)$$

где n_1, n_2, n_n – количество транзитных вагонов, простаивавших соответственно на станциях 1, 2..., n ;

$t_1, t_2, \dots, t_n$ – средний простой транзитного вагона соответственно на станциях 1, 2... n .

Коэффициент местной работы показывает количество станций с грузовыми операциями, которые проходит вагон за оборот. Для дороги его определяют по формуле:

$$K_m = \frac{U_n + U_v}{U_p}, \quad (7.9)$$

где U_n – погрузка дороги;

U_v – выгрузка дороги;

U_p – работа дороги.

По данным курсовой работы, вагоны курсируют из района погрузки в район выгрузки, следовательно:

$$U_n = U_v = U_p,$$

$$K_m = 2$$

Коэффициент экипировки показывает, сколько раз рефрижераторный вагон экипируется за время оборота.

Коэффициент промывки показывает, сколько раз рефрижераторный вагон промывается за время оборота.

Сущность этих коэффициентов аналогична сущности коэффициента местной работы. Различие состоит в их величине. Так, значение K_m колеблется в пределах от 0 до 2, K_{np} – в пределах от 0 до 1, а $K_{эк}$ – от 0 до 2 и более, если экипировку топливом и водой проводят часто и на различных станциях.

Для дороги:

$$K_{эк} = \frac{U_{эк}}{U_p}; \quad (7.10)$$

$$K_{np} = \frac{U_{np}}{U_p}; \quad (7.11)$$

где $U_{\text{эк}}$ $U_{\text{пр}}$ – количество соответственно экипированных и промытых вагонов.

Опыт эксплуатации рефрижераторных секций показывает, что за пробег около 6000 км секция поступает под экипировку водой или топливом в два раза чаще, чем под промывку.

Простой (средний) вагона на станции с грузовыми операциями определяется по формуле:

$$t_{\text{гр}} = \frac{\sum n_i t_{\text{гpi}}}{U_{\text{н}} + U_{\text{в}}}, \quad (7.12)$$

где $\sum_i n_i t_{\text{гpi}}$ – сумма вагоно-часов простоя на грузовых станциях соответствующего подразделения.

Принципиальная схема грузовой станции и пути необщего пользования, представлена на рис. 7.2.

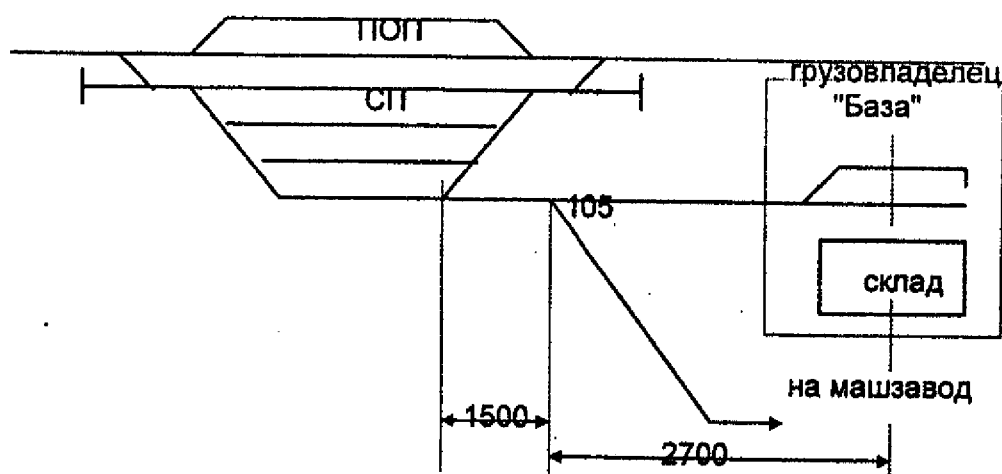


Рис.7.2. Схема грузовой станции и пути необщего пользования

Время подачи (уборки) нормируется согласно «Сборнику правил перевозок. Остальные операции устанавливаются согласно Технологическому процессу конкретной станции, или Типовому технологическому процессу грузовой станции.

Простой вагона на станциях экипировки и промывки определяется по той же методике, что и простой под грузовой операцией, с тем лишь различием, что на этих станциях вместо погрузки (выгрузки) выполняются соответственно экипировка или промывка. Продолжительность этих операций согласно типовым технологическим процессам составляет 50 и 85 мин соответственно.

Расстояния следования рефрижераторных вагонов до станции экипировки и промывки принимают исходя из следующих условий. По существующим инструктивным указаниям, дорога выгрузки должна обеспечить в случае необходимости экипировку и промывку рефрижераторных вагонов. Пункты экипировки, как правило, имеются на каждом отделении, кроме того, есть пункты, обслуживающие транзитные секции. Следовательно, подача под экипировку не производится с большим отклонением от

порожного рейса секции, и расстояние до станции экипировки принимается равным $L_{эк} = 0$.

Подача рефрижераторных вагонов на пункт промывки сопряжена со значительными перемещениями секций, так как на дороге их мало количество, есть дороги с одним пунктом промывки. Маршрут следования на пункт промывки не совпадает с порожним рейсом. По экспертной оценке принимается $L_{пр} = 150$ км. $V_{уч}$ – участковая скорость следования секции до ближайшего пункта промывки, принимается на уровне среднесетевой участковой скорости – 38,5 км/ч.

Статическая нагрузка вагона является показателем, характеризующим качество использования грузоподъемности вагонов при их загрузке. Она определяется по формуле, т/ваг.

$$P_{ст} = \frac{\sum P}{U_{п}}, \text{ т/ваг.} \quad (7.13)$$

где $\sum P$ – количество погруженного груза, т;

$U_{п}$ – погрузка сети, дороги вагонов.

Полученные расчеты сводятся в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 - Расчет статической нагрузки

Тип подвижного состава	Род перевозимого груза	Количество погруженного груза, т	Количество вагонов (секций)	$P_{ст}$, т/ваг. (секц.)
1	2	3	4	5
5-вагонная секция	Мясо мороженное	.....	.....	.....
	Мясо охлажденное	.....	.....	
	Овощи	.....	.....	
				
Итого	-	.....	.....	-
АРВ	Мясо мороженное	.....	.....	.....
	Овощи	.....	.....	
Итого	-	.....	.....	-
Крытый вагон	Овощи	.....	.....	.....
	Фрукты	.....	.....	
	Консервы	.....	.....	
Итого		.....	.....	
Усредненный вагон	Все грузы	.....	.....	.....

Принимаются в составе 5-вагонной секции четыре грузовых вагона.

Динамическая нагрузка характеризует степень использования вагонов с учетом их пробега. Различают динамическую нагрузку груженного вагона и динамическую нагрузку рабочего вагона, которые определяются соответственно по формулам, т/ваг.:

$$P_{дин}^{гр} = \frac{\sum PL}{\sum nS_{гр}}; \text{ т/ваг.} \quad (7.14)$$

$$P_{\text{аѐи}} = \frac{\sum \text{DL}}{\sum nS} = \frac{\sum \text{DL}}{\sum nS_{\text{аѐ}} + \sum nS_{\text{иѐ}}}, \text{т/ваг} \quad (7.15)$$

При загрузке вагонов, следующих из-под выгрузки под погрузку попутным грузом, возможно значительно увеличить динамическую нагрузку.

Производительность вагона показывает, какое количество продукции (т·км) дает в среднем каждый вагон рабочего парка за сутки. Определяется по формуле, т·км/ваг,

$$\Pi = P_{\text{дин}} \cdot S; \text{ т.км/ваг.} \quad (7.16)$$

$$\Pi = \frac{\sum PL}{n}, \quad (7.17)$$

где S – среднесуточный пробег вагонов, км;

n – рабочий парк вагонов.

Заключение

В заключении отмечается результат проделанной работы по каждому разделу.

Список использованных источников

1. Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом. Сборник – книга 1 – М.: Юридическая фирма «Юртранс», 2003 – 712 с.
2. Демьянков Н.В., Маталасов С.Ф. Хладотранспорт. М.: Транспорт, 1976. – 248 с.
3. Леонтьев А.П., Тертеров М.Н. Подготовка к перевозке скоропортящихся грузов. М.: Транспрт, 1991. – 175 с.
4. Тертеров М.Н., Лысенко Н.Е., Панферов В.Н. Железнодорожный хладотранспорт. М.: Транспорт, 1987. – 255 с.
5. Пастухов И. Ф., Лукин В. В., Жуков Н. И. Вагоны: Учебник для техникумов ж.-д. трансп./Под ред. В. В. Лукина. – М.: Транспорт, 1988. – 280 с.
6. Атлас железных дорог: Федеральная служба геодезии и картографии России. М.: 2002
7. Тарифное руководство № 4, кн.3. Тарифные расстояния между транзитными пунктами. М.: Транспорт, 1995. – 239 с.

Нормы загрузки основных скоропортящихся продуктов в камере хранения

Продукт	Норма загрузки, т/м ³	Вид тары
Мясо говяжье мороженое: четвертины	0,40	Без тары
полтуши и четвертины	0,35	Без тары
Баранина мороженая	0,30	Без тары
Свинина мороженая	0,45	Без тары
Мясо мороженое в блоках	0,65	Картонные ящики
Субпродукты мороженые	0,65	Картонные ящики
Птица и дичь	0,38	Деревянные ящики
Колбасные изделия и копчености	0,50	Деревянные ящики
Рыба мороженая: крупная (навалом)	0,45	Деревянные ящики
в блоках	0,40	Деревянные ящики
филе	0,50	Деревянные ящики
Рыба мороженая	0,30	Корзины и кули
Рыба мороженая	0,33	Блоки
Рыба мороженая	0,35	Ящики
Масло животное	0,70	Деревянные ящики
Масло животное	0,80	Картонные ящики
Масло и жиры животные топленые	0,54	Бочки
Яйца	0,32	Деревянные ящики
Яйца	0,27	Картонные ящики
Плоды свежие	0,34	Деревянные ящики
Консервы	0,60	Деревянные ящики
Сыры	0,45	Деревянные барабаны
Сыры	0,48	Ящики
Сыры	0,55	Без упаковки на полках

Таблица 2

Параметры воздуха на территории страны

Город	Температура, °С			Влажность, %	
	летом		зимой	летом	зимой
	На 13ч	На 1ч			
Алма-аты	34	27	-22	35	68
Архангельск	27	13	-32	63	87
Астана	33	26	-33	42	80
Астрахань	34	29	-22	37	81
Ашхабад	40	20	-12	21	73
Баку	34	27	-3	46	73
Барнаул	31	24	-37	54	77
Брянск	30	25	-23	53	82
Березники	28	21	-31	58	84
Брест	27	21	-20	57	63

Вильнюс	28	21	-23	56	86
Владивосток	30	20	-12	79	62
Владимир	29	23	-28	57	86
Волгоград	35	31	-25	33	84
Вологда	28	22	-29	61	84
Воронеж	33	27	-25	47	87
Витебск	30	22	-25	52	84
Винница	32	28	-21	51	82
Владикавказ	33	23	-15	61	74
Грозный	34	25	-16	47	80
Днепропетровск	33	29	20	43	83
Душанбе	36	30	-10	24	64
Донецк	34	29	-21	40	78
Екатеринбург	30	21	-24	54	79
Ереван	35	28	-18	34	68
Иркутск	29	20	-36	58	77
Иваново	30	22	-28	56	86
Ирбит	32	22	-25	55	81
Киев	31	27	-22	52	83
Кишинев	32	29	-17	45	77
Краснодар	34	30	-18	46	73
Красноярск	30	21	-40	52	72
Киров	29	24	-31	56	87
Курск	30	24	-24	53	84
Казань	31	25	-29	49	83
Калуга	30	23	-28	53	81
Кострома	29	22	-30	54	78
Кривой рог	32	27	-17	54	77
Львов	30	24	-19	60	82
Луганск	33	29	-23	40	78
Минск	28	21	-23	56	61
Москва	30	21	-26	50	83
Мурманск	25	19	-26	63	86
Магнитогорск	31	25	-32	49	75
Н. Новгород	29	21	-28	56	86
Новороссийск	33	28	-12	53	74
Новосибирск	30	23	-39	56	80
Оренбург	34	28	-30	40	83
Ростов-на-Дону	33	27	-21	41	81
Рига	27	22	-20	63	84
Пермь	29	21	-31	57	83
Полтава	31	23	-21	48	85
Пенза	32	24	-29	50	82
С. Петербург	30	22	-24	59	82
Самарканд	37	30	-13	25	62
Самара	32	26	-29	48	82
Севастополь	33	28	-11	45	8
Симферополь	35	29	-16	43	83
Сочи	32	29	-3	67	70
Саратов	33	26	-28	41	77
Семипалатинск	34	25	-36	40	72
Ставрополь	33	26	-19	47	82

Смоленск	30	23	-25	52	85
Ташкент	37	29	-13	24	59
Томск	29	19	-39	59	79
Тюмень	31	27	-35	58	77
Таганрог	33	27	-20	41	82
Тамбов	32	25	-26	49	81
Тобольск	30	26	-36	59	78
Таллинн	26	21	-21	71	83
Тбилиси	36	29	-8	39	57
Фрунзе	35	28	-21	28	60
Хабаровск	32	29	-33	67	76
Харьков	32	27	-22	49	81
Херсон	33	29	-18	41	79
Ульяновск	31	26	-30	54	81
Уфа	32	26	-30	53	82
Ужгород	31	27	-18	59	81
Чита	32	28	-39	53	73
Челябинск	32	22	-25	50	75
Ярославль	28	23	-28	58	85
Ялта	33	28	-11	56	68

Таблица 3

Характеристика ПС

Тип подвижного состава	Грузоподъемность, т	Погрузочный. объем, м ³	Тара, т	Температура, °С	
				при охл.	при отопл.
5-ваг. секция БМЗ	168	433	226	-20	+12
АРВ, длиной 19м	40	88	44	-18	+14
АРВ, длиной 21м	39	100	45	-20	+14
ИБ-термос модель БМЗ 16-380-03	50	120	35	Не выше - 18	Не ниже +15
ИБ-термос модель БМЗ 16-3000-03	53	134	38	Не выше - 18	Не выше - 18
Крытый вагон	68	120	22	—	—

Таблица 4

Режим перевозки некоторых СПГ

Груз	Температурный режим, °С		Вентилирование
	от	до	
Мороженые и переохлажденные грузы, имеющие температуру от -6 до -18 °С (кроме низкотемпературных)	-9	-12	не вентилируются
Мясо охлажденное, рыба охлажденная, переложенная льдом, в количестве не менее 30 % веса, колбасы полукопченые и мяскопчености, а также другие переохлажденные грузы, имеющие температуру от 0 до -6 °С	0	-3	не вентилируются
Молоко, молочные продукты, яйца куриные пищевые, а также охлажденные грузы, имеющие			

температуру от +6 до 0 °С, охлажденный картофель, ягоды, плоды и овощи, кроме поименованных ниже	+2	+5	не вентилируются
Помидоры розовые, бурой и молочной спелости, огурцы, арбузы, дыни, ананасы	+9	+6	вентилируются при отоплении
Бананы	+13	+11	вентилируются
Вино виноградное, плодово-ягодное и шампанское, биопрепараты и другие, не поименованные выше, грузы, имеющие температуру +6°С и выше	+15	+9	не вентилируются

Таблица 5

Нормы суточного пробега по видам отправок, км/сут

Расстояние перевозки, км	Грузовая скорость		Большая скорость		
	повагонные	контейнерные и мелкие	повагонные	крупнотоннажные рефрижераторные контейнеры на сцепках	универсальные контейнерные и мелкие отправки
до 199	110	-	140	110	90
200...599	160	75	210	160	120
600...999	240	100	310	250	180
1000...1999	310	140	400	320	150
2000...2999	330	180	430	340	270
3000...4999	380	230	480	380	300
5000...6999	400	270	500	420	340
7000 и более	420	300	520	450	360

Таблица 6

Предельные сроки перевозки мяса охлажденного и рыбопродуктов, перевозимых с охлаждением, сут

Наименование груза	Периоды		
	летний	переходный	зимний
Мясо охлажденное: говядина, баранина, свинина, телятина и мясо других крупных животных	10	12	12
Птица битая	2	4	-
Мясо животное, отгружаемое с предприятий, не имеющих железнодорожных подъездных путей	7	10	10
Сельдь холодного копчения, балычные изделия вяленые и холодного копчения	15	25	без ограничения
Рыба маринованная и пряного посола в бочках	20	без ограничения	без ограничения

№ п/п	Наименование груза	Периоды года								
		летний			переходный			зимний		
		изотерм. вагоны		крытые	изотерм. вагоны		крытые	изотерм. вагоны		крытые
		с охл.	без охл.		с охл.	без охл.		с охл.	без охл.	
1	Консервы мясорастительные в жестяных и стеклянных банках	—	—	без огр.	Способ и сроки перевозки устанавливает грузоотправитель					
2	Консервы рыбные и крабовые, кроме печени тресковых рыб и пресервов	—	—	без огр.	—	без огр.	—	—	—	без огр.
3	Пресервы всякие, сельдь баночного посола	без огр.	—	—	без огр.	—	—	—	без огр.	—
4	Консервы овощные: а) томат-паста в жестяных банках и бочках	Способ и сроки перевозки устанавливает грузоотправитель								
	б) соки томатные сульфитированные, огурцы соленые и маринованные, помидоры, арбузы, дыни соленые и маринованные и прочие овощные маринады в бочках	без огр.	12	12	—	без огр.	без огр.	—	—	без огр.
5	Дрожжи хлебопекарные, прессованные	10	—	—	10	—	—	10	—	—
6	Консервы фруктово-ягодные: а) повидло и джем жидкие в жестяных, стеклянных банках и бочках. Компоты, соусы, пюре, соки, фрукты в сахарном сиропе	Способ и сроки перевозки устанавливает грузоотправитель								
	б) пюре и соки сульфитированные в бочках	без огр.	12	12	—	без огр.	без огр.	—	—	без огр.
7	Консервы молочные: сгущ. молоко и сливки с сахаром, какао, кофе со	Способ и сроки перевозки устанавливает грузоотправитель								

	сгущенным молоком									
8	Пиво: а) непастериз. б) пастеризов.	10	–	–	–	12	–	–	–	12
9	Напитки и минеральные воды	–	без огр.	без огр.	–	без огр.	без огр.	–	–	без огр.
10	Вина виноградные (кроме шампанского) и плодово-ягодные: а) в бочках б) в бутылках в) в изотерм. вагонах-цистернах	–	без огр.	без огр.	–	без огр.	без огр.	–	без огр.	без огр.
11	Шампанское	без огр.	–	–	–	без огр.	–	–	–	без огр.
12	Майонез: а) в бочках б) в стеклотаре	без огр.	–	–	без огр.	–	–	–	без огр.	–
		без огр.	–	–	без огр.	–	–	–	–	без огр.

Примечания: 1. Консервы мясные в жестяных и стеклянных банках в течение всего года перевозят в крытых вагонах.

2. Если в графе стоит прочерк – перевозка не допускается.

3. Без огр. – без ограничения срока доставки.

Таблица 8

Способы и предельные сроки перевозки свежих плодовоовощей и картофеля, сут.

№ п/п	Наименован. груза	Период								
		апрель-июнь		июль-август		сентябрь-октябрь		ноябрь		зима
		в изот ваг с охл	крыт ые ваг.	в изот ваг с охл	крыт ые ваг.	в изот ваг с охл	крытые ваг.	в изот ваг с охл	крыт ые ваг.	в из ваг с отопл.
1	Яблоки: летние осенние зимние	20 – –	4 – –	20 б/ог –	6 10 –	– б/ог –	– 15 б/ог	– б/ог б/ог	– б/ог б/ог	– – б/ог
2	Груши: летние осенние зимние	12 – –	2 – –	12 15 –	5 8 –	– 18 б/ог	– 10 20	– б/ог б/ог	– б/ог б/ог	– – б/ог
3	Слива, алыча	16	4	16	4	16	6	–	–	–
4	Виноград столовых сортов	15	–	20	–	20	8	10	–	10
5	Цитрусовые	б/ог	–	–	–	б/ог	–	б/ог	–	б/ог
6	Капуста: ранняя средняя	15	6	16	9	–	–	–	–	–

	поздняя	—	—	18	9	—	10	—	—	—
		—	—	—	—	—	20	б/ог	20	8
7	Картофель: ранний поздний	14 20	6 15	15 —	8 —	— —	— б/ог	— б/ог	— б/ог	— б/ог
8	Морковь столовая свежая	8	—	12	8	—	12	8	—	6
9	Свекла столовая	10	5	15	10	—	б/ог	б/ог	б/ог	б/ог
10	Огурцы грунтовые	6	—	6	—	7	—	—	—	—
11	Арбузы	—	—	—	15	—	25	—	—	—
12	Дыни	15	10	20	10	20	10	—	—	—
13	Помидоры: красные розовые бурые молочные	6 10 15 —	— 6 10 15	6 10 15 —	— 6 10 15	6 10 15 —	— 6 10 15	— — 15 —	— — 10 15	— — — —
14	Лук репчатый, чеснок	—	12	—	16	—	без огр.	без огр.	без огр.	без огр.

Примечания:

1. Если в графе прочерк – перевозка не допускается.
2. б/ог – без ограничения срока доставки.

Таблица 9

Расчетные значения плотности продуктов

Продукт	Плотность, кг/м ³
Мясо: тощее жирное	70–990 960–980
Рыба: тощая жирная	1010–1020 970–990
Яйца куриные	1000–1090
Масло	920–950
Молоко	1030–1080
Плоды	1060–1100

Таблица 10

Норма загрузки продуктов и коэффициенты их перерасчета
на условную емкость

Продукты	Загрузк а, т/м ³	Коэф ф. перер асчета	Продукты	Загрузк а, т/м ³	Коэфф. перера счета
1	2	3	4	5	6
Говядина мороженная в четвертинах	0,40	0,88	Сыры без тары и в деревянных ящиках	0,50	0,70
в полутушах	0,30	1,17	в деревянных барабанах	0,46	0,76
в четвертинах и полутушах	0,35	1,00			

Баранина мороженная	0,28	1,25	Сметана в кадках	0,75	0,47
Свинина мороженная	0,45	0,78	Творог в кадках	0,71	0,50
Мясо и субпродукты в блоках	0,60	0,58	Сгущенное молоко в деревянных бочках	0,57	0,61
Птица мороженная в деревянных ящиках	0,38	0,92	в фанерных бочках	0,74	0,47
Колбасные изделия в деревянных ящиках	0,40	0,88	Яйца		
Копчености в деревянных ящиках	0,50	0,70	в деревянных ящиках	0,32	1,09
Рыба мороженная в деревянных и картонных ящиках, рогожных кулях	0,45	0,78	в картонных ящиках	0,27	1,30
Рыба мороженная осетровых пород без тары	0,45	0,78	Яичные и молочные продукты	0,40	0,88
Рыбное филе мороженое в картонных ящиках	0,70	0,50	Консервы		
Рыба соленая			в деревянных ящиках		
Масло сливочное в деревянных ящиках	0,60	0,58	в картонных ящиках	0,60	0,58
в картонных ящиках			Мороженое на рейках без стеллажей	0,65	0,54
Масло и жиры топленые в деревянных ящиках	0,70	0,50	в картонных коробках		
в деревянных бочках	0,80	0,44	в контейнерах	0,17	2,00
	0,65	0,54	в гильзах	0,33	1,08
	0,54	0,65	Мороженое на стеллажах в картонных ящиках	0,21	1,66
			Яблоки и груши в деревянных ящиках	0,23	1,52
			Цитрусовые	0,36	0,97
			в фанерных ящиках		
			в картонно-деревянных ящиках	0,45	0,78
			Прочие грузы	0,32	1,09
				0,35	1,00
<i>При укладке на поддонах</i>					
Масло сливочное в деревянных ящиках	0,63	0,56	Жиры топленые в деревянных бочках	0,40	0,87
в картонных ящиках	0,70	0,50	Рыба мороженная		
Яйца			в деревянных ящиках	0,39	0,90
в деревянных ящиках	0,30	1,17	в картонных ящиках	0,47	0,75
в картонных ящиках	0,26	1,35	Маргарин		
Консервы мясные в деревянных ящиках	0,38	0,92	в деревянных ящиках	0,70	0,50
			в картонных ящиках	0,43	0,81
Колбасные изделия в деревянных ящиках	0,30	1,17	Консервы рыбные в деревянных ящиках	0,41	0,85
Сыры в деревянных ящиках	0,40	0,87	Яблоки и груши в деревянных ящиках	0,34	1,03
Сыр плавленый в деревянных ящиках	0,67	0,52	Цитрусовые		
Птица мороженная в деревянных ящиках			в фанерных ящиках	0,32	1,09
в картонных ящиках	0,44	0,79	в картонно-деревянных ящиках	0,30	1,17
Виноград и томаты в лотках	0,38	0,92	Лук репчатый		
	0,30	1,17	Морковь	0,34	1,03
				0,35	1,09
<i>При укладке в контейнерах</i>					
Сметана в кадках	0,46	0,76	Капуста	0,30	1,17
а	0,45	0,78	Картофель	0,50	0,70
Сыры без тары	0,30	1,17	Морковь	0,36	0,97
Арбузы и дыни	0,40	0,87	Свекла	0,46	0,76
Яблоки и груши	0,45	0,78	Лук репчатый	0,38	0,92

Примечание. Условная емкость – емкость, заполненная мороженым мясом из расчета 0,35 т на 1м³ грузового объема

Основные характеристики рефрижераторных вагонов

Рефрижераторный подвижной состав	Геометрические характеристики грузового вагона		Грузоподъемность, т	Средний коэффициент теплопередачи $Вт/(м^2 \times К)$	Система охлаждения	Температура воздуха в грузовом помещении, $^{\circ}C$		Холодильная установка			Суммарная мощность электропечи, кВт
	длина, м	погрузочный объем, $м^3$				при охлаждении	при отоплении	хладагент	количество агрегатов	Общая холодопроизводительность, кВт	
Автономный вагон (ГДР) с кузовом	19	88	40	0,32	Воздушная	-18	14	R12	2	18,6 ($t_0 = -15^{\circ}C$; $t_k = 50^{\circ}C$)	12
Автономный вагон с панелями «сэндвич»	21	110	40	0,28	Воздушная	-20 ÷ -30	14	R12	2	21,2 ($t_0 = -15^{\circ}C$; $t_k = 50^{\circ}C$)	12
5-вагонная секция БМЗ	21	108	42	0,3	Воздушная	-20	12	R12	2	27,8 ($t_0 = -14^{\circ}C$; $t_k = 50^{\circ}C$)	10
12-вагонная секция	17	78	41	0,31	Рассолная	-12	12	Аммиак	2	109 ($t_0 = -20^{\circ}C$; $t_k = 45^{\circ}C$)	16

Технические характеристики грузовых вагонов РПС

№ п/ п	Показатель	12- вагонная секция	5-вагонная секция		АРВ длина 21м
			ZB-5	БМЗ	
1.	Наружные размеры кузова: – длина, м – ширина, м	17 3	21 3,1	21 3,1	21 3,1
2.	Объем грузового помещения: – полный, м ³ – погрузочный, м ³	112 78	113 100	136 108	113 100
3.	Грузоподъемность, т	36	41	42	40
4.	Масса тары вагона, т	46	42	40	44
5.	Средняя площадь поверхности ограждения грузового помещения без учета гофр, м ²	198	218	233	218
6.	Материал теплоизоляции	мипора	полистирол	полистирол	Полистирол
7.	Толщина ограждения: – крыши, мм – стен, мм – пола, мм	230 234 140	250 200 140	234 217 (продольных) 185	250 200 140
8.	Расчетная температура воздуха в грузовом помещении: – при охлаждении, °С – при отоплении, °С	-12 +12	-20 +12	-20 +14	-20 +14
9.	Продолжительность охлаждения плодоовощей от +25°С до +4°С, час	72	60	60	60
10.	Расчетная температура наружного воздуха: – летом, °С – зимой, °С	+30 -45	+40 -45	+30 -45	+40 -45
11.	Мощность электропечей, кВт	8	12	10	12
12.	Мощность электродвигателей вентиляторов-циркуляторов, кВт	0,45x2	0,45x2	2,8x2	0,45x4

