

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»

Т. В. ЗАХАРОВА

ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ ВАГОНЫ

Пособие для выполнения контрольной работы № 1 по дисциплине
«Подвижной состав и тяга поездов»

*Одобрено методической комиссией факультета
безотрывного обучения*

Гомель 2005

УДК 625.45/.46 (075.8)
ББК 39.24
3–38

Рецензент – зав. кафедрой «Общественные транспортные проблемы»,
руководитель научного центра комплексных
транспортных проблем А. А. Михальченко (УО
«БелГУТ»)

Захарова, Т. В.

3–38 Грузовые и пассажирские вагоны: пособие для выполнения
контрольной работы № 1 по дисциплине «Подвижной состав и тяга
поездов»/ Т. В. Захарова. – Гомель: УО «БелГУТ», 2005. – 43 с.
ISBN 985-468-080-0.

Приводятся теоретические сведения для выполнения контрольной работы
№ 1, а также задания, необходимые для ее выполнения.

Предназначено для студентов специальности «Организация перевозок и
управление на железнодорожном транспорте» ФБО.

УДК 625.45/.46 (075.8)
ББК 39.24

ISBN 985-468-080-0

© Захарова Т. В., 2005
© УО «БелГУТ», 2005

СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания	4
1 Задание на контрольную работу № 1	5
2 Исходные данные	7
3 Назначение, конструкция и основные параметры вагонов	15
3.1 Назначение, классификация и основные элементы конструкции вагона ..	15
3.2 Выбор параметров грузовых вагонов	17
3.2.1 Параметры грузовых вагонов	17
3.2.2 Удельный объём и удельная площадь	17
3.2.3 Грузоподъёмность	20
3.2.4 Объём кузова (площадь пола)	21
3.2.5 Тара вагона и коэффициенты тары	21
3.2.6 Линейные размеры	23
3.3 Выбор основных параметров пассажирского вагона	25
3.3.1 Линейные размеры вагона	26
3.3.2 Масса брутто вагона	26
3.3.3 Масса брутто кузова	26
4 Габариты	27
4.1 Основные определения	27
4.2 Габариты подвижного состава	28
5 Нагрузки, действующие на вагон	32
5.1 Вертикальные нагрузки	32
5.2 Боковые нагрузки	33
5.3 Продольные нагрузки	35
6 Ремонт и техническое обслуживание вагонов	36
6.1 Виды ремонта	36
6.2 Ремонт вагонов по пробегу	36
6.3 Расчёт количества вагонов, проходящих текущий отцепочный ремонт ...	39
6.4 Расчёт числа ремонтных мест для текущего отцепочного ремонта	40
6.5 Расчёт числа работников для пунктов технического обслуживания	40
Список литературы	41
Приложение А Содержание рабочей программы дисциплины «Подвижной состав и тяга поездов»	42

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Эффективная и безопасная работа транспорта требует от специалистов железнодорожного транспорта глубоких и прочных знаний о вагонах, их устройстве, ремонте, техническом обслуживании. Самостоятельная работа должна помочь студентам овладеть теоретическими и практическими знаниями в области вагоностроения и вагонного хозяйства, изучить конструкцию вагонов и их характеристики, ознакомиться с методами расчета основных параметров вагонов, вписывания в габарит, определения количества ремонтных мест при отцепочном ремонте на ПТО. Студенты должны ознакомиться с системой ремонта и технического обслуживания вагонов, с методом ремонта вагонов по пробегу.

Контрольная работа № 1 выполняется студентом после изучения разделов «Вагоны» и «Вагонное хозяйство» дисциплины «Подвижной состав и тяга поездов».

При этом студент должен хорошо знать конструктивные особенности вагонов, габариты подвижного состава, назначение и роль вагонных депо в техническом обслуживании и ремонте вагонов, знать структуру вагонного хозяйства, назначение пунктов технического обслуживания составов на станциях, в вагонных депо и другие вопросы, предусмотренные программой изучаемой дисциплины. Рабочая программа дисциплины с указанием вопросов для изучения дана в приложении А. Рекомендуемая литература приведена в конце пособия.

При выполнении контрольной работы следует придерживаться общих положений, предусмотренных стандартами Единой конструкторской документации (ЕСКД),

Формат писчей бумаги – стандартные листы размером 210x297 мм (допускается использование обычных школьных тетрадей). На обложке (титальном листе) контрольной работы указываются название дисциплины, кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», курс, фамилия, инициалы и учебный шифр студента, дата выполнения и обратный адрес. Текст пишется аккуратно разборчивым почерком на одной или двух сторонах листа с обязательным оставлением полей для замечаний рецензента.

При использовании справочных материалов и формул необходимо делать ссылки на источники, откуда они заимствованы. Список использованной литературы привести в конце работы.

Все расчеты и построение графических зависимостей следует сопровождать подробными пояснениями. Расчетные формулы сначала приводятся в общем виде. Числовые значения величин, входящих в формулу, подставляются с соблюдением единой размерности. Результат вычислений округляется с учетом принятой степени точности и проставляется его размерность (для именованных величин).

Страницы контрольной работы, иллюстрации, таблицы и графики должны быть пронумерованы. Таблицы должны иметь названия, иллюстрации и графики – подрисуночные подписи.

Контрольная работа должна быть подписана студентом и поставлена дата ее выполнения.

Готовую контрольную работу студент высылает в университет в сроки, установленные учебным планом.

При получении прорецензированной работы студент должен познакомиться с замечаниями рецензента, внести необходимые исправления и дополнения. Все исправления выполняются на отдельных листах в конце работы. Если работа не была зачтена, следует в кратчайший срок выполнить все требования рецензента и выслать исправленную работу на повторное рецензирование, предварительно сделав надпись на обложке «Повторно».

Работа с исправлениями и дополнениями сохраняется для предъявления преподавателю при защите. Зачтенная работа остается у преподавателя или предъявляется при сдаче зачета.

1 ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1

Контрольная работа по разделу «Вагоны и вагонное хозяйство» должна содержать ответы на следующие 10 вопросов:

1 Укажите назначение и классификацию вагонов согласно Вашему варианту задания. Перечислите основные части вагона Вашего варианта и укажите их назначение. Приведите эскиз вагона. Род и тип вагона примите в соответствии с таблицей 2.1 по последней цифре шифра.

При ответе на первый вопрос студент должен ознакомиться по литературным источникам, приведенным в конце пособия, с конструкциями вагонов, указать их назначение и классификацию, перечислить вагоны заданного рода, определить характер перевозимого груза, выбрать один из типов вагонов, перечислить его основные части и подробно описать конструкцию. Следует разобраться с конструктивными особенностями рамы вагона, назвать её основные балки; уяснить, каким образом кузов опирается

на тележки; указать на наличие боковых, торцевых стен, крыши, если они предусмотрены в данной конструкции вагона; понять каким образом загружаются и разгружаются вагоны, какие элементы предназначены для крепления грузов. Следует обратить внимание на устройства вагона, обеспечивающие безопасность работников, связанных с движением и обслуживанием поездов: на наличие поручней, подножек, лестниц, переходных площадок и др.

Рассмотрение конструкции пассажирских вагонов предполагает освещение вопросов комфорта, безопасности жизнедеятельности пассажиров (освещение, вентиляция, отопление), безопасности движения.

2 Определите основные параметры вагона (разд.3) Исходные данные для расчёта:

- осевая нагрузка для грузовых вагонов (таблица 2.2) или населённость для пассажирских вагонов (таблица 2.3);
- технический коэффициент тары для грузовых вагонов (таблица 2.4) или масса тары для пассажирских вагонов (таблица 2.5);
- удельный объём, коэффициент использования грузоподъёмности, коэффициент порожнего пробега, коэффициент перевода грузоподъёмности вагона в динамическую нагрузку (таблица 2.6) для грузовых вагонов;
- внутренняя ширина и внутренняя высота вагона (таблица 2.7) для грузовых вагонов.

3 Дайте определение габарита подвижного состава (разд. 4). Проверьте, насколько соответствует габариту подвижного состава, выбранному по таблице 2.8, вагон Вашего варианта на прямом участке пути. Для этого в масштабе 1:50 вычертите верхнее очертание габарита подвижного состава (см. разд. 4). Внутри габарита подвижного состава изобразите поперечное очертание вагона. Укажите основные поперечные размеры габарита и вагона. Высоту кузова от уровня верха головки рельса выберите по таблице 2.9.

4 Приведите эскиз, укажите назначение и размеры детали вагона Вашего варианта в соответствии с таблицей 2.10 по последней цифре шифра.

5 Перечислите силы, действующие на вагон, и укажите места их приложения. Вычислите нагрузки, действующие на вагон Вашего варианта (разд.5).

6 Приведите схему и укажите назначение и принцип действия детали тормозной системы подвижного состава в соответствии с вариантом задания, указанном в таблице 2.11, используя последнюю цифру шифра.

7 Укажите основные виды ремонта вагонов и их периодичность. Опишите сущность ремонта вагонов по пробегу (разд. 6).

8 Рассчитайте количество вагонов, проходящих текущий отцепочный ремонт за сутки на сортировочной станции (см. разд. 6))

Массу состава грузового поезда выберите в соответствии с таблицей 2.12, размеры движения в парах поездов за сутки – по таблице 2.13.

9 Определите потребное количество ремонтных мест для текущего отцепочного ремонта (см. разд. 6).

10.Рассчитайте число работников для пункта технического обслуживания (см. разд. 6)

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные для решения задач приведены в таблицах 2.1–2.13.

В таблицах 2.10–2.13 предусмотрено 10 вариантов заданий на контрольную работу, в таблице 2.6 – 8 вариантов для грузовых вагонов. В таблице 2.1 для каждого варианта указаны род и тип вагонов, которые берутся за основу при выполнении контрольной работы.

Вариант задания выбирается по последней цифре учебного шифра. Если последняя цифра 0, то выбирается десятый вариант.

Таблицы 2.2–2.5 и 2.7–2.9 учитывают последнюю и предпоследнюю цифры шифра студента. Например, если две последние цифры шифра 57, то значение осевой нагрузки выбирается на пересечении строки, соответствующей варианту 7 (последняя цифра шифра), и столбца 5, соответствующего предпоследней цифре шифра. Таким образом, значение осевой нагрузки будет равно 228 кН.

Аналогично выбираются исходные данные по таблицам 2.3–2.5 и 2.7–2.9.

Т а б л и ц а 2.1 – Данные о роде и типе вагонов

Номер варианта (последняя цифра шифра)	Род вагона	Тип вагона
1	Полувагоны	Четырёхосный универсальный полувагон
2	Полувагоны	Восьмиосный универсальный полувагон
3	Крытые	Четырёхосный крытый универсальный
4	Крытые	Специализированный вагон-хоппер для цемента
5	Цистерны	Четырёхосная цистерна для светлых нефтепродуктов
6	Цистерны	Восьмиосная цистерна для бензина
7	Платформы	Четырёхосная универсальная платформа
8	Рефрижераторные	Пятивагонная рефрижераторная секция
9	Пассажирские	Пассажирский вагон межобластного сообщения
0	Пассажирские	Пассажирский вагон купейный

Т а б л и ц а 2.2 – Значения осевой нагрузки

Последняя цифра шифра	Осевая нагрузка P_0 , кН (предпоследняя цифра шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	220	228	230	232	235	240	243	245	250	255
2	210	215	220	222	223	224	225	226	227	228
3	210	215	220	228	235	240	245	247	248	250
4	214	216	220	228	230	235	240	243	245	250
5	208	210	215	220	228	235	240	243	245	250
6	207	209	216	218	220	225	228	230	235	240
7	210	215	220	225	228	230	235	245	247	250
8	208	210	212	214	216	218	220	224	228	230

Т а б л и ц а 2.3 – Населённость пассажирского вагона

Последняя цифра шифра	Населённость n , пас									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
9	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72
0	32	32	34	34	36	36	38	38	40	40

Т а б л и ц а 2.4 – Значение коэффициента тары для грузовых вагонов

Последняя цифра шифра	Коэффициент тары, k_t , (предпоследняя цифра шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	0,327	0,326	0,325	0,324	0,323	0,322	0,321	0,320	0,319	0,318
2	0,352	0,350	0,349	0,348	0,346	0,344	0,342	0,340	0,339	0,338
3	0,320	0,322	0,324	0,326	0,328	0,330	0,335	0,350	0,370	0,380
4	0,280	0,279	0,278	0,277	0,276	0,274	0,272	0,270	0,269	0,268
5	0,389	0,388	0,387	0,386	0,385	0,384	0,383	0,382	0,381	0,380
6	0,420	0,419	0,418	0,417	0,416	0,415	0,414	0,412	0,410	0,408
7	0,320	0,322	0,330	0,340	0,350	0,402	0,400	0,398	0,396	0,394
8	0,970	0,968	0,964	0,962	0,960	0,958	0,956	0,954	0,952	0,950

Т а б л и ц а 2.5 – Масса тары пассажирского вагона

Последняя цифра шифра	Масса тары, T , т (предпоследняя цифра шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
9	45,4	45,6	45,8	46,0	46,2	46,4	46,5	46,6	46,8	47,0
0	51,0	51,5	52,0	52,5	53,0	53,5	54,0	54,5	55,0	55,5

Т а б л и ц а 2.6 –Удельный объём; коэффициент использования грузоподъёмности; коэффициент порожнего пробега ; коэффициент перевода грузоподъёмности вагона в динамическую нагрузку

Показатель использования вагона	Вариант задания (последняя цифра шифра)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Удельный объём γ $\text{м}^3/\text{т}$ (f_s , $\text{м}^2/\text{т}$)	1,14	1,12	2,2	0,88	1,16	1,15	0,52 0,80	2,1
Коэффициент использования грузоподъёмности λ	0,93	0,94	0,85	0,95	0,85	0,85	0,48 0,85.	0,85
Коэффициент порожнего пробега α	0,40	0,40	0,21	1,00	0,80	0,80	0,38	0,78
Коэффициент перевода грузоподъёмности вагона в	0,861	0,861	0,718	0,813	0,730	0,750	0,800	0,880

Т а б л и ц а 2.7 – Внутренняя ширина и внутренняя высота кузова вагона

Вариант задания	Внутренняя ширина $2B_{\text{вн}}$, мм (предпоследняя цифра шифра)			Внутренняя высота $H_{\text{вн}}$, мм (предпоследняя цифра шифра)				
	1, 2	3, 4	5, 6	7, 8	1, 2	3, 4	5, 6	7, 8
1	2880	2920	2950	2970	2060	2120	2220	2320
2	2840	2900	2940	2970	2500	2650	2750	2860
3	2700	2720	2740	2760	2790	2800	2860	3100
4	3000	3050	3100	3200	2100	2200	2270	2300
5	2800	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000
6	3000	3000	3000	3000	3200	3200	3190	3200
7	2700	2750	2770	2870	480	490	500	510
8	2500	2520	2550	2600	2690	2700	2710	2720

Таблица 2.8 – Габарит вагона

Вариант (последняя цифра шифра)	Габарит (предпоследняя цифра шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	О-ВМ	О-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	Т _{пр}	Т _{пр}
2	1-Г	Т _{пр}	1-Г	Т _{пр}	1-Г	Т _{пр}	1-Г	Т _{пр}	1-Г	Т _{пр}
3	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	Т _{пр}	Т _{пр}	Т _{пр}	Т _{пр}	Т	Т
4	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	Т	Т
5	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ
6	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	Т _н	Т _н	Т _н	Т _н
7	0-ВМ	0_ВМ	0-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-Г	Т _{пр}
8	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	1-Г	Т	Т	Т	Т	Т
9	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ
0	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ

Таблица 2.9 – Максимальная высота кузова от уровня верха головки рельса, мм

Вариант (последняя цифра шифра)	Высота кузова от уровня верха головки рельса Н _{кз} , мм (предпоследняя цифра шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	3480	3500	3600	3620	3640	3650	3670	3700	3720	3738
2	3970	3980	4000	4100	4150	4200	4240	4280	4300	4312
3	4620	4640	4660	4680	4700	4720	4740	4760	4780	4790
4	4000	4020	4100	4150	4200	4240	4280	4300	4350	4400
5	4620	4630	4640	4645	4650	4655	4660	4665	4670	4675
6	4560	4570	4580	4590	4600	4610	4620	4630	4660	4675
7	1750	1760	1770	1780	1790	1800	1805	1810	1820	1830
8	4570	4580	4590	4600	4610	4620	4650	4670	4680	4690
9	4334	4336	4338	4340	4342	4344	4346	4348	4350	4352
0	4368	4369	4370	4371	4372	4373	4374	4375	4376	4377

Т а б л и ц а 2.10 – Данные о детали вагона

Номер варианта (последняя цифра шифра)	Деталь вагона
1	Колесо
2	Ось
3	Колесная пара
4	Рама
5	Надрессорная балка
6	Буксовый узел
7	Рессорное подвешивание
8	Гаситель колебаний
9	Автосцепка
0	Поглощающий аппарат

Т а б л и ц а 2.11 – Данные о детали тормозной системы

Номер варианта (последняя цифра шифра)	Деталь тормозной системы
1	Тормозная рычажная передача
2	Грузовой авторежим
3	Воздухораспределитель
4	Запасной резервуар
5	Тормозной цилиндр
6	Тормозная магистраль
7	Грузовой авторежим
8	Автоматический регулятор режима торможения
9	Тормозная рычажная передача
0	Воздухораспределитель

Т а б л и ц а 2.12 – Данные о массе состава поезда

Показатель	Номер варианта (последняя цифра шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса состава поезда Q , т	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4100

Т а б л и ц а 2.13 – Данные о размере движения

Показатель	Номер варианта (предпоследняя цифра шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Размеры движения, количество пар поездов в сутки n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

3 НАЗНАЧЕНИЕ, КОНСТРУКЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВАГОНОВ

3.1 Назначение, классификация и основные элементы конструкции вагона

Вагоном называется единица подвижного состава, предназначенная для перевозки пассажиров или грузов. Все вагоны, независимо от назначения, состоят из четырех основных элементов: кузова, ходовых частей, ударно-тягового устройства, тормозного оборудования.

Кузов предназначен для размещения пассажиров или грузов. Его конструкция определяется типом вагона. Для обеспечения сохранности перевозимого груза и комфорта пассажиров кузова вагонов имеют специальные устройства. Кузова грузовых вагонов состоят из рамы с полом, боковых и торцевых стен; крытые вагоны имеют дополнительно крышу с загрузочными люками и двери в боковых стенах.

Ходовые части направляют вагон по рельсовому пути, обеспечивают необходимую плавность хода и безопасность движения. К ходовым частям вагона относятся тележки, которые состоят из колесных пар, буксовых узлов, рам, рессорного подвешивания, надрессорных балок.

Ударно-тяговые устройства предназначены для сцепления вагонов между собой и с локомотивом, для смягчения продольных нагрузок, удержания вагонов на определенном расстоянии.

Тормозное оборудование предназначено для создания искусственного сопротивления движению поезда, регулирования скорости движения, остановки и удержания состава на месте. Вагоны могут быть оборудованы ручными, стояночными и автоматическими тормозами. Грузовые и пассажирские вагоны оснащены автоматическими и частично дополнительно ручными тормозами. Управление тормозами осуществляет машинист с локомотива, а при необходимости торможение осуществляется из вагона стоп-краном. В случае обрыва поезда тормоза срабатывают автоматически. Тормозное оборудование расположено на раме кузова и на тележках вагона.

Вагоны классифицируются: по назначению, условиям эксплуатации и ширине колеи. По *назначению* вагоны делятся на пассажирские и грузовые; по *условиям эксплуатации* – на магистральные, промышленного и городского транспорта; по *ширине колеи* – на вагоны широкой и узкой колеи шириной 1520, 1435, 1067, 900 и 750 мм.

Магистральные вагоны предназначены для эксплуатации на сети железных дорог Республики Беларусь и стран СНГ. Вагоны промышленного транспорта эксплуатируются на подъездных путях промышленных

предприятий. Вагоны городского транспорта перевозят пассажиров и грузы по городским, а иногда – по пригородным путям.

Пассажирские вагоны магистральных железных дорог делятся на несамоходные и самоходные. Несамоходные вагоны перемещаются локомотивами, а самоходные имеют свою энергетическую установку или получают энергию от контактной сети. Несамоходные вагоны – это вагоны дальнего следования, межобластного и пригородного сообщения, почтовые, багажные, почтово-багажные, вагоны-электростанции, вагоны-рестораны, вагоны-клубы, вагоны пожарных и восстановительных поездов и другие специальные вагоны. К вагонам дальнего следования относятся вагоны некупейные и купейные с жесткими спальными и мягкими спальными местами. Вагоны межобластного сообщения предназначены для перевозки пассажиров на расстояние до 1000 км. Они открытого типа с мягкими креслами для сидения. Пригородные поезда перевозят пассажиров на расстояние до 200 км. Вагоны имеют нижние диваны, которые используются для сидения, или кресла. Почтовые и багажные вагоны отличаются от вагонов для перевозки пассажиров планировкой и внутренним оборудованием. Специальные пассажирские вагоны – это служебные вагоны, вагоны-клубы, вагоны-дискотеки, вагоны-электростанции и др. К самоходным магистральным вагонам относятся вагоны для пригородного сообщения электро- и дизель-поездов, а также автомотрисы.

Грузовые вагоны подразделяются на универсальные и специализированные. Универсальные вагоны предназначены для перевозки грузов широкой номенклатуры, а специализированные – одного или нескольких однородных грузов. Универсальные вагоны – это крытые с дверями на боковых стенах полувагоны с люками в полу, платформы с бортами, цистерны общего назначения и изотермические вагоны. К специализированным вагонам относятся крытые для перевозки скота, крытые для перевозки автомобилей, вагоны-хопперы для перевозки цемента и минеральных удобрений, вагоны с поднимающимся кузовом, полувагоны с глухим кузовом, платформы для перевозки контейнеров и леса в хлыстах, цистерны для перевозки молока, винопродуктов, кислот, сжиженных газов и др.

Экономические показатели работы вагонного парка определяются правильным выбором типов вагонов, который зависит от состава и объема грузооборота железной дороги. Основными условиями при выборе типов вагонов, исходя из структуры грузооборота, являются обеспечение сохранности грузов, комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ. Анализ грузооборота показывает, что вагонный парк грузовых вагонов преимущественно должен состоять из пяти основных типов вагонов: крытых, полувагонов, платформ, цистерн и изотермических. Выбор оптимальной структуры вагонного парка, т.е. количества и вида

универсальных и специализированных типов вагонов определяется минимумом приведенных затрат, связанных с постройкой, ремонтом, обслуживанием и погрузкой, перевозкой и выгрузкой грузов.

3.2 Выбор параметров грузовых вагонов

3.2.1 Параметры грузовых вагонов

Основными параметрами, характеризующими эффективность работы грузовых вагонов, являются: грузоподъемность (P), тара (T), число осей (m_o), объем кузова (V) или площадь пола для платформ (F), линейные размеры вагона: общая длина по осям сцепления автосцепок ($2L_{об}$), наружная длина вагона ($2L_n$), внутренняя длина вагона ($2L_{вн}$), длина рамы ($2L_p$), наружная ширина вагона ($2B_n$), внутренняя ширина вагона ($2B_{вн}$), наружная высота кузова (H_n), внутренняя высота кузова ($H_{вн}$), база вагона ($2l$).

Важными являются соотношения этих параметров: коэффициенты тары (k_t), удельный объем кузова (v_y) или удельная площадь пола для платформ (f_y), нагрузка от колесной пары на рельсы (p_o), погонная нагрузка (q_n) и максимальная скорость движения (V).

При проектировании определяют оптимальные величины указанных параметров. Оптимальными являются параметры, обеспечивающие минимум приведенных народнохозяйственных затрат ($\min C_{пр}$) и соответствие параметров структуре и объёму перевозимых грузов. Приведенные народнохозяйственные затраты определяются по формуле

$$C_{пр} = C + E_n K, \quad (3.1)$$

где C – затраты на обслуживание и ремонт вагона;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$$E_n = 0.15;$$

K – капитальные вложения на изготовление вагона и сооружений для его обслуживания.

Основными характеристиками вагона на начальной стадии проектирования являются осевая нагрузка и габарит. Осевая нагрузка – это нагрузка, передающаяся от массы брутто вагона на одну колёсную пару; рост ее ограничивается прочностью железнодорожного пути. На перспективу предполагается её рост до 245 кН.

3.2.2 Удельный объём и удельная площадь

Оптимальный удельный объём кузова (для платформ площадь пола), $\text{м}^3/\text{т}$ ($\text{м}^2/\text{т}$),

$$v_y = \frac{V}{P}; \quad (3.2)$$

$$f_y = \frac{F}{P}, \quad (3.3)$$

где V – геометрический объём, м^3 ;

F – площадь пола вагона, м^2 ;

P – грузоподъёмность вагона, т.

Погрузочный объём кузова, м^3 ,

$$V_n = V\varphi, \quad (3.4)$$

где φ – коэффициент использования геометрического объёма; у крытых и изотермических вагонов $\varphi < 1$, у цистерн $\varphi = 1$, у полувагонов при их загрузке «с шапкой» выше уровня стен $\varphi > 1$.

С учётом выражения (3.4) формулы (3.2) и (3.3) принимают вид

$$v_y = \frac{V_n}{P\varphi}. \quad (3.5)$$

Для платформ вместо удельного объёма определяют удельную площадь пола, $\text{м}^2/\text{т}$,

$$f_y = \frac{F}{P} = \frac{V_n}{PH\varphi}, \quad (3.6)$$

где H – высота погрузки, м.

Для сыпучих грузов высота погрузки определяется высотой бортов платформы и углом естественного откоса груза, а для остальных грузов – очертаниями верхних линий габарита подвижного состава.

Критерием для выбора оптимальных значений v_y и f_y являются перспективный объём, структура перевозимого груза и минимума приведенных народнохозяйственных затрат.

Для специализированных вагонов оптимальным удельным объёмом, $\text{м}^3/\text{т}$, (площадью, $\text{м}^2/\text{т}$) является

$$v_y = \frac{1}{\rho\varphi}; \quad (3.7)$$

$$f_y = \frac{1}{\rho H_{\text{вн}}\varphi}, \quad (3.8)$$

где ρ – плотность перевозимого груза, $\text{т}/\text{м}^3$.

Для универсальных вагонов оптимальные величины удельного объёма или площади зависят от структуры перевозимых грузов. По каждому роду груза перспективного грузооборота определяют его удельное значение в общем грузообороте и по формулам (3.7) и (3.8) определяют удельный объём или удельную площадь, которые обеспечивают полное использование объёма и грузоподъёмности. Затем группируют грузы с примерно одинаковыми значениями $v_{yг}$ или $f_{yг}$ и определяют коэффициент использования грузоподъёмности λ , т.е. отношение фактически погруженного в вагон груза к грузоподъёмности в зависимости от величины удельного объёма v_y или f_y удельной площади.

Определяют средний коэффициент использования грузоподъёмности

$$\bar{\lambda}_v = \frac{\sum a_{и} + \sum a_{н}}{\sum a_{и} + \frac{1}{v_y} \sum a_{н} v_{yг}}; \quad (3.9)$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{\sum a_{и} + \sum a_{н}}{\sum a_{и} + \frac{1}{f_y} \sum a_{н} f_{yг}}, \quad (3.10)$$

где $a_{и}$, $a_{н}$ – доля грузов, при которых используется или не используется грузоподъёмность при выбранных v_y или f_y ;

$v_y(f_y)$, $v_{yг}(f_{yг})$ – соответственно выбранная и потребная величина удельного объёма, $\text{м}^3/\text{т}$ ($\text{м}^2/\text{т}$).

На рисунке 3.1 представлено изменение среднего значения коэффициента использования грузоподъёмности $\bar{\lambda}_v$ в зависимости от величины удельного объёма f_y . Согласно формулам (3.9) и (3.10) с увеличением удельного объёма v_y повышается средняя величина

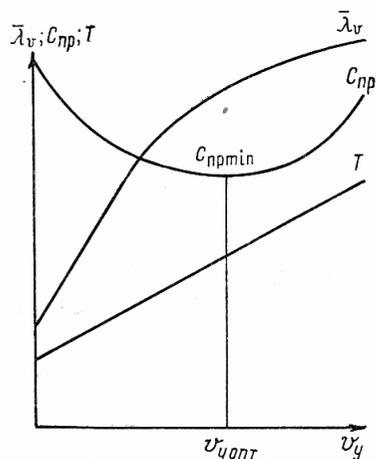


Рисунок 3.1 – Графики зависимости коэффициента использования грузоподъемности, тары вагона и приведенных затрат от удельного

коэффициента использования грузоподъемности $\bar{\lambda}_v$ вначале интенсивно, а затем – медленно. Это вызвано тем, что при увеличении v_y уменьшается число грузов, для которых происходит возрастание λ_v , поскольку грузоподъемность для некоторых грузов используется полностью при малых v_y .

При неизменной грузоподъемности возрастание удельного объема ведёт к увеличению объема кузова и, следовательно, к повышению массы тары. Поэтому строится график зависимости приведенных расходов от значения удельного объема $C_{пр} = f(v_y)$. Как видно из рисунка

3.1, увеличение удельного объема

приводит вначале к уменьшению затрат, а затем – к возрастанию. Минимальное значение приведенных затрат соответствует оптимальному удельному объёму.

Аналогично определяется оптимальная величина удельной площади пола платформ.

Если грузоподъемность не задана, как это имеет место в данном задании, прежде чем определить объём кузова, устанавливается оптимальная грузоподъемность, методика определения которой приведена в п. 3.2.3.

3.2.3 Грузоподъемность

Грузоподъемность – это наибольшая масса груза, допускаемая к перевозке в данном вагоне. Вагоны строятся с максимально допустимой грузоподъемностью по условиям прочности верхнего строения пути, поскольку грузоподъемность определяет провозную способность железных дорог. Грузоподъемность ограничивается заданным габаритом подвижного состава, родом перевозимого груза, нагрузкой от оси колёсной пары на рельсы. Для повышения грузоподъемности строят вагоны с увеличенным числом осей. Проблема повышения грузоподъемности должна решаться комплексно: проектирование нового подвижного состава, повышение

прочности верхнего строения пути, совершенствование ремонтной базы и системы технического обслуживания вагонов.

Грузоподъемность, т, определяется по формуле

$$P = \frac{p_o m_o}{(1 + k_T)g}, \quad (3.11)$$

где p_o – осевая нагрузка, кН;

m_o – число осей вагона;

k_T – технический коэффициент тары;

g – ускорение свободного падения; $g=9,8$ м/с.

Технический коэффициент тары принимается по паспортным данным новейшей модели вагона аналогичного типа с учётом корректировки на вносимые изменения на материалы и линейные размеры вагона.

3.2.4 Объём кузова (площадь пола)

Объём кузова, m^3 , или площадь пола, m^2 , для вагонов-платформ определяется по найденным значениям v_y и P :

$$V = v_y P; \quad (3.12)$$

$$F = f_y P. \quad (3.13)$$

3.2.5 Тара вагона и коэффициенты тары

Тара – это собственная масса порожнего вагона. При проектировании вагона её стремятся выбрать минимальной при условии обеспечения заданной прочности и надёжности. Основными факторами, влияющими на величину тары, являются величины эксплуатационных нагрузок, которые зависят от выбора конструктивной схемы вагона, характеристики используемых материалов, качества изготовления, проектирования ходовых частей и автосцепного устройства, характеристик погрузочно-выгрузочной техники и режима работы вагона: скорости движения, скорости роспуска с горки и т.д.

Тара вагона определяется по зависимости

$$T = m_{бр} - P, \quad (3.14)$$

где $m_{бр}$ – масса брутто вагона, т;

$$m_{\text{бр}} = \frac{P_o m_o}{g}. \quad (3.15)$$

Для сравнения вагонов между собой определяют технический, погрузочный и эксплуатационный коэффициенты тары, которыми оценивается выгодность вагона.

Техническим коэффициентом тары называется отношение массы тары к грузоподъёмности:

$$k_T = \frac{T}{P}. \quad (3.16)$$

Погрузочный коэффициент тары

$$k_{\text{п}} = \frac{T}{P\lambda}, \quad (3.17)$$

где λ – коэффициент использования грузоподъёмности;

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{P}_{\text{ст}}}{P}, \quad (3.18)$$

где $P_{\text{ст}}$ – средняя статическая нагрузка на вагон, т;

$$\bar{P}_{\text{ст}} = \frac{\sum a_i}{\sum \frac{a_i}{P_{\text{сти}}}}, \quad (3.19)$$

a_i – доля i -го груза в общем объёме, перевозимом в данном типе вагона;

$P_{\text{сти}}$ – статическая нагрузка на вагон от i -го груза, т;

$$P_{\text{сти}} = P\lambda_i. \quad (3.20)$$

Эксплуатационный коэффициент тары определяется по зависимости

$$k_{\text{э}} = \frac{T(1 + \alpha_{\text{пор}})}{P_{\text{дин}}}, \quad (3.21)$$

где $\alpha_{\text{пор}}$ – коэффициент порожнего пробега, равный отношению порожнего пробега вагонов данного типа к их груженому пробегу (порожний пробег обусловлен недостаточной универсальностью вагона);

$\bar{P}_{\text{дин}}$ – средняя динамическая нагрузка на вагон, т;

$$\bar{P}_{\text{дин}} = \frac{\sum a_i l_i}{\sum \frac{a_i l_i}{P_{\text{снi}}}}, \quad (3.22)$$

где l_i – дальность перевозки i -го груза, км;

$P_{\text{ст}}$, $P_{\text{дин}}$ – статические и динамические нагрузки, являющиеся важными эксплуатационными характеристиками вагона, определяющими его использование и эффективность.

При отсутствии данных о P_i , $P_{\text{сти}}$, a_i и l_i значения $P_{\text{ст}}$ и $P_{\text{дин}}$ могут быть определены по следующим упрощённым формулам:

$$P_{\text{ст}} = P\lambda; \quad (3.23)$$

$$P_{\text{дин}} = kP, \quad (3.24)$$

где k – средний коэффициент перевода грузоподъёмности вагона P в динамическую нагрузку $P_{\text{дин}}$.

Эксплуатационный коэффициент тары учитывает порожний пробег вагона и дальность перевозки грузов различного удельного объёма.

3.2.6 Линейные размеры

По заданному габариту выбираются внутренняя ширина $2B_{\text{вн}}$ и, соответственно, высота кузова $H_{\text{вн}}$.

Тогда внутренняя длина всех типов вагонов, м, кроме платформ,

$$2L_{\text{вн}} = \frac{V}{2B_{\text{вн}} H_{\text{вн}}}. \quad (3.25)$$

Для платформ

$$2L_{\text{вн}} = \frac{F}{2B_{\text{вн}}}. \quad (3.26)$$

$2B_{\text{вн}}$ и $2L_{\text{вн}}$ корректируются в зависимости от рода перевозимого груза и использования в конструкции унифицированных сборочных единиц, например, крышек люков полувагонов.

Для ориентировочного определения диаметра котла D , м, четырёхосной цистерны может быть применена формула

$$D = 0,7\sqrt[3]{V}. \quad (3.27)$$

Наружная ширина и длина, м, вагона

$$2B_n = 2B_{вн} + a_6; \quad (3.28)$$

$$2L_n = 2L_{вн} + 2a_t, \quad (3.29)$$

где a_6 , a_t – соответственно расстояние от внутренней до наиболее выступающей поверхности боковой и торцевой стен. Ориентировочно a_6 можно принять равным: 0,250 м – для крытых вагонов; 0,125 м – для полувагонов, 0,150 м – для платформ; 0,110 м – для цистерн; 0,250 м – для изотермических вагонов; a_t можно принять равным: 0,165 м – для крытых вагонов; 0,140 м – для полувагонов; 0,04 – для платформ; 0,014 – для цистерн и 0,250 – для изотермических вагонов.

Длина рамы у полувагонов, платформ и изотермических вагонов может быть принята равной наружной длине кузова, т.е. $2L_p = 2L_n$. Для остальных грузовых вагонов длина рамы определяется по формуле

$$2L_p = 2L_n \pm 2a_k, \quad (3.30)$$

где a_k – расстояние от наружной поверхности торцевой стены до наружной поверхности концевой балки рамы. Ориентировочно можно принять a_k равным: 0,12 м – для крытых вагонов; 0,02 – для цистерн; 0,2 – для вагонов-хопперов.

На рисунке 3.2 представлены схемы кузовов с неодинаковыми длинами рамы и кузова.

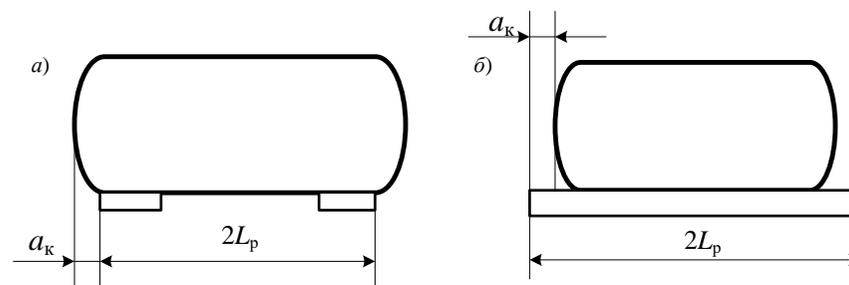


Рисунок 3.2 – Схемы кузовов грузовых вагонов с длиной рамы: a – меньше наружной длины кузова; b – больше наружной длины кузова

База вагона, м, выбирается из условия одинакового отклонения наружной и средней частей вагона при вписывании в габарит в кривых участках пути:

$$2l = \frac{2L_p}{1,41}. \quad (3.31)$$

Длина консольной части вагона, м,

$$l_k = \frac{2L_p - 2l}{2} \quad (3.32)$$

Длина вагона м, по осям сцепления автосцепок

$$2L_{об} = 2L_p + 2a_a, \quad (3.33)$$

где a_a – вылет автосцепки; для четырёхосных вагонов, кроме крытых, $a_a = 610$ мм, для восьмиосных – 505 мм, для крытых – 430 мм.

На рисунке 3.3 представлен эскиз полувагона и его основные линейные размеры.

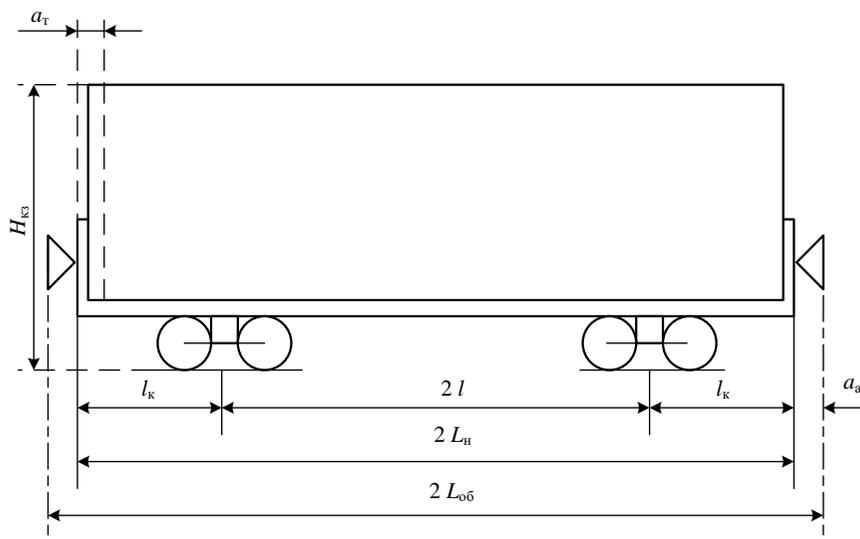


Рисунок 3.3 – Линейные размеры кузова вагона

3.3 Выбор основных параметров пассажирского вагона

К параметрам пассажирских вагонов относятся: тип планировки, определяемый назначением вагона; населенность, число осей, тара, масса экипировки (вода, уголь, съемное оборудование), линейные размеры и максимальная скорость движения. Пассажирские вагоны проектируются на базе типовых кузовов длиной 23,6 и 26,5 м, поэтому задача студента – разработать планировку внутреннего помещения, определить массу кузова и вагона. Массу вагона следует выбрать по таблице 2.5.

3.3.1 Линейные размеры вагона

Согласно паспортным данным вагон с наружной длиной 23,6 (26,5) м имеет следующие линейные размеры :

- длину по осям сцепления автосцепок – 24,54 (27,3) м;
- базу – 17 (19) м;
- длину консольной части – 3,3 (3,75) м;
- наружную ширину – 3,106 (3,05) м;
- внутреннюю ширину – 2,926 (2,826) м;
- высоту внутри салона от пола до потолка – 2,585 (2,923) м;

- полную высоту – 4,377 (4,377) м.

Минимальные размеры внутренней планировки и оборудования пассажирских вагонов регламентируются Нормами расчёта и проектирования вагонов и составляют, мм:

ширина помещений: купе четырёхместного – 1770; купе двухместного – 1350; отделения для проводника – 1230; туалета – 900; отделения отопления – 900; тамбура – 840;

ширина продольных проходов в вагонах: купейных – 750; межобластного сообщения – 600;

ширина диванов и кресел в вагонах: жёстких – 580; мягких – 600; межобластного сообщения – 470;

длина спального места в купейных вагонах -1820.

Опираясь на заданные нормативы, студент должен выбрать соответствующую населённости длину вагона.

3.3.2 Масса брутто вагона

Масса брутто вагона определяется по формуле

$$m_{бр} = (T + nm_{пас}), \quad (3.34)$$

где T – масса тары, т;

n – населённость вагона, пас.;

$m_{пас}$ – средняя масса одного пассажира с багажом; для вагонов дальнего следования $m_{пас} = 0,1$ т.

3.3.3 Масса брутто кузова

Масса брутто кузова, т, вычисляется по зависимости

$$m_{бр}^{кз} = m_{бр} - 2m_t, \quad (3.35)$$

где m_t – масса тележки; масса тележки КВЗ-ЦНИИМ равна 7,2 т.

4 ГАБАРИТЫ

4.1 Основные определения

Для обеспечения безопасности работы железнодорожного транспорта необходимо, чтобы ни одна часть подвижного состава при его движении не могла войти в соприкосновение со стационарными сооружениями,

расположенными вблизи железнодорожного пути, или с подвижным составом, находящимся на соседнем пути.

Однако зазор между поперечным сечением подвижного состава и внутренними размерами станционных сооружений не может быть слишком большим, так как это привело бы к снижению вместимости вагона, уменьшению провозной способности и экономичности железных дорог, недоиспользованию размеров существующих стационарных сооружений.

Для обеспечения рациональных зазоров между элементами строения и движущимся подвижным составом установлены предельные размеры приближения строений к оси пути и максимальные размеры, допускаемые к обращению подвижного состава. Эти предельные контуры называются габаритами и подразделяются на габарит приближения строения и габарит подвижного состава.

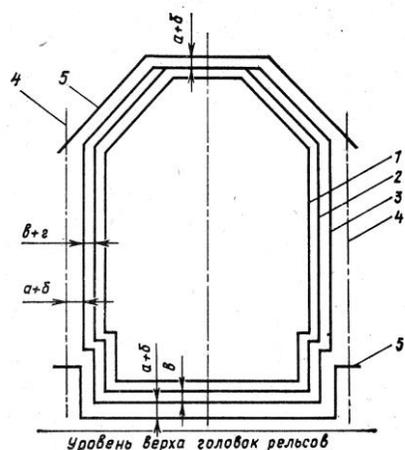


Рисунок 4.1 – Схема построения габаритов подвижного состава: 1 – проектное очертание вагона; 2 – строительное очертание вагона; 3 – эксплуатационный габарит подвижного состава; 4 – ось междупутья; 5 – габарит приближения строения; $a+b$ – смещения, учитывающие отклонения в состоянии пути и динамические колебания вагона при его движении; $v+g$ – смещения, учитывающие зазоры и износы ходовых частей, прогибы рессорного подвешивания под действием статической нагрузки, а также выносы частей вагона при движении в кривых участках пути

Габаритом приближения строений железных дорог называется предельное поперечное, перпендикулярное оси пути очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не должны заходить никакие части сооружений и устройств, а также лежащие около пути материалы, запасные части и оборудование, за исключением частей устройств, предназначенных для непосредственного взаимодействия с подвижным составом: вагонных замедлителей и подвагонных толкателей в рабочем состоянии, контактных проводов с деталями крепления, хоботов гидравлических колонок при наборе воды и др., при условии, что положение этих устройств во внутригабаритном пространстве связано с частями подвижного

состава, с которыми они могут соприкасаться.

Габариты подвижного состава – предельные поперечные (перпендикулярные оси пути) очертания, в которых, не выходя наружу, должен помещаться установленный на прямом горизонтальном пути (при наиболее неблагоприятном положении в колее и отсутствии боковых наклонов на рессорах и динамических колебаний) как в порожнем, так и в нагруженном состоянии не только новый подвижной состав, но и подвижной состав, имеющий максимально нормируемые износы.

При проектировании вагонов на основании заданного габарита определяют строительное, а затем и проектное очертания вагона (рисунок 4.1). Причем, строительное очертание вагона 2 получается путем уменьшения горизонтальных размеров габарита подвижного состава 3 на величину зазоров и износов ходовых частей, исчисляемых в горизонтальном поперечном направлении, и выносов частей вагонов в кривых, а вертикальных размеров – на величину статического прогиба рессорного подвешивания и измеряемых в вертикальном направлении износов ходовых частей вагона. Проектное очертание вагона 1 получается уменьшением размеров строительного очертания на величину допускаемых при постройке технологических отклонений.

4.2 Габариты подвижного состава

Обозначения и область применения габаритов подвижного состава принимаются:

T – габарит, имеющий наибольшие размеры ширины и высоты, предназначен для вагонов, обращающихся по отдельным замкнутым направлениям реконструированных дорог СНГ, Балтии и Монгольской Народной Республики, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габаритов приближения строений (рисунок 4.2, а);

$T_{ц}$ – для цистерн и вагонов-самосвалов, допускаемых к обращению по путям железных дорог СНГ, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям, установленным Инструкцией по применению габаритов приближения строений и подвижного состава (рисунок 4.2, б). Габарит $T_{ц}$, как и габарит T , имеет наибольшую ширину 3750 мм, наибольшую высоту 5200 мм, нижнее очертание, соответствующее габариту меньшей ширины 1- T . Цистерны, построенные по такому габариту, не требуют уширения станционных

междупутий до 5300 мм, так как наибольшую ширину вагоны имеют только в зоне горизонтального диаметра котла;

$T_{пр}$ – для полувагонов, допускаемых к обращению по путям общей сети железных дорог, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям, установленным Инструкцией по применению габаритов приближения строений и подвижного состава (рисунок 4.2, в);

1-Т – для подвижного состава, допускаемого к обращению по дорогам СНГ, Балтии, Монголии, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий (рисунок 4.2, г);

1-ВМ (0-Т) – для подвижного состава, допускаемого к обращению как по дорогам СНГ, Балтии, Монголии колеи 1520 (1524) мм, а также по отдельным реконструированным магистральным линиям других стран – участниц Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) колеи 1425 мм, используемых для международных сообщений (рисунок 4.3, а);

0-ВМ (01-Т) – для подвижного состава, допускаемого к обращению как по всем железным дорогам СНГ колеи 1520 (1524) мм, так и по всем основным линиям железных дорог – членов ОСЖД колеи 1435 мм, с незначительными ограничениями размеров только на отдельных участках дорог (рисунок 4.3, б).

Размеры, показанные в виде дроби в габаритах 1-ВМ и 0-ВМ, означают: в числителе – размеры, которым должны удовлетворять все вновь строящиеся вагоны, предназначенные для международного сообщения, а также ранее построенные вагоны при следовании по железным дорогам Болгарии, ФРГ, Польши, Румынии, Чехии, Словакии, знаменателе – для ранее построенных вагонов при обращении их в пределах дорог СНГ и Монголии;

02-ВМ (02-Т) – для подвижного состава, допускаемого к обращению как по всей сети железных дорог СНГ колеи 1520 (1524) мм, так и по всем железным дорогам – членам ОСЖД колеи 1435 мм, а также по дорогам ФРГ, Австрии, Югославии, Греции, Дании, Турции и некоторых других стран Европы и Азии (рисунок 4.3, в);

03-ВМ (03-Т) – для подвижного состава, допускаемого к обращению как по всей сети железных дорог СНГ колеи 1520 (1524) мм, так и по всем железным дорогам колеи 1435 мм европейских и азиатских стран (рисунок 4.3, г).

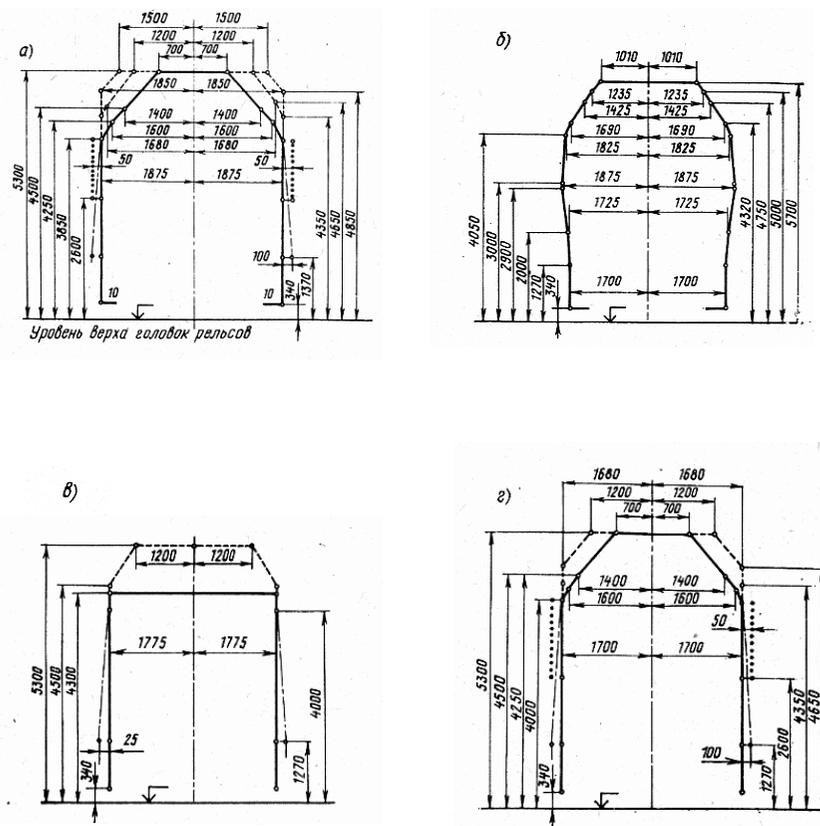


Рисунок 4.2 – Габариты подвижного состава (верхние очертания): а – габарит Т; б – габарит T_{II} ; в – габарит $T_{пр}$; г – габарит 1-Т
Условные обозначения: только для сигнальных устройств; ----- для выступающих частей: поручней, подлокотников, козырьков для стока воды и др.; -----• — размеры после реконструкции искусственных сооружений

5 НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВАГОН

В процессе эксплуатации на вагон действуют следующие силы:

- вертикальная нагрузка;
- боковая нагрузка;
- продольная нагрузка;
- группа самоуравновешенных сил: вертикальных кососимметричных, горизонтальных от распора сыпучих грузов и др.

5.1 Вертикальные нагрузки

Вертикальная нагрузка состоит из тары, полезной и вертикальной динамической нагрузок.

Вертикальную динамическую нагрузку определяют умножением приходящейся на рассчитываемую деталь статической нагрузки, вызванной собственным весом (тарой) и полезной нагрузкой, на коэффициент вертикальной динамики k_d , который вычисляется по следующим формулам:

для скоростей движения 14–28 м/с (50–100 км/ч)

$$k_d = a + b \frac{0,00036 v}{f_{ст}}; \quad (5.1)$$

для скоростей движения 28–33 м/с (100–120 км/ч) грузовых вагонов, кроме изотермических, 28–39 м/с (100–140 км/ч) изотермических и 28–44 м/с (100–160 км/ч) пассажирских вагонов

$$k_d = a + b \frac{0,00079 (v - 15,3)}{f_{ст}}, \quad (5.2)$$

где a – коэффициент 0,5 для элементов кузова, 0,10 – для обрессоренных частей тележки, 0,15 – для необрессоренных частей тележки (за исключением колесных пар);

b – коэффициент, учитывающий осьность вагона;

$$b = \frac{m_T + 2}{2m_T}, \quad (5.3)$$

m_T – число осей в тележке или в группе тележек под одним концом кузова вагона;

v – скорость движения, м/с;

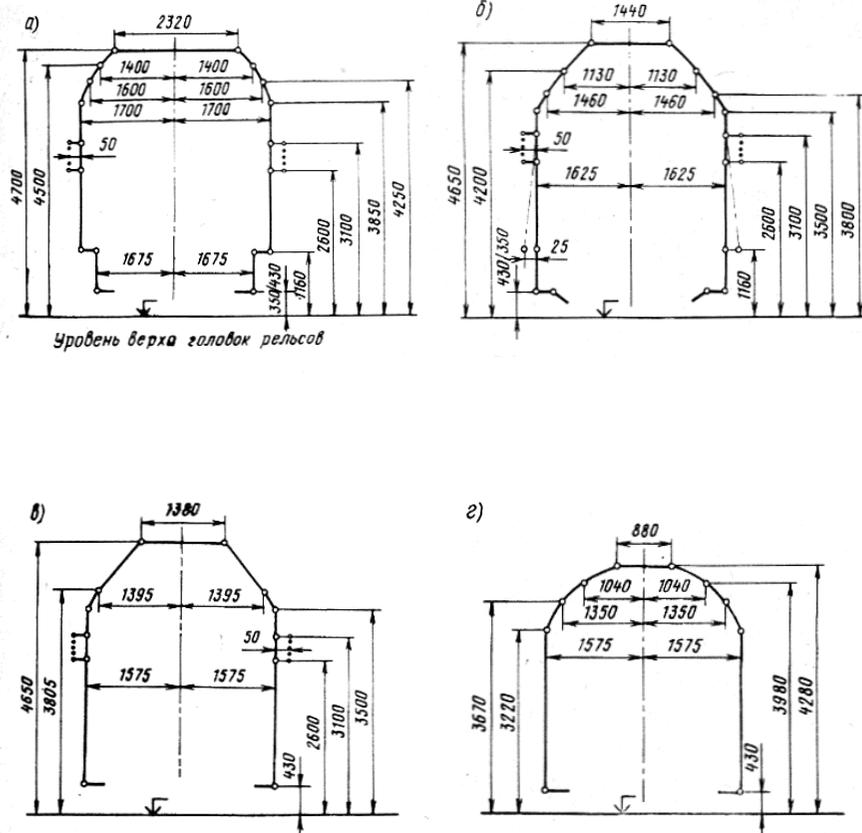


Рисунок 4.3 – Габариты подвижного состава (верхние очертания): а – габарит 1-ВМ; б – 0-ВМ; в – 02-ВМ; г – 03-ВМ.

Условные обозначения: только для сигнальных устройств; -
----- уширение габарита, допускаемое только для вагонов,
построенных до 1960 г.

$f_{ст}$ – статический прогиб рессорного подвешивания вагона от нагрузки брутто, м; $f_{ст} = 0,05$ м.

5.2 Боковые нагрузки

Боковая нагрузка перпендикулярна продольной плоскости симметрии вагона и обуславливается действием центробежной силы, силы давления ветра и сил динамического взаимодействия вагона и пути в горизонтальной плоскости.

Центробежная сила, возникающая при движении в кривых участках пути, приложена к центру тяжести вагона и направлена горизонтально, перпендикулярно продольной оси вагона. Величина центробежной силы $C(H)$ определяется по известной формуле

$$C = \frac{P_{бр} v^2}{gR}, \quad (5.4)$$

где $P_{бр}$ – вес брутто вагона, Н;

v – скорость движения, м/с;

R – радиус кривой, м.

Для уменьшения действия центробежной силы на подвижной состав и путь в кривых, расположенных на перегонах, наружный рельс укладывают выше внутреннего. Вследствие этого боковая нагрузка $H_{ц}$ (рисунок 5.1) составит разность проекций сил C и $P_{бр}$ на поперечную ось вагона:

$$H_{ц} = C \cos \alpha_{ц} - P_{бр} \sin \alpha_{ц}, \quad (5.5)$$

где $\alpha_{ц}$ – угол, показанный на рисунке 5.1.

Ввиду малости $\alpha_{ц}$ можно принять

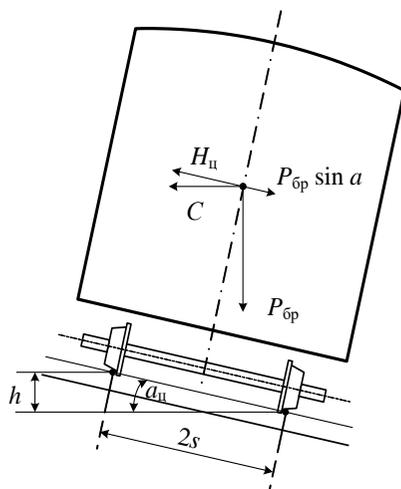


Рисунок 5.1 – Схема действия боковых сил, приложенных к вагону при прохождении кривых участков пути

$$\cos \alpha_{ц} = 1 \text{ и } \sin \alpha_{ц} = \frac{h}{2s}, \quad (5.6)$$

где h – возвышение наружного рельса над внутренним, м;

$2s$ – расстояние между кругами катания колесной пары, м.

Подставляя значения (5.6), а также выражение (5.4) в формулу (5.5), после преобразования получим

$$H_{ц} = \left(\frac{v^2}{gR} - \frac{h}{2s} \right) P_{бр}. \quad (5.7)$$

Обозначим

$$\eta_{ц} = \frac{v^2}{gR} - \frac{h}{2s}. \quad (5.8)$$

Тогда формула (5.7) получит вид

$$H_{ц} = \eta_{ц} P_{бр}. \quad (5.9)$$

Согласно нормам принимают для пассажирских вагонов $\eta_{ц} = 0,1$, для грузовых – $\eta_{ц} = 0,075$.

Равнодействующую силу давления ветра $H_{в}$, Н, определяют по формуле

$$H_{в} = wF, \quad (5.10)$$

где w – давление ветра, перпендикулярное боковой стене вагона, Па;

F – площадь боковой проекции кузова, м².

Равнодействующую силу давления ветра прикладывают в центре тяжести этой площади параллельно поперечной оси вагона.

По нормам для расчетов на прочность принимают $w = 500$ Па для вагона, движущегося с установленной максимальной скоростью.

В ряде районов стран СНГ, по которым проходит сеть железных дорог, давление ветра достигает существенно большей величины, например, по низовьям рек и побережьям морей – 700 Па, а на стокилометровой прибрежной полосе около Новороссийска – 1000 Па. Поэтому рекомендуют производить оценку устойчивости и прочности вагонов, находящихся в покое или передвигающихся с малой скоростью, с учетом указанного повышенного давления ветра. Сила давления ветра учитывается только при расчетах на устойчивость вагона от опрокидывания.

5.3 Продольные нагрузки

Продольные нагрузки вагона состоят из растягивающих и сжимающих сил взаимодействия со смежными вагонами или локомотивом, возникающих при движении поезда и маневровой работе, а также из продольных сил инерции.

Нормами расчета и проектирования вагонов устанавливаются два основных (I и III) и один дополнительный специальный (II) расчетные режимы.

По I расчетному режиму рассматривается относительно редко сочетания экстремальных нагрузок (1000 – 1500 раз за амортизационный срок службы вагона). I режиму соответствует: для грузовых вагонов – осаживание и трогание тяжеловесного состава с места, соударение вагонов при маневрах, экстренное торможение в поездах при малых скоростях движения; для пассажирских вагонов – аварийное соударение при маневрах или столкновение вагона в нештатных ситуациях, а также аварийный рывок (толчок) вагона при следовании в грузовом поезде.

Для I расчетного режима для грузовых вагонов продольная растягивающая сила установлена $N_{ip} = +2,5$ МН, а сжимающая $N_{ic} = -3,5$ МН (для изотермических и вагонов самосвалов $N_{ic} = -3,0$ МН). Для пассажирских вагонов $N_{ip} = +2,0$ МН, $N_{ic} = -2,5$ МН.

III расчетному режиму соответствует нормальная работа вагона в движущемся поезде по прямым и кривым участкам пути, стрелочным переводам с допускаемой скоростью при периодических служебных регулировочных торможениях, периодических умеренных рывках и толчках, штатной работе механизма и узлов вагона. Продольную силу принимают $N_{III} = \pm 1$ МН для всех типов вагонов, повторяемость которой за срок службы вагонов составляет до $2,5 \cdot 10^5$ раз.

II дополнительный специальный расчетный режим применяется для отдельных типов вагонов как сочетание нагрузок, характерное для этих вагонов (например, при погрузочно-разгрузочных работах, ремонте и др.).

Силы, возникающие при торможении, определяют по формуле

$$T_v = \eta_t P_{br} \quad (5.11)$$

Здесь

$$\eta = \frac{j}{g}, \quad (5.12)$$

где j – замедление при торможении;

g – ускорение свободного падения.

При плавном торможении в случае отсутствия соударений вагонов в поезде принимают $\eta_t = 0,2$, а при соударениях $\eta_t = 3,0$.

6 РЕМОНТ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВАГОНОВ

6.1 Виды ремонта

Согласно приказу № 32Ц от 22 сентября 1980 г. была принята новая система технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, основные положения которой действуют и сейчас в странах СНГ. Данная система в основе своей является плано-предупредительной и предусматривает:

- техническое обслуживание (ТО) вагонов, находящихся в составах или транзитных поездах, а также порожних вагонов при подготовке под погрузку без отцепки их от состава или группы вагонов;
- текущий ремонт (ТР-1) порожних вагонов при комплексной подготовке к перевозкам с отцепкой от состава или группы вагонов и подачей на специализированные ремонтные пути;
- текущий ремонт (ТР-2) вагонов с отцепкой от транзитных и прибывших поездов или от сформированных составов;
- деповской ремонт (ДР) вагонов для восстановления их работоспособности с заменой или ремонтом отдельных узлов и деталей;
- капитальный ремонт (КР) вагонов для восстановления их ресурсов.

Деповской ремонт производят в вагонных депо, которые несут гарантийную ответственность за прочность и исправность отремонтированного подвижного состава в течение установленных сроков. Периодичность выполнения ремонтов установлена с учетом особенностей конструкции вагонов, интенсивности использования их в эксплуатации, а также продолжительности работы основных узлов и деталей. Например, нефтебензиновые постройки с 1985 года – через 3 года после постройки, после деповского ремонта – через 1 год, после капитального ремонта – через 2 года; восьмиосные нефтебензиновые – через 2 года после постройки, через 1 год после деповского ремонта, через 2 года после капитального ремонта; для перевозки цемента – через 3 года после постройки, через 1 год после деповского ремонта, через 2 года после капитального ремонта.

6.2 Ремонт вагонов по пробегу

Плано-предупредительная система ремонта грузовых вагонов наряду с достоинствами не учитывала объема работы, выполненного вагоном.

Поэтому разработана новая система ремонта в зависимости от пробега или объема выполненной работы.

Согласно приказу № Ц-626 от 31.12.98 г., утверждены правила эксплуатации грузовых вагонов при новой системе ремонта и технического обслуживания на основе подачи в ремонт с учетом фактически выполненного объема работ (пробега в километрах). Критерий отбора вагонов в плановый ремонт определяется двумя нормативами. Первичный определяется объемом выполненной работы, вторичный — предельно допустимой календарной продолжительностью использования вагона в перевозочном процессе между ремонтами. При наступлении предельного состояния одного из нормативов вагон должен быть отобран в деповской ремонт, превышение норматива не допускается.

К переводу на новую систему ремонта допускаются новые вагоны после постройки, которые ранее зарегистрированы в картотеке парка грузовых вагонов (ЦКПВ) и имеют технический паспорт формы ВУ-4М. Вагоны могут быть переведены на новую систему ремонта только в том случае, если им проведен деповской или капитальный ремонт в установленные приказом № 7 ЦЗ от 18.12.96 г. сроки, а также капитальные ремонты с продлением назначенного срока службы в соответствии с требованиями технических условий.

Вагоноремонтное предприятие проверяет сходимость данных, имеющих ся на конкретный вагон в ИВЦ дороги и на трафаретах. После окончания ремонта вагоноремонтное предприятие передает в ИВЦ дороги электронное сообщение 1354 «О выходе вагона из ремонта» с указанием в поле «модернизация» кода 7600, означающего перевод вагона на новую систему ремонта. Для каждого вагона отсчет межремонтного пробега начинается с момента выписки формы ВУ-36М и передачи данных в ИВЦ дороги. Для нового вагона, вводимого в эксплуатацию после изготовления, отсчет межремонтного пробега начинается от даты регистрации вагона установленным порядком. По окончании ремонта на кузов вагона наносится трафарет, который содержит: условный номер предприятия, выполнившего деповской ремонт перед началом эксплуатации по новой системе, дату производства ремонта и дату окончания норматива календарной продолжительности использования вагона в эксплуатации до производства следующего ремонта. Под датами наносится трафарет «ПРОБЕГ».

Например:

ДР-345

01.01.05-06

ПРОБЕГ.

При производстве капитального ремонта согласно приказу № 7 ЦЗ и капитального ремонта с продлением срока полезного использования на кузов вагона наносится трафарет, содержащий дату окончания норматива кален-

дарной продолжительности использования вагона в эксплуатации до производства следующего деповского ремонта.

Например:

ДР

01.03.06

ПРОБЕГ.

Аналогичный трафарет наносится на кузов при вводе в эксплуатацию после постройки:

ДР

01.02.07

ПРОБЕГ.

Учет пробега производится в оперативном режиме времени на основании сведений, содержащихся в натуральных листах формы ДУ-1, по оперативным сообщениям о составах и продвижении поездов по полигону дороги, передаваемым с железнодорожных станций производства операций с поездами по следующим составляющим: формирование; расформирование; прицепка; отцепка; переход стыка (дорожного, межгосударственного); прибытие на станцию назначения.

Расчет пробегов производится при всех перемещениях вагонов по железнодорожным путям общего пользования. Установление (расчет) межремонтных пробегов в границах железной дороги осуществляет ИВЦ дороги по схеме расчета кратчайших расстояний, в основу которой положено Тарифное руководство № 4. Внутростанционные перемещения и курсирование вагона по подъездным путям не учитываются. Сообщения ИВЦ дороги содержат численные значения грузевого и порожнего пробегов, рассчитанные от момента выхода вагона из последнего деповского ремонта до момента совершения очередной операции с вагоном. При переходе вагонами междорожного стыка ИВЦ сдающей дороги передает ИВЦ принимающей дороги сообщение 4770(0), содержащее сведения об исполнении грузевого и порожнего пробегов вагона к моменту его передачи. Эти данные служат исходными для производства расчета принимающей дорогой.

Учет пробегов на иностранных железных дорогах осуществляется ИВЦ сдающей дороги по среднесетевым показателям среднесуточного общего пробега и коэффициента порожнего пробега.

При перепробеге сверх установленного межремонтного норматива более 10 тыс. километров реализуется запрет на курсирование вагона, кроме проследования к месту ремонта.

Вагоны, выводимые в плановый ремонт по нормативам новой системы, должны подвергаться контролю, испытаниям и ремонту в полном объеме требований действующей нормативно-технической документации, с обяза-

тельным оформлением и передачей в ИВЦ дороги электронных сообщений 1353 и 1354 установленным порядком.

Порядок оперативного информационного взаимодействия станции и вагонного депо определяется начальником станции по согласованию с начальником вагонного депо исходя из местных условий и технической оснащенности предприятий. Порядок утверждается железной дорогой и является неотъемлемой частью технологического процесса, которая должна обеспечить передачу всех сообщений линейного уровня, а также оперативный информационный обмен станции и вагонного депо в реальном масштабе времени. При отсутствии у работников ПТО сведений об исполненных пробегах вагонов, подаваемых под погрузку, их запрашивают в ИВЦ дороги.

6.3 Расчет количества вагонов, проходящих текущий отцепочный ремонт

Количество вагонов, проходящих текущий отцепочный ремонт на сортировочных станциях, может быть определено исходя из следующих нормативов: от транзита с переработкой – 0,7 %, без переработки – 0,2 %; при грузовых операциях – 1,2 %.

Количество вагонов, проходящих по участку (через станцию А) в течение суток,

$$m = \frac{Q}{q} 2n, \quad (6.1)$$

где Q – масса состава грузового поезда (выбирается в соответствии с таблицей 2.12), т;

q – средняя масса брутто вагона (следует принять 80 т);

n – размеры движения в парах поездов за сутки.

Распределение вагонопотока на транзит без переработки, транзит с переработкой, а также местный выполняется студентом самостоятельно. При этом можно принять, что количество вагонов, проходящих в транзитных поездах без переработки, составляет 15–25 %; в поездах, следующих транзитом с переработкой, — 70–75 %, находилось под грузовыми операциями –10—15 % от общего суточного вагонопотока.

Количество вагонов, проходящих текущий отцепочный ремонт за сутки,

$$m_{\text{сут}} = \frac{m(0,002i + 0,007j + 0,012l)}{100}. \quad (6.2)$$

Если, например, в общем вагонопотоке вагоны, следующие в транзитных поездах без переработки, составляют 20 %, вагоны, следующие в транзитных поездах с переработкой, – 70 % и вагоны, находившиеся под грузовыми операциями, – 10 %, то количество вагонов, проходящих текущий отцепочный ремонт за сутки,

$$m_{\text{сут}} = \frac{m(0,002 \cdot 20 + 0,007 \cdot 70 + 0,012 \cdot 10)}{100}.$$

6.4 Расчет числа ремонтных мест для текущего отцепочного ремонта

Вагонные депо являются основными линейными предприятиями вагонного хозяйства. Они предназначены для текущего и депоовского ремонта вагонов и обслуживания вагонов в эксплуатации.

Потребное количество ремонтных мест для текущего отцепочного ремонта определяется по формуле

$$H = \frac{m_{\text{сут}} t_{\text{то}} k_{\text{н}}}{24}, \quad (6.3)$$

где $t_{\text{то}}$ – норма простоя вагонов в текущем отцепочном ремонте; $t_{\text{то}} = 3,5$ ч;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности поступления вагонов в ремонт, принимаемый для текущего отцепочного ремонта равным 1,2;

24 – число часов в сутках.

6.5 Расчет числа работников для пунктов технического обслуживания

Расчет рабочей силы для пунктов технического обслуживания производится из условий, что работы по осмотру и текущему безотцепочному ремонту вагонов выполняются круглосуточно, в четыре смены при 12-часовом непрерывном дежурстве работников смен, с тем, однако, чтобы не превышать месячной нормы часов работы (173,4 ч).

Потребное количество работников в одной бригаде

$$R_{\text{тех}} = \frac{m'_4 H_{\text{тех}}}{k t_{\text{осм}}}, \quad (6.4)$$

где m'_4 – среднее количество вагонов в составе (в четырехосном исчислении);

$$m'_4 = \frac{Q}{q_4}, \quad (6.5)$$

Q – масса состава грузового поезда, т;

q_4 – масса брутто четырёхосного вагона; q_4 следует принять равным 80 т;

$H_{\text{тех}}$ – трудоёмкость (затрата) чел.-мин на осмотр и текущий безотцепочный ремонт одного вагона (принимается 15–16 чел.-мин на один четырёхосный вагон);

k – коэффициент, учитывающий неравномерность прибытия поездов и непроизводительные переходы ремонтных бригад, $k = 0,85 \dots 0,9$;

$t_{\text{осм}}$ – простой состава под осмотром и безотцепочным ремонтом, не превышающий 25–30 мин.

Таких бригад должно быть две в каждую смену – для чётных и нечётных поездов. Таким образом, общее явочное число работников на пункте технического обслуживания

$$R_{\text{пто}}^{\text{яв}} = 4R_{\text{тех}}, \quad (6.6)$$

а списочное –

$$R_{\text{пто}}^{\text{сп}} = 1,13R_{\text{пто}}^{\text{яв}}. \quad (6.7)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Подвижной состав и тяга поездов/Под ред. Н.А. Фуфрянского и В.В. Деева. – М.: Транспорт, 1979. – 367 с.
- 2 **Осипов, С.И.** Подвижной состав и основы тяги поездов./С.И. Осипов– М.: Транспорт, 1990. – 335 с.
- 3 **Крылов, В.И.** Автоматические тормоза подвижного состава./В.И. Крылов, В.В. Крылов– М.:Транспорт, 1983. – 360 с.
- 4 **Иноземцев, В.Г.** Автоматические тормоза./В.Г. Иноземцев и др.– М.: Транспорт, 1981. – 464 с.
- 5 **Сенько, В.И.** Техническое обслуживание вагонов. Организация ремонта грузовых вагонов в депо./В.И. Сенько, И.Л. Чернин, И.С. Бычек– Гомель, 2002.– – 371 с.
- 6 **Гридюшко, В.И.** и др. Экономика, организация и планирование вагонного хозяйства./Гридюшко В.И. – М.: Транспорт, 1980. – 279 с.
- 7 Вагоны/Под ред. Л.А. Шадура. – М.: Транспорт, 1980. – 439 с.

- 8 **Пастухов, И.Ф.** Вагоны./И.Ф. Пастухов и др.– М.: Транспорт, 1988. – 280 с.
- 9 Грузовые вагоны колеи 1520 мм ж.д. СССР. – М.: Транспорт, 1989. – 175 с.
- 10 **Пастухов, И. Ф.** Конструкция вагонов/И.Ф. Пастухов, В.В. Пигунов, Р.О. Кошкалда– М.: Желдориздат, 2000. – 504 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

**Содержание рабочей программы дисциплины
«Подвижной состав и тяга поездов»**

1.1 Введение. Основные задачи, стоящие перед вагоностроением и вагонным хозяйством РБ и стран СНГ

Значение вагонов в производственном процессе железных дорог. Требования, предъявляемые к вагонному парку.

1.2 Общие сведения о вагонах

Вагоны. История развития вагонов и вагонного хозяйства в странах СНГ и странах дальнего зарубежья. Основные части вагонов. Нагрузки, действующие на вагон. Техничко-экономические параметры вагона. Габариты подвижного состава.

1.3 Тележки вагонов

Устройство и классификация тележек. Устройство колесных пар, их типы, размеры, особенности ремонта и эксплуатации. Конструкция букс вагонов. Подшипники, смазка. Надежность работы буксового узла. Ресорное подвешивание вагонов. Основные типы, схемы и конструкции. Гасители колебаний, упругие элементы, возвращающие устройства тележек. Конструкция и назначение. Динамические показатели вагонов.

1.4 Кузова вагонов

Классификация и конструкция кузовов вагонов. Эффективность и надежность работы цельно несущих кузовов.

1.5 Автосцепное оборудование вагонов

Принцип работы автосцепного устройства. Поглощающие аппараты и их характеристики. Упряжные и буферные устройства.

1.6 Грузовые вагоны

Основные типы грузовых вагонов. Назначение, конструкция, техническая характеристика крытых вагонов, полувагонов, цистерн, платформ. Специальные вагоны и транспортеры. Особенности их конструкции и эксплуатации. Знаки и надписи на вагонах. Пригодность вагонов в коммерческом отношении.

1.7 Пассажирские вагоны

Типы, устройство, планировка, технико-экономические показатели. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и электроснабжение пассажирских вагонов.

1.8 Автотормоза вагонов

Автотормозное оборудование, общие понятия о принципах торможения поездов. Классификация тормозов, принцип действия, Устройство и принцип действия компрессоров, приборов управления, воздухораспределителей, тормозных цилиндров, рычажной передачи. Размещение и вклю-

чение тормозных средств в составе поезда. Полное и сокращенное опробование тормозов.

1.9 Вагонное хозяйство и ремонт вагонов

Структура. Система технического обслуживания и ремонта вагонов. Виды ремонта вагонов. Нормы межремонтных пробегов и простоя вагонов в ремонте. Текущее содержание и ремонт вагонов. Обоснование скорости соударения при маневровой работе. Техосмотр и текущий ремонт вагонов на сортировочных станциях. Размещение ПТО и организация ремонта на ПТО. Конструктивные решения подвижного состава из условий безопасности движения. Надежность узлов и деталей подвижного состава, их взаимодействие между собой и рельсовой колесей. Совершенствование технологии обслуживания и аппаратного контроля, их влияние на безопасность движения. Обслуживание пассажирских вагонов. Трафареты на вагонах о сроках и видах ремонта. Депо ремонт и вагонные депо. Назначение и структура вагонного депо. Технология и организация ремонта вагонов в депо. Специализация и размещение депо на сети дорог и в пределах дороги.

1.10 Перспективы развития вагонов и вагонного хозяйства

Перспективы развития вагонного парка и вагонного хозяйства РБ. Пути развития наземного транспорта. Высокоскоростной транспорт.