

В соответствии с подпунктом 2 пункта 9 повестки дня ПРОТОКОЛА шестьдесят первого заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества от 21-22.10.2014г. утверждены и введены в действие, указанные в подпункте 2.1, Методические рекомендации по оценке ремонтпригодности грузовых вагонов, которые приводятся в Приложении № 41.

Утверждено

Советом по железнодорожному транспорту
государств-участников Содружества
(протокол от 21-22 октября 2014 г. № 61)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОЦЕНКЕ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ***

2014 г.

* Рассылается железнодорожным администрациям, участвующим в финансировании

**ДИРЕКЦИЯ СОВЕТА ПО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМУ ТРАНСПОРТУ
ГОСУДАРСТВ-УЧАСТНИКОВ СОДРУЖЕСТВА**

**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
(ОАО «ВНИИЖТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОЦЕНКЕ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

Москва – 2014 г.

Предисловие

РАЗРАБОТАНО: Открытым акционерным обществом «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА» (ОАО «ВНИИЖТ»)

Ответственный за выпуск: Петров С.В.

ВНЕСЕНО: Открытым акционерным обществом «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА» (ОАО «ВНИИЖТ»)

СОГЛАСОВАНО: Комиссией Совета по железнодорожному транспорту полномочных специалистов вагонного хозяйства железнодорожных администраций протокол от «9-11» сентября 2014г. 58

ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ: с момента утверждения.

ВЗАМЕН: Вводится впервые

ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ:

производится ОАО «ВНИИЖТ» в соответствии с Р 50-92-88 «Рекомендации ЕСТД. Общие положения по внесению изменений», ГОСТ 2.503-90 «Правила внесения изменений».

Содержание

Введение.....	4
1. Назначение и цель.....	4
2. Определения и сокращения.....	6
3. Общие положения.....	7
4. Принятые показатели.....	8
5. Исходные требования к организации и проведению испытаний на ремонтпригодность.....	9
6. Порядок расчета показателей ремонтпригодности.....	15
Приложение 1.....	21
Приложение 2.....	22
Приложение 3.....	23

Введение

Методические рекомендации по оценке ремонтпригодности грузовых вагонов (далее – Методические рекомендации) разработаны на основании решения Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (п. 8 протокола от 19-20 ноября 2013г., г. Кишинев) в соответствии с планом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ железнодорожных администраций, участвующих в работе Совета, на 2014г.

Шифр темы: 2.1.18.14.14. Наименование: «Разработка методических рекомендаций по оценке ремонтпригодности грузовых вагонов».

1. Назначение и цель

Методические рекомендации предназначены для оценки фактических значений показателей ремонтпригодности грузовых вагонов как вновь разрабатываемых моделей, так и моделей эксплуатационного парка.

Ключевыми целями разработки Методических рекомендаций являются:

- оценка эффективности использования по назначению конструкции вагона путем (за счет) определения численных значений издержек на содержание вагона в течение его жизненного цикла;
- рациональное планирование нормативов затрат труда и времени на проведение технического обслуживания (ремонта) вагонов и их составных частей;
- совершенствование порядка постановки вагонов на производство.

Для достижения данной цели необходимо:

- на этапе подготовки технического задания на опытно-конструкторскую работу по разработке модели вагона (на этапе проектирования) закладывать числовые значения показателей ремонтпригодности в разделе «Показатели надежности» технических условий на вагоны (ТУ);

- на этапе опытной (подконтрольной) эксплуатации вагонов проводить их испытания на ремонтпригодность;
- по результатам проведенных испытаний сопоставлять фактически достигнутые значения показателей ремонтпригодности вагонов с заданными на этапе проектирования и анонсируемыми в конструкторской документации.
- по результатам сопоставления фактических и требуемых значений показателей ремонтпригодности определять рациональные пути повышения приспособленности вагонов к техническому обслуживанию и ремонту.
- при отсутствии заданных в конструкторской документации на этапе проектирования показателей ремонтпригодности вагонов, полученные результаты должны рассматриваться как базовые для содержания вагонов в течение жизненного цикла.

Данные Методические рекомендации могут применяться при проведении испытаний на ремонтпригодность как вагонов в целом, так и их отдельных составных частей.

Испытания на ремонтпригодность рекомендуется осуществлять отдельно по каждому виду технического обслуживания и ремонта вагонов, предусмотренному конструкторской документацией разработчика данной модели вагонов и Положением о системе технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, допущенных в обращение на железнодорожные пути общего пользования в международном сообщении, утвержденным Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества.

2. Определения и сокращения

2.1. Ремонтпригодность – одно из свойств надежности объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

2.2. Хронометраж – метод изучения затрат рабочего времени на выполнение трудовых операций по техническому обслуживанию (ремонту) вагонов (составных частей) путём замеров их продолжительности и анализа условий выполнения.

2.3. Испытания на ремонтпригодность – экспериментальное определение числовых значений показателей ремонтпригодности на основе хронометража работ по техническому обслуживанию (ремонту) заданного числа испытываемых вагонов (составных частей).

2.4. ЕСКД – единая система конструкторской документации.

2.5. ТО – техническое обслуживание.

2.6. ТР – текущий отцепочный ремонт.

2.7. ДР – деповской ремонт.

2.8. КР – капитальный ремонт.

2.9. СЧВ – составная(ые) часть(и) вагона.

2.10. Оперативное время технического обслуживания (ремонта) – затраты времени конкретного исполнителя на выполнение операции технического обслуживания (ремонта), определяемые конструкцией и техническим состоянием вагона (СЧВ).

Оперативное время определяется при хронометраже работ каждого исполнителя.

2.11. Оперативная продолжительность технического обслуживания (ремонта) – интервал времени, в течение которого осуществляется выполнение всех операций одного технического обслуживания (ремонта) вагона (СЧВ), определяемых его конструкцией и техническим состоянием. Данный интервал времени исчисляется от момента осуществления первой операции технического обслуживания (ремонта) вагона (СЧВ) до момента

завершения заключительной операции технического обслуживания (ремонта).

2.12. Оперативная трудоемкость технического обслуживания (ремонта) – суммарные трудозатраты ([чел*мин]) на выполнение всех операций одного технического обслуживания (ремонта) вагона (СЧВ), определяемые его конструкцией и техническим состоянием.

2.13. Исполнитель – работник, осуществляющий операции по техническому обслуживанию (ремонту) вагонов (СЧВ).

2.14. Однородная совокупность вагонов (СЧВ) – совокупность вагонов (СЧВ), отобранная в рамках поставленной задачи по одному или нескольким признакам однородности, к числу которых относятся:

- модель вагона;
- год изготовления вагона (СЧВ);
- завод-изготовитель вагона (СЧВ).

3. Общие положения

В Методических рекомендациях изложены требования к организации и проведению испытаний грузовых вагонов на ремонтпригодность, а также определена номенклатура показателей ремонтпригодности вагонов и порядок их расчета.

Испытания на ремонтпригодность предусматривают:

- определение требуемого числа объектов испытаний (вагонов и СЧВ) с целью получения числовых значений показателей ремонтпригодности с наперед заданной точностью и достоверностью;
- установление требований к однородности испытываемой совокупности грузовых вагонов;
- сбор исходной информации о времени выполнения отдельных операций по ТО (ремонту) вагонов (СЧВ);
- обработку исходной информации и расчет соответствующих показателей ремонтпригодности вагонов (СЧВ);

- формирование выводов по результатам испытаний и разработку практических рекомендаций по повышению ремонтпригодности вагонов.

4. Принятые показатели

Для оценки ремонтпригодности вагонов (СЧВ) рекомендуются следующие показатели:

4.1. Показатель «Средняя оперативная трудоемкость ТО (ТР, ДР, КР) вагона (СЧВ)» - математическое ожидание оперативной трудоемкости ТО (ТР, ДР, КР) вагона (СЧВ).

Данный показатель применяется для определения совокупных затрат труда и времени исполнителей на проведение ТО, ТР, ДР или КР как для вагона в целом, так и дифференцировано для отдельных СЧВ вагона и/или видов работ (слесарных, токарных, сварочных, разборочно-сборочных, контрольных и других видов работ). Оценка занятости исполнителей при проведении ТО (ремонта) вагона и его СЧВ в зависимости от выполняемых видов работ позволяет определить рациональный численный состав исполнителей с учетом их специализации (слесарь, токарь, сварщик, контрольный мастер и др.).

4.2. Показатель «Средняя оперативная продолжительность ТО (ТР, ДР, КР) вагона (СЧВ)» - математическое ожидание оперативной продолжительности ТО (ТР, ДР, КР) вагона (СЧВ).

Данный показатель применяется для определения времени отвлечения вагона от прямого назначения (перевозки грузов) для проведения работ по техническому обслуживанию (ремонту) в отличие от первого показателя, характеризующего занятость работами каждого отдельного исполнителя. Оперативная продолжительность ТО (ремонта) зависит от приспособленности объекта (вагона) к одновременному выполнению работ несколькими исполнителями. При равномерной и одновременной загрузке работами всех исполнителей обеспечивается минимальная оперативная продолжительность ТО (ремонта) вагона (СЧВ). При неравномерной и

неодновременной загрузке всех исполнителей оперативная продолжительность определяется интервалом времени от начала работ по ТО (ремонту) первого исполнителя до их завершения последним исполнителем. Таким образом, данный показатель позволяет оценить фактическое время восстановления работоспособности вагона (СЧВ) при ТО, ТР, ДР или КР и, как следствие, определить рациональные пути сокращения данного времени восстановления, в том числе при заданной (фиксированной) трудоемкости ТО (ремонта) вагона (СЧВ).

Показатели ремонтпригодности, приведенные в настоящих методических рекомендациях, должны рассматриваться применительно к установленным режимам и условиям эксплуатации, технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов.

5. Исходные требования к организации и проведению испытаний на ремонтпригодность

5.1. Испытания на ремонтпригодность проводятся для однородной совокупности вагонов. Общее число вагонов в данной совокупности должно составлять не менее 30 единиц для возможности получения объективных и достоверных значений показателей ремонтпригодности вагонов (СЧВ), определяемых в соответствии с формулами раздела 6.

Для предварительной оценки ожидаемой точности и достоверности результатов испытаний заданного числа вагонов применяется таблица 5.1 – таблица достаточно больших чисел. При проведении испытаний для заданного в соответствии с данной таблицей числа вагонов, ожидаемое значение нижней границы доверительной вероятности полученных результатов испытаний составит не менее P_{\min} , а верхняя граница относительной погрешности выводов не превысит значения ϵ_{\max} .

Таблица достаточно больших чисел¹

ϵ_{\max} P_{\min}	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
0,75	33	40	51	67	91	132	206	367	827	3308
0,80	41	50	64	83	114	164	256	456	1026	4105
0,85	51	63	80	105	143	207	323	575	1295	5180
0,90	67	83	105	138	187	270	422	751	1690	6763
0,91	71	88	112	146	199	287	449	798	1796	7185
0,92	76	94	119	156	212	306	478	851	1915	7662
0,93	82	101	128	167	227	328	512	911	2051	8207
0,94	88	109	138	180	245	353	552	982	2210	8843
0,95	96	118	150	195	266	384	600	1067	2400	9603
0,96	105	130	164	215	292	421	659	1171	2636	10544
0,965	111	137	173	226	308	444	694	1234	2778	11112
0,970	117	145	183	240	327	470	735	1308	2943	11773
0,975	125	155	196	256	348	502	784	1395	3139	12559
0,980	135	167	211	276	375	541	845	1503	3382	13529
0,985	147	182	231	301	410	591	924	1643	3697	14791
0,990	165	204	259	338	460	663	1036	1843	4146	16587
0,991	170	210	266	348	473	682	1066	1895	4264	17057
0,992	175	217	274	358	488	703	1098	1953	4395	17583
0,993	181	224	284	371	505	727	1136	2020	4545	18182
0,994	188	233	294	385	524	755	1179	2097	4718	18875
0,995	196	243	307	402	547	787	1231	2188	4924	19698
0,996	207	255	323	422	575	828	1294	2301	5177	20409
0,997	220	271	344	449	611	880	1376	2446	5504	22018
0,998	238	294	373	487	663	954	1492	2652	5968	23873
0,999	270	334	422	552	751	1082	1691	3007	6767	27069

5.2. Испытания на ремонтпригодность новых моделей вагонов и вагонов эксплуатационного парка осуществляются при проведении их технического обслуживания (ремонта) соответствующего вида – ТР, ДР, КР.

¹ Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. М., «Наука», 1971, 576 с.

5.3. Определение показателей ремонтпригодности осуществляется отдельно для каждого вида технического обслуживания (ремонта) вагонов (СЧВ), проводимого согласно требованиям, установленным нормативно-технической документацией на данный вид технического обслуживания (ремонта) – ТР, ДР или КР.

5.4. Для проведения испытаний на ремонтпригодность вагонов необходимо наличие следующих документов:

5.4.1. Конструкторская документация на новую модель вагона в следующем составе:

- каталог деталей и сборочных единиц;
- чертежи (сборочный чертеж общего вида вагона, сборочные и детализованные чертежи узлов и деталей вагона), оформленные в соответствии с требованиями ЕСКД;
- эксплуатационная документация, разработанная в соответствии с требованиями ГОСТ 2.601;
- ремонтная документация, разработанная в соответствии с требованиями ГОСТ 2.602.

Эксплуатационная документация в обязательном порядке должна содержать перечень возможных неисправностей узлов (деталей) вагонов и их параметров, изменяющихся в условиях эксплуатации, с указанием их предельно допустимых значений в эксплуатации без ремонта.

Ремонтная документация должна отражать необходимый перечень работ, обеспечивающий восстановление работоспособности вагона при качественном производстве ремонта, поэтому в обязательном порядке должна содержать:

- указания по производству разборки (сборки) вагона (СЧВ) при ремонте (п. 7.1.5.3 и п. 7.1.8 ГОСТ 2.602).
- указания по дефектации вагона (СЧВ) (п. 7.1.5.4 ГОСТ 2.602);
- указания по ремонту вагона (СЧВ) (п. 7.1.6, п. 7.1.7 ГОСТ 2.602);
- указания о приемке вагона после ремонта (п. 7.1.9 ГОСТ 2.602);

- ссылки на нормативно-техническую документацию, относящиеся к изделию данного типа (в соответствии с п. 4.5 ГОСТ 2.602).

Ремонтная документация в рамках указаний по ремонту вагона (СЧВ) в обязательном порядке должна содержать:

- перечень деталей и их неисправностей, подлежащих ремонту восстановлением в зависимости от рассматриваемого вида ремонта;
- перечень деталей и их неисправностей, подлежащих ремонту с заменой в зависимости от рассматриваемого вида ремонта.

5.4.2. Технологическая документация на проведение рассматриваемого вида ТО (ремонта) вагонов, предусматривающая последовательность выполнения операций ТО (ремонта).

5.4.3. Эксплуатационная, ремонтная и технологическая документация, действующая для вагонов эксплуатационного парка в соответствии с решениями Совета по железнодорожному транспорту.

5.4.4. Рабочие программа и методика испытаний конкретной модели вагонов на ремонтпригодность.

Рабочая программа испытаний должна содержать общую информацию, свидетельствующую о готовности рассматриваемых вагонов к проведению испытаний на ремонтпригодность, в том числе:

- наименование модели вагонов, подлежащих испытаниям на ремонтпригодность;
- информация о заводе-изготовителе вагонов;
- общее число испытываемых вагонов (с указанием их номеров), определенное в соответствии с требованиями п. 5.1 настоящих методических рекомендаций;
- факт наличия акта приемочных испытаний, рабочей программы и методики подконтрольной эксплуатации данной модели вагонов (для новых вагонов);

- перечень нормативно-технических документов, на основании которых проводят испытания на ремонтпригодность, в том числе отмечается наличие документации из п.5.4.1-5.4.3 настоящих Методических рекомендаций;

- информация о наработке (пробег/календарная продолжительность эксплуатации в межремонтном периоде) вагонов на момент начала испытаний (указывается при испытании вагонов эксплуатационного парка);

- фактический срок службы вагона от момента изготовления (указывается при проведении испытаний вагонов эксплуатационного парка);

- номенклатура контролируемых показателей ремонтпригодности и их нормативные значения (при наличии). При установлении номенклатуры показателей учитываются виды технического обслуживания (ремонта) вагонов (ТР, ДР, КР), для которых определяются данные показатели;

- перечень ремонтных предприятий, с которыми заключены договоры на проведение испытаний на ремонтпригодность данных вагонов;

- перечень и характеристика необходимого для проведения испытаний оборудования, оснастки, приспособлений, инструмента, запасных частей, материалов;

- требования к квалификации персонала, проводящего испытания.

Рабочая методика испытаний должна содержать информацию, необходимую для реализации испытаний на ремонтпригодность, и включает:

- карту затрат труда и времени на проведение ТО (ремонта) вагона и его составных частей, составленную в соответствии с типовой формой (приложение 1) для видов ТО (ремонта) вагонов, указанных в рабочей программе испытаний на ремонтпригодность;

- перечень деталей и их неисправностей, подлежащих ремонту восстановлением (и отдельно заменой) в зависимости от рассматриваемого вида ремонта. Данный перечень составляется на основе ремонтной документации, указанной в п. 5.4.1;

- методы контроля технического состояния вагонов (СЧВ) с учетом последовательности выполнения операций при проверках с указанием контрольных точек, способов и числа измерений, используемых средств измерений. Данные методы приводятся в соответствии с технологической документацией, указанной в п. 5.4.2;

- расчетные соотношения и формулы, необходимые для определения числовых значений контролируемых показателей. Соотношения и формулы приводятся в конечном виде (без выводов) с объяснениями символов в соответствии с разделом 6 настоящих методических рекомендаций.

Для новых моделей вагонов целесообразно включение рабочих программы и методики испытаний на ремонтпригодность в рабочие программу и методику подконтрольной эксплуатации данных вагонов.

Предусматривается возможность объединения рабочих программы и методики испытаний на ремонтпригодность в единый документ «Программа и методика испытаний на ремонтпригодность вагонов модели _____ (указывается номер модели)».

5.5. Исходные данные для расчета фактических значений показателей ремонтпригодности определяются хронометражем с точностью замера оперативного времени выполнения отдельных операций ± 5 сек. Результаты хронометража указываются в полях 3 и 4 таблицы 1 карты затрат труда и времени на проведение ТО (ремонта) вагона и его составных частей (Приложение 1). Поле 2 таблицы 1 данной карты заполняется при формировании рабочей методики испытаний на ремонтпригодность вагонов и содержит перечень разборочно-сборочных, контрольных и ремонтных операций с учетом их технологической последовательности выполнения в зависимости от рассматриваемого вида ТО (ремонта) вагонов, составленный на основе технологической документации из п. 5.4.2.

В таблице 2 карты затрат труда и времени указываются данные о продолжительности ТО (ремонта) для вагона в целом и, при необходимости, дифференцированно для его основных составных частей - кузов, рама,

тележка, тормозное оборудование и автосцепные устройства. Продолжительность ТО (ремонта) вагона и его СЧВ зависит от совмещения (единовременного выполнения) операций. В этой связи оперативная продолжительность определяется непрерывным хронометражем путем замера интервала времени от начала выполнения первой операции до момента завершения заключительной операции по ТО (ремонту) вагона (СЧВ).

По согласованию с железнодорожными администрациями допускается использование данных, полученных при проведении аналогичных испытаний идентичных узлов в других моделях вагонов.

5.6. Ремонтное предприятие (место проведения испытаний) должно иметь право на проведение работ по ТО (ремонту) в соответствии с национальным законодательством и условный номер клеймения в соответствии с «Положением об условных номерах клеймения железнодорожного подвижного состава и его составных частей». Также ремонтное предприятие должно располагать необходимым оборудованием, поверенным инструментом, запасными частями, расходными материалами и персоналом для проведения контрольных, разборочно-сборочных и ремонтных операций в соответствии с требованиями, регламентированными в нормативно-технической документации на вагоны.

5.7. Испытания должны проводиться квалифицированными работниками ремонтных предприятий, аттестованными в соответствии с национальным законодательством на выполнение конкретных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту грузовых вагонов и их составных частей.

6. Порядок расчета показателей ремонтпригодности

6.1. Интервальная оценка показателя «средняя оперативная трудоемкость ТО (ТР, ДР, КР) вагона (СЧВ)» (S) определяется по общей формуле:

$$S = \tilde{S} \pm \frac{\tilde{\sigma}_S}{\sqrt{n}} x_\alpha, \quad (6.1)$$

где \tilde{S} - выборочное среднее (среднеарифметическое) значение оперативной трудоемкости ТО (ремонта) вагона (СЧВ);

x_α - квантиль нормированного нормального закона распределения случайной величины. Числовое значение x_α выбирается по таблице 1 (Приложение 3) в зависимости от требуемого значения доверительной вероятности $P(x_\alpha)$;

$\tilde{\sigma}_S$ - точечная оценка среднеквадратичного отклонения значений оперативной трудоемкости ТО (ремонта) вагонов (СЧВ);

n - общее число испытываемых вагонов (СЧВ).

\tilde{S} определяется по формуле:

$$\tilde{S} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n S_i, \quad (6.2)$$

где S_i - оперативная трудоемкость ТО (ремонта) i -го вагона (СЧВ).

S_i определяется по формуле:

$$S_i = \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^l t_{kj}, \quad (6.3)$$

где t_{kj} - оперативное время, затрачиваемое k -м исполнителем на выполнение j -ой операции по ТО (ремонту) i -го вагона (СЧВ).

При определении S для вагона в целом в формуле (6.3) принимается во внимание весь перечень операций по ТО (ремонту), приведенный в таблице 1 карты затрат труда и времени, составленной для данной модели вагонов в соответствии с типовой формой (приложение 1).

При определении S для отдельных СЧВ вагона в формуле (6.3) принимается во внимание перечень операций, связанных с ТО (ремонтом) рассматриваемой СЧВ. В общем случае, к числу данных операций относятся:

- вспомогательные операции по демонтажу и последующей установке элементов вагона, препятствующих доступу к данной СЧВ для проведения ее ТО (ремонта);
- операции по демонтажу с вагона и разборке рассматриваемой СЧВ;
- операции по контролю технического состояния данной СЧВ;
- операции по восстановлению работоспособности СЧВ;
- операции по сборке и установке на вагон данной СЧВ.

При определении \bar{S} для отдельных видов работ с вагоном (СЧВ) в формуле (6.3) принимается во внимание перечень операций, направленных на выполнение интересующих видов работ - слесарных, токарных, сварочных, разборочно-сборочных, контрольных или других видов работ с вагоном (СЧВ).

Точечная оценка среднеквадратичного отклонения ($\tilde{\sigma}_S$) значений оперативной трудоемкости ТО (ремонта) вагонов (СЧВ) определяется из следующей формулы:

$$\tilde{\sigma}_S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (S_i - \tilde{S})^2}. \quad (6.4)$$

6.2. Интервальная оценка показателя «средняя оперативная продолжительность ТО (ТР, ДР, КР) вагона (СЧВ)» (T) определяется по общей формуле:

$$T = \tilde{T} \pm \frac{\tilde{\sigma}_T}{\sqrt{n}} x_\alpha, \quad (6.5)$$

где \tilde{T} - выборочное среднее (среднеарифметическое) значение оперативной продолжительности ТО (ремонта) вагона (СЧВ);

x_α - см. формулу 6.1;

$\tilde{\sigma}_T$ - точечная оценка среднеквадратичного отклонения значений оперативной продолжительности ТО (ремонта) вагонов (СЧВ);

n - см. формулу 6.1.

\tilde{T} определяется по формуле:

$$\tilde{T} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n T_i, \quad (6.6)$$

где T_i - оперативная продолжительность ТО (ремонта) i -го вагона (СЧВ). Числовые значения T_i определяются в ходе испытаний на ремонтпригодность и указываются в таблице 2 карты затрат труда и времени на проведение ТО (ремонта) данной модели вагонов.

Точечная оценка среднеквадратичного отклонения ($\tilde{\sigma}_T$) значений оперативной продолжительности ТО (ремонта) вагонов (СЧВ) определяется из следующей формулы:

$$\tilde{\sigma}_T = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (T_i - \tilde{T})^2}. \quad (6.7)$$

6.3. Результаты испытаний на ремонтпригодность фиксируются в таблицах 1 и 2 регистрационного листа «Результаты обработки данных карты затрат труда и времени на проведение ТО (ремонта) вагонов и их составных частей» (Приложение 3).

6.4. Критериями соответствия фактически реализованных значений показателей ремонтпригодности вагонов (СЧВ) требованиям надежности, установленным в конструкторской документации, является выполнение следующих условий:

$$\tilde{S} + \frac{\tilde{\sigma}_S}{\sqrt{n}} x_\alpha \leq [S], \quad (6.8)$$

$$\tilde{T} + \frac{\tilde{\sigma}_T}{\sqrt{n}} x_\alpha \leq [T], \quad (6.9)$$

где $[S]$ – нормативное значение показателя «средняя оперативная трудоемкость ТО (ТР, ДР, КР) вагона (СЧВ)», указанное в конструкторской документации на модель вагонов;

$[T]$ – нормативное значение показателя «средняя оперативная продолжительность ТО (ТР, ДР, КР) вагона (СЧВ)», указанное в конструкторской документации на модель вагонов.

При отсутствии в конструкторской документации нормативных значений показателей ремонтпригодности вагонов (СЧВ), полученные результаты испытаний должны рассматриваться как базовые для содержания вагонов в течение жизненного цикла.

6.5. Минимальное значение объединенной удельной трудоемкости плановых видов ремонта вагонов (ДР, КР) определяется по формуле:

$$S_{уд}^{min} = \frac{S_{ДР} \cdot m + S_{КР} \cdot l}{H}, \quad (6.10)$$

где $S_{ДР}$ – средняя оперативная трудоемкость первого ДР вагона;

$S_{КР}$ – средняя оперативная трудоемкость первого КР вагона;

m – общее число ДР в течение назначенного срока службы вагонов, определяемое с учетом календарной продолжительности эксплуатации данной модели вагонов в межремонтном периоде.

l – общее число КР в течение назначенного срока службы вагонов;

H – назначенный срок службы вагона, [г].

Числовые значения m , l и H определяются в соответствии с принятой для данной модели в конструкторской документации структурной схемой системы технического обслуживания и ремонта.

Минимальное значение объединенной удельной продолжительности плановых видов ремонта вагонов (ДР, КР) определяется по формуле:

$$t_{уд}^{min} = \frac{T_{ДР} \cdot m + T_{КР} \cdot l}{H}, \quad (6.11)$$

где $T_{ДР}$ – средняя оперативная продолжительность первого ДР вагона;

$T_{КР}$ – средняя оперативная продолжительность первого КР вагона;

m , l и H – см. формулу (6.10).

Значения $s_{уд}^{min}$ и $t_{уд}^{min}$ характеризуют соответственно суммарные затраты труда и времени на выполнение всех плановых видов ремонта (ДР, КР) в течение жизненного цикла вагонов, отнесенные к их назначенному сроку службы.

Значения $s_{уд}^{min}$ и $t_{уд}^{min}$, определяемые по формулам (6.10) и (6.11), являются минимальной оценкой соответственно объединенной удельной трудоемкости и продолжительности плановых видов ремонта вагонов, т.к. вагоны, интенсивно эксплуатируемые по комбинированному критерию и выводимые в ДР по достижению норматива пробега будут характеризоваться общим числом выполненных ДР в течение срока службы большим значения m , определенного с учетом их вывода в ремонт по истечению норматива календарной продолжительности эксплуатации. Средняя трудоемкость и продолжительность неплановых ТО и ТР вагонов также влияет на увеличение общих суммарных затрат труда и времени на содержание и ремонт рассматриваемой модели вагонов в течение жизненного цикла.

Приложение 1

Типовая форма карты затрат труда и времени на проведение ТО (ремонта) вагона и его составных частей

Вагон № _____

Тип _____

Модель _____

Дата изготовления _____

Завод-изготовитель _____

Реализованный пробег _____

Календарная продолжительность эксплуатации _____

Вид ТО (ремонта) вагона _____

Место ТО (ремонта) _____

Дата начала ТО (ремонта) _____

Дата окончания ТО (ремонта) _____

Исполнители работ и операций по ТО (ремонту): _____

перечисляются исполнители с отметкой их порядкового номера, Ф.И.О., специализации и квалификации.

Таблица 1

Данные пооперационного контроля работ по ТО (ремонту) вагона

№ пп	Наименование i -ой операции	Порядковый номер исполнителя (k)*	Оперативное время выполнения j -ой операции (t_{kj}), [мин]
1	2	3	4

* - в случае, когда операцию по ТО (ремонту) выполняют несколько исполнителей, то их порядковые номера указываются через запятую в позиции поля 3 таблицы 1.

Таблица 2

Данные об оперативной продолжительности ТО (ремонта)
вагона и его составных частей (СЧВ)

№ пп	Наименование СЧВ вагона	Оперативная продолжительность ТО (ремонта) вагона (СЧВ) (T_i), [мин]
1	2	3
1.	<i>Вагон в целом</i>	
2.	<i>Кузов</i>	
3.	...	

Регистрационный лист

Результаты обработки данных карты затрат труда и времени на проведение ТО (ремонта) вагонов и их составных частей

Тип вагонов _____

Модель вагонов _____

Завод-изготовитель _____

Вид ТО (ремонта) _____

Таблица 1

Средние оперативные трудоемкость и продолжительность ТО (ремонта) вагонов и их составных частей

№ пп	Наименование СЧВ вагона	Средняя оперативная трудоемкость ТО (ремонта) вагона (СЧВ) (S), [чел-мин]	Средняя оперативная продолжительность ТО (ремонта) вагона (СЧВ) (T), [мин]
1	2	3	4
1.	Вагон в целом		
2.	Дифференцированно по составным частям вагона:		
2.1.	Тележка		
2.2.	Кузов		
2.3.	Рама		
2.4.	Тормозное оборудование		
2.5.	Автосцепные устройства		

Таблица 2

Средняя оперативная трудоемкость выполнения отдельных видов работ по ТО (ремонту) вагонов и их составных частей

№ пп	Вид работы	Средняя оперативная трудоемкость выполнения вида работ, [чел-мин]
1	2	3
1.	<i>Слесарные работы</i>	
2.	<i>Сварочные работы</i>	
3.	...	

Таблица значений квантилей нормального закона распределения в зависимости от доверительной вероятности $P(x_\alpha)^2$

$P(x_\alpha)$	x_α
0,75	1,15
0,80	1,28
0,85	1,44
0,90	1,65
0,91	1,70
0,92	1,75
0,93	1,81
0,94	1,88
0,95	1,96
0,96	2,05
0,965	2,11
0,970	2,17
0,975	2,24
0,980	2,33
0,985	2,43
0,990	2,58
0,991	2,61
0,992	2,65
0,993	2,70
0,994	2,75
0,995	2,81
0,996	2,88
0,997	2,97
0,998	3,09
0,999	3,29

² Таблица составлена на основе числовых значений интеграла вероятностей $\Phi(x)$, приведенных в книге «Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. М., «Наука», 1971, 576 с. (Приложение II, таблица VIII)».