

В. В. МЯМЛИН (ДИИТ)

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН, ВЛИЯЮЩИХ НА КОЛЕБАНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРИ ДЕПОВСКОМ РЕМОНТЕ ПОЛУВАГОНОВ

Исследованы различные факторы, которые оказывают случайное влияние на колебание времени выполнения ремонтных работ на полувагонах в депо, что не позволяет в полной мере использовать существующий поточный метод ремонта. Делается вывод, что поток ремонта вагонов представляет собой сложную человеко-машинно-вагонную систему, носящую вероятностный характер. Предлагается форма организации производства, позволяющая существенно снизить влияние случайных факторов и повысить производительность труда при ремонте вагонов.

Ключевое слово: ремонт вагонов, гибкий поток, случайные факторы.

Главной задачей грузовых вагонов является перевозка грузов. Чем больше времени вагон будет находиться в исправном состоянии, тем больше грузов он сможет перевезти. Естественно, что перевод вагонов из рабочего парка в нерабочий парк отражается на потенциальных возможностях объёмов перевозок. Поэтому любой владелец подвижного состава заинтересован в том, чтобы его вагоны как можно меньше времени простаивали в ремонте.

Кроме того, продолжительность простоя вагонов непосредственно в ремонте является одним из самых важных показателей вагоноремонтного предприятия. От этого показателя напрямую зависит и пропускная способность вагоноремонтного участка. Чем меньше времени вагон будет находиться в ремонте, тем больше вагонов смогут быть отремонтированы. Поэтому и для вагоноремонтного предприятия время простоя вагонов в ремонте является важным показателем, который необходимо минимизировать. Таким образом, все субъекты хозяйственной деятельности, имеющие отношение к ремонту вагонов, заинтересованы в сокращении времени простоя вагонов в ремонте.

Поток ремонта вагонов – это сложная человеко-машинно-вагонная система, на стабильную работу которой оказывают влияние огромное количество различных факторов, носящих вероятностный характер. На первый взгляд может показаться, что наилучшим решением является установление единого такта с согласованием времени выполнения работ на всех позициях. Но, чтобы осуществить такую синхронизацию, надо хорошо себе представлять, от каких же факторов зависит сама продолжительность ремонтных работ.

Исследования показали, что на различную продолжительность пребывания вагонов непо-

средственно в ремонте оказывают действие многие случайные факторы. Анализ этих факторов позволил классифицировать их следующим образом (рис. 1).

Все факторы можно условно разделить на четыре группы:

1. Конструкторско-эксплуатационные факторы (разные модели вагонов, разные сроки эксплуатации (возраст вагонов), разные условия эксплуатации);

2. Человеческие факторы (разная индивидуальная трудоспособность исполнителей, разный опыт, квалификация, тип характера, психоэмоциональное состояние и т. п.);

3. Технические факторы (внезапные отказы технологического оборудования, ремонтпригодность оборудования, перебои в подаче энергоресурсов);

4. Организационно-структурные факторы (взаимозависимость в перемещении вагонов между позициями).

Каждая из этих групп, в свою очередь, может быть разбита на соответствующие подгруппы.

Рассмотрим каждую группу факторов в отдельности.

В настоящее время общий парк полувагонов в Украине насчитывает более 80 тысяч единиц. В обращении на железных дорогах имеется целый спектр различных моделей полувагонов. Следует иметь в виду, что генеральная совокупность полувагонов всё время изменяется как количественно, так и качественно. На смену вагонам прежних лет выпуска, уже отслужившим свой срок, приходят новые модели вагонов, а также вагоны нового поколения. В табл. 1 представлены эксплуатируемые в настоящее время некоторые модели полувагонов, даны их характеристики и особенности конструкции.

Таблица 1

Модели полувагонов, их характеристика и конструктивные особенности

№ пор. п.	Модель; габарит	Завод-изготовитель (страна)	Грузоподъёмность, т; объём кузова, м ³ ; масса тары, т	Длина по осям авто- сцепок, мм; база, мм	Внутренние габариты кузова, мм (l x b x h)	Площадь пола кузова, м ²	Наличие переходной площадки и стояночного тормоза (ПП/СТ)	Особенности конструкции	Примечание
1	12-9046 1-ВМ	Стахановский ВСЗ (Украина)	70,0; 85,0; 24,0	13920; 8650	12732x2930x2300	37,3	-/+	Торцевых дверей нет	Увеличен объём на 9,0 м ³
2	12-955	Стахановский ВСЗ (Украина)	71,0; 88,0; 23,0	13920; 8650	12620x2980x2400	36,3	-/+	Глухой кузов	Увеличен объём до 88 м ³
3	12-175 1-ВМ	ПО «Уралвагонзавод»	69,0; 77,0; 25,5	13920; 8650	12480x2965x2544	37,0	-/+	Глухой кузов	
4	12-295 1-ВМ	Алтайвагонзавод	71,0; 75,2; 23,3	13920; 8650	12690x2890x2050	36,67	-/+	Глухой кузов	
5	12-1505 0-ВМ	ОАО МЗТМ	65,0; 76,0; 21,7	13920; 8650	12700x2878x2060	36,55	-/+	Глуходонный с торцевыми дверями	
6	12-127 0-ВМ	Румыния	70,0; 76,0; 23,9	14520; 8650	12700x2878x2060	36,55	-/+	С люками без дверей	
7	12-1592 0-ВМ	ОАО МЗТМ; ОАО «Армавиртяж-маш»	71,0; 83,6; 22,0	13920; 8650	12700x2878x2240	36,55	-/+	Глуходонный с глухим кузовом	
8	12-757 1-ВМ	Крюковский ВСЗ (Украина)	69,0; 85,0; 25,0	13920; 8670	12228x2964x2315	36,63	-/+	Уширенные дверные проёмы	
9	12-132 1-ВМ	Уралвагонзавод; Рузхиммаш	69,5; 88,0; 24,0	13920; 8670	12750x2911x2365	37,13	-/+	С люками без дверей	Гофрированный
10	12-141 0-ВМ	ПО «Уралвагонзавод» (Россия)	71,0; 90,6; 25,60	13920; 8650	12750x2911x2060	36,55	-/+	С люками без дверей	Со съёмной крышей
11	12-726 0-ВМ	Крюковский ВСЗ (Украина)	69,0; 73,0; 22,7	13920; 8650	12088x2878x2060	35,4	-/+	С люками и с дверями	
12	12-753 0-ВМ	Крюковский ВСЗ (Украина)	69,0; 74,0; 23,2	13920; 8650	12324x2878x2060	36,15	-/+	С люками и с дверями	
13	12-1000 0-ВМ	Крюковский ВСЗ (Украина)	69,0; 73,0; 22,0	13920; 8650	12088x2878x2060	35,4	-/+	С люками и с дверями	
14	12-1302 1-ВМ	ЗАО «Промтрактор-Вагон» (Россия)	70,0; 77,0; 24,0	13920; 8650	12750x2911x2065	37,11	-/+	С люками без дверей	

Продолжение табл. 1

№	Модель; габарит	Завод-изготовитель (страна)	Грузоподъемность, т; объём кузова, м ³ ; масса тары, т	Длина по осям авто-сцепок, мм; база, мм	Внутренние габариты кузова, мм (l x b x h)	Площадь пола кузова, м ²	Наличие переходной площадки и стояночного тормоза (ПП/СТ)	Особенности конструкции	Примечание
15	12-1303 1-ВМ	ЗАО «Промтрактор-Вагон» (Россия)	70,0; 77,0; 24,0	13920; 8650	12750x2911x2065	37,11	-/+	С люками без дверей	
16	12-1303-1 1-ВМ	ЗАО «Промтрактор-Вагон» (Россия)	69,0; 88,0; 24,5	13920; 8650	12768x2928x2065	37,40	-/+	С люками без дверей	
17	12-1304 1-ВМ	ЗАО «Промтрактор-Вагон» (Россия)	75,0; 88,0; 24,5	13920; 8650	12768x2928x2385	37,40	-/+	С люками без дверей	
18	12-9788 1-ВМ	ЗАО «Промтрактор-Вагон» (Россия)	71,0; 85,0; 22,5	13920; 8650	12692x2890x2322	36,68	-/+	С люками без дверей	
19	12-2123 Т _{пр}	ЗАО «Промтрактор-Вагон» (Россия)	76,0; 83,0; 24,0	12100; 7880	10870x3070x2700	33,37	-/+	С глухим кузовом	
20	12-2123-01 Т _{пр}	ОАО «Алтайвагон-завод» (Россия)	71,0; 83,0; 23,0	13920; 8650	10870x3070x2500	33,37	-/+	С глухим кузовом	Скругленный нижний пояс
21	12-119 0-ВМ	ПО «Уралвагонзавод»	71,0; 76,0; 23,1	13920; 8650	12700x2878x2060	36,55	-/+	С люками без дверей	
22	12-4102 0-ВМ	ОАО «Днепровагонмаш» (Украина)	71,0; 82,0; 23,0	13920; 8650	12668x2904x2240	36,8	-/+	С глухим кузовом	
23	12-4106 1-ВМ	ОАО «Днепровагонмаш» (Украина)	70,0; 78,0; 23,0	13920; 8650	12674x3000x2070	38,0	-/+	С люками без дверей	
24	12-532 0-ВМ	ПО «Уралвагонзавод» (Украина)	69,0; 74,0; 23,2	13920; 8650	12118x2878x2060	35,5	-/+	С люками и с дверями	
25	12-9767 1-ВМ	Рославльский ВРЗ (Россия)	70,0; 88,0; 24,0	13920; 8650	12771x2910x2353	37,1	-/+	С глухим кузовом	
26	12-7023 1-ВМ	ОАО «КВСЗ» (Украина)	70,3; 90,0; 23,7	13920; 8650	12478x2952x2362	37,9	-/+	С люками в полу	С глухими торцевыми стенами
27	12-146 1-Т	ПО «Уралвагонзавод» (Россия)	64,0; 88,0; 23,0	13920; 8650	12750x2911x2365	37,9	-/+	С люками в полу	Со съёмной крыши
28	12-159 1-ВМ	ПО «Уралвагонзавод» (Россия)	64,0; 112,0; 29,4	13920; 8650	12606x2900x2907	36,55	-/+	Есть двери и приварная крыша	Для перевозки автомобилей
29	12-196 1-Т	ПО «Уралвагонзавод» (Россия)	73,5; 96,0; 26,0	13920; 8650	13018x2920x2512	38,0	-/+	С глухими торцевыми стенами и люками	

Окончание табл. 1

№ по п. №	Модель; габарит	Завод-изготовитель (страна)	Грузоподъемность, т; объём кузова, м ³ ; масса тары, т	Длина по осям авто-сцепок, мм; база, мм	Внутренние габариты кузова, мм (l x b x h)	Площадь пола кузова, м ²	Наличие переходной площадки и стояночного тормоза (ПП/СТ)	Особенности конструкции	Примечание
30	12-282 1-ВМ	ОАО «Алтайвагон-завод»	70,0; 24,0	13920; 8650	10624x2790x900	36,55	-/+		Для перевозки рулонной стали
31	12-288 0-ВМ	ОАО «Алтайвагонзавод»	69,0; 25,0	12530; 7800	10626x1970x800	6,05	-/+		Для перевозки рулонной стали
32	12-284 1-ВМ (0-Т)	ОАО «Алтайвагонзавод» (Россия)	67,0; 27,0	14730; 10000	12900x2790x2000	36,55	-/-		Для перевозки катанки
33	12-296 1-Т	ОАО «Алтайвагонзавод» (Россия)	70,0; 76,0; 24,5	13920; 8650	12722x2911x2060	37,0	-/+	С люками и глухими торцевыми стенками	
34	12-575 RIV	ПО «Уралвагонзавод»	66,5; 62,0; 23,5	13920; 8650	12750x2765x1770	35,25	-/+	С глухими торцевыми стенами	Без гофр
35	12-581 03-ВМ	ПО «Уралвагонзавод»	67,0; 62,0; 22,5	13920; 8650	12750x2765x1770	35,25	-/+	Глухой	
36	12-783 1-ВМ	ОАО «КВСЗ»; СЗАО «Могилевский ВСЗ»	70,0; 78,0; 23,0	13920; 8650	12228x2964x2045	36,63	-/+	С люками и глухими торцевыми стенками	
37	12-781 1-ВМ	ОАО «КВСЗ» (Украина)	70,0; 80,0; 23,4	13920; 8650	12460x3070x2235	22,0	-/+	С глухим цилиндрическим дном	
38	12-1295 1-ВМ	ОАО «Рухиммаш» (Россия)	75,0; 88,0; 25,5	13920; 8650	12752x2928x2352	37,30	-/+	С люками без дверей	Без гофр
39	12-1704 0-ВМ	ОАО «Азовмаш»; ОАО «МЗТМ»	70,0; 79,8; 24,0	13920; 8650	13000x2930x2075	38,1	-/+	С люками без дверей	Без гофр
40	12-2104 1-ВМ	ОАО «Алтайвагонзавод»	69,5; 81,2; 23,0	13920; 8650	12690x2890x2250	36,41	-/+	Глухой	
41	12-197 1-Т	ПО «Уралвагонзавод»	74,5; 92,0; 25,5	13920; 8650	12446x2965x2693	36,9	-/+	Скругленный низ кузова	
42	12-2122-01 Т _{тп}	ОАО «Алтайвагонзавод» (Россия)	71,0; 83,7; 23,0	12100; 6940	10870x3070x2500	31,5	-/+	С глухими стенами и люками в полу	

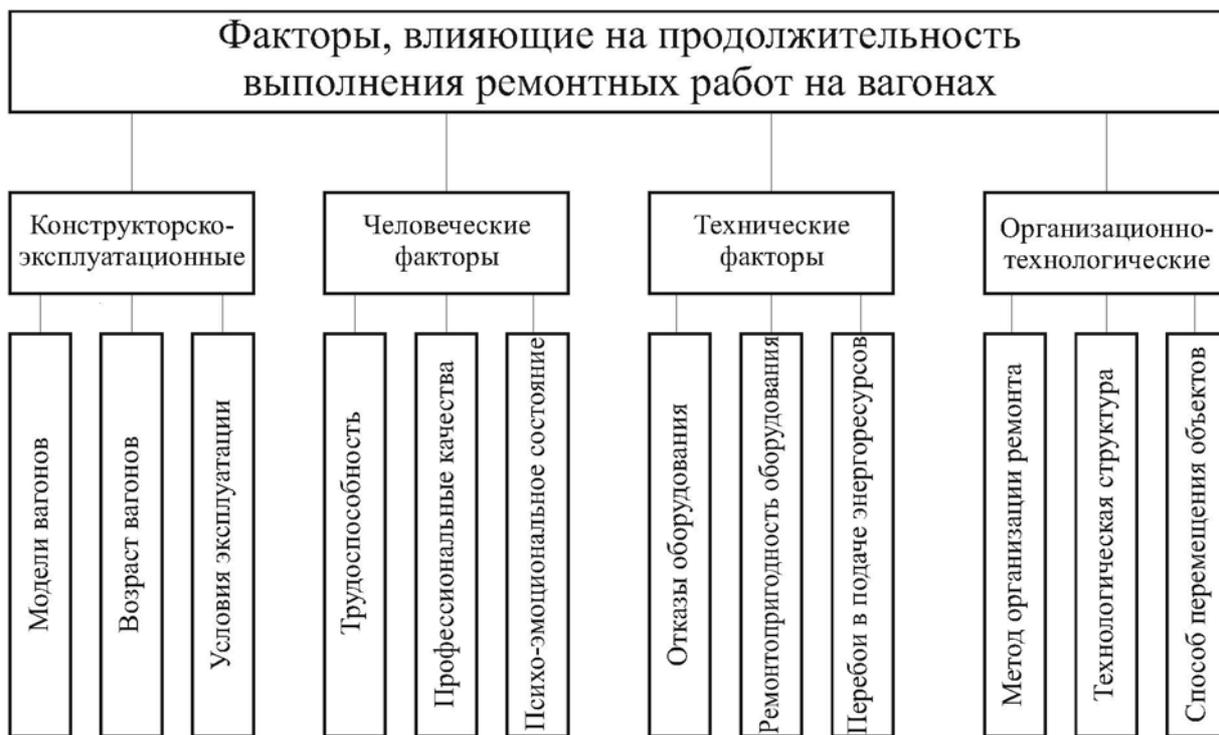


Рис. 1. Классификация факторов, оказывающих влияние на продолжительность выполнения ремонтных работ на вагонах

Из табл. 1 видно, что конструкции полувагонов очень сильно отличаются друг от друга. На одних полувагонах есть торцевые двери, на других нет. Есть полувагоны глухононные, а есть с крышками люков. Есть с торцевыми дверями, а есть с глухими стенами. Есть полувагоны с гофрированной обшивкой кузова, а есть – с негофрированной. Геометрические размеры кузовов разных моделей могут отличаться друг от друга. Естественно, что из-за разных конструктивных отличий может изменяться состав и объём ремонтных работ, что не сможет не отразиться и на продолжительности ремонта вагонов.

Кроме различных моделей на время ремонта вагонов оказывают ещё влияние сроки эксплуатации вагонов и условия эксплуатации. Одно дело, когда полувагоны, пусть даже одной и той же модели, поступают в ремонт первый раз после изготовления, и совсем иное дело, когда они поступают в ремонт последний раз перед списанием. Естественно, что во втором случае объём ремонта и, естественно, его продолжительность будут намного выше. Между этими двумя ремонтами также существует целый спектр ремонтов, отличающихся друг от друга по объёму. Что касается условий эксплуатации, то здесь также возможно множество различных вариантов. Вагоны могут повреждаться как при погрузке, так и при выгрузке. Их могут повреждать с помощью грейферных механизмов, а

могут – с помощью вагоноопрокидывателей. Большое значение имеет и интенсивность оборота вагона, а также выполнение в полном объёме технических обслуживаний во время подготовки к перевозкам и текущих отцепочных ремонтов.

Все эти факторы являются случайными и практически не поддаются никакому учёту. Тем не менее, они оказывают сильное влияние на продолжительность выполнения газорезательных, электросварочных и слесарных работ на кузове полувагона.

Только после составления дефектной ведомости и определения количества конкретных дефектов, а также использования норматива времени на устранение одного дефекта, можно определить усреднённую (теоретическую) величину трудоёмкости на ремонт вагона. Но эта величина будет только приблизительной (нормированной). Исследования, проведенные в депо для большого количества полувагонов на основании только факторов первой группы, свидетельствуют о большом диапазоне возможных значений трудоёмкостей отдельных видов работ для разных полувагонов [1]. Так, например, величина трудоёмкости электросварочных работ находится в диапазоне от 5,76 до 36,72 чел.-ч, газорезательных – от 0,35 до 12,17 чел.-ч, слесарных – от 3,41 до 13,98 чел.-ч. Таким образом, трудоёмкость (продолжительность) ремонта каждого отдельного вагона,

рассчитанная для факторов первой группы, носит случайный характер. Но лишь после совмещения факторов первой группы с факторами второй группы станет известна фактическая продолжительность выполнения работ. Здесь необходимо подчеркнуть, что нормирование труда имеет значение только для начисления заработной платы, расчёта необходимого контингента работающих, определения конкретной стоимости ремонта вагона, но мало как связано с научной организацией работ на потоке.

Первая группа факторов носит вероятностный характер с наибольшим размахом возможных значений.

Очень сложную вероятностную картину представляет вторая группа факторов. Человек – сложное психологическое и психофизиологическое существо, и на его трудоспособность оказывает влияние огромное количество всевозможных случайных факторов.

Условия труда, его интенсивность или монотонность, состав рабочих операций в совокупности изменяют психофизиологические показатели жизнедеятельности организма: может постепенно уменьшаться сила мускулов, подниматься кровяное давление, повышаться пульс, расти количество ошибок, снижаться внимание, ослабляться психическая реакция. Усреднённые результаты регистрации этих показателей представлены на рис. 2.

Результатом этих изменений является снижение уровня трудоспособности человека в целом, что изображено на рис. 3.

В течение трудовой деятельности работоспособность организма человека всё время изменяется. Существуют общие причины, которые влияют на трудоспособность человека во времени. Эти изменения происходят на протяжении рабочего дня, суток и недели. Их принято называть динамикой работоспособности [2].

Рассмотрим вначале изменения уровня работоспособности человека на протяжении рабочего дня (рис. 3). Уровень работоспособности человека показан в условных единицах, а сама кривая даёт только общую тенденцию её изменения.

В течение рабочей смены можно выделить несколько стадий работоспособности.

Первая стадия работоспособности характеризуется вработываемостью. В период этой стадии работоспособность постепенно увеличивается и, в конечном итоге, достигает максимального своего значения. Но в самом начале этого периода работоспособность невысокая. Вработываемость происходит потому, что на

каждого человека влияют многие побочные факторы, которые возникают ещё до начала рабочей смены. Всё дело в том, что перед тем, как приступить к выполнению производственных функций, человек, как правило, всегда чем-то занят, его что-то отвлекает или волнует. Это может быть причина бытового характера; конфликты в семье, бытовая неустроенность, проблема со здоровьем и т.п. Эта причина может какое-то время занимать его мысли, пока не уступит лидирующее положение основной трудовой функции.

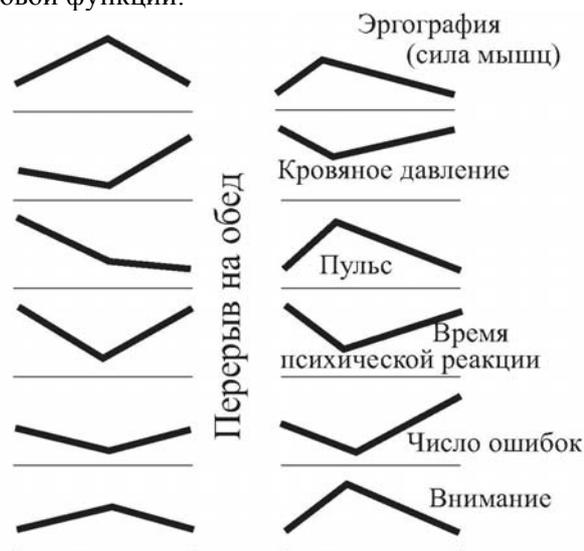


Рис. 2. Кривые работоспособности в течение рабочего дня с фиксацией отдельных психофизиологических показателей

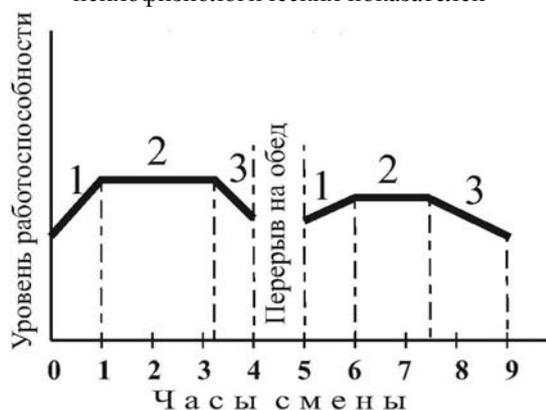


Рис. 3. Обобщённая кривая изменения уровня работоспособности в течение дня:

- 1 – период вхождения в работу;
- 2 – период устойчивой работоспособности на высоком уровне;
- 3 – период развивающегося утомления

Вторая стадия характеризуется устойчивой работоспособностью на наиболее высоком уровне для данного человека. Во время этой стадии достигаются самые высокие технико-экономические показатели работы.

На третьей стадии уровень производственных показателей постепенно начинает снижаться, уменьшается производительность труда и ухудшается качество работы. Вместе с тем нарастает напряжённость психофизиологических функций. Таким образом, основным признаком третьей стадии является утомление. По сути этот период представляет собой конфликт между основной и восстановительной функциональными системами. Для разных людей эта стадия может иметь разную длительность: от нескольких часов до нескольких минут.

Во второй половине рабочего дня все стадии повторяются, хотя и имеют свои особенности. Так, например, стадия вработываемости имеет более короткую продолжительность, а стадия устойчивой работы не достигает до того уровня, который был в первой половине дня.

Общий уровень работоспособности человека меняется также и в течение недели (рис. 4).

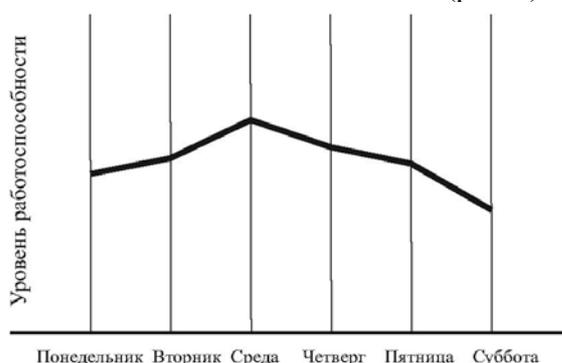


Рис. 4. Изменение уровня трудоспособности в течение недели

Кривая работоспособности в течение недели позволяет выделить три стадии: вработывание (понедельник), относительно постоянная работоспособность (вторник, среда, четверг), развивающееся утомление (пятница, суббота). Знание этой кривой позволяет правильно планировать производительность труда человека по дням недели. Кроме того, при планировании режима работы предприятия, наиболее оптимальным будет пятидневная рабочая неделя с двумя спаренными выходными днями (суббота и воскресенье). Принятый в настоящее время во многих вагонных депо режим работы с двумя днями подряд по 12 часов и затем двухдневным перерывом, не отвечает рациональному использованию трудоспособности.

Ну и, конечно, определённый интерес представляет также изменение уровня работоспособности в течение суток (рис. 5).

Из графика видно, что в трудоспособности человека в течение суток можно выделить три периода. В течение первого периода с 6 часов утра до 15 часов дня трудоспособность повы-

шается (кривая А). Своего пика она достигает к 10-11 часам, а потом начинает постепенно снижаться. Во втором периоде она снова повышается (кривая Б). А течение третьего периода, начиная с 22 часов вечера, начинает падать, причём пик её приходится на 3 часа ночи (кривая В).

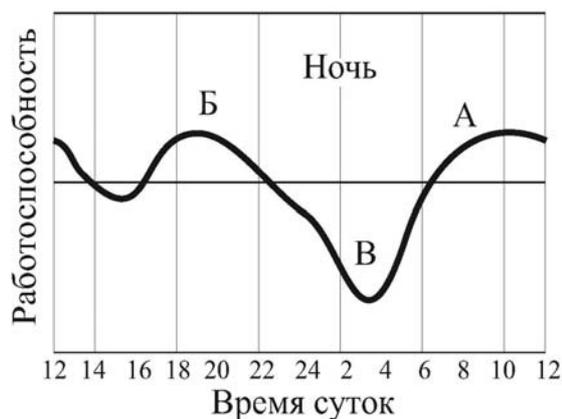


Рис. 5. Изменение уровня трудоспособности в течение суток

Кроме этого, есть индивидуальные причины, зависящие от психологической и психофизиологической сущности каждого человека. Индивидуальные трудоспособности зависят от опыта человека, его возраста, интеллекта, состояния здоровья, типа характера, настроения, психоэмоционального состояния. Их диапазон в целом может отличаться в 3-4 раза, а то и больше. Учитывая, что для вагоноремонтного предприятия контингент работников относительно равномерен, диапазон индивидуальных способностей определён на основании метода экспертных оценок и составляет: 1,5 – 2.

Кроме представленных графиков изменения трудоспособности человека в течение рабочей смены, суток, недели, существуют и другие факторы, оказывающие непосредственное влияние на состояние человека. Так, например, хорошо известно, что на общее состояние человека оказывают сильное влияние разные небесные тела, а также погодные условия. К числу таких факторов можно отнести солнечную активность, магнитные бури, периоды полнолуния, изменения давление атмосферного воздуха и т. п.

Среди психо-эмоциональных факторов, оказывающих влияние на всех работающих, существуют факторы, носящие индивидуальный характер. Эти факторы зависят от психологической и психофизиологической сущности каждого отдельного человека. Индивидуальные работоспособности зависят от опыта человека, его возраста, интеллекта, типа характера, состояния здоровья, настроения, психо-эмоцио-

нального состояния, фазы биоритмов и т. п. Наличие этих случайных факторов даёт в результате также случайное состояние человека, которое отражается на его работоспособности. Диапазон этих состояний может отличаться в несколько раз. Композиция случайных факторов порождает случайную продолжительность выполнения ремонтных работ на позициях.

Обратим внимание на существование ещё трёх биологических циклов, которые также затрагивают психологические и физиологические особенности человеческого организма [3]. Это физический цикл продолжительностью 23 суток, эмоциональный цикл – 28 суток, интеллектуальный – 33 суток. Все циклы представляют собой синусоиду. Первая половина цикла протекает в положительной фазе, а вторая половина – в отрицательной. Каждый из биоритмов оказывает влияние на определённые физические и душевные составляющие человеческого организма. Так, физический биоритм оказывает влияние на выносливость, физическое состояние, утомляемость, общий тонус, обострение хронических заболеваний; эмоциональный биоритм воздействует на настроение, напряжённость, эмоциональное состояние; интеллектуальный биоритм влияет на внимательность, способность запоминать, мыслительный процесс. В период положительной фазы показатели работоспособности повышаются, в период отрицательной фазы – понижаются. Наибольшее значение на человека оказывают периоды времени, когда кривые биоритмов проходят через «нулевую» границу. В этот период возникает «день усталости». В «день усталости» по одному, по двум или по трём ритмам человек подвержен негативным физиологическим изменениям: ухудшается самочувствие, увеличивается риск получения травм, снижается активность и, следовательно, реакция, появляются ошибки, наступает депрессия. Эти биоритмы являются совершенно не зависимыми друг от друга, но они всегда оказывают на человека совместное влияние.

Необходимо помнить о том, что все люди отличаются друг от друга ещё и темпераментом своего характера, который не может не сказываться на производительности труда.

Согласно классификации И. П. Павлова, существуют четыре ярко выраженных типа высшей нервной деятельности [4]:

1. Слабый тип (меланхолик). Этот тип характеризуется слабостью обоих нервных процессов – и возбуждения, и торможения;
2. Сильный неуравновешенный тип (холерик). У этого типа имеется сильный процесс возбуждения и относительно слабый процесс

торможения;

3. Сильный уравновешенный подвижный тип (сангвиник);

4. Сильный уравновешенный, но с инертными нервными процессами (флегматик).

Есть также бытовые и социальные факторы, которые практически не поддаются контролю, но оказывают непосредственное влияние на возможность выполнения производственным персоналом своих трудовых функций.

Человеческий организм является куда более сложной структурой по сравнению, например, с технологическим оборудованием. Он подвержен не только «поломкам», но и душевным, и психологическим расстройствам, оказывающим влияние на его трудоспособность.

Таким образом, человеческий фактор также является интегральным фактором, зависящим от большого количества случайных причин, и носит вероятностный характер, правда, с меньшим диапазоном возможных значений по сравнению с первым фактором.

На индивидуальную теоретическую (предварительную) трудоёмкость ремонта вагона, определённую с учётом факторов первой группы, накладывается ещё индивидуальная работоспособность каждого конкретного исполнителя. И, таким образом, фактическая продолжительность ремонта (время необходимое для выполнения ремонта конкретного вагона конкретными исполнителями) носит ещё более случайный характер.

Учитывая, что человеческий фактор оказывает большое влияние на ход технологического процесса, должна обязательно использоваться такая технология и организация производства, которая бы позволяла свести воздействие этого фактора к минимуму.

Исследователи, которые ранее занимались вопросами анализа работы поточных линий, обращали своё внимание в основном только на первую группу факторов [5-6]. Они изучали вероятностную природу неисправностей на вагонах, не учитывая при этом человеческий фактор, который также самым непосредственным образом влияет на ход технологического процесса. Этот фактор наиболее сложно поддаётся анализу, но учитываться в человеко-машинных системах он должен обязательно. Изучением этих факторов непосредственно занимаются другие науки, но при организации поточного производства ремонта вагонов необходимо обязательно учитывать многие рекомендации, касающиеся научной организации труда человека.

Надо отметить, что факторы этой группы носят общий характер и оказывают своё влия-

ние на ход производственных процессов в любых отраслях промышленности. Поэтому, например, скорость движения сборочных конвейеров на автомобильных заводах уже давно изменяется в течение трудового дня.

К третьей группе факторов, оказывающих влияние на простой вагонов в ремонте, относятся отказы технологического оборудования, ремонтпригодность оборудования (время его восстановления) и перебои в подаче энергоресурсов.

Простои вагонов на позициях могут иметь место и в результате отказов технологического оборудования. Согласно исследованиям, проведенным на существующих предприятиях, эти факторы не оказывают существенного влияния на работу производства, если своевременно проводятся планово-предупредительные ремонты и техническое обслуживание, хотя при проектировании нового производства учёт их крайне необходим. Отдельные факторы этой группы при расчёте надёжности поточных линий пытались учесть авторы работы [7].

Факторы третьей группы так же, как и второй, носят общий характер, т.е. могут иметь место в разных отраслях промышленности.

К четвёртой группе факторов следует отнести метод организации ремонта, технологическую структуру вагоноремонтного участка, способ перемещения объектов ремонта между позициями. Факторы этой группы большей частью являются эндогенными и могут быть сведены к минимуму за счёт научной организации поточного ремонтного производства. При стационарном методе ремонта организационно-структурный фактор играет небольшую роль, так как нет необходимости в постоянном перемещении вагонов. Но стационарный метод является низкопроизводительным, так как не позволяет использовать полный комплекс технологического оборудования.

Таким образом, по отношению к вагоноремонтному предприятию, первую и вторую группу факторов можно отнести к внешним (экзогенным) факторам. Остальные две группы факторов являются внутренними (эндогенными).

На итоговую продолжительность выполнения ремонтных работ на вагонах оказывают влияние различные группы факторов. Всевозможные комбинации этих факторов порождают множество итоговых результатов на выходе.

Таким образом, из-за большого количества случайных факторов, которые очень трудно предвидеть, осуществить полную синхронизацию работ на позициях поточной линии не

представляется возможным. Потери времени на вынужденные простои при жёсткой форме организации производства неизбежны.

Как показала практика, многочисленные попытки синхронизировать окончание работ на всех позициях из-за огромного количества случайных факторов не имеют никаких шансов на успех и являются совершенно не тем направлением, в сторону которого надо двигаться при совершенствовании ремонта вагонов. Всякие попытки, направленные на обеспечение внутритактной синхронизации времени выполнения ремонтных работ на позициях жёсткой поточной линии, обречены на провал. Об этом сейчас ярко свидетельствуют результаты работы вагонных депо, некогда перешедших на поточную форму ремонта вагонов.

Исходя из принципа разнообразия [8], противостоять разнообразию среды, которую ремонтируют, может только разнообразие среды, которая ремонтирует. Одним из таких решений для среды, которая ремонтирует, является мультифазная поликанальная асинхронная гибкая система, позволяющая при строгом соблюдении поточного метода ремонта осуществлять индивидуальный подход к каждому конкретному вагону.

Поэтому наиболее приемлемой формой организации технологического процесса является поток со свободным индивидуальным тактом, позволяющий при разных временных показателях осуществлять независимое перемещение вагонов, т. е. – асинхронный гибкий поток. Это возможно только в случае отвязки потока от единого железнодорожного пути, по которому перемещаются вагоны, и от единого грузоведающего конвейера, с переходом к поликанальным позициям с возможностью многовекторной перестановки вагонов при помощи трансбордерных тележек. Однако такие технологии требуют соответствующих оригинальных компоновок зданий. К сожалению, существующие корпуса вагонсборочных участков строились в своё время для иного принципа технологического процесса и сейчас не позволяют перейти на более прогрессивную форму вагоноремонтного потока. Таким образом, одной из причин, тормозящих внедрение нового типа потока, является устаревшая планировка действующих предприятий. Вместе с тем после соответствующей реконструкции некоторых предприятий вполне возможно внедрение на них потоков, обладающих определёнными элементами гибкости.

Таким образом, реальное время выполнения ремонтных работ на разных вагонах сильно от-

личается друг от друга, но, так как вагоны входят в условиях единого потока (или единой железнодорожной колеи при стационарном методе ремонта), это отражается на их перемещении между позициями (или подачей за пределы цеха после окончания ремонта). Встаёт вопрос, как организовать технологический процесс, чтобы каждый вагон как можно меньше зависел от других вагонов.

Поэтому наиболее рациональной организацией производственного (технологического) процесса является гибкий асинхронный поток, который сохраняет основные принципы поточного производства и одновременно позволяет сгладить (нивелировать) все негативные стороны, присущие ремонтному производству, создавая тем самым благоприятные условия для дальнейшего роста производительности труда.

Таким образом, продолжительность выполнения работ является случайной комбинацией различных факторов и носит вероятностный характер. Причём это относится как к общей продолжительности ремонта вагонов, так и к продолжительности комплексов работ, выполняемых на отдельных позициях.

Традиционные поточные линии очень чувствительны ко времени выполнения работ на позициях. Задержка даже на одной позиции моментально приводит к задержке всего потока. Если различие во времени выполнения ремонтных работ на вагонах при стационарной форме организации производства не оказывает существенного влияния на ход технологического процесса, то совсем иная картина появляется при поточной форме организации ремонтного производства.

Поток представляет собой сложную многофазную систему, в которой все объекты ремонта зависят друг от друга. Таким образом, индустриальные методы ремонта требуют оригинального подхода, отличного от машиностроения и приборостроения. В этой сфере поток должен носить особый характер, учитывающий специфику ремонтного производства.

Продолжительность пребывания каждого конкретного вагона на позициях потока оказывает непосредственное влияние на пропускную способность всего потока. С одной стороны время выполнения ремонтных работ на вагонах носит случайный характер, что отражается на ритмичном перемещении вагонов между позициями, а с другой стороны эффективность использования потока очень чувствительна к задержкам отдельных вагонов, которые «тормозят» движение вагонов, идущих следом, а те, в

свою очередь, блокируют движение вагонов, следующих за ними. При использовании одного рельсового пути эту задачу решить невозможно, так как при такой организации потока невозможно осуществить «манёвр обгона» между объектами ремонта. Поэтому более эффективной будет являться поликанальная система позиций (параллельное расположение ремонтных модулей на каждой позиции). Перемещать вагон строго нельзя до тех пор, пока весь необходимый комплекс работ, закреплённый за данной позицией, не будет выполнен.

Таким образом, учитывая всё многообразие возможных сочетаний случайных факторов, оказывающих влияние на продолжительность выполнения работ, наилучшим решением по организации ремонта вагонов, обеспечивающим самые высокие технико-экономические показатели, является асинхронный гибкий поток, представляющий собой мультифазную поликанальную систему ремонта вагонов на базе использования трансбордерных тележек для перемещения вагонов между позициями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мямлин, В. В. Анализ трудоёмкостей отдельных видов работ при деповском ремонте полувагонов [Текст] / В. В. Мямлин // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2012. – Вип. 40. – Д. : Вид-во ДНУЗТ, 2012. – С. 28–36.
2. Полежаев, Е. Ф. Физиологические и психологические основы труда [Текст] / Е. Ф. Полежаев, Н. П. Калинина, В. Г. Макушин, С. Э. Славина. – М. : Профиздат, 1974. – 232 с.
3. Ужegov, Г. Н. Биоритмы на каждый день [Текст] / Г. Н. Ужegov. – М. : Агентство «Файр», 1997. – 608 с.
4. Павлов, И. П. Рефлекс свободы [Текст] / И. П. Павлов. – СПб.: Питер, 2001. – 432 с.
5. Бугаев, В. П. Совершенствование организации ремонта вагонов (системный подход) [Текст] / В. П. Бугаев. – М. : Транспорт, 1982. – 152 с.
6. Гридюшко, В. И. Вагонное хозяйство [Текст] / В. И. Гридюшко, В. П. Бугаев, В. И. Криворучко. – М. : Транспорт, 1988. – 295 с.
7. Скиба, И. Ф. Комплексно-механизированные поточные линии в вагоноремонтном производстве [Текст] / И. Ф. Скиба, В. А. Ёжиков. – М. : Транспорт, 1982. – 136 с.
8. Эшби, У. Р. Введение в кибернетику [Текст] / У. Р. Эшби. – М. : Изд-во ин. лит., 1959. – 432 с.

Поступила в редколлегию 12.12.2011.

Принята к печати 15.12.2011.

В. В. МЯМЛІН

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА КОЛИВАННЯ ЧАСУ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПІД ЧАС ДЕПОВСЬКОГО РЕМОНТУ ПІВВАГОНІВ

Досліджено різні фактори, які надають випадковий вплив на коливання часу виконання ремонтних робіт на піввагонах в депо, що не дозволяє повною мірою використовувати існуючий потоковий метод ремонту. Робиться висновок, що потік ремонту вагонів являє собою складну людино-машинно-вагонну систему, що носить імовірнісний характер. Пропонується форма організації виробництва, що дозволяє істотно знизити вплив випадкових факторів і підвищити продуктивність праці при ремонті вагонів.

Ключове слово: ремонт вагонів, гнучкий потік, випадкові фактори.

V. V. MYAMLIN

INTEGRATED STUDY OF REASONS WHICH AFFECT ON CHANGE OF WORK TIME DURING ROUNDHOUSE SERVICING OF OPEN CARS

Different factors, which affect on change of repair work's time of open cars in depot, that make impossible using of existent method of flow line repair, are researched. The following conclusion are done: car's repair flow is difficult man-machine-car system with stochastic nature. Organization form of manufacture, which will allow reducing influence of random factors and increase labor productivity are proposed.

Key words: repair of cars, flexible flow, random factors.