

УДК 656.4

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ
СОСТОЯНИЕМ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Е. Б. Романцова, Т. В. Каратаева, В. Н. Перегудова

Филиал Воронежского государственного
технического университета в г. Борисоглебск

Email: s.i.sushkov@mail.ru

При типичных для условий рыночных паритетах цен на машины и их продукцию, стратегия превентивных замен еще работоспособных элементов во многом теряет свою эффективность. Ставится задача определить границы этой зоны критичных для профилактики ценовых паритетов, установив тем самым зону экономически целесообразной трансформации стратегии C^2_{III} в стратегию C^1_{III} . Процесс исчерпания запаса годности элементов транспортных машин описывается нами функцией: $Y(t) = V_c f + z$ [1].

Моделирование велось с учетом нестационарного участка потока отказов и замен. В таблице 1 приведены результаты моделирования, касающиеся зависимости издержек W^o ремонтного обеспечения элемента машины при ее эксплуатации в соответствии со стратегией C^2_{III} , от величины допускаемого значения контролируемого параметра состояния Y_d и нормированных потерь C^0_{np} от простоя машины при отказе.

Таблица 1 – Нормативные издержки W^o ремонтного обеспечения в догах стоимости элемента за срок службы (при $a = 1,3$; $v = 0,6$; $m = 5$)

Y^o_d	C^0_{np}							
	0	0,1	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
0,95	0,649	0,700	0,802	0,907	1,150	1,43	1,67	1,920
0,9	0,665	0,704	0,781	0,867	1,050	1,20	1,46	1,640
0,85	0,691	0,717	0,770	0,807	0,963	1,07	1,20	1,400
0,80	0,718	0,736	0,771	0,822	0,904	0,963	1,07	1,170
0,75	0,766	0,776	0,797	0,832	0,874	0,920	0,956	1,000
0,70	0,799	0,804	0,813	0,824	0,845	0,859	0,909	0,925
0,65	0,857	0,860	0,865	0,878	0,890	0,882	0,904	0,912
0,60	1,001	0,912	0,913	0,904	0,913	0,934	0,931	0,927
0,50	1,11	1,13	1,10	1,12	1,11	1,11	1,12	1,10
0,40	1,33	1,31	1,34	1,34	1,34	1,31	1,34	1,34
0,30	1,24	1,72	1,74	1,71	1,74	1,74	1,71	1,74
0,20	2,38	2,38	2,40	2,40	2,39	2,40	2,38	2,35
0,10	3,70	3,65	3,66	3,68	3,65	3,70	3,66	3,68

По данным таблицы построены графики $W^0 = f(\Delta Y_n^0, C_{np}^0)$, $\Delta Y_n^0 = 1 - Y_n^0$ показанные на рисунке 1 и 2. По этим рисункам можно заметить, что минимум издержек при уменьшении C_{np}^0 сдвигается в сторону меньших значений упреждающего допуска ΔY_n^0 , а сам минимум при $C_{np}^0 < 1$ имеет нечеткий, несимметричный характер.

Все поле экономически значимых величин упреждающего допуска ΔY_n^0 ограничивается интервалом от 0 до 0,4. При $\Delta Y_n^0 > 0,4$ практически все элементы заменяются предупредительно и не достигают предельного состояния. Этим объясняется отсутствие разницы в издержках ремонтного обеспечения W^0 для различных значений нормированных потерь от простоя C_{np}^0 при величинах $\Delta Y_n^0 > 0,4$. Введение в систему ремонтного обеспечения элемента упреждающего допуска на предельное значение параметра состояния имеет экономический смысл только для $C_{np}^0 > 0,5$. При меньших значениях элемент целесообразно заменять только после достижения предельного состояния [2].

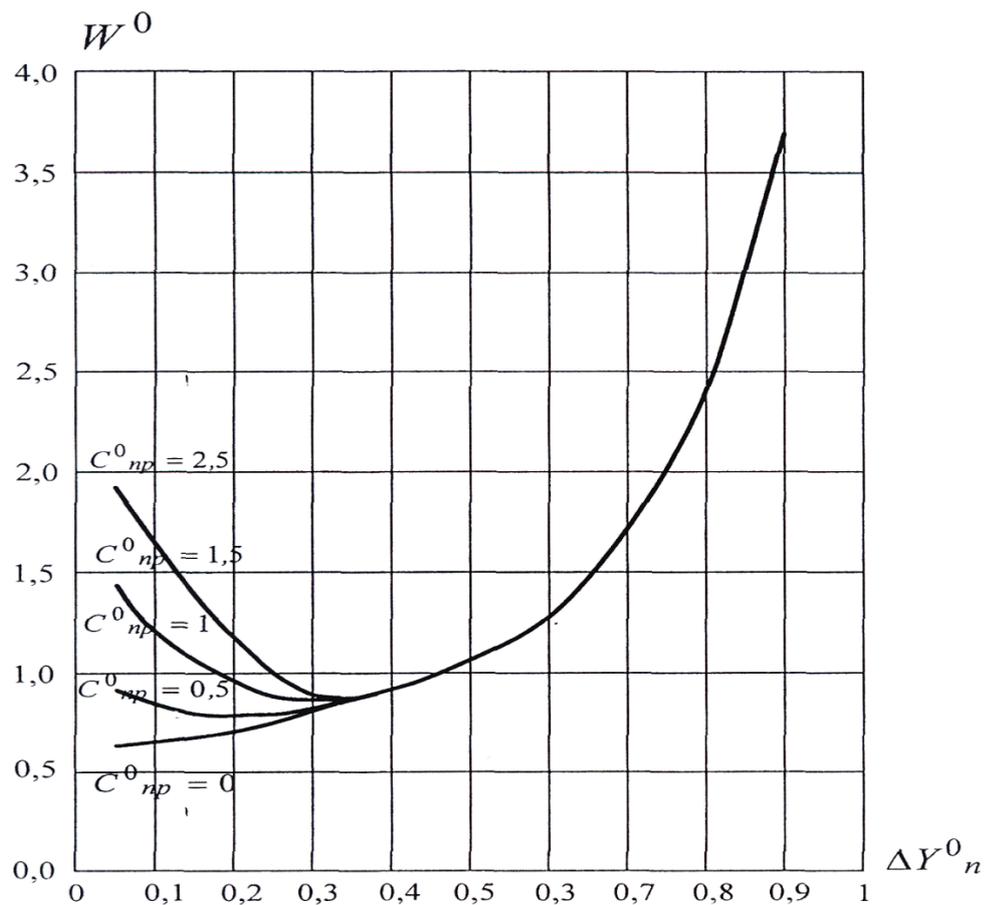


Рисунок 1 – Изменение издержек ремонтного обеспечения элемента W^0 в зависимости от величины упреждающего допуска ΔY_n^0 и потерь от простоя C_{np}^0

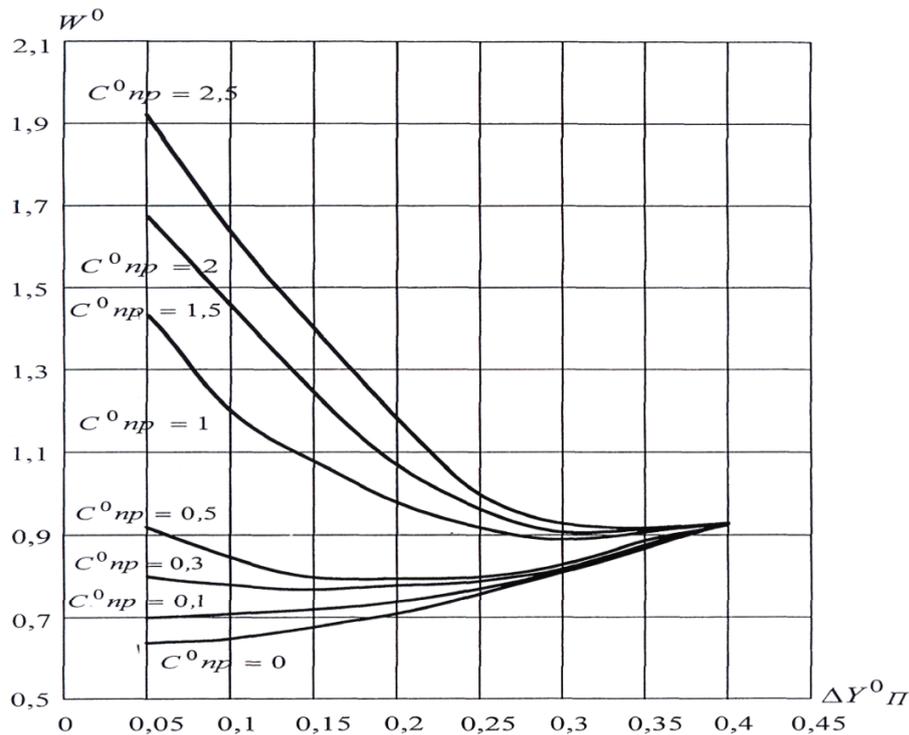


Рисунок 2 – Изменение издержек ремонтного обеспечения элемента в зависимости от величины упреждающего допуска ΔY_n^0 и потерь от простоя C_{np}^0

Если в интервале $1,0 < C_{np}^0 < 3$ оправдано (ради повышения безотказности) использование запаса годности элемента всего на 65-70 %, а при редком контроле или его отсутствии (до 40 %), то по мере приближения C_{np}^0 к значениям, существенно меньшим 1, величина оптимального упреждающего допуска ΔY_n на предельное значение контролируемого параметра быстро и на большей части этого интервала практически линейно приближается к нулю (табл. 2). Так, например, при $C_{np}^0 = 0,1-0,3$ и 5 контролях за срок службы он будет находиться на уровне 7-12 %. Другими словами только сохранение 7-12 % полного запаса годности отделяют в этом случае стратегию C_{III}^2 и C_{III}^1 [4].

Предельное значение параметра Y_n в этом случае становится единственным инструментом управления экономикой ремонтного обеспечения изнашивающегося (стареющего) элемента [5].

Издержки ремонтного обеспечения зависят не только от числа отказов и стратегии их упреждения за счёт превентивных замен элементов. Они часто зависят и от фактора постепенного старения этого элемента, сопровождающегося непрерывными изменениями технического состояния. Например, возрастанием угара картерного масла двигателей в связи с износом поршневых колец. На рисунке 3 показано изменение положения [3].

Таблица 2 – Значения оптимальных упреждающих допусков на предельное значение параметра состояния элемента ΔY_n от числа проверок m за срок его службы и нормируемых потерь от простоя машины из-за отказа C_{np}^0 при $a = 1,3$; $v = 0,6$ (аппроксимированные значения)

C_{np}^0	Значения m		
	0	5	10
0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,07	0,07	0,07
0,3	0,12	0,12	0,12
0,5	0,20	0,17	0,14
1,0	0,34	0,26	0,20
1,5	0,43	0,32	0,24
2,0	0,48	0,34	0,25
2,5	0,50	0,36	0,26

Вариант 1 – это тот случай, когда в уравнении издержек вида $W = a_1 + b_1 t + d_1 t$ непрерывные издержки отсутствуют и коэффициенты a_1 , b_1 и d_1 равны нулю. В варианте 2 значение $a_1 \neq 0$, а коэффициенты $b_1 = d_1 = 0$. То есть при всех значениях параметра состояния присутствует постоянная добавка к удельным издержкам ремонтного обеспечения элемента. W_{min} в этом случае своего положения на оси Y_δ по сравнению с вариантом 1 не меняет.

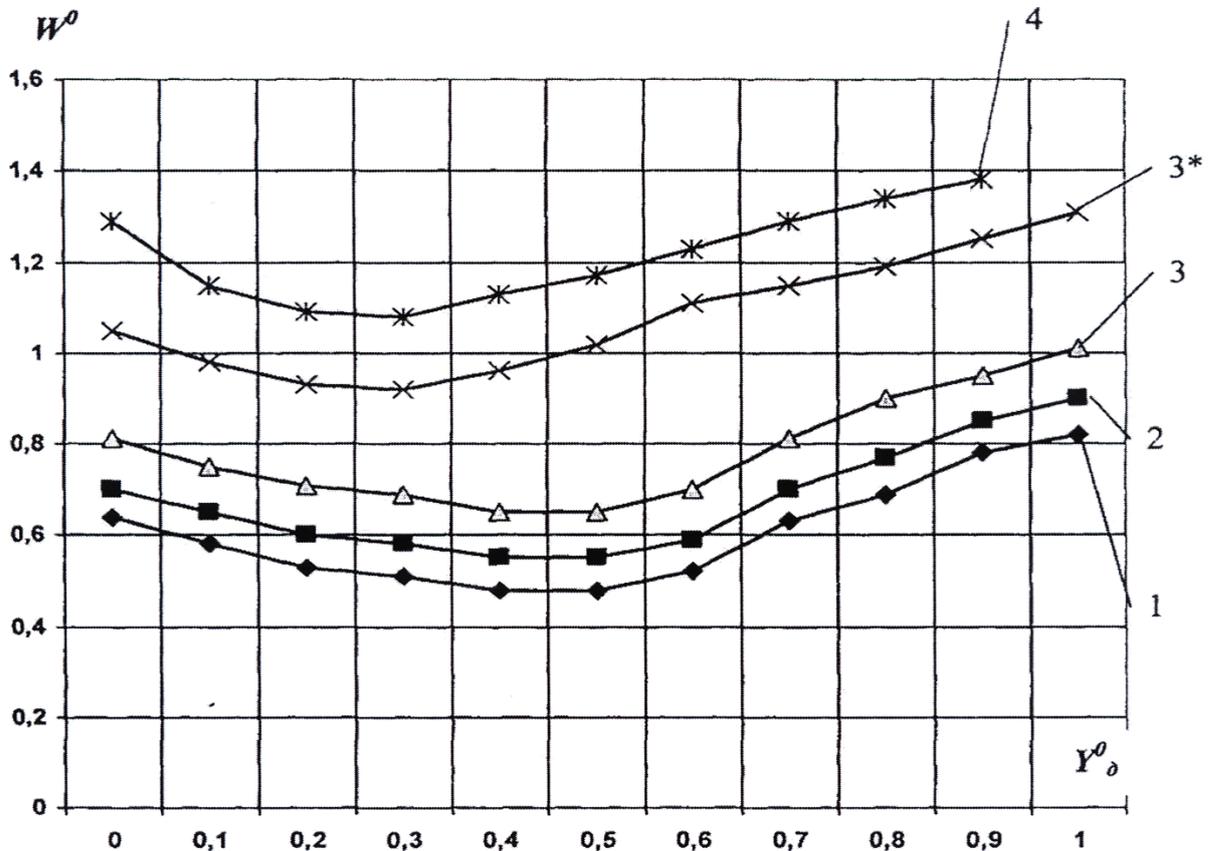


Рисунок 3 – Зависимость нормированных издержек ремонтного обеспечения элементов W^0 от допустимого отклонения параметра состояния Y^0 и варианта описания их непрерывной составляющей

В вариантах 3 и 4 $b \neq 0$ и $d \neq 0$ соответственно. При $d \neq 0$, т. е. при увеличивающемся с наработкой темпе роста текущих эксплуатационных издержек величина Y°_d , при котором достигаются минимальные издержки W^0 , сдвигается в сторону меньших значений во всех случаях (вариант 4). Если $d = 0$, $b \neq 0$, т. е. если рост затрат носит линейный характер, то оптимум изменяет свое положение в сравнении с вариантом 1 только в тех случаях, когда имеет место нелинейная зависимость параметра состояния Y от наработки (вариант 3*) [6, 7].

Учет всех этих обстоятельств на данной стадии не осуществляется, поскольку это означало бы замену в стратегии S_{III} критерия предельного состояния технического характера на чисто экономический. Это противоречило бы принятой схеме оптимизации упреждающего допуска Y_d и описанию процесса изменения параметра в виде случайной функции наработки.

Уменьшить потери запаса годности элемента при его превентивной замене, и тем самым повлиять на величину ремонтных издержек.

Выводы:

Проведенный анализ указывает на необходимость существенной корректировки технической документации на техническое обслуживание и ремонт техники в части допустимых при ремонте размеров и, вообще, любых параметров состояния, нормативные значения которых были оптимизированы в экономических условиях, существенным образом отличающихся от нынешних.

Библиографический список

1 Сушков, С. И. Математическое моделирование процессов управления техническим состоянием лесотранспортных машин [Текст] / С. И. Сушков, В. Н. Бухтояров, В. А. Иванников // Строительные и дорожные машины. – 2012. – № 5. – С. 52-54.

2 Сушков, С. И. Обоснование целесообразности управления техническим состоянием машин [Текст] / С. И. Сушков, В. Т. Жуков, В. А. Иванников // Строительные и дорожные машины. – 2012. – № 3. – С. 48-50.

3 Афоничев, Д. Н. Размещение петлевых разворотов на лесовозных усах [Текст] / Д. Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. – № 6. – С. 93-96.

4 Сушков, С. И. Методы оценки прочности дорожных конструкций

[Текст] / С. И. Сушков, В. Н. Бухтояров // Строительные и дорожные машины. – 2017. – № 2. – С. 53-56.

5 Афоничев, Д. Н. Анализ прочностных характеристик дорожных конструкций в лесозаготовительных предприятиях [Текст] / Д. Н. Афоничев, С. И. Сушков, Д. В. Бурмистров / Успехи современной науки и образования Том 1, №1. – 2017 г. – С. 77-81.

6 Пильник, Ю. Н. Методика определения оптимальной структуры парка транспортно-технологических машин [Электронный ресурс] / Ю. Н. Пильник, С. И. Сушков, А. Ю. Арутюнян // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2, ч. 2. – С. 125. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/129-22674>; <http://www.science-education.ru/pdf/2015/2-2/579.pdf>.

7 Бурмистрова, О. Н. Оптимизация параметров транспортных процессов на предприятиях лесопромышленного комплекса [Текст] / О. Н. Бурмистрова, С. И. Сушков, Ю. Н. Пильник // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11, ч. 2. – С. 237-241.