

УДК 656.072

АНАЛИЗ ИЗДЕЖЕК РЕМОНТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ МАШИН

Бухтояров В.Н., Сушков А.С., Жуков В.Т., Никонов В.О. (ВГЛТА)

При типичных для условий рыночных паритетах цен на лесозаготовительные 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 трелевочного трактора ТБ-1А описывается нами по В.М. Михлину функцией [1].

$$Y(t) = V_c f + z.$$

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^o_{np} от простоя машины при отказе.

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

Все поле экономически значимых величин упреждающего допуска ΔY^o_n ограничивается интервалом от 0 до 0,4. При $\Delta Y^o_n > 0.4$ практически все элементы заменяются предупредительно и не достигают предельного состояния. Этим объясняется отсутствие разницы в издержках ремонтного обеспечения W^o для различных значений нормированных потерь от простоя C^o_{np} при величинах ΔY^o_n

$> 0,4$. 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.

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

Y_n^0	C_{np}^0							
	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

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 $C_{np}^0 = 0,1 \dots 0,3$ 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 .

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

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

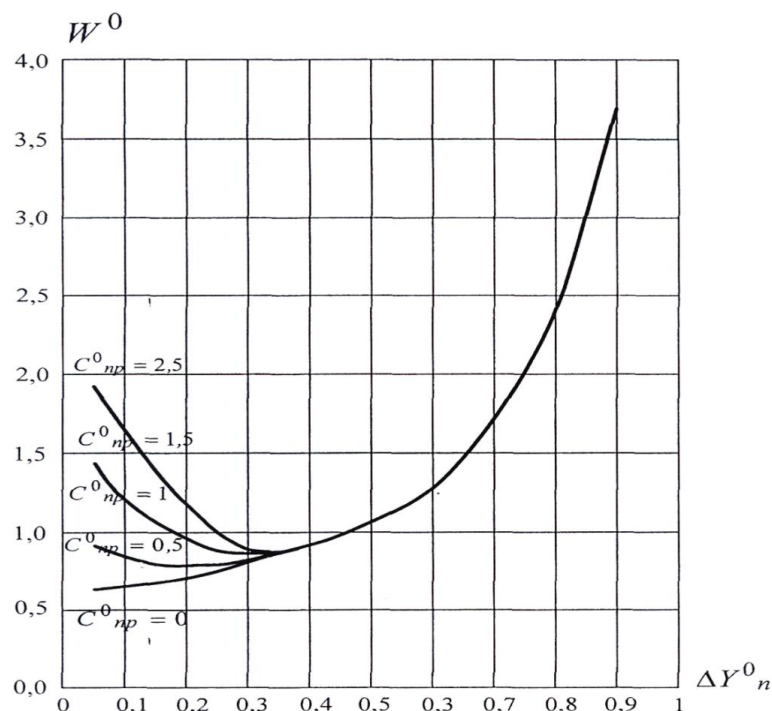


Рисунок 1 – Изменение издержек ремонтного обеспечения элемента W^0 в зависимости от величины упреждающего допуска ΔY_n^0 и потерь от простоя C^0_{np}

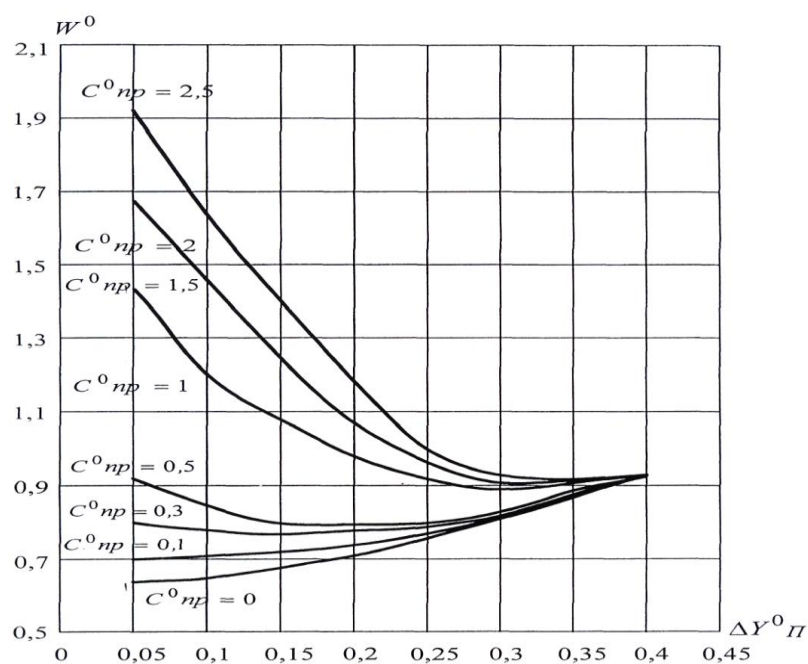


Рисунок 2 – Изменение издержек ремонтного обеспечения элемента в зависимости от величины упреждающего допуска ΔY_n^0 и потерь от простоя C^0_{np}

непрерывными изменениями технического состояния. Например, возрастанием угара картерного масла двигателей в связи с износом поршневых колец. На ри-

сунке 3 показано изменение положения.

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		
	2	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_0 по сравнению с вариантом 1 не меняет.

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^0_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).

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.

Проведенный анализ указывает на необходимость существенной корректировки технической документации на техническое обслуживание и ремонт лесозаготовительной техники в части допустимых при ремонте размеров и, вооб-

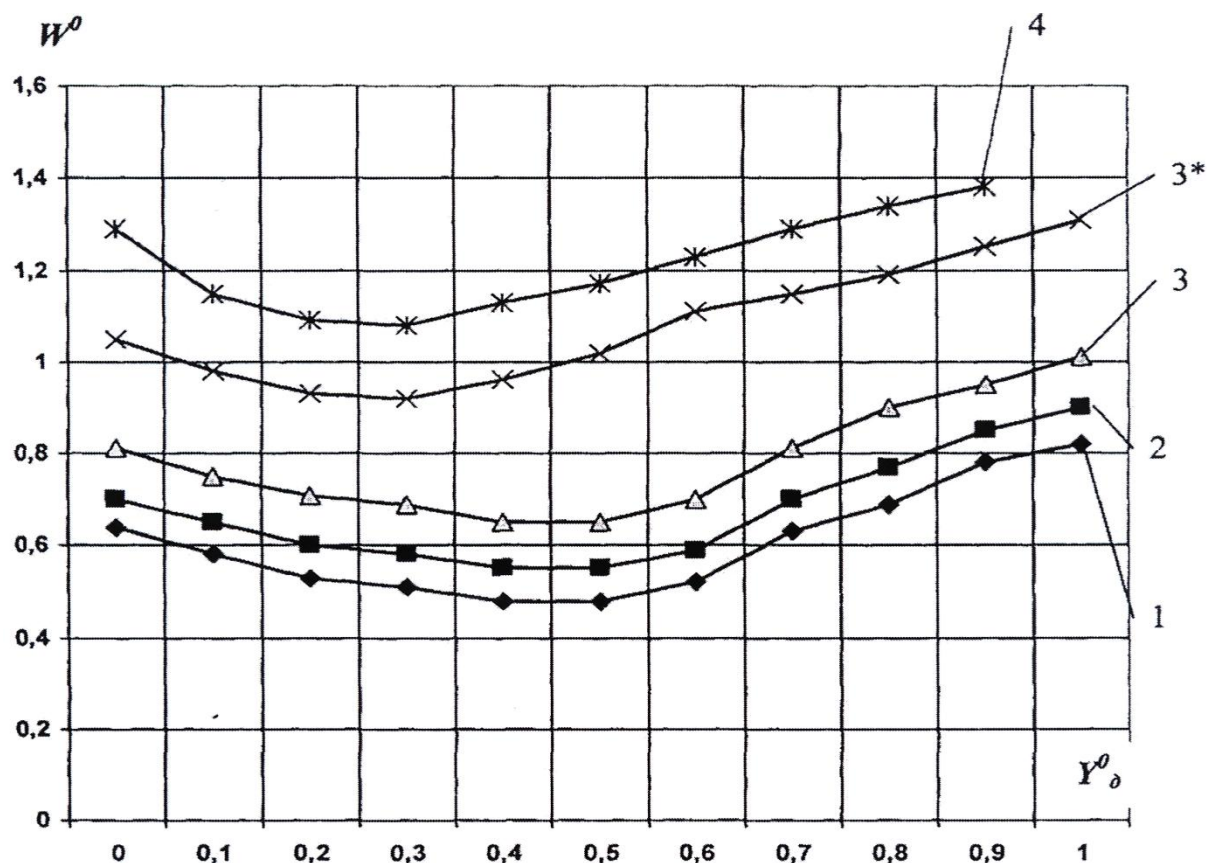


Рисунок 3 – Зависимость нормированных издержек ремонтного обеспечения элементов W^0 от допустимого отклонения параметра состояния Y^0_δ и варианта описания их непрерывной составляющей

ще, любых параметров состояния, нормативные значения которых были оптимизированы в экономических условиях, существенным образом отличающихся от нынешних.

Библиографический список

1 Сушков, С. И. Стратегии управления техническим состоянием машин на уровне элементов / С. И. Сушков, К. А. Яковлев, А. В. Быков // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте : межвуз. сб. науч. тр. Вып. 4 / под ред. проф. В.И. Посметьева ; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2009. – С. 246-250.

2 Михлин, В. М. Прогнозирование технического состояния машин / В. М. Михлин – М. : Колос, 1976. – 287 с.