

Горизонтально-продольные ускорения $\sigma \ddot{X}_C$ на сиденьи водителя у трактора с подвеской передних и задних колес при движении со скоростью до 5 м/с в агрегате с полуприцепом, плугом и на холостом ходу не превышают соответственно 1,7; 1,4 и 1,4 м/с², что значительно ниже величин $\sigma \ddot{X}_C$, имеющих место на сиденьи трактора с серийной подвеской (рис. 2, б).

Резюме. При выполнении трактором полевых работ снижение суммарной жесткости подвески передних колес и установка на трактор независимой пневмогидравлической подвески задних колес с автоматическим регулированием жесткости упругого элемента в зависимости от нагрузки уменьшает интенсивность колебаний остова и сиденья водителя, способствует повышению допустимых по условиям труда водителя средних скоростей движения машинно-тракторного агрегата на 70-75%.

Л и т е р а т у р а

1. Молош Г.А. Пневмогидравлическая подвеска заднего моста универсально-пропашных колесных тракторов кл. 9 - 14 кН. - В сб.: "Автотракторостроение. Тяговая динамика и режимы работы агрегатов автомобилей, тракторов и их двигателей", 1976, вып. 8. 2. Уткин-Любовцев О.Л. Итоги исследований и перспективы развития ходовых систем тракторов. - "Тракторы и сельхозмашины", 1971, № 1. 3. ОН 025 322-69. Автомобильный подвижной состав. Плавность хода. М., 1970. 4. Единые требования к конструкции тракторов и сельскохозяйственных машин по безопасности и гигиене труда. М., 1967.

УДК 62 - 82:512.272

Е.Я. С т р о к, канд. техн. наук,
В.С. Шевченко, Л.П. Симанович,
Г.Л. Чичиков, И.И.,
Кандрусев, А.Л. Бобровни-
чий (ИНДМАШ АН БССР,
Минский тракторный завод)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕГУЛЯТОРОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ГИДРОНАВЕСНЫХ СИСТЕМ ТРАКТОРОВ

Важным элементом системы автоматического регулирования заданной глубины обработки является золотниковое распределительное устройство - регулятор. Качественное функционирова-

ние всей системы в значительной мере зависит от его состояния. Весьма актуальным представляется прогнозирование работоспособности золотниковых устройств в зависимости от комбинации эксплуатационных факторов. Полученные оценки могут быть использованы при отработке опытных образцов и проведении конструкторско-технологических мероприятий.

Одним из критериев оценки работоспособности регулятора Р-50 является герметичность шелевого уплотнения, образуемого за счет перекрытия поясков гильзы и золотника и разделяющего напорную и сливную полости гидроцилиндра. В результате износа величина радиального зазора увеличивается, что вызывает повышенные утечки рабочей жидкости из штоковой полости гидроцилиндра на слив и нарушает работоспособность регулятора.

В ИНДМАШ АН БССР совместно с МТЗ были проведены работы по экспериментально-статистическому моделированию функционирования регуляторов в пределах эксплуатационных условий. Оценка работоспособности давалась в соответствии с вышеприведенным критерием. Основными факторами, влияющими на износостойкость золотниковой пары, были выбраны давление, загрязненность и температура рабочей жидкости, частота перемещения золотникового устройства. Факторы варьировались на двух уровнях, а значения зависимой переменной (величина утечки) определялись как средние по результатам двух опытов. Следует заметить, что стабильные результаты замера величины утечки через золотниковое шелевое уплотнение не могут быть получены без обеспечения взаимного перемещения элементов пары. Поэтому контроль герметичности осуществлялся при подвижном золотнике в условиях нормированных режимов (500 Н/см^2 , 7 Гц , 70°С), а оценка величины утечки — в расчете на один цикл. В табл. 1 приведены диапазоны варь-

Таблица 1. Диапазоны варьирования факторов

Факторы	Уровни варьирования	
	верхний	нижний
Давление x_1 , Н/см^2	700	400
Загрязненность масла x_2 , %	0,08	0,02
Температура x_3 , $^\circ\text{С}$	70	20
Частота перемещения золотника x_4 , Гц	7	3

ирования факторов, используемые при настройке стендового оборудования.

В качестве искусственного загрязнителя рабочей жидкости (автотракторное масло АК-10) применялась кварцевая пыль (ГОСТ 8002-62) с удельной поверхностью 5600 см²/г.

Ввиду недостаточной информации об отказах, связанных с износом, были проведены предварительные стендовые испытания с целью определить характеристики утраты работоспособности в условиях, близких к эксплуатационным. На основании анализа были выбраны следующие режимы, воспроизводимые на стенде: давление - 700 Н/см², загрязненность масла АК-10 кварцевой пылью (ГОСТ 8000-62) - 0,05%, температура масла - 65 °С, частота перемещения золотника - 3 Гц при нагрузке 6 x 10⁶ циклов. В результате испытаний двух образцов определена величина утечки, равная 6 см³/цикл. В дальнейших опытах по определению влияния различных эксплуатационных факторов на работоспособность регулятора данная величина утечки использовалась для оценки его предельного состояния. С учетом экспериментального уточнения предельного состояния получены результаты опытов, которые представлены в табл. 2. В строках плана указаны факторы, находящиеся на верхнем уровне в соответствующем опыте. Эксперименты проводились в соответствии с несимметричным регуляторным планом 2⁴ x 10¹ из 8 x 10 = 80 точек для 4 двухуровневых факторов x₁ и факторов времени t на 10 уровнях. Такой план позволяет получить независимые оценки всех факторов и эффекты взаимодей-

Таблица 2. План эксперимента и результаты опытов

№ опыта	Матрица плана	(час)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
		y	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇	y ₈	y ₉	y ₁₀
1	x ₁ x ₂ x ₃ x ₄	8,0	13,8	15,5	16,3	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
2	x ₂ x ₃	1,6	2,0	3,0	4,2	5,0	5,3	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
3	x ₁ x ₃	1,4	1,4	1,7	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
4	x ₃ x ₄	3,3	4,8	5,8	6,2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
5	x ₁ x ₂	2,2	3,4	5,3	6,5	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
6	x ₂ x ₄	6,5	10,2	11,2	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
7	x ₁ x ₄	2,3	2,4	2,4	2,5	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
8		2,3	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8

ствия исследуемых эксплуатационных факторов и фактора времени (типа $\dot{x}_1 t^\lambda$, $\lambda = 1, 2, \dots, 9$) [1]. Полиномиальная модель в общем виде записывается

$$y = b_0 + \sum_i b_i x_i + \sum_\lambda b_\lambda t^\lambda + \sum_{i,\lambda} b_{i,\lambda} \lambda x_i t^\lambda + \varepsilon, \quad (1)$$

где y - зависимая переменная; x_i - независимые переменные (факторы); b_0 - свободный член; b_i , b_λ , $b_{i,\lambda}$ - коэффициенты полинома; ε - случайная величина с нормальным распределением.

После обработки результатов опытов запишем модель в окончательном виде:

$$\begin{aligned} y = & 6,8771 + 0,1034t - 0,0805t^2 + 0,0138t^3 + 0,4044x_1 + \\ & + 0,0076tx_1 - 0,0097t^2x_1 + 0,0015t^3x_1 + 3,2746x_2 + \\ & + 0,0089tx_2 - 0,0228t^2x_2 + 0,0110t^3x_2 - 0,0015t^4x_2 + 0,8182x_3 + \\ & + 0,0303tx_3 - 0,017t^2x_3 + 0,0022t^3x_3 + 2,5774x_4 + \\ & + 0,0017tx_4 + 0,0467t^2x_4 - 0,0150t^3x_4 - 0,0035t^4x_4 - \\ & - 0,0010t^5x_4 + 1,3797x_1x_2 - 0,0483tx_1x_2 - 0,0039t^2x_1x_2 + \\ & + 0,0070t^3x_1x_2 - 0,0009t^4x_1x_2 + 0,0006t^5x_1x_3. \quad (2) \end{aligned}$$

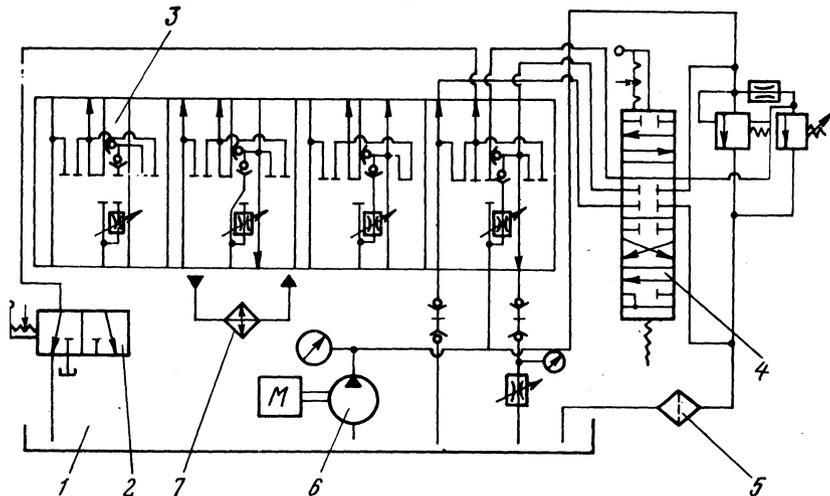


Рис.1. Принципиальная гидравлическая схема стенда: 1— масляный бак; 2 — кран замера утечек; 3 — регулятор; 4 — распределитель; 5 — фильтр; 6 — насос; 7 — охладитель.

Статистический анализ и экспериментальная проверка подтвердили высокую точность аппроксимации. Условия однородности дисперсий выполняются для всех точек.

Испытания были проведены на специальном стенде (рис. 1).

Для изучения динамики износа золотника и гильзы был применен метод искусственных баз. Для этого на образцах, подготовленных к испытанию, токарным резцом были нанесены узкие кольцевые канавки глубиной 10 мкм. Величина местного износа (рис. 2, а и в) определялась путем совмещения профилограмм относительно искусственных баз. Степень разрушения кромок золотника (рис. 2, б) регистрировалась на профилографе.

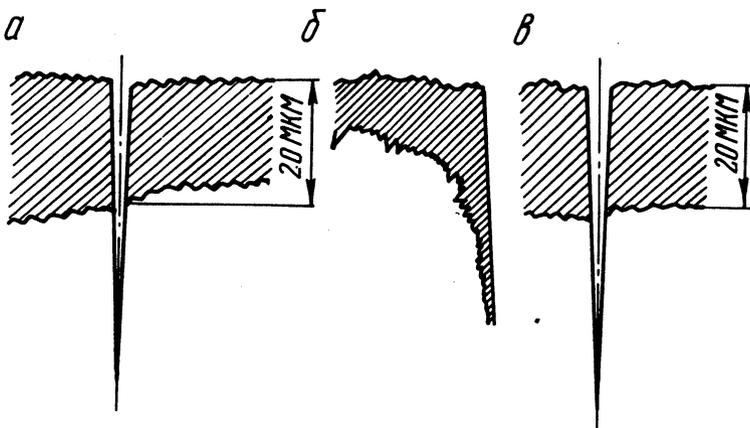


Рис. 2. Определение величины местного износа методом искусственных баз.

Анализируя полученную модель, отметим, что при ресурсных испытаниях регуляторов преобладающее влияние на их работоспособность (в соответствии со значениями коэффициентов полинома) оказывают факторы частоты перемещения золотника и уровня загрязненности жидкости. Это объясняется тем, что долговечность исследуемых регуляторов определяется прежде всего износом. В области изменения факторов на износ больше всего влияют свойства рабочей жидкости, определяемые наличием в ней агрессивного загрязнителя, и скорость перемещения трущихся поверхностей.

Резюме. 1. Зависимость (1) можно использовать для прогнозирования работоспособности регуляторов и других золотниковых устройств.

2. Снижение уровня загрязненности рабочей жидкости позволит значительно расширить диапазон рабочих параметров регулятора, а также увеличит его долговечность.

3. Для надежного обеспечения работоспособности на всех этапах функционирования регулятора необходимо в пределах конструктивной целесообразности снижать значения факторов загрязненности жидкости и частоты перемещения золотника.

Л и т е р а т у р а

1. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.

УДК 629.11.012.814

Р.И. Фурунжиев, докт.техн.наук,
З.В. Босякова, О.В. Бугай (Белорусский политехнический институт, Институт математики АН БССР)

АППРОКСИМАЦИЯ ОЦЕНОК КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ДОРОЖНЫХ МИКРОПРОФИЛЕЙ

Задача аппроксимации состоит в определении аналитических выражений оценок статистических характеристик: корреляционной функции, функции спектральной плотности и др. В практически важных случаях обычно для каждого класса дорожных микропрофилей вид аналитических выражений корреляционных функций бывает известен априори и задача значительно упрощается, так как сводится к отысканию неизвестных параметров при выбранной структуре выражения.

Для аппроксимации корреляционных функций дорожных микропрофилей может быть использовано выражение

$$R(\tau, y) = \sum_{k=1}^{N_1} A_k e^{-\alpha_k |\tau|} (\cos \beta_k \tau + B_k \sin \beta_k |\tau|) + \sum_{j=1}^{N_2} c_j e^{-\alpha_j |\tau|} \quad (1)$$

Для определения неизвестных параметров корреляционной функции можно использовать среднеквадратический критерий вида

$$E(y) = \sum_{i=1}^N [\bar{R}(\tau_i) - R(\tau_i, y)]^2, \quad (2)$$

где $y = (A, \alpha, \beta, B, C)$ — искомый вектор параметров: A_1, A_2, \dots, A_{N_1} ; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{N_1}$; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{N_1}$; $B_1,$