Таблица 1. Краевые углы и межфазные энергии на границах раздела жидкий кремний-керамика при 1450^0С.

Керамика	В атмосфере водорода				В атмосфере гелия			
	Θ^0	$\sigma_{рп}$	$\sigma_{тр}$	$\sigma_{тп}$	Θ^0	$\sigma_{рп}$	$\sigma_{тр}$	$\sigma_{тп}$
$A\ell_2 O_3$	95	734	748	684	100	702	727	605
$Zr O_2$	90	730	730	730	96	725	742	666
Mg O	101	860	893	729	95	740	755	690
Be O	88	734	727	752	76	451	416	525
$Be_2 C$	54	756	552	996	63	756	619	962
$Ti O_2$	-	-	-	-	107	735	772	557

Таблица 2

Керамика	В вакууме				В атмосфере водорода				В атмосфере гелия			
	Θ^0	$\sigma_{рп}$	$\sigma_{тр}$	$\sigma_{тп}$	Θ^0	$\sigma_{рп}$	$\sigma_{тр}$	$\sigma_{тп}$	Θ^0	$\sigma_{рп}$	$\sigma_{тр}$	$\sigma_{тп}$
$Zr O_2$	118	1730	1834	1022	131	1555	1640	620	120	1500	1591	841
$Th O_2$	-	-	-	-	132	1540	1623	593	134	1520	1599	543
$A\ell_2 O_3$	128	1760	1861	778	133	1590	1674	590	141	1505	1569	399
Be O	128	1680	1777	742	152	1595	1636	227	146	1370	1418	282
Mg O	132	1600	1686	616	152	1730	1774	247	132	1625	1713	625
$Ti O_2$	105	1165	1220	918	143	1320	1372	318	121	1110	1177	606
$Be_2 C$	92	1140	1150	1110	90	1100	1100	1100	75	1112	1017	1305
графит	90	1100	1100	1100	68	1091	940	1349	86	1122	1101	1179

Таблица 3. Краевые углы и межфазные энергии на границах расплав железа-керамика при 1550^0С

Железо	Керамика	В атмосфере водорода				В атмосфере гелия			
		Θ^0	$\sigma_{рп}$	$\sigma_{тр}$	$\sigma_{тп}$	Θ^0	$\sigma_{рп}$	$\sigma_{тр}$	$\sigma_{тп}$
Армко	$Zr O_2$	111	1395	1473	973	102	1285	1337	1070
	$Th O_2$	112	1430	1511	976	100	1320	1336	1137
	Be O	147	1230	1271	239	127	1280	1354	584
	Mg O	-	-	-	-	130	1293	1336	534
	$Ti O_2$	84	815	791	876	0	-	-	-
	$Ti O_{2-x}$	92	932	940	907	76	564	520	656
	графит	37	1446	768	1922	51	1289	900	1711
Железо-электролитический	$A\ell_2 O_3$	121	1450	1538	791	129	1440	1522	615

Из таблиц 1-3 также следует, что значения поверхностной энергии твердого тела $\sigma_{тп}$ и межфазной энергии $\sigma_{тр}$ зависят от смачивающего данное тело, расплава. Поверхностная энергия одного и того же твердого тела, измеренная в присутствии расплава и в его отсутствии никогда не будут совпадать между собой, так как паровая фаза расплава и сам расплав оказывают существенное влияние на поверхностную энергию твердого тела. Требовать совпадений величин, измеренных в совершенно разных условиях некорректно. Считаю необходимым подчеркнуть, что уравнение Юнга характеризует равновесие именно между тремя фазами совместно и одновременно, а не одну или двух фаз в отдельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дохов М.П. Новый вариант термодинамической оценки межфазной энергии на границе раздела твердое тело-расплав //Ред.журн. Известия вузов. Физика. Томск. 1987-12с. Деп. в ВИНИТИ 23.03.87г. № 2959-В.87.

2. Humenik M., Kingery W.D. Metal-Ceramic Jnteractions: III. Surface Tension and Wettability of Metal-Ceramics Sestems J. Amer.Cerm. Sci.1954.V.37, №.P.18-23.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ МАШИН

Епифанов В.Н.
Вятский государственный университет
Киров, Россия

На машиностроительных заводах для обеспечения и постоянного подтверждения высокого качества серийных машин создаются многоэтапные системы контроля и испытаний, охватывающие все стадии производства, включая материалы, детали, узлы, подсистемы и машины в целом. Однако в мировой практике машино-

строения хорошо известны случаи, когда приостанавливается эксплуатация больших партий машин из-за обнаружения дефектов, пропущенных на заводе при испытаниях и контроле.

Система контроля и испытаний должна быть технически эффективной. Иными словами, она должна обладать свойством хорошо обнаруживать дефекты. Следовательно, в качестве показателей эффективности системы должны быть выбраны параметры, количественно оценивающие это свойство.

Показатели эффективности системы должны обладать: полнотой, ясным физическим смыслом, простотой расчетов, устойчивостью, чувствительностью к управляемым и малой чувствительностью к неуправляемым параметрам, учитывать случайный характер условий функционирования.

Показатели должны характеризовать эффективность процесса испытаний, а не отдельной его реализации, поэтому в качестве показателя эффективности контроля и испытаний должна фигурировать вероятность выполнения задачи, т.е. вероятность того, что дефекты изделия в процессе контроля и испытаний будут обнаружены.

Время «жизни» τ дефекта до его обнаружения является случайной величиной, т.к. выявление дефекта – случайное событие, что подтверждается опытом контроля и испытаний.

Это дает основание представить обнаружение дефектов в виде последовательности событий, наступающих одно за другим в случайные моменты времени, т.е. в виде потока событий. Практика контроля и испытаний показала, что этот поток является стационарным пуассоновским.

На этой основе рассмотрим показатели, количественно характеризующие способность системы к обнаружению дефектов. Дефект не может быть обнаружен до начала контроля и испытаний, которые начинаются в момент t = 0, и остаётся необнаруженным до случайного момента t = τ, когда происходит его обнаружение. При такой модели контроля и испытаний показатели, характеризующие способность системы обнаруживать дефект, определяются характеристиками случайной величины τ – временем до обнаружения дефекта.

Обозначим функцию распределения величины τ через

$$W(t) = вер(\tau \le t), \tag{1}$$

которая представляет собой **вероятность обнаружения дефекта.**

Плотность вероятности обнаружения дефекта обозначим через

$$\omega(t) = \frac{dW(t)}{dt}. \tag{2}$$

Поскольку полная группа событий при контроле состоит из обнаружения и необнаружения дефекта, то функция **вероятности необнаружения** дефекта есть

$$S(t) = 1 - W(t) = вер(\tau > t). \tag{3}$$

Функции W(t), ω(t), S(t) исчерпывающе характеризуют случайную величину τ. На их основе может быть введен еще ряд важных показателей. Условная плотность вероятности обнаружения дефекта определяется для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента дефект не был обнаружен, и может быть названа **интенсивностью обнаружения дефектов.** По определению она связана с плотностью вероятности обнаружения дефекта выражением

$$\theta(t) = \frac{\omega(t)}{S(t)}.$$

Значение интенсивности обнаружения дефектов характеризует средства и методы контроля и испытаний. Совершенствование средств и методов ведёт к увеличению интенсивности обнаружения дефектов. В случае, если они не изменяются в течение всего времени испытаний, то θ (t) = θ = const, а выражения (3) и (1) примут вид

$$S(t) = e^{-\theta t}; \tag{4}$$

$$W(t) = 1 - e^{-\theta t}. \tag{5}$$

Среднее время до обнаружения дефекта является математическим ожиданием случайной величины τ и может быть получено в виде

$$T_0 = 1/\theta.$$

Функции S(t), W(t), θ(t) и T_0 всесторонне характеризуют случайный процесс обнаружения дефектов при контроле и испытаниях, зависят от характеристик средств контроля и испытаний и от затраченного времени, а следовательно могут быть приняты за показатели его технической эффективности. При этом они отвечают основным требованиям к показателям эффективности, перечисленным выше.

Реальные процессы контроля качества включают в себя ряд последовательных этапов контроля и испытаний: на уровне деталей, узлов, подсистем и машины в целом.

Для такого процесса, состоящего из К этапов, когда каждый этап характеризуется собственным значением интенсивности обнаружения дефектов, причём на каждом контрольном этапе эта величина не изменяется, т.е. $\theta_i(t) = \theta_i = const$.

$$S(T) = S_1(t)S_2(t)...S_i(t)...S_k(t) = \exp\left(-\theta_1 t_1 - ... - \theta_i t_i - ... - \theta_k t_k\right), \quad (6)$$

$$W(T) = 1 - \exp\left(-\theta_1 t_1 - ... - \theta_i t_i - ... - \theta_k t_k\right) \quad (7)$$

В выражениях (6) и (7) предполагается, что полное время контроля

$$T = t_1 + t_2 + ... + t_i + ... + t_k, \text{ а } S_i(t) = e^{-\theta_i t_i}.$$

В соответствии с (6) и (7) достигнутые после проведения i-того этапа вероятности необнаружения S_i и обнаружения дефектов W_i представим в виде выражений

$$S_i = S_{i-1} e^{-\theta_i t_i};$$

$$W_i = 1 - S_{i-1} e^{-\theta_i t_i},$$

где S_{i-1} – достигнутая к началу i-го этапа вероятность необнаружения дефекта.

Техническая эффективность каждого этапа системы контроля и испытаний машин может быть оценена как разность достигнутых к началу и концу исследуемого этапа значений вероятностей необнаружения и обнаружения дефектов, то есть

$$\Delta S_i = S_i - S_{i-1} = -S_{i-1}\left(1 - e^{-\theta_i t_i}\right); \quad (8)$$

$$\Delta W_i = W_i - W_{i-1} = S_{i-1}\left(1 - e^{-\theta_i t_i}\right). \quad (9)$$

При отсутствии контроля до i-го этапа вероятность необнаружения дефектов на (i-1)-ом этапе $S_{i-1} = 1$. В этом случае

$$S_i(t) = e^{-\theta_i t_i}; \quad (10)$$

$$W_i(t) = 1 - e^{-\theta_i t_i}. \quad (11)$$

Выражения (6) и (7) являются показателями эффективности многоэтапной системы контроля и испытаний серийных машин в целом, а выражения (8), (9), (10) и (11) – показатели конкретных этапов системы.

Оценки показателей эффективности могут быть получены статистически по числу дефектов, выявленных на каждом из этапов и в эксплуатации. После проведения К этапов контроля и испытаний совокупности машин, состоящей из N изделий, выявляется и устраняется $d_K = \sum_{i=1}^{K} d_i$ дефектов, где d_i – число дефектов, обнаруженных на i-ом этапе контроля.

Из-за несовершенства контроля некоторое число $d_Э$ дефектов не выявляется и при эксплуатации машин переходит в такое же число отказов.

Пусть все изделия совокупности использованы в период гарантийной эксплуатации (по сроку или по ресурсу) и в них выявлено $d_Э$ отказов. Эта информация постоянно поступает к производителю в виде рекламаций. Тогда можно получить статистическую оценку общего числа дефектов.

$$\hat{D} = d_K + d_Э .$$

Аналогично можно получить оценку количества дефектов $\hat{D}_i$ в совокупности, не выявленных к началу i-го этапа контроля. При d_i>10 и $\frac{d_i}{\hat{D}_i} < 0{,}1$ статистическая оценка интенсивности обнаружения дефектов на каждом этапе с некоторым приближением может быть определена как

$$\hat{\theta}_i \approx \frac{d_i}{(\hat{D}_i - \frac{d_i}{2})t_i} .$$

После проведения К этапов контроля получаем следующие статистические оценки показателей эффективности:

$$\hat{W}_K = \frac{\sum_{i=1}^{K} d_i}{\hat{D}} ; \quad \hat{S}_K = \frac{\hat{D} - \sum_{i=1}^{K} d_i}{\hat{D}} .$$

Рассмотренное математическое описание многоэтапного процесса было разработано для одного из машиностроительных заводов, где успешно применялось при модернизации системы контроля и испытаний на основе предложенных показателей эффективности.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСЕВОЙ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКОСТЕЙ ИЗ ЕМКОСТЕЙ

Исаев Ю.М.
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия
Ульяновск, Россия

Большое применение, как в сельскохозяйственной технике, так и в других отраслях народного хозяйства находят устройства с вращающимися в кожухах и желобах спирально-винтовыми рабочими органами. Основным преимуществом подобных рабочих органов является их дешевизна.

На основе теоретических и экспериментальных исследований разработаны и испытаны спирально-винтовые насосные устройства для перекачки жидких и полужидких сельскохозяйственных материалов. Для выкачки жидкостей из фляг, бочек жидкость захватывается витками пружины и по кожуху перемещается к сливному патрубку.

Для случаев выкачки жидкости из молочных фляг, бочек могут быть использованы: двигатель на 0,2 кВт, кожух полиэтиленовый (нержавеющие материалы) диаметром 38 мм, проволока диаметром 3…4 мм, частота вращения 1500 мин$^{-1}$. При этом ведро в 10 л наполняется за время не более 1 минуты. Высота подъема 1…5 м. При высоте более 10 м (H >g) частоту вращения спирального винта следует увеличивать до 2000…3000 мин$^{-1}$. Проволочный винт средним радиусом *r* вращается с угловой скоростью *щ* и движется вдоль трубы с линейной скоростью $u = s\omega/(2\pi)$. Диаметр проволоки спирали обозначим *д*, ход винта - *s*, плотность жидкости - *с*, ее кинематическая вязкость -*з*.