

МЕТОДОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

А. М. МАКОВСКИЙ

Методологические основы технической диагностики машин изложены в ряде работ, в том числе в справочной литературе [1]. Применяющаяся в настоящее время методика диагностирования кранов [2] пока не отвечает такой методологии и имеет ряд недостатков, которые, на наш взгляд, сводятся к следующему:

определяемые при обследовании технические состояния крана не классифицируются в соответствии со стандартными положениями по технической диагностике и надежности машин [3, 4];

результатами диагностирования крана не обобщается возможность его дальнейшего использования по назначению;

в существующей системе диагностирования не используются возможности новой (введенной с 1985 г.) классификации грузоподъемных кранов и крановых механизмов по режимам работы [5]. Новая классификация позволяет контролировать остаточный режимный ресурс крана.

Предлагаемая методология позволяет в определенной мере исключить указанные выше недостатки системы диагностирования кранов.

Классы технического состояния грузоподъемных кранов. Множество технических состояний крана E можно разделить элементарными проверками разной глубины диагностического поиска на подмножества E_k , т. е. на следующие классы:

правильного функционирования $E_{k1} = k1$;

работоспособности $E_{k2} = k2$;

исправности $E_{k3} = k3$;

пригодности $E_{k4} = k4$.

Последний разделяем на два подкласса пригодности крана:

по режимному ресурсу $pk4-1$;

по физическому состоянию конструкций $pk4-2$.

Примем обозначения: λ — количество классов состояния крана, $\lambda = 4$; i — отдельный класс; $1 \leq i \leq \lambda$; π — проверка; k — количество заданных проверок на объекте; j — порядковый номер проверки; π_j — осуществляемая проверка из общего числа k ; R_j^i — заданное значение результата проверки π_j для отнесения объекта к i -му классу; a_j — общее число возможных результатов проверки π_j ; u — порядковый номер полученного результата ($u = 1, 2, \dots, a_j$); R_{ju} — результат с порядковым номером u по проверке π_j .

Условие принадлежности технического состояния крана к i -му классу состояния по j -й проверке и ее u -му результату:

$$R_{ju} = R_j^i.$$

Схема, по которой осуществляется поиск класса технического состояния крана, может быть пред-

ставлена в виде табл. 1. Используемые в таблице единицы отвечают такому результату проверки, который позволяет отнести техническое состояние объекта к данному классу.

Содержание проверок при отнесении состояния крана к одному из классов должно отвечать следующим основным требованиям.

Класс к1 — правильное функционирование крана. Проверки устанавливают соответствие кинематических параметров крановых механизмов паспортным и надежность срабатывания ограничительных устройств.

В содержание проверок могут быть включены в основном мероприятия динамических испытаний кранов, выполняемые в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов [6].

Класс к2 — работоспособность крана. Проверки направлены на испытания крана под нагрузкой и устанавливают его прочностные характеристики.

Содержание проверок в основном отвечает требованиям [6] по выполнению статических испытаний крана при его полном техническом освидетельствовании.

Таблица 1. Схема поиска класса технического состояния крана

Проверка на класс		Классы				
Класс	Проверка	к1	к2	к3	к4	
к1	π_1	1	—	—	—	
	—	—	—	
	π_{k1}	1	—	—	—	
к2	π_1	1	—	—	—	
	—	—	—	
	π_{k1}	1	1...1	—	—	
	...	—		—	—	
π_{k2}	—	1	—	—		
к3	π_1	1	—	—	—	
	—	—	—	
	π_{k1}	1	1...1	—	—	
	...	—		—	—	
	π_{k2}	—	1	1...1	—	
	...	—	—		1	—
π_{k3}	—	—	—	1	—	
к4	π_1	1	—	—	—	
	—	—	—	
	π_{k1}	1	1...1	—	—	
	...	—		—	—	
	π_{k2}	—	1	1...1	—	
	...	—	—		1	—
	π_{k3}	—	—	—	1	—
	...	—	—	—	1...1	—
π_{k4}	—	—	—	—	1	

Таблица 2. Модели структурных составляющих систем диагностирования грузоподъемных кранов

Структурная составляющая системы	Вид диагностики				
	д-к1	д-к2	д-к3	д-пк4-1	д-пк4-2
Модель объекта	кинематические схемы крана	схема нагружения крана	уровневая иерархическая	грузовой поток крана	уровневая иерархическая
Контролируемые технические параметры	кинематические параметры механизма	статическая прочность конструкций	прочностные характеристики деталей	циклическая прочность конструкций	характеристики предельных состояний
Модель диагностических признаков	список физических величин	список физических величин	дефекты и повреждения деталей	список нагрузок и циклов нагружений	пределные повреждения
Технические средства диагностирования и методы контроля	средства технического контроля	приборы и средства технического контроля	методы неразрушающего контроля	средства учета и встроенный контроль	неразрушающий и разрушающий контроль
Модель обработки данных	табличная форма результатов	табличная форма результатов	матрица состояния объекта	расчет ресурса крана	матрица состояния объекта
Меры при отрицательном результате	наладка (ремонт)	выполнение д-к3	Ремонт	выполнение д-пк4-2	списание крана

Класс к3 — исправность крана. Проверки включают контроль технического состояния всех конструктивных элементов крана, ответственных за его работоспособность, а также вспомогательных конструкций, состояние которых регламентируется [6].

Класс к4 — пригодность крана. Проверки на пригодность выполняются в соответствии с требованиями [6] по осуществлению контроля за расчетным сроком службы грузоподъемного устройства (**нормативным сроком службы**) и своевременным выводом его из эксплуатации по причине безопасности.

Подклассы к4 определяются двумя разными по характеру элементарными проверками. Подкласс физического состояния конструкции контролируется проверкой, используемой для выявления классов к1, к2 и к3, но с наибольшей глубиной диагностического поиска. Подкласс режимного ресурса крана проверяется по отдельной методике анализа режимов нагружения крана за отмеченный период времени.

Подкласс пк4-1 — пригодность крана по режимному ресурсу. **Режимный ресурс крана есть наработка, сверяемая с его стандартной наработкой в соответствии с паспортной режимной группой.**

Проверка устанавливает отработанный режимный ресурс крана (расчетный срок службы). Ее результаты могут служить основанием для назначения фактического (уточненного расчетного) **срока службы** крана и выполнения (или отмены) проверок по следующему подклассу пк4-2.

Подкласс пк4-2 — пригодность крана по физическому состоянию конструкций. Проверка устанавливает предельное состояние конструкций крана или отдельных его невосстанавливаемых частей, влекущее к выводу крана из эксплуатации (списанию крана).

Виды технической диагностики грузоподъемных кранов. Вид технической диагностики для крана назначается в зависимости от класса (подкласса) технического состояния, к которому требуется от-

нести кран в результате диагностирования. Для выделенных классов с учетом подклассов можно применить следующие виды диагностики:

- общепараметрическая функциональная для класса к1 (д-к1);
 - общепараметрическая тестовая для класса к2 (д-к2);
 - детальная для класса к3 (д-к3);
 - общепараметрическая функциональная для подкласса пк4-1 (д-пк4-1);
 - детальная для подкласса пк4-2 (д-пк4-2);
- Указанный вид диагностики осуществляется проверками, которые выполняются дополнительно по данному классу без учета проверки предыдущих классов. Например, общепараметрическая тестовая диагностика д-к2 выполняется только по проверкам $\pi_{к1} \dots \pi_{к2}$, а детальная диагностика д-к3 — по проверкам $\pi_{к2} \dots \pi_{к3}$ и т. д.

Структурные составляющие системы [2] каждого вида диагностики имеют свои модели, которые приведены в табл. 2.

1. *Надежность и эффективность в технике*. Справочник. Т. 9. Техническая диагностика / Под общей ред. В. В. Клюева, П. П. Пархоменко. — М.: Машиностроение, 1987. — 352 с.
2. *Сборник методических указаний по оценке технического состояния грузоподъемных кранов*. — Харьков. — 1995: РД-001.00.95. Оценка технического состояния; РД-001.01.95. Методические указания по оценке технического состояния мостовых, козловых и специальных кранов; РД-001.02.95. Методические указания по оценке технического состояния стреловых самоходных кранов общего назначения; РД-001.03.95. Методические указания по оценке технического состояния порталных кранов; РД-001.04.95. Методические указания по оценке технического состояния башенных кранов.
3. *ГОСТ 27.002-86*. Надежность в технике. Термины и определения.
4. *ГОСТ 20911-89*. Техническая диагностика. Термины и определения.
5. *ИСО 4301/1*. Краны и подъемные устройства. Классификация. Общие положения.
6. *Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов* / Госкомохрантруда Украины. — Киев, Харьков, 1994. — 267 с.