

Научная статья  
УДК 621.87

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ТЕЛЕЖЕЧНОЙ ЛЕБЕДКИ БАШЕННОГО КРАНА

**Алена Валерьевна Кушицкая<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> valerevna907@mail.ru

<sup>2</sup> isakovsn@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Разрабатывается диагностический паспорт лебедки перемещения грузовой тележки башенного крана. Представлена примерная структура и его фрагмент с частотами, на которых могут проявляться дефекты.

**Ключевые слова:** башенный кран, диагностика, диагностический паспорт

Scientific article

## DIAGNOSTIC PASSPORT OF THE TROLLEY WINCH OF THE TOWER CRANE

**Alyona V. Kushitskaya<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> valerevna907@mail.ru

<sup>2</sup> isakovsn@m.usfeu.ru

**Abstract.** A diagnostic passport of a winch for moving a cargo truck of a tower crane is being developed. An approximate structure and its fragment with frequencies at which defects may manifest are presented.

**Keywords:** tower crane, diagnostics, diagnostic passport

В современном городе большая плотность застройки, что возможно только при многоэтажном строительстве, которое нельзя осуществить без башенных кранов. Самые распространенные схемы кранов представлены на рис. 1 [1]. Кран состоит из башни (1), стрелы (2), лебедочного узла с противовесами (6), ходовой (8) и грузовой (9) тележек и др.

Кран – сложный технический объект повышенной опасности, эффективность работы которого связана со множеством факторов,

например с надежностью, минимальными простоями (в том числе и в ремонтах), безаварийностью и т. д. Перечисленные факторы сложно обеспечить без диагностики. Но как таковой диагностики не проводится: в процессе работы не измеряются вибрация, шум, температура редукторов, подшипников, электродвигателей и т. д. Не контролируют люфты и биения.

Осмотры, конечно, производятся ежемесячно крановщиком, но без специального инструмента. Также крановщик следит за работоспособностью оборудования и систем крана. О неполадках он информирует эксплуатационную службу для организации и проведения ремонтов. Но не всякую неполадку можно исправить на высоте. Пример из практики: отказ тележечной лебедки привел к недельному простоя крана. Пока ее сняли и спустили вниз, пока отвезли в ремонт, пока отремонтировали и поставили лебедку обратно – кран бездействовал 7 суток.

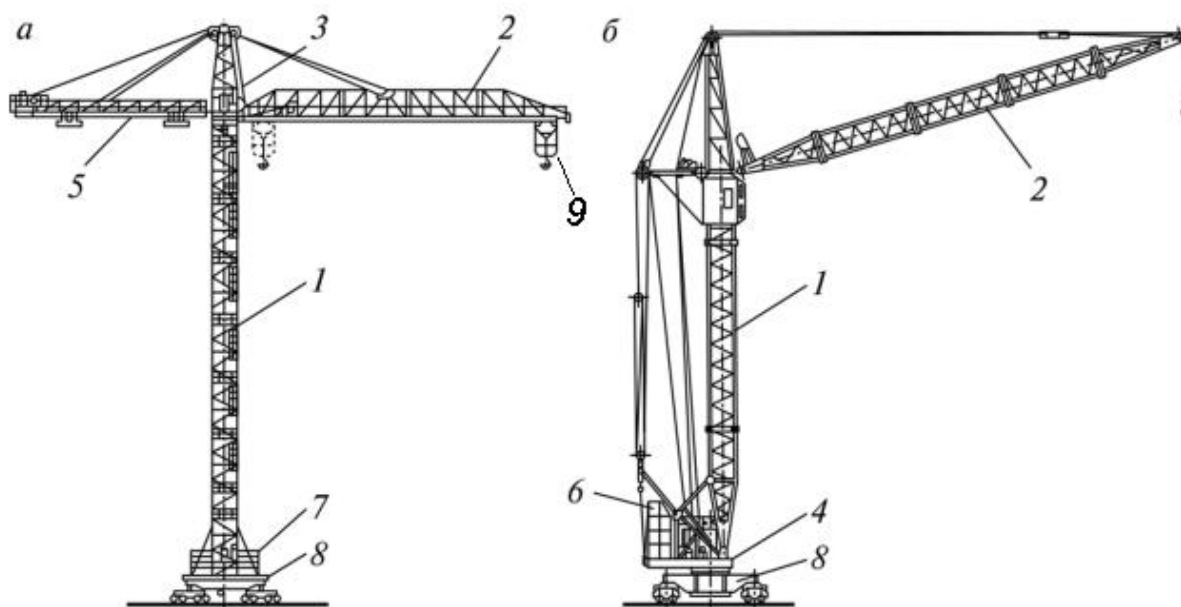


Рис. 1. Схемы башенных кранов:

- a* – с поворотным оголовком; *б* – с поворотной башней;  
 1 – башня; 2 – стрела; 3 – поворотный оголовок; 4 – поворотная платформа;  
 5 – противовесная платформа; 6 – противовес; 7 – балласт; 8 – ходовая тележка;  
 9 – грузовая тележка

Более детальный осмотр и дефектовка производятся при демонтаже и монтаже крана, когда он располагается на земле. В разобранном состоянии также производится проверка силовых элементов на наличие усталостных трещин сварных швов, деформации элементов и др. Учитывая то, что кран на одном месте может работать 1,5–2 года, но в некоторых случаях до 5 лет.

В данной работе предлагается создать диагностический паспорт (ДП) башенного крана. Цель ДП – повышение эффективности работы оборудования путем предотвращения аварий, совершенствования

диагностики, нормирования параметров вибрации и эксплуатационных параметров, определения динамических характеристик, прогнозирования параметров, анализ отказов и др. [2].

Предлагается, что диагностический паспорт будет содержать следующие разделы [3].

1. Общие требования – описание и основные параметры оборудования (марка и исполнение, завод-изготовитель, серийные номера, дата изготовления и ввода в эксплуатацию, место установки, размеры и др.).

2. Основные технические и диагностические данные и характеристики; кинематическая схема электропривода – технические характеристики (подача или скорость перемещения, номинальная мощность, пределы регулирования частоты вращения, моменты и потребляемая мощность и т. д.). Диагностические данные включают в себя графики зависимостей потребляемой мощности и режима работы или времени работы, графики зависимости активной мощности и крутящего момента, данные измерений работы автоматики и др.

По данным графикам возможно отслеживать не только токовые характеристики в различных режимах, но и временные, отклонение их от нормы будет свидетельствовать о технической неисправности или о нарушении в работе автоматики.

3. Кинематическая схема привода или оборудования – представляется кинематическая схема электропривода с указанием типоразмеров установленных подшипников, количеством зубьев и модуля шестерен. Отдельно приводятся частотные составляющие кинематической схемы: частоты вращения колец подшипников и тел качения, сепараторов, все зубцовые и оборотные частоты.

4. Эталонные значения токовой (мощностной) нагрузки – эти значения снимаются со стенда имитирующего работу оборудования при различных режимах работы (контрольных точек). Например, время работы при холостом ходе и под нагрузкой (в секундах), пусковой и рабочий токи (в амперах) и др.

5. Эталонные спектры токового (мощностного) сигнала – представляется бездефектный спектр работы оборудования с указанием контрольных (реперных) точек, характеризующих его работу с указанием источника и параметра вибрации. Например, частота вращения вала, частота вращения сепаратора быстроходного вала, зубцовая частота приводной шестерни и др. Отклонение от эталонного спектра (либо изменение амплитуды и/или появление новых частот) будет свидетельствовать о зарождении или наличии дефекта.

6. Диагностические параметры электропривода – описаны возможные дефекты и неисправности оборудования с указанием диагностических признаков, на которых эти дефекты проявляются. Например, частоты на

которых проявляется тот или иной дефект, повышенная температура подшипника, пульсация перекачиваемой жидкости и др.

Далее представлен фрагмент диагностического паспорта тележечной лебедки с указанием частот, на которых проявляются основные дефекты подшипников, зубчатых передач и муфт (рис. 2).

Предлагается следующий алгоритм работы: оператор –диагност раз в неделю проводит замеры параметров диагностических признаков. Диагностические признаки: вибрация, шум, температура, биение, люфт, мощность привода, тягово-скоростные характеристики и т. д. В данной работе выбрана вибрация, как наиболее информативный параметр.

Далее вибрация идентифицируется и определяется причина (источник) колебаний, а так же сравниваются с допустимыми параметрами. Дается заключение о работоспособности узла, дефектах и неисправностей узла. При наличии статистических данных (замеров) возможно прогнозирование ресурса.

### Диагностика зубчатых передач планетарного редуктора №1 и №2

№ п/п	Вид дефекта	Частоты составляющих вибрации	Примечание	Частоты, Гц	
				№1	№2
1	Бой ведущего вала	$kf_{\text{вп}}$	$kf_{z1} \pm (f_{\text{впс}} - f_{\text{впс}})$ нет роста ВЧ	25	895
				40	1770
				75	2955
				100	3520
2	Бой ведомого вала	$kf_{\text{вп2}}$	$kf_{z2} \pm f_{\text{вп2}}$ нет роста ВЧ	4	384
				8	768
				12	1152
				16	1524
3	Дефект ведущей шестерни	$knf_{\text{вп1}} - f_{\text{вп2}}$ , $k > 2$	$kf_{z1} \pm k_1 (f_{\text{впс}} - f_{\text{впс}})$ , $k_1 > 1$ $kf_{z2} \pm k_2 (f_{\text{впс}} - f_{\text{впс}})$ , $k_2 > 1$	252	2700
				336	3600
				420	4500
				504	5400
4	Дефект сателлита	$2kf_{\text{впс}}, k > 2$	$kf_{z1} \pm k_1 f_{\text{впс}}$ , $k_1 > 1$ $kf_{z2} \pm k_2 f_{\text{впс}}$ , $k_2 > 1$	24	2637
				36	3956
				48	5274
				60	6593
5	Дефект короны	$knf_{\text{вп2}}$ , $k > 2$	$kf_{z1} \pm k_1 f_{\text{впс}}$ , $k_1 > 1$ нет роста ВЧ	48	2637
				60	3956
				80	5274
				96	6593
6	Дефекты зубчатых зацеплений	$kf_{z1}$ , $kf_{z2}$	Нет роста ВЧ, $kf_{\text{вп1}}$ , $kf_{\text{вп2}}$	875	380
				1750	760
				2625	1140
				3500	1520
7	Износ наружного кольца	$f_n$	Рост ВЧ	147	235
				294	470
8	Раковины на наружном кольце	$kf_n$	Рост ВЧ	147	235
				294	470
9	Износ внутреннего кольца	$kf_{\text{вп1}}$	Рост ВЧ	25	4
				50	8
				75	12
				100	16

Рис. 2. Фрагмент диагностического паспорта тележечной лебедки

#### Список источников

1. Схема башенного крана. – URL: [https://m.studref.com/527607/tehnika/kranu\\_stroitelno\\_montazhnyh\\_rabot](https://m.studref.com/527607/tehnika/kranu_stroitelno_montazhnyh_rabot) (дата обращения: 04.07.2022).

2. Дунаев, А. А. Диагностическая паспортизация технологического оборудования = The diagnostic passporting of the technological equipment / А. А. Дунаев, С. Н. Исаев, Н. В. Куцубина // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды III международного евразийского симпозиума ; [под научной ред. В. Г. Новоселова]. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. – С. 185–189.

3. Веселова, И. Н. Диагностический паспорт как инструмент управления жизненным циклом оборудования / И. Н. Веселова, В. Г. Бекетов // Глобальная ядерная безопасность. – 2014. – № 4 (13). – С. 53–61. – EDN TFLZOZ.