

УДК 621.873.83:006.354

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.136.2013.107909>

*Кандидаты техн. наук В.А. Слободяник
(ООО «Исследовательский
внедренческий центр «Мостокран»»),
Л.М. Козарь (УкрГАЗТ)*

ВОПРОСЫ ОБОСНОВАНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ ПОКУПКИ НОВОГО КРАНА

Представил д-р техн. наук, профессор М.П. Ремарчук

Введение. Как известно, краностроительная отрасль Украины продолжает испытывать значительные трудности в обновлении парка действующих грузоподъемных машин. Отсутствие спроса (из-за проблем с финансированием) на изготовление новых кранов приводит к тому, что отставание в уровне качества отечественных кранов за последние 20 лет не сократилось, а увеличилось. Поэтому основным направлением по недопущению экономического, социального и политического урона, который наносится народному хозяйству страны от снижения уровня безопасности изношенной подъемно-транспортной техники, является её модернизация.

Анализ последних исследований и публикаций. В соответствии с терминологией [1] модернизацию крана следует понимать как изменение его конструкции с целью улучшения одного или ряда технических параметров, приводящих к повышению технического уровня. При этом повышение уровня должно быть не ниже определенного

значения, что определено одним из авторов настоящей статьи в работах [2, 3]. В этой связи считаем ошибочной трактовку термина «модернизация», приведенной в действующих с 2007 года «Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» [4].

Задача определения технического уровня до сих пор не имеет однозначного решения в отечественном краностроении.

Цель статьи – очередная попытка показать, что существует метод, призванный решить проблему определения технического уровня любой грузоподъемной машины – метод квалиметрии.

Прежде чем приступить к решению поставленных задач, следует отметить, что имеется ряд вопросов, на которые до сих пор не получены обоснованные ответы. Эти обстоятельства, с одной стороны, являются поводом для принятия неправильных решений, а с другой – тормозят широкое применение модернизации действующих кранов как альтернативы покупке новых.

Одним из таких вопросов является срок службы крана. В работе [5] этот

вопрос нами подвергнут исследованию, в результате чего сделан следующий вывод. Расчётное число циклов, на которое рассчитана металлоконструкция крана, значительно (более чем в два раза) превышает установленный срок службы, определяемый техническими условиями (ТУ) на изготовление крана. Поэтому срок службы по ТУ не является критерием, определяющим предельный срок службы крана. Таким образом, определяющим должно быть качество крана, включающее такой параметр как надежность.

Основной материал. Как известно, квалиметрия – наука о количественных способах оценки качества [1]. Ее применение для краностроения рассмотрено нами в работах [2, 3].

Метод квалиметрии построен на следующем предположении: оценка качества грузоподъемных машин

определяется на основе сравнительного сопоставления их основных технических параметров (ОТП). При этом:

1) выбор ОТП определяется по принципу их весомости в выполнении основных функций, ради которых машина изготовлена;

2) сравнение основано на расчёте, в результате которого определяется однозначный показатель, т.е. количественная оценка. Этим метод отличается от существующего со времен СССР метода, когда почти все технические параметры сравниваются по принципу «больше – меньше», а вывод о качестве крана делается на основе субъективного фактора.

Сравнение ОТП кранов проводится при помощи так называемого числа квалиметрии K . Для кранов мостового типа указанное число определяется по следующей зависимости [2]:

$$K = Q \cdot (v_k \cdot L_z + \mu_1 \cdot v_n \cdot H + \mu_2 \cdot v_t \cdot L_k) \cdot \frac{Q}{M} \cdot \frac{L_k}{f} \cdot \frac{P_{\min}}{P}, \quad (1)$$

где Q – грузоподъемность крана, т;

v_k – скорость передвижения крана, м/с;

L_z – расстояние транспортировки груза или длина участка цеха, обслуживаемого краном, м;

μ_1, μ_2 – корректирующие коэффициенты, зависящие от режима работы крана;

v_n – скорость подъема груза, м/с;

H – высота подъема, м;

v_t – скорость передвижения тележки, м/с;

L_k – пролет крана, м;

M – собственная масса крана, т;

f – упругий прогиб пролетной балки крана, м;

P_{\min} – минимальное значение нагрузки на колесо крана среди сравниваемых моделей, кН;

P – нагрузка на колесо рассматриваемого крана, кН.

Анализ формулы (1) показывает, что все основные технические параметры увязаны друг с другом. При этом, улучшение каждого из параметров приводит к увеличению числа K , а ухудшение – к его уменьшению.

В качестве примера воспользуемся методом квалиметрии для определения технического уровня и возможности модернизации действующего грейферного крана грузоподъемностью 15 т, пролетом 28 м, изготовленного Харьковским заводом ПТО в 1977 году и эксплуатируемого с августа 1978 года.

Определим числа квалиметрии указанного крана, отработавшего 34 календарных года, и нового крана. Затем, учитывая изменение параметров крана после модернизации, дадим ответ на вопрос: «Что экономически целесообразно

– покупать новый кран или провести модернизацию действующего в сочетании с его капитальным ремонтом?».

Исходные данные для действующего крана: тип – мостовой (коробчатый) грейферный КГ-1501; группа режима работы крана А7 – по ISO 4301-1-86 (режим работы (паспортный) – тяжелый); $Q = 15$ т; $v_k = 1,67$ м/с; $L_z = 90$ м; $v_{\Pi} = 0,83$ м/с; $H = 24$ м; $v_T = 1,17$ м/с; $L_k = 28$ м; $M = 60,19$ т; $f = L_k/800 = 0,035$ м; $P_{\min} = P = 297,4$ кН.

Корректирующие коэффициенты для механизма подъема μ_1 и механизма передвижения тележки μ_2 учитывают

равнозначность скоростей всех механизмов крана. Их определим по отношению к скорости крана, как имеющую максимальное значение:

$$\mu_1 = \frac{v_k \cdot L_z}{v_{\Pi} \cdot H} = \frac{1,67 \cdot 90}{0,83 \cdot 24} = 7,55; \quad (2)$$

$$\mu_2 = \frac{v_k \cdot L_z}{v_T \cdot L_k} = \frac{1,67 \cdot 90}{1,17 \cdot 28} = 4,59. \quad (3)$$

Подставляя исходные данные в формулу (1), получаем число квалитметрии для действующего крана:

$$K_d = 15 \cdot (1,67 \cdot 90 + 7,55 \cdot 0,83 \cdot 24 + 4,59 \cdot 1,17 \cdot 28) \times \\ \times \frac{15}{60,19} \cdot \frac{28}{0,035} \cdot \frac{297,4}{297,4} = 1,35 \cdot 10^6 \text{ т} \cdot \text{м}^2/\text{с}.$$

Исходные данные для нового крана: изготовитель – Волго-Вятский механический завод (Российская Федерация); группа режима работы крана А7 – по ISO 4301-1-86;

$Q = 16$ т; $v_k = 1,5$ м/с; $L_z = 90$ м; $v_{\Pi} = 0,067$ м/с; $H = 25$ м; $v_T = 0,67$ м/с; $L_k = 28$ м; $M = 52,9$ т; $f = L_k/800 = 0,035$ м;

$P_{\min} = 297,4$ кН; $P = 355,1$ кН; $\mu_1 = (1,5 \cdot 90)/(0,067 \cdot 25) = 80,6$ (см. формулу (2)); $\mu_2 = (1,5 \cdot 90)/(0,67 \cdot 28) = 7,2$ (см. формулу (3)).

Подставляя исходные данные в формулу (1), получаем число квалитметрии для нового крана:

$$K_n = 16 \cdot (1,5 \cdot 90 + 80,6 \cdot 0,067 \cdot 25 + 7,2 \cdot 0,67 \cdot 28) \times \\ \times \frac{16}{52,9} \cdot \frac{28}{0,035} \cdot \frac{297,4}{355,1} = 1,31 \cdot 10^6 \text{ т} \cdot \text{м}^2/\text{с}.$$

Как видим, число квалитметрии для действующего крана меньше всего на 3 %, т.е. разница в качестве кранов по критерию «технические параметры» меньше 20 %, что соответствовало бы уровню модернизации крана. Двадцатипроцентное увеличение числа квалитметрии – это

минимум для модернизации, все что ниже – следует называть капитальным ремонтом или реконструкцией.

Для нового крана, как показывает анализ характеристик грузоподъемных кранов мирового уровня, соответствует превышение числа квалитметрии в 1,5-

1,7 раза [3]. Другими словами, даже если бы преимущество нового крана по числу кваліметрії было больше на 5 %, затраты на его приобретение не оправдали бы себя, так как качество не соответствовало бы цене. Поэтому экономически оправданное решение – провести капитальный ремонт крана с усилением моста и заменой изношенных деталей, узлов механизмов, электрооборудования на новые.

Выводы. Метод кваліметрії позволяет обосновывать эффективность

проведения модернизации, связанной в первую очередь с усилением металлоконструкции моста крана. Такие работы можно проводить без демонтажа крана, используя метод предварительного напряжения, который успешно апробирован нами в течение последних 20 лет. Стоимость модернизации составляет 20-30 % от стоимости нового крана, включая стоимость монтажных и пусконаладочных работ.

Список литературы

1. Азгальдов, Г.Г. Кваліметрія [Текст] / Г.Г. Азгальдов. – М. : Машиностроение, 1985. – 334 с.
2. Слободяник, В.А. Кваліметрія кранов мостового типа и проблема определения сверхнормативного срока службы [Текст] / В.А. Слободяник // Вестн. Международ. Славян. ун-та. – Харьков, 2000. – № 2. – С. 14–15.
3. Слободяник, В.А. Основы методики многокритериального выбора подъемного крана в условиях рынка (количественная оценка оптимальности) [Текст] / В.А. Слободяник, А.С. Симоненко // Перспективи ринку підіймальних споруд у Єдиному економічному просторі: зб. праць наук.–практ. конф., Одеса, 18-21 травня 2004 р. – Одеса: Астропринт, 2004. – С.177-183.
4. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів [Текст]: НПА ОП 0.00-1.01-07: затв. Кабінетом Міністрів України 23.11.2006. – Харків: Форт, 2007. – 256 с.
5. Слободяник, В.О. Залишкові прогини кранових мостів. Стан питання з погляду прогнозування ресурсу подальшої експлуатації кранів [Текст] / В.О. Слободяник, Л.М. Козар // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 129. – С. 183-187.

Ключевые слова: кран мостового типа, технический уровень, модернизация, метод кваліметрії.

Аннотації

Запропоновано застосовувати метод кваліметрії для визначення технічного рівня вантажопідіймних машин. На конкретному виробничому прикладі дається обґрунтована відповідь на питання: «Що є економічно доцільним – купувати новий мостовий кран чи провести модернізацію діючої машини у поєднанні з її капітальним ремонтом?».

Предложено применять метод кваліметрії для определения технического уровня грузоподъемных машин. На конкретном производственном примере дается обоснованный ответ на вопрос: «Что является экономически целесообразным – покупать новый мостовой кран или провести модернизацию действующей машины в сочетании с ее капитальным ремонтом?».

In article qualimetry method for determining the technical level of hoisting machines is offered. On a concrete example of the production is given a reasonable answer to the question: “That is cost-effective – to buy a new overhead crane or to upgrade existing machine in combination with its overhaul?”.