

УДК 621.874

Унификация типоразмерного ряда приводов механизмов мостовых кранов

Анцев Виталий Юрьевич¹,
заведующий кафедрой, д-р техн. наук,
профессор

anzev@yandex.ru
SPIN-код: 6712-2506

Афанасьева Галина Ивановна¹,
студентка

ptm@tsu.tula.ru

Крестегло Григорий Антонович¹,
студент

ptm@tsu.tula.ru

Трушин Николай Николаевич²,
профессор кафедры, д-р техн. наук

trushin@tsu.tula.ru
SPIN-код: 4466-7036

¹ Кафедра «Транспортно-технологические машины и процессы»,
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

² Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»,
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Аннотация. Выполнены анализ компоновки узлов грузовой тележки и мостового крана и анализ мощностных параметров по характеристикам крана: грузоподъемность крана, масса крана и тележки, нагрузки на ходовое колесо, на основе которых сделан вывод, что разброс мощностей в пределах одной типоразмерной группы кранов позволяет провести унифицированный подбор мотор-редукторов с целью удешевления конструкции механизма передвижения. Разработаны блочно-модульный принцип конструирования при создании мостовых кранов, типоразмерный ряд мотор-редукторов приводов передвижения мостового крана и грузовой тележки, методика построения размерного ряда унифицированных узлов и элементов мостовых кранов грузоподъемностью до 50 тонн.

Ключевые слова: мостовой кран, привод, мотор-редуктор, унификация, практическая стандартизация

Unification of the standard size range of overhead crane mechanism drives

Antsev Vitaliy Yuryevich¹,
*Head of the Department, Doctor of Technical Sciences,
Professor*

anzev@yandex.ru
SPIN-code: 6712-2506

Afanasyeva Galina Ivanovna,
Student

ptm@tsu.tula.ru

Kresteglo Grigory Antonovich,
Student

ptm@tsu.tula.ru

Trushin Nikolai Nikolaevich²,
Professor of the Department, Doctor of Technical Sciences

trushin@tsu.tula.ru
SPIN-code: 4466-7036

¹ *Department of Transport and Technological Machines and Processes, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tula State University", Tula, Russia*

² *Department of Industrial Automation and Robotics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tula State University", Tula, Russia*

Abstract. An analysis of the trolley and overhead crane assembly layout and power parameters for crane characteristics, including crane and trolley weight, crane lifting capacity, and travel wheel loads, was conducted. This analysis led to the conclusion that the power spread within a single crane size group allows for a standardized selection of geared motors to reduce the cost of travel mechanism design. A modular design principle for overhead cranes, a standardized range of geared motors for overhead crane and trolley travel drives, and a methodology for constructing a dimensional range of standardized units and components for overhead cranes with lifting capacities up to 50 tons were developed.

Keywords: overhead crane, drive, geared motor, unification, practical standardization

Введение. В кранах мостового типа одной из основных сборочных единиц является грузовая тележка, на которой размещены механизмы, осуществляющие подъем-опускание и перемещение груза вдоль моста крана. Анализ нормативных и литературных источников [1, 2] показывает, что компоновке механизмов и элементов на металлоконструкции тележки и крана в целом уделено недостаточно внимания, в результате чего сложно выделить наиболее рациональные схемы компоновки, что приводит к дополнительным проблемам при проектировании и модернизации кранового оборудования. В связи с актуальностью этого вопроса необходима разработка новых универсальных конструктивных решений и развитие методов и подходов в проектировании мостовых кранов.

Материалы и методы. В настоящее время при проектировании грузоподъемных кранов мостового типа формируется направление блочно-модульного проектирования [3–5], основанного на широком использовании унифицированных модулей кранов при проектировании, испытаниях, производстве и эксплуатации с целью устранения необоснованного многообразия типов и конструкций узлов и деталей кранов, их форм и размеров. Основными унифицируемыми узлами кранов мостового типа являются пролетные, концевые балки и грузовые тележки.

Блочно-модульное проектирование предполагает реализацию следующих основных этапов:

- 1) составление структурно-функциональной схемы объекта проектирования;
- 2) определение качественных признаков составляющих модуль-элементов;
- 3) установление числа типов отдельных элементов;
- 4) уточнение схемы компоновки объекта проектирования;
- 5) определение порядка сборки элементов в общий комплекс.

При создании мостового крана с применением блочно-модульного принципа, конструктор выбирает необходимые узлы и механизмы из каталогов и проектирует самостоятельно только, по сути, базовый узел крана — главную балку. Предприятие подъемно-транспортного машиностроения, имея базовый узел мостового крана, может использовать необходимые готовые покупные узлы и механизмы, изготавливать серию различных мостовых кранов общепромышленного исполнения, каждый из которых в наибольшей степени приспособлен к требованиям заказчика по грузоподъемности, величине пролета, скоростному режиму. При этом уменьшаются затраты на разработку оригинальных узлов мостовых кранов, сроки проектирования, изготовления, себестоимость и эксплуатационные расходы.

Основными причинами, негативно влияющими на внедрение модульного принципа построения кранов мостового типа на отечественных предприятиях подъемно-транспортного машиностроения являются:

- большое разнообразие технических параметров и, как следствие, необоснованное многообразие типов и конструкций узлов и деталей мостовых кранов;
- реализация конструкторскими бюро технических проектов по разработке мостовых кранов, как уникального и каждый раз создаваемого вновь проекта, основываясь только на прошлом опыте, без разработки типоразмерных рядов постоянно используемых модулей;
- отсутствие отечественных производителей крановых комплектов (набора модулей для изготовления мостовых кранов).

Результаты. В качестве примера применения блочно-модульного принципа построения кранов мостового типа в данной работе приведено проектирование механизмов передвижения крана и грузовой тележки. Рассмотрены два варианта исполнения данных механизмов: применение развернутой схемы, включающей электродвигатель, валы, тормоз, редуктор, и использование мотор-редуктора — механизма, совмещающего в одном корпусе электродвигатель, тормоз и редуктор. Показано, что наиболее эффективным вариантом при модульном проектировании механизмов передвижения крана и грузовой тележки является использование мотор-редуктора, что позволит снизить себестоимость как данных механизмов, так и всего крана. Развернутую схему применяют в основном тогда, когда у заказчика есть соответствующая ремонтная база с набором необходимых комплектующих изделий.

Мотор-редуктор устанавливается непосредственно на шлицевом валу приводного колеса крана или грузовой тележки, а его корпус прикрепляется реактивной тягой к металлоконструкции. Мотор-редукторы не требуют специально-

го обслуживания, что значительно упрощает эксплуатацию приводов крана. Работа мотор-редукторов контролируется с помощью современных систем радиоуправления или подвесного пульта управления краном. Кран или его отдельные механизмы, оснащенные мотор-редукторами, отличаются высокой плавностью хода. Это дополнительно снижает нагрузки на подъемно-транспортное оборудование и увеличивает ресурс всех его конструктивных элементов.

Так как в целом механизм передвижения грузовой тележки аналогичен механизму передвижения крана, то дальнейшее описание применения мотор-редукторов в приводах крана приведем на ее основе. Причем для исследования была рассмотрена группа мостовых кранов грузоподъемностью от 5 до 50 т, как наиболее распространенная на различных общемашиностроительных предприятиях.

От правильности выбора мотор-редуктора зависит не только его долговечность и надежность, но и работоспособность всего механизма, в который устанавливается привод. Поэтому предприятию-производителю мостовых кранов следует комплектовать краны мотор-редукторами согласно шкале на основе «предпочтительных чисел», с оптимальными показателями мощности и других параметров. Причем главными параметрами мостового крана являются грузоподъемность и пролет и их следует принимать за основу при построении параметрического ряда мотор-редукторов.

Построение параметрического ряда мотор-редукторов начинается с выбора ходовых двухребордных колес в зависимости от грузоподъемности крана, его скорости передвижения и нагрузки на одно ходовое колесо согласно [1]. Результаты расчетов диапазонов нагрузок в кН и требуемой мощности на преодоление сопротивления передвижению крана в кВт, соответствующих определенным диапазонам диаметров ходовых колес в мм, а также соответствие их стандартизованному ГОСТ 28648–90 ряду диаметров ходовых колес, представлены в табл. 1. Различные диапазоны нагрузок в табл. 1 выделены цветом.

Таблица 1

Характерные области действующих нагрузок на ходовое колесо

Диапазоны нагрузки на ходовое колесо, кН	30–50	51–100	101–200	201–250	251–320
Диапазоны диаметров ходовых колес, мм	200–250	260–400	410–500	510–630	640–710
Диапазоны требуемой мощности привода, кВт	2,4–3,14	3,46–6,54	7,02–12,88	13,78–15,67	16,56–20,03
Стандартизованный ряд диаметров ходовых колес, мм	200, 250	320, 400	500	560	630

Далее производится расчет требуемой мощности мотор-редуктора, необходимой для преодоления сопротивлений передвижению грузовой тележки в зависимости от грузоподъемности крана в т и величины пролета в м. Ре-

зультаты расчета сведены в табл. 2. В табл. 2 штриховкой выделены мощности мотор-редукторов, соответствующие диапазонам нагрузки на ходовое колесо и стандартизованным диаметрам ходовых колес из табл. 1.

Обсуждение полученных результатов. Анализ мощностных параметров мотор-редукторов, проведенный по параметрам: масса крана, масса грузовой тележки, грузоподъемность и нагрузка на ходовое колесо, показал, что разброс мощностей в пределах одной группы, выделенной одинаковой штриховкой в табл. 2, позволяет провести выбор унифицированного мотор-редуктора с целью удешевления конструкции механизма передвижения.

Таблица 2

**Требуемая мощность мотор-редуктора в зависимости
от грузоподъемности крана и величины пролета**

Грузоподъемность, т	Пролет, м				
	10,5	16,5	22,5	28,5	34,5
5	2,413056	2,68971	3,111669	3,031214	3,633318
8	3,141871	2,846678	3,247662	3,793403	4,489168
10	2,983345	3,269841	3,706812	4,301529	5,059734
12,5	3,482807	3,798795	4,280748	4,936686	4,310463
16	4,182054	4,539331	5,084259	4,35001	5,056004
20	4,981193	5,385658	4,48191	5,108812	5,908049
25	4,465154	4,811196	5,338988	6,057313	6,973106
32	5,509362	5,917063	6,538898	7,385216	13,78453
40	6,702744	7,180911	7,910224	14,49888	16,55977
50	13,34528	14,26746	15,67399	17,58828	20,02881

Закключение. На основе представленного подхода можно создать типоразмерный ряд мотор-редукторов, которые отвечают всем характеристикам определенного крана и обеспечивают необходимые показатели стандартизации и унификации.

Список источников

- [1] Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. *Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин*. Минск, Высш. шк., 1983, 350 с.
- [2] ОСТ 24.090.72–83. *Нормы расчета стальных конструкций мостовых и козловых кранов*. Москва, Минтяжмаш, 1983, 91 с.
- [3] Амиров Ю.Д. *Основы конструирования. Творчество, стандартизация, экономика. Справочное пособие*. Москва, Издательство стандартов, 1991, 392 с.
- [4] Крейтер С.В. *Основы конструирования и агрегатирования*. Москва, Издательство стандартов, 1983, 224 с.
- [5] Янсон Р.А., Саськов Р.В., Коклин И.П. Проектирование машин строительного производства на основе модульной концепции. *Механизация строительства*, 2013, № 3, с. 36–43.