

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МОСТОВЫХ КРАНОВ

П. Б. Соколов,

канд. техн. наук, ведущий инженер

А. В. Муравьева,

инженер-конструктор 2 кат.

С. В. Юрьев,

ведущий инженер

ПАО «Уралмашзавод», Екатеринбург

Аннотация. Основная проблема, возникающая при изготовлении и эксплуатации мостовых кранов, заключается в обеспечении надежного соединения деталей и узлов тел вращения. Современные краны работают в тяжелых условиях (высокие циклические и знакопеременные нагрузки), поэтому требования, предъявляемые к качеству и надежности существующих соединений, постоянно ужесточаются. Разработана оригинальная конструкция соединения ступицы барабана крана с несущей осью (приводным валом), позволяющая исключить круговое и осевое смещение соединяемых деталей друг относительно друга. Основная конструктивная особенность технических решений заключается в создании на посадочном участке тел вращения асимметричной фигуры на основе эксцентриситета.

Ключевые слова: мостовой кран, несущая ось, ступица, эксцентрик, натяг, эффективность, надежность.

INCREASE OF OVERHEAD CRANES RELIABILITY

Abstract. The main issue arising in the manufacture and operation of the overhead crane is to ensure the reliable connection of parts and assemblies of rotary bodies. Modern cranes operate in heavy-duty conditions (high cyclic and alternating loads), therefore the quality and reliability requirements to their joints are becoming more and more stringent. A novel design of a joint between the crane drum hub and the bearing axle (the drive shaft) that makes it possible to prevent circular and axial displacement of the connected parts is developed. The main design feature of the described solutions is the creation of an asymmetric eccentricity-based shape at the fitting area of rotary bodies.

Keywords: overhead crane, bearing axle, hub, eccentric, interference, efficiency, reliability.

ПАО «Уралмашзавод», основанный в июле 1933 года, является одним из лидеров в производстве оборудования для горнодобывающей промышленности, металлургии, строительной отрасли и энергетики. Одним из основных видов продукции, выпускаемых ПАО «Уралмашзавод», являются мостовые краны грузоподъемностью от 5 до 500 тонн, которые широко применяются в разных отраслях промышленности (металлургии, машиностроении и др.). Конструктивную схему, характерную для большинства выпускаемых кранов, можно рассмотреть на примере мостовых кранов для ООО «НОВАТЭК-Мурманск» (г. Мурманск) и ООО «Судостроительный комплекс «Звезда» (г. Большой камень, Приморский край) (рис. 1).

Перечисленные мостовые краны имеют podobные конструкции и предназначены для сборки металлоконструкций надводных модулей в море (например, при сборке объемных секций и блоков носовой части, машинного отделения, а также грузовых помещений судов), способны осуществ-

лять совместные операции (подъем, удержание, транспортировку, опускание) с другими кранами, а также поворот (на 90°) или переворачивание (на 180°) грузов на весу.

Механизм подъема состоит из двух электродвигателей, редуктора и двух барабанов. Соединение ступицы барабана с несущей осью производилось на основе шпоночного соединения, при этом для обеспечения свободного прохождения оси

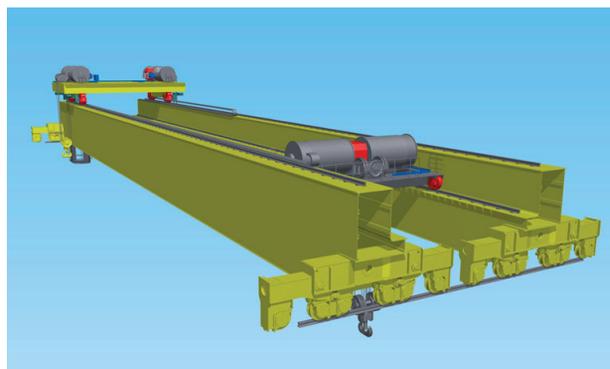


Рис. 1. Модель мостового крана

вдоль внутреннего пространства ступицы и создания требуемого натяга применялся газовый нагрев.

Недостатки традиционной конструкции и технологии сборки: требуется высокая точность изготовления составных элементов соединения, что значительно снижает технологичность их изготовления и затрудняет операцию сборки; шпоночные канавки ослабляют сечение опорного вала и повышают вероятность усталостного разрушения.

Поскольку современные краны работают в тяжелых условиях (высокие циклические, динамические и знакопеременные нагрузки), то требования, предъявляемые к качеству и надежности существующих соединений, постоянно ужесточаются.

Данная проблема может быть успешно решена путем использования при проектировании и изготовлении мостовых кранов оригинальной конструкции соединений несущей оси (приводного вала) со ступицей на основе эксцентриситета (рис. 2).

Предлагаемое соединение включает несущую ось с ограничительным буртом и сопрягаемую с ней ступицу ответной формы, при этом посадочный участок выполнен из двух цилиндрических частей разного диаметра, продольные оси которых смещены в радиальном направлении с образованием эксцентриситета (e), определяемым из неравенства [1–3]:

$$0,5 (D - d) < e < 0,5(D\Delta T\alpha_t + D - d - \delta),$$

где D — наибольший диаметр цилиндрического участка ступицы; d — наименьший диаметр цилиндрического участка ступицы; ΔT — температура нагрева ступицы перед сборкой; α_t — коэффициент линейного расширения металла бандажа; δ — величина натяга.

Выступающий за контур вращения серповидный участок обеспечивает надежное соединение ступицы с несущей осью и предотвращает их от скручивания даже при тяжелых и динамических нагрузках. Создание дополнительного натяга при сборке деталей соединения позволяет повысить точность и жесткость кинематических цепей привода, исключить зазоры (люфты), приводящие к нежелательным вибрациям при реверсе вращательного движения, повысить плавность хода.

Список литературы

1. Патент 2310530 РФ. МПК В21В 02/33. Составной прокатный валок / П. Б. Соколов, Р. Я. Шарафутдинов. 2007. Бюл. № 32.
2. Патент на ПМ 187632 РФ. МПК В21В 27/03. Демонстрационная модель составного валка / П. Б. Соколов, А. В. Муравьева. 2019. Бюл. № 8.

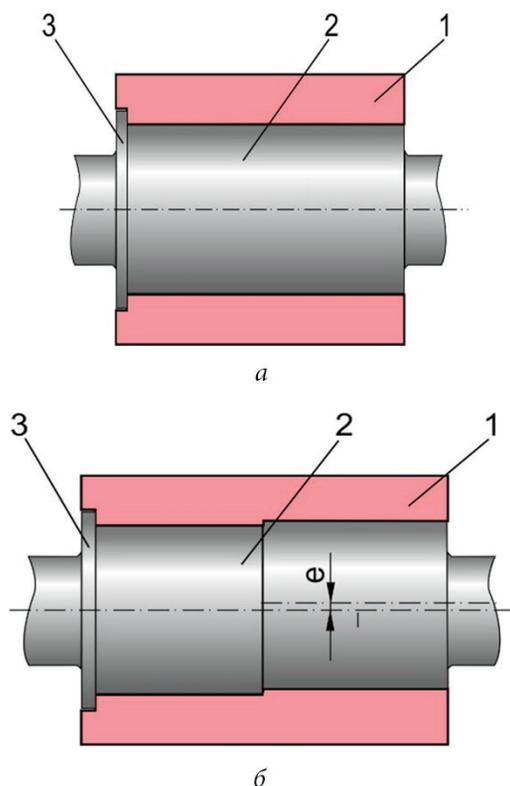


Рис. 2. Конструкции соединения несущей оси (приводного вала) со ступицей:
1 — бандаж; 2 — несущая ось;
3 — ограничительный бурт; e — эксцентриситет;
 a — традиционная конструктивная схема;
 b — разработанная схема

Благодаря своей универсальности соединение на основе эксцентриситета целесообразно к использованию при проектировании различного вида оборудования для передачи крутящего момента без вибраций, перегрузок и аварийных ситуаций (в мостовых кранах, шахтных подъемных машинах, прокатном оборудовании и других отраслей промышленности). Свою высокую надежность и эффективность в условиях повышенных нагрузок предложенная конструкция показала при восстановлении работоспособности промышленного центробежного радиального вентилятора ПАО «Михайловский ГОК», а также составных валков на стане 1300 холодной прокатки ООО «ВИЗ-Сталь» [4–5].

3. Патент на ПМ 171038 РФ. МПК В21В 27/03. Соединение приводного вала со ступицей / П. Б. Соколов. 2017. Бюл. № 14.
4. Соколов П. Б., Муравьева А. В. Разработка, исследование и внедрение инновационной технологии восстановления работоспособности прокатных валков и других тел вращения // Черная металлургия : бюл. науч.-техн. и экон. информации. 2019. Т. 75, № 9. С. 1077–1085.
5. Соколов П. Б., Муравьева А. В. Эффективность эксплуатации составных прокатных валков в условиях стана 1300 холодной прокатки ООО «ВИЗ-Сталь» : сб. тезисов докладов 77-й международн. конф. 22–26 апреля. Магнитогорск, 2019. Т. 1. С. 152.