

7. Почтман Ю. М. Исследование напряженно-деформированного состояния и оптимальное проектирование балок-стенок, подверженных воздействию агрессивных сред / Ю. М. Почтман, Д. Г. Зеленцов // Численные методы решения задач строительной механики, теории упругости и пластичности. – Волгоград, 1990. – С. 154 – 155.

8. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. 2-е изд. / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – М. : Горячая Линия – Телеком, 2002. – 382 с.

9. Haykin S. S. Neural networks: a comprehensive foundation / S. S. Haykin. – City: Prentice Hall, 1999. – 1140 p.

УДК 621.873

ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОПОРНО-ПОВОРОТНИХ КРУГІВ НА БЕЗПЕКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ

М. П. Колісник, к. т. н., проф., Г. В. Заяць, к. т. н., доц., А. Ф. Шевченко, к. т. н., доц.

Ключові слова: безпека експлуатації, вантажопідйомний кран, опорно-поворотний круг, осьовий зазор, конструктивний параметр

Постановка проблеми. Майже всі поворотні вантажопідйомні крани оснащені опорно-поворотними пристроями з опорно-поворотними кругами (ОПК). Самі ОПК – металоємні вузли високої складності і відносно високої вартості.

Слід відзначити, що, за даними експлуатаційних організацій і нашого дослідження, дефекти ОПК в загальному обсязі дефектів несучих елементів кранів складають понад 10 % при істотній їх відносній вагомості. Від стану ОПК залежить безпека експлуатації, надійність і довговічність кранів у цілому.

Аналіз досліджень та публікацій. Аналіз досліджень [6 – 8] і методичних розробок [4; 5] дозволив зробити висновок про необхідність загальної систематизації факторів і визначення основних дефектів ОПК, що впливають на безпеку експлуатації вантажопідйомних кранів.

Метою дослідження є визначення впливу стану опорно-поворотних кругів на загальну безпеку експлуатації вантажопідйомних кранів.

Виклад основного матеріалу. У будівельному виробництві широко використовують будівельні повноповоротні крани різних конструкцій, на частку яких припадає до 98 % усіх підйомно-транспортних робіт при подачі і монтажі будівельних елементів.

Так, за даними Держгірпромнагляду України [1; 2], на початок 2010 року в Україні в експлуатації перебувало понад 55 000 поворотних кранів, у тому числі баштових кранів 5 400 од., з числа яких майже 85 % мали відпрацьовані встановлені строки служби і, як вважається, мали граничний стан технічних параметрів.

Оновлення парку, наприклад, баштових кранів у короткі терміни неможливе у зв'язку з тим, що кранобудівні заводи України практично їх не виготовляють. Закупівля кранів відомих зарубіжних виробників являє певні фінансові труднощі. Експлуатація баштових кранів китайського виробництва виявила ряд конструктивних недоробок і пов'язаних із цим простоїв та загроз небезпеки експлуатації.

Тому баштовим кранам виконуються капітальні ремонти в умовах спеціалізованих ремонтних підприємств для забезпечення відповідності їх технічних параметрів вимогам нормативних документів [3 – 5].

Одним з основних базових вузлів баштових кранів, як і інших поворотних кранів, є опорно-поворотний круг (ОПК), який являє собою великогабаритний (діаметром 800 мм і більше) підшипник із кульковими або роликівими тілами кочення (рис. 1), чи комбіновані, які розташовані між двома кільцями з біговими доріжками кочення і є проміжним вузлом між поворотною і неповотною частинами крана. Знайомі також інші конструкції аналогічних опорно-поворотних кругів, наприклад комбіновані [6]. Особливості технології виготовлення, різновиди конструкції ОПК дозволяють виділити їх в окрему групу агрегатів, яка вимагає певних умов експлуатації, діагностування, технічного обслуговування і ремонту з відновленням їх технічних параметрів, а саме: точності обробки доріжок кочення кілець, паралельності і перпендикулярності поверхонь, строгого дотримання методів контролю, визначення і регулювання осьового зазору та інше.

Ефективність безпечного використання вантажопідйомних баштових кранів з кульковими

ОПК залежить від знання особливостей їх експлуатації.

Враховуючи їх високу вартість, яка в окремих випадках складає до 30 % від вартості вантажопідйомного крана, питання організації технічного обслуговування і ремонту для відновлення конструктивних показників, які забезпечують безпечну експлуатацію кранів, має дуже велике значення. Тільки виконання своєчасних технічних обслуговувань (ТО) і якісних ремонтів (Р) забезпечує нормативні експлуатаційні показники баштових кранів та знижує витрати на виконання непланових ремонтів.

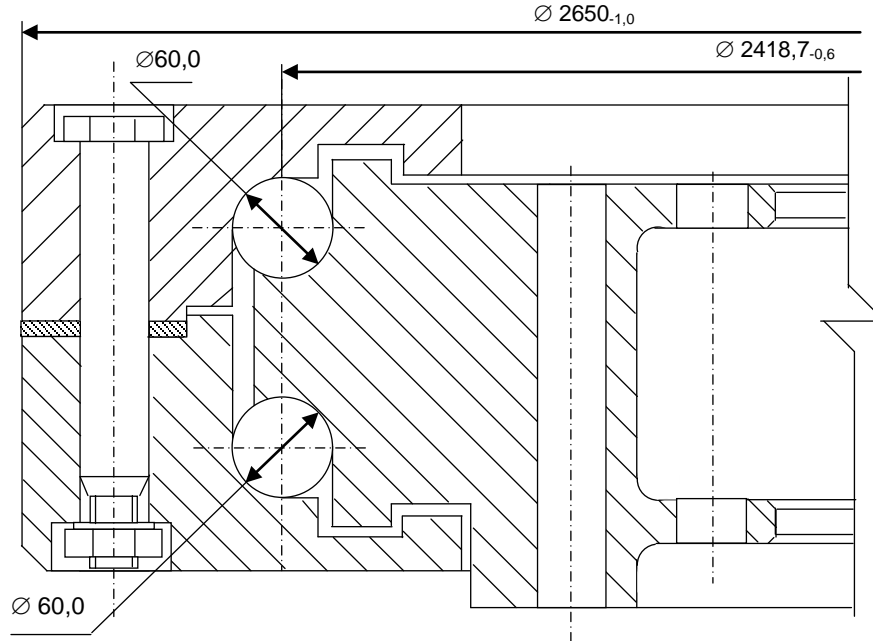


Рис. 1. Перетин опорно-поворотного круга № 7 у зборі

У конструкції будівельних кранів широко використовуються опорно-поворотні круги різних конструкцій, які доцільно класифікувати за такими ознаками:

- а) за кількістю рядів тіл кочення: однорядні, дворядні, багаторядні;
- б) за кількістю кілець ОПК: двороздільні, трироздільні, чотирироздільні, з розрізними кільцями;
- в) за конструктивним виконанням поверхонь доріжок кочення: з монолітними доріжками і з дротяними доріжками;
- г) за конструкцією виконання сепаруючих деталей: з плоскими, двовігнутими сепараторами, з трубчастими сепаруючими втулками, з сепаруючими кульками;
- д) за типом зачеплення: внутрішнє або зовнішнє зубчате, внутрішнє цівкове;
- е) за типом конструктивного виконання ущільнень: з тими, що труться, лабіринтними і комбінованими ущільненнями.

Як показує досвід авторів [6; 7] які провели понад 1 000 обстежень технічного стану кранів в експлуатаційних умовах, до факторів, які впливають на зміну технічних параметрів ОПК та їх безпечну експлуатацію, незалежно від перерахованих вище ознак, необхідно віднести:

- відсутність випробуваної методики відновлення їх технічних параметрів під час експлуатації кранів, що досягли чи досягають граничних станів;
- недосконалість періодичного контролю стану ОПК, який полягає, в основному, в вибіркових вимірах значення осьового зазору;
- відсутність урахування положень поворотної і неповоротної рам крана відносно об'єкта будівництва для забезпечення рівномірного зношування поверхонь кочення бігових доріжок ОПК;
- порушення вимог транспортування і тимчасового збереження ОПК під час перебазування кранів;
- порушення періодичності та низька якість виконання робіт із технічного обслуговування і ремонту ОПК;
- відсутність спеціалізованого обладнання та пов'язана із цим недосконалість періодичного контролю стану кріплення кілець ОПК між собою, до металоконструкцій поворотної і неповоротної рам, а також його експлуатація за підвищених значень осьових

зазорів;

➤ перевищення припустимих відхилень у поперечному та поздовжньому напрямках під час установлення, улаштування та експлуатації кранової колії та інше.

Основними дефектами деталей ОПК є:

1 – підвищений осьовий зазор в ОПК внаслідок:

❖ невідповідності нормативному значенню моментів затягування болтових з'єднань кріплення ОПК до металоконструкцій поворотної і неповоротної частин крана;

❖ нерівномірності абразивного зношування поверхонь кочення доріжок кілець ОПК через низький рівень технічного обслуговування;

❖ нерівномірного зношування поверхонь кочення доріжок кілець ОПК через зміщення металу за межі зони контакту (рис. 2) та місцевий нагрів металу поверхні кочення доріжок кілець при підклинюванні тіл кочення і збільшення осьового зазору в ОПК, що сприяє зсуву кульок до краю бігової доріжки, підвищення її твердості і зниження пластичності і, в результаті, викришування кромки поверхні кочення;

2 – зношування чи руйнування сепараторів, що викликає зміну кроку тіл кочення, їх збігання з наступним їх взаємним контактом, що, у свою чергу, спричиняє аварійне нерівномірне зношення поверхонь тіл кочення і перерозподіл навантажень між ними;

3 – пітинг поверхонь кочення доріжок кілець (рис. 3) і тіл кочення, що викликає підклинювання ОПК з наступним перерозподілом навантажень на деталі ОПК;

4 – нашарування пластів відшарованого металу поверхні кочення доріжок кілець ОПК, що зумовлює зменшення гарантованого осьового зазору, підклинювання тіл кочення і перерозподіл навантажень між деталями;

5 – тріщини різних видів, напрямків і розмірів у металі кілець.



Рис. 2. Перетин нижнього кільця ОПК з передеформованою ділянкою металу поверхні кочення бігової доріжки



Рис. 3. Фрагмент верхнього кільця ОПК з ознаками пітингу (1), викришування поверхні кочення (2), луцення (3), руйнування кромки доріжки кочення (4)

Таким чином, підвищений осьовий зазор в ОПК зумовлює перерозподіл навантажень на тіла кочення і при подальшій експлуатації крана є причиною виникнення перших місць незворотних дефектів поверхонь кочення бігових доріжок із подальшим збільшенням їх кількості і прискоренням процесу зношування.

Експлуатація крана з підвищеним осьовим зазором ОПК спричинює виникнення значних динамічних навантажень, порушення цілісності різьбових з'єднань кріплення ОПК, що

прискорює процес зносу поверхонь кочення доріжок кілець, ускладнює або виключає можливість проведення технічного обслуговування опорно-поворотного пристрою, а в результаті може знизити стійкість крана, викликати аварійне виникнення дефектів.

Більш детально перерозподіл навантажень на тіла кочення авторами викладено в [9], а вплив контактних напружень на загальний напружений стан кільця кулькового ОПК – в [10].

Фрагмент поворотної частини аварійного крана КБ-160.2 наведений на рисунку 4, а результати руйнування опорно-поворотного круга крана SANY SCCY9000 – на рисунку 5.

Статистичний аналіз величин зношування доріжок кочення по довжині кілець ОПК [10] свідчить про відповідність його значень нормальному закону розподілу з наступними параметрами: середнє значення зносу в інтервалі: $\bar{x} = 1,415 \text{ мм}$; мода $M_o = 1,52 \text{ мм}$; медіана $M_e = 1,995 \text{ мм}$; середньо-квадратичне відхилення $\sigma_x = 1,39 \text{ мм}$; асиметрія $A = -0,308 \text{ мм}$; ексцес $E = -0,472 \text{ мм}$.

Аналіз кільцевої епюри значень зносу доріжок кочення свідчить, що максимальні значення їх зносу знаходяться з боку противаги поворотної платформи крана і в зоні роботи крана із вантажем відносно об'єкта будівництва.

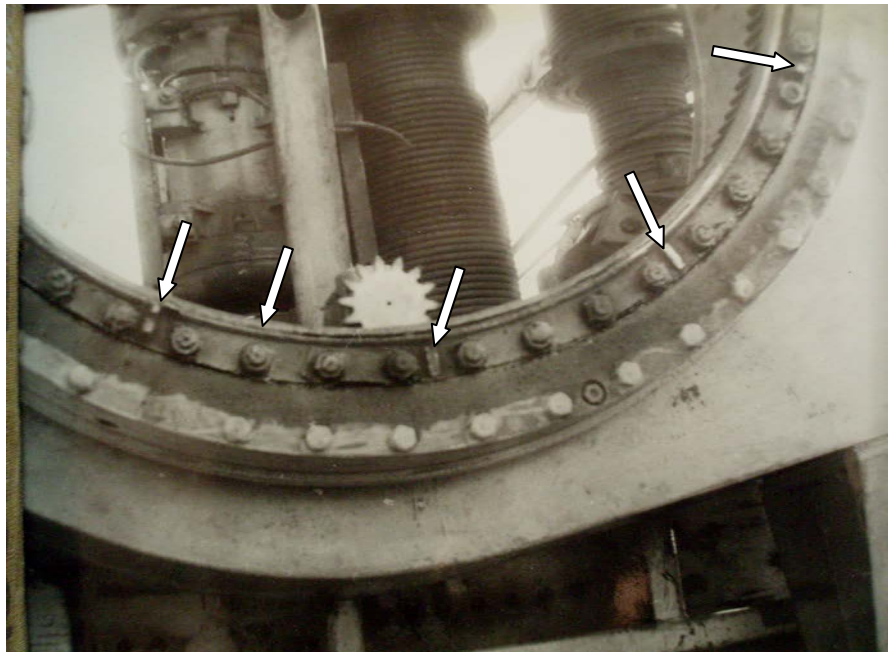


Рис. 4. Фрагмент опорно-поворотного круга з дефектами (див. рис. 3), що спричинили обрив зварних швів металоконструкції неповоротної рами (вказані стрілками) і аварію баштового крана з перекиданням поворотної частини

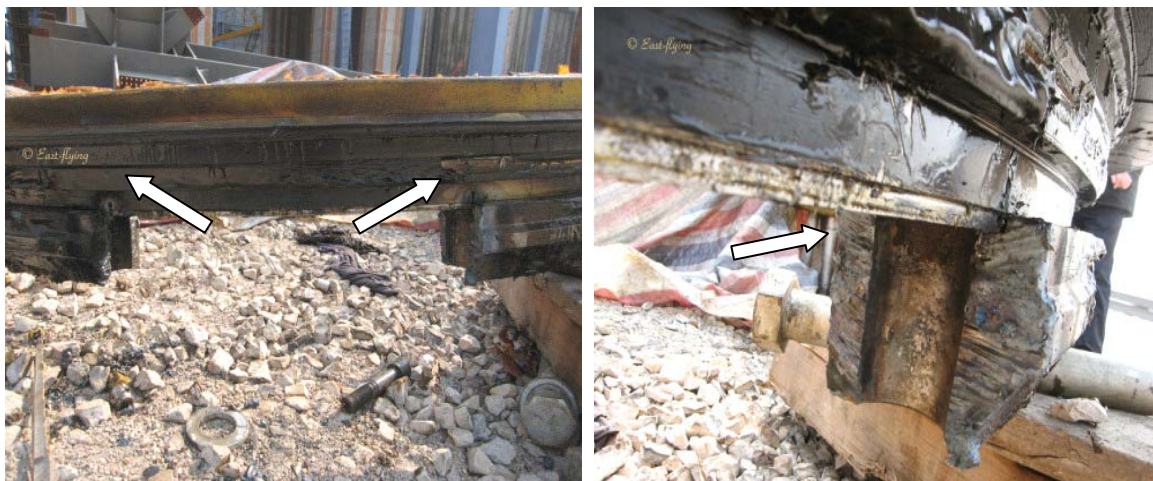


Рис. 5. Результати руйнування ОПК гусеничного крана китайського виробництва SANY SCCY9000 (стрілками вказані місця руйнування кільця ОПК)

Висновки. 1. Основною вимогою, яка забезпечує безпечну експлуатацію крана, є систематичний і досконалий контроль технічного стану, в першу чергу, опорно-поворотних кругів.

2. Технічний стан опорно-поворотних кругів, а саме збільшення осевого зазору ОПК, спричиняє перерозподіл навантажень на тіла кочення, інтенсивне зношування поверхонь кочення бігових доріжок кілець, і, як наслідок, аварійний стан вантажопідйомного крана в цілому.

3. Для запобігання аварії крана необхідне своєчасне відновлення рівня параметрів ОПК. За неможливості відновлення параметрів ОПК до нормативного рівня необхідно обов'язково проводити корегування технічних характеристик крана.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Відомості про кількість об'єктів котлонагляду та підймальних споруд станом на 01.01.2009 року: // гол. ред. Г. Д. Герасимова та ін. / Подъемные сооружения. Специальная техника. – Одесса. : ООО «Крантест». – 2009. – № 3. – С. 17.

2. Відомості про кількість об'єктів, знятих з реєстрації (відпрацювали термін), станом на 01.01.2009 року: // гол. ред. Т. Г. Герасимова та ін. / Подъемные сооружения. Специальная техника. – Одесса. : ООО «Крантест». – 2009. – № 3. – С. 18.

3. НПАОП 0.00–1.01–07. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідймальних кранів. – К. : Основа, 2007. – 263 с.

4. ОМД 13801244.001–2005. Методика проведення експертного обстеження (технічного діагностування) баштових кранів, 2005. – 157 с.

5. ОМД 33497324.003–2005. Методика проведення експертного обстеження (технічного діагностування) стрілових, самохідних і залізничних кранів, 2005. – 115 с.

6. Rothe Erde. Slewing Bearing, 2005. – 170 с.– Режимдоступу: www.rotheerde.com.ua.

7. Колесник Н. П. Восстановление ресурса строительных кранов / Н. П. Колесник, С. И. Козарь, Е. В. Москвяк, А. Ф. Шевченко. – К. : Будівельник, 1989. – 128 с.

8. Заяц Г. В. Влияние величины осевого зазора в шариковом опорно-поворотном круге на нагруженность его деталей / Г. В. Заяц, Н. П. Колесник // Подъемно-транспортная техника. – 2009. – № 2. – С. 28 – 38.

9. Заяц Г. В. Моделирование перераспределения нагрузок на тела качения при износе шариковых опорно-поворотных кругов грузоподъемных кранов / Г. В. Заяц, Н. П. Колесник // Подъемно-транспортная техника. – 2007. – № 4. – С. 73 – 76.

10. Заяц Г. В. Влияние контактных напряжений на напряженное состояние кольца шарикового опорно-поворотного круга / Г. В. Заяц, Н. П. Колесник // Подъемно-транспортная техника. – 2009. – № 1. – С. 54 – 62.

УДК 666.9

ПОЛЕГШЕНІ СУХІ ТАМПОНАЖНІ СУМІШІ З ДОБАВКАМИ-СПОВІЛЬНЮВАЧАМИ ДЛЯ ЦЕМЕНТУВАННЯ ГЛИБОКИХ СВЕРДЛОВИН

*В. С. Терлига, асп., Х. С. Соболев, д. т. н., проф., Н. І. Петровська, к. т. н., доц.
Національний університет «Львівська політехніка»*

Ключові слова: свердловина, тампонажний матеріал, аномально низький пластовий тиск, сповільнювач тужавіння, мінеральні добавки, час загуснення

Постановка проблеми. Різноманітні умови, якими характеризуються свердловини нафтових та газових родовищ України, вимагають розробки матеріалів із широким спектром застосування. Особливо гостро постає питання використання тампонажних матеріалів при високих температурах. Закачування тампонажних сумішей на задану глибину без втрати ними реологічних властивостей вимагає введення до їх складу хімічних добавок-модифікаторів. Використання технології сухих будівельних сумішей (СБС) при виготовленні тампонажних матеріалів дозволяє у виробничих умовах точно здозувати усі компоненти і отримати матеріал із наперед заданими властивостями [1].

Цементування свердловин з аномально низьким пластовим тиском (АНПТ) вимагає