

©Слободяник В.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НЕУСТОЙЧИВОГО ДВИЖЕНИЯ КОЛЕС КОЗЛОВОГО КРАНА Г/П 2Х180 Т

1. Введение

Настоящая работа проведена на основании договора между руководством Днестровской ГАЭС и ООО «Исследовательско-внедренческий центр «Мостокран»» в феврале 2012 г.

2. Цель статьи

Исследование имело целью определить причины возникновения неустойчивого движения ходовых колес крана и периодического трения реборд колес о рельсы.

3. Основной материал

Определение исходных данных для выяснения причин «ненормативного» взаимодействия пары «ходовое колесо – подкрановый рельс».

В кранах мостового типа с отдельным приводом передвижения, к которым относится и эксплуатируемый на верхнем бьефе Днестровской ГАЭС козловой кран г/ п (180+180)т, пролетом 8,5м (рис. 1), наблюдается повышенный износ реборд ходовых колес и боковых поверхностей головки рельса. Известно, что на износ колес и рельсов наибольшее влияние оказывают следующие факторы (по мере снижения влияния) [1–3]:

- искривление подкрановых путей;
- взаимный перекося колес;

- несоответствие величины пролета по колесам и по подкрановым рельсам;
- неодинаковость диаметров колес по дорожке качения (погрешность изготовления и износ в процессе эксплуатации);
- различия в фактических характеристиках приводов (электродвигатель и система управления) механизма передвижения;
- разные тормозные моменты механизмов передвижения;
- разность вертикальных нагрузок на концевые балки крана, например, при расположении тележки с грузом у одной из концевых балок.



Рис. 1 – Козловой кран грузоподъемностью 2х180 т

При исследовании было рассмотрено влияние каждой из перечисленных факторов как вероятную причину неустойчивого движения колес крана:

1. Определение искривления подкрановых путей, длиной 154 м, заключалось в измерении расстояния между рельсами при помощи ультразвукового дальномера «BOSCH».

Результаты замеров (через 2 м) следующие:

- 1) максимальное отклонение «Р₃» пролета в сторону расширения рельс составляет – 10 мм и 8 мм – три точки (всего 77 точек).
- 2) максимальное отклонение «Р₃» пролета в сторону сужения рельс составляет – 10 мм (три точки).

Указанные отклонения от значений пролета (в зависимости от его величины) не превышают допустимых ± 15 мм, а с учетом незначительного

количества точек, в которых наблюдается максимальные отклонения, следует считать, что установленный по параметру «Р₃» [4] путь не может являться единственной причиной возможного износа реборд крановых колес. С другой стороны – отклонения «Р₃» превышают европейские нормы выставки. Так, согласно требованиям ИСО 8306-1985 (ISO 8306-1985-Granes-Overhead traveling cranes and portal bridge cranes. Краны. Мостовые, козловые и порталные краны. – Допуски для кранов, колеи и подкрановых путей.) отклонение длины пролета подкрановых путей, если он меньше 10 м (наш случай – 8,5 м), составляет ±3 мм.

2. Взаимный перекося колес определялся по методике измерения перекося колес на принятой в странах ЕС нормативном документе УСО 11630:1993. «Краны грузоподъемные. Точность установки колес и рельсов». Выбиралась базовая сторона будущего геодезического прямоугольника ABCD (рис. 2), по отношению к сторонам которого затем определялись перекося колес и их смещения.

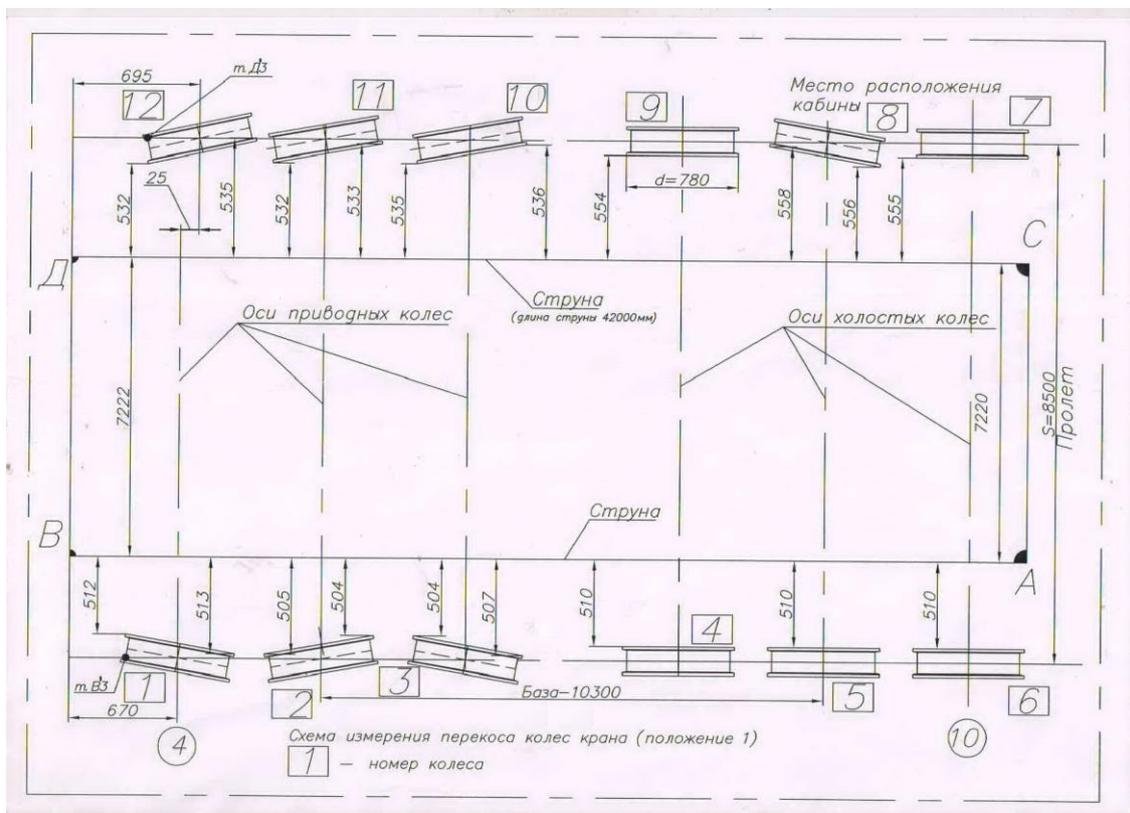


Рис. 2 – Результаты замеров перекося колес

Струна (стальная проволока $\varnothing 1$ мм) закреплялась на специально разработанном устройстве, крепящимся к подкрановым рельсам таким образом, чтобы в натянутом положении нить находилась на уровне осей крановых колес. При измерении использовались специальные отверстия в металлоконструкции концевых балок крана. Указанные отверстия $\varnothing 15$ мм предназначены для доступа к реборде колес с целью замера их (колес) отклонений. Струна АВ устанавливалась параллельно положению одного из рельсов (сторона нижнего бьефа).

Аналогичным образом устанавливалась вторая струна СД – она выставлялась параллельно первой струне АВ, при этом ее положение сверялось по параллельности с рельсом «В». Погрешность в параллельности струн составляла 2 мм на 42 м (рис. 2).

Замеры производились для двух случаев: 1-ый – начальное положение крана и 2-ой – положение крана через 14 м. Графически результаты замеров приведены на рис. 2 и 3.

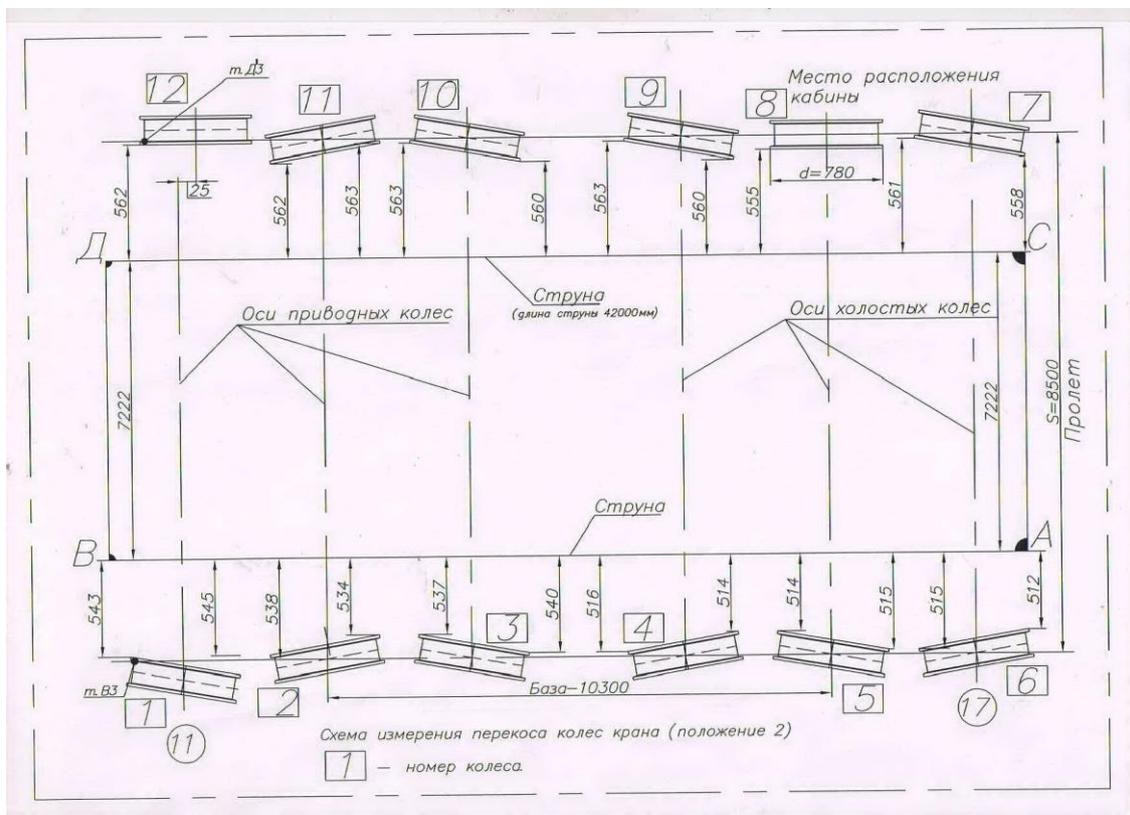


Рис. 3 – Результаты замеров перекоса колес

В исходном положении приводные колеса 1 и 12 касались внешней реборды (рис.2), (т.т. В₃ и D₃ соответственно). Через 14 м передвижения крана точками касания рельса реборд указанных колес стали точки В₃¹ и D₃¹(рис 3). Эти точки принадлежат внутренним ребордам колес №1 и №12 соответственно. Другими словами произошло смещение колес в плане расширения (увеличения) пролета крана. Первоначальный пролет крана со стороны приводных колес составил 8468 мм, а в конце передвижения – 8528 мм, т.е. имеем разницу в 60 мм, что соответствует свободному смещению колес при а) расстоянии между рельсами, равном 8500 мм, б) ширине рельса 120 мм, в) ширине дорожки катания колеса 150мм. Вышеотмеченное относится и к остальным приводным колесам -№№ 2, 3, 10, 11. Отклонения 32 мм и 28 мм превышают допустимое значение несоосности, составляющее: а) ±5 мм в соответствии с проектом; б) 10 мм при эксплуатации и в) 12 мм (2 0,6А) – в соответствии с европейскими нормами .

Установка холостых колес также не соответствует как требованию проектной документации(±5 мм), так и европейским нормам (±2 мм).

Однако, уровень отклонений (11 мм в начале движения и 9 мм – через 14 м), учитывая невысокое качество монтажных работ (отсутствие протоколов замеров выставки колес в процессе монтажа, несоответствие собранных узлов заводской маркировке и т.п.), позволяет считать их положение удовлетворительным. Но разница холостых и приводных колес в величинах пролетов составляет $\Delta L \sim 25$ мм, тогда как допускаемое $[\Delta L] = 2 + \Delta F = 14$ мм.

3. В дальнейшем замеры показали, что в приводных колесах имеется и смещение вдоль путей. Величина смещения определялась следующим образом. Замерялись расстояния от точек контактов колес № 1 и № 12 (рис. 2) с рельсами до линии ДВ. Полученные значения показывают, что колесо 12 расположено на 25мм далее колеса 1.

Допускаемое значение по проекту составляет ±5 мм и $\Delta A = \pm 0,001 \cdot 10300 = \pm 10,3$ мм – по европейским нормам. Указанные

отклонения суммируются с отклонениями в выставке колес, величины которых приведены на рис. 2 (начало движения).

Отклонения, которые имеют колеса № 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12) превышают допустимые значения (1 мм на 1000 мм) [1] и (0,6 мм на 1000 мм). Однако, максимальные значения отклонений (в 4,3 раза – колеса № 3, 12) сами по себе не являются основными причинами дефекта движения колес. Практика эксплуатации показывает, что интенсивные износы реборд характерны при перекосах в 10 – 20 и более разы отличающихся от нормативных значений. Но при суммировании перекосов и отклонений в соосности приводных и холостых колес закладываются причины, по которым и происходит смещение колеса по отношению к рельсу. Анализ полученной картины изменений дает основание предполагать существование дополнительных усилий, приводящих в движение балансирную приводную тележку т. к. контакта реборд и рельс не происходит, а значит горизонтальные реакции отсутствуют. При рассмотрении материалов, отражающих процесс проведения монтажных работ, можно отметить, что устранение имеющегося несоответствия в расположении отверстий в соединительных деталях, очень вероятно, могло повлечь появление дополнительных напряжений в металлоконструкции, которые, в свою очередь, и приводят к появлению усилий, смещающих колеса.

4. Неодинаковость диаметров колес определялось по их дорожке качения.

Метод замера диаметров колес в условиях эксплуатации основывался на замере высоты реборд крановых колес « h_p ». Результаты замеров: только два колеса (№№ 5 и 7) имеют размер 709,0 мм, остальные – 710,0 мм.

При эксплуатации допускается износ не больше 2 % диаметра, т.е. диаметр колеса допустим не менее 695,8 мм.

5. Различия в фактических характеристиках приводов не обнаружено.

6. Незначительные как количество циклов работы крана, так и скорость его передвижения – 0,37 м/с (тогда как краны общего назначения – порядка 1-1,2 м/с) не могут сделать определяющим влияние тормозного момента.

7. Разность вертикальных нагрузок также сказывается только при значительных пролетах кранов мостового типа – 20м и более, когда определяющей является горизонтальная гибкость моста крана/

Заключение: 1. В результате проделанного исследования подтверждена неустойчивая работа колес механизма передвижения крана, а также определены конкретные дефекты указанного механизма.

2. Основными дефектами являются отступления в выставке колес в результате несоответствующего качества изготовления крана или проведения монтажных работ. Документов, подтверждающих качество изготовления или монтажа (в частности протоколов, подтверждающих отсутствия перекосов или их смещения) дирекция ГАЭС не получала. В итоге имеем перекос семи из двенадцати колес (рис. 2 и 3) и смещение приводных колес относительно холостых на 30 мм., а также несоосность приводных колес вдоль рельс, равную 25 мм. Таким образом, имеется разность диагоналей по точкам пересечения осей балансиров и продольной оси ходовой балки, превышающая значения, заложенные в проекте (результат замеров – 12960 и 12975 мм, допуск ± 5 мм). В связи с тем, что, как показывает практика эксплуатации кранов, интенсивное трение реборд колес наступает при перекосах значительных, то фактические значения перекосов колес козлового крана, в 1,5-4,3 раза превышающие норму и при малой интенсивности работы механизма таковы, что возможно допустить эксплуатацию крана без их (перекосов) устранения. В подтверждение этого вывода – наши замеры величины износа реборд, в результате которых установлено, что только три колеса из 12 имеют износ, равный 0,5 мм, что сопоставимо с отклонением при изготовлении колеса. На рис. 1 хорошо видны и дорожка катания колеса, и отсутствие контакта его реборд с рельсами

Поэтому эксплуатацию крана с положением цилиндрических колес, существующим на данный момент, необходимо продолжить. Но при этом вести наблюдения за изменением толщин реборд и в случае начала процесса интенсивного трения (износ 2–3 мм) устранить перекос. К сожалению, в конструкции механизма передвижения (ввиду ограниченной интенсивности

работы крана) не предусмотрены как удлиненные отверстия для крепежных болтов в месте соединения балансира и опоры крана, так и конструкции для вывешивания колес от контакта с рельсами (для регулировки и замены). Есть только возможность воспользоваться увеличенным диаметром отверстий под крепежные болты для смещения на несколько миллиметров.

Однако, в связи с отсутствием трения реборд колес о рельсы, а значит и сверхрасчетной горизонтальной составляющей воздействующих на кран сил, возникает вопрос о происхождении сил, раздвигающих и сдвигающих приводные колеса. В конструкции крана предусмотрена возможность смещения колес вдоль оси на 3,5–7 мм, хотя рекомендуемая величина смещения (для козловых кранов с обеими жесткими опорами) составляет 10...20 мм. Но в нашем случае фактическая величина смещения – 25 – 30 мм каждой опоры.

Выводы

1. В результате проведенного исследования установлено, что причиной неустойчивого движения ходовых колес крана, приводящего в дальнейшем к трению их (колес) реборд, в отличие от известных ранее основных дефектов (значительный перекося колес, искривление подкранового пути) стали дефекты изготовления и монтажа крана. Дефекты последнего вызваны либеральными нормами, действующими в отечественном краностроении, по сравнению с аналогичными нормами в странах ЕС.

2. Необходимо провести исследования с целью определения влияния некачественного монтажа крана, например, сборку узлов не в соответствии с заводской маркировкой. Последнее предполагает как уменьшение пролета крана со стороны приводных колес, так и появление дополнительных напряжений $\Delta\sigma$ (типа сварочных). Указанные выше дополнительные напряжения могут быть причиной появления усилий, приводящих к поперечным смещениям приводных колес (в узлах холостых колес смещения, если пренебречь ± 5 мм, не происходят).

Исследования напряженно-деформированного состояния металлоконструкции крана позволят убедиться в надежности конструкции (в случае, если дополнительные напряжения не превысят расчетные).

3. Необходимо рассматривать вопросы внесения изменений в НД, направленных на ужесточение требований к изготовлению и монтажу грузоподъемных кранов, в части выставки крановых колес и подкрановых путей.

Список использованных источников:

1. Ковальский Б. С. Вопросы передвижения мостовых кранов / Б. С. Ковальский ; Восточноукр. нац. ун-т. – Луганск : [б. и], 2000. – 64с.

2. Иванов В. Н. Исследование влияния реального пути и параметров приводных колес на движение мостового крана. автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. Н. Иванов. – Харьков, 1982. – 22с.

3. К вопросу причин сверхнормативного износа реборд колес грейферной тележки мостового крана-перегрузателя / Ю. Б. Гусев [и др.] // Вестник Национального технического университета «ХПИ» : сб. науч. тр. / Нац. техн. ун-т «ХПИ». – Х., 2007. – № 3, темат. вып.: «Машиностроение и САПР». – С. 55–66.

4. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – К. : Основа, 2007. – 312 с.

5. Абрамович И. И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий : справочник / И. И. Абрамович, В. Н. Березин, А. Г. Яуре. – М. : Машиностроение, 1989. – 359 с.

Слободяник В.А. «Исследование причин неустойчивого движения колес козлового крана г/п 2х180 т».

В статье рассматривается работа ходовых колес козлового крана грузоподъемностью 2х180 т, эксплуатирующегося на верхнем бьефе Днестровской ГАЭС. По результатам проведенных измерений определены

причини их неустойчивого движения. Доказано, что возможна безопасная эксплуатация колес при соблюдении предложенных рекомендаций.

Ключевые слова: ходовое колесо, козловой кран, перекос колес, безопасная эксплуатация.

Слободяник В.О. «Дослідження причин нестійкого руху коліс козлового крана в/п 2х180 т».

У статті розглядається робота ходових коліс козлового крана вантажопідіймальністю 2х 180т, що експлуатується на верхньому б'єфі Дністровської ГАЕС. За результатами проведених замірів визначені причини їх неусталеного руху. Доведено, що можлива безпечна експлуатація коліс при дотриманні пропонованих рекомендацій.

Ключові слова: ходове колесо, козловий кран, перекіс коліс, безпечна експлуатація.

Slobodianyuk V.A. “The investigation of reasons of unstable motion of wheels of gantry crane with capacity 2x180 t”.

Article describes the work of running wheels of a gantry crane with load capacity of 2x180 tons which is operated at the head race of the Dniester hydropower station. Obtained results show the reason of their unstable movement. It is proved that the wheels can be operated safely in compliance with the proposed recommendations.

Key words: wheel, gantry crane, skewing of wheels, safe operation.

Стаття надійшла до редакції 10 грудня 2012 р.