ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ. СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 621.873

В.В. Симонян, О.Ф. Кузнецов*

*ФГБОУ ВПО «МГСУ», *ФГБОУ ВПО «ОГУ»*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ, ВЫЗВАННЫХ ДЕЙСТВИЕМ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Проведены наблюдения за положением подкрановых путей как в плане, так и по высоте для установления причины, приводящей к появлению деформаций несущих конструкций подкрановых путей, и периода их влияния на состояние рельсового пути. Проанализированы и представлены результаты этих наблюдений. Даны предложения по совершенствованию эксплуатации крана, что будет способствовать увеличению срока его службы.

Ключевые слова: подкрановые рельсы, стройплощадка, деформация, теодолит, нивелир, статические нагрузки.

Наиболее характерными видами разрушения подкрановых конструкций являются износ подкранового рельса, деталей его крепления, деформация подкрановых балок, осадка или крен колонн [1—3]. Основными причинами разрушения деталей крепления рельсов и подкрановых балок считаются недостаточная прочность конструкции, неудовлетворительное качество монтажа, несоответствие геометрических параметров путей их проектному назначению, деформация несущих конструкций сооружения [4].

При техническом освидетельствовании зданий и сооружений с наличием подкрановых путей определяют их планово-высотное положение. В период эксплуатации периодически (особенно весной) проводят оценку состояния подкрановых путей различными способами [5—14], в первую очередь:

прямолинейность оси пути или правильность его расположения на проектной кривой;

наличие проектного расстояния между осями рельсов;

соответствие проектным нормам разрывов на стыках смежных рельсов.

При этом учитываются правила устройства и безопасность эксплуатации грузоподъемных кранов.

Существует ряд методов определения планово-высотного положения подкрановых путей [6, 13, 15—19], каждый из которых имеет недостаток, выраженный в конечном результате — действительном положении подкрановых рельсов. При определении их положения с земли, т.е. установки теодолита на земле, а отсчетных устройств наверху, на рельсах появляется погрешность, обусловленная разномоментностью фиксирования отсчетов как в плане, так и по высоте [14]. Кроме того, погрешность может быть вызвана неперпендикулярностью визирного луча прибора к плоскости отсчетного устройства. Контроль положения рельсов с консоли или мостков, установленных на опорах или на

самом кране, зависит от производственных условий: загруженный или незагруженный участок подкрановых путей контролируется, стоит или движется кран или его каретка, где находится груз. Как показали измерения, выполненные на строительной площадке, ряд подобных погрешностей можно уменьшить или исключить совсем. Главная задача состоит в определении причины, приводящей к появлению деформаций несущей конструкции подкрановых путей а также периода их влияния на состояние рельсового пути. С этой целью одновременно проводились наблюдения за положением подкрановых путей как в плане, так и по высоте [20]. Плановые смещения определялись двумя теодолитами одновременно: с земли и с мостков, установленных на консоли в верхней части колонны по метке, перемещаемой по оголовкам левого и правого рельсов. Все отсчеты снимались одновременно. Метка, перемещаемая по правому и левому рельсам, представляет собой марку в виде шторки, позволяющую отсчитывать как правое, так и левое смещение (рис.). После установки марки на оголовке рельса опускают стопорный винт захвата 8, а подъемными винтами уровня 7 приводят пузырек уровня 6 на середину. Затем по указанию измерителя винтом 5 перемещают шторы до совмещения одной из граней какой-либо из них с визирной осью зрительной трубы теодолита. Сам же теодолит устанавливают над точкой, определяющей ось рельса в его начале. Его зрительная труба направляется на подобную точку в конце подкранового рельса. Эти точки, закрепленные по четырем углам, позволяют определить действительный осевой контур всего подкранового пути.

Данные, представленные в качестве примера в таблице, показывают динамику поведения пути и вскрывают некоторые причины его смещения.

Динамика поведения пути

Номер точки	Шаг, м	Положение точки		Положение колес крана		Положение груза на кране		Плановые смещения	Высотные смещения
		На опоре	В середине	На опоре	В середине	На опоре	В середине		
1	3	+	–	+	–	+	–	В допуске	В допуске
2		–	+	–	+	–	+	В допуске	В допуске
3		+	–	+	–	+	–

Линейка для определения планового и высотного положения оси подкранового пути: 1 — захват; 2 — отсчетное устройство; 3 — левая и правая шторки; 4 — нивелирная рейка; 5 — винт для подвижки штор; 6 — круглый уровень; 7 — подъемные винты уровня; 8 — стопорный винт захвата; 9 — подкрановый рельс

Высотные положения всех контрольных точек по оси каждого рельса всего подкранового пути определены двумя нивелирами, установленными на верхней части каждого ряда колонны на мостках. Отсчеты производились по рейке 4 одновременно с теодолитными наблюдениями. В таблице показаны результаты определения планово-высотного положения всего трех контрольных точек. Другие точки ведут себя аналогично.

Как показывают абсолютные значения полученных данных, плановые смещения являются результатом высотных деформаций каркаса подкранового пути. На их изменения в первую очередь оказывает влияние положение крана в пролете, а также положение поднимаемого груза. Сочетание: кран в середине шага колонн и груз в середине пролета — самое неблагоприятное. Кроме того, на оба значения плановых и высотных деформаций влияет состояние крана: при движении они меньше и значительно возрастают при резком торможении крана. В этом случае наиболее опасно сочетание: кран на опоре, груз на том же конце крана.

Исключение или максимально возможное уменьшение указанных сочетаний при эксплуатации крана будет способствовать увеличению срока его службы. Это предложение целесообразно внести в технические указания эксплуатации крана.

Наблюдения выполнялись на кранах с пролетами 18 и 24 м грузоподъемностью до 30 т, причем в обоих случаях сочетания деформаций и пропорций их величины совпадали.

Библиографический список

1. Шеховцов Г.А., Ильин Б.А. Об оценке точности определения крена высоких сооружений // Промышленное строительство. 1983. № 2. С. 27—28.
2. Шеховцов Г.А., Кочетов Ф.Г. Из опыта контроля положения рельсов подкрановых путей // Промышленное строительство. 1989. № 10. С. 18—22.
3. Meixner Heinz. Geodezujne pomiaru deformacji // Prz. gorn. 1980. Vol. 36. No. 11. Pp. 540—544. LXII, LXIII, LXIV, LXV.
4. Шеховцов Г.А., Шеховцова Р.П. Современные геодезические методы определения деформаций инженерных сооружений : монография. Н. Новгород : ННГАСУ, 2009. 156 с.
5. Шеховцов Г.А. Оценка точности положения геодезических пунктов. М. : Недра, 1992. 255 с.
6. Шеховцов Г.А. Современные методы геодезического контроля ходовой части и путей мостовых кранов. Н. Новгород : ННГАСУ, 1999. 164 с.
7. Шеховцов Г.А., Шеховцова Р.П. Об одновременном дистанционном определении геометрии кранового пути и траектории движения мостового крана // Межвуз. науч.-метод. сб. Саратов : СГТУ, 2007. С. 202—206.
8. РД 10-138—97. Комплексное обследование крановых путей грузоподъемных машин. Часть 1. Общие положения. Методические указания. М. : Госгортехнадзор России, 1997. 38 с.
9. Шеховцов Г.А., Шеховцова Р.П., Акрицкая И.И. Варианты использования лазерной рулетки при экспертизе зданий и сооружений // Промышленная безопасность — 2007 : сб. статей. Н. Новгород : ННГАСУ, 2007. С. 52—58.
10. Монич В.Ю. Метод спутниковой геодезии для определения размера колеи направляющих кранового пути // Безопасность труда в промышленности. 2001. № 1. С. 46—48.

11. Федоров А.И. Методика и предрасчет точности измерений при профилировании подкрановых рельсовых путей станцией «Профиль ПРП» // Маркшейдерия и недропользование. 2003. № 4. С. 57—58.
12. Шеховцов Г.А., Кочетов Ф.Г. Из опыта контроля положения рельсов подкрановых путей // Промышленное строительство. 1989. № 10. С. 18—22.
13. Arnold R. Eine neue Technologie für Kranbahn-kontrollmessungen // Vermessungstechnik. 1989. Vol. 37. No. 2. Pp. 52—55.
14. Janusz W. Wyznaczanie trajektorii ruhu suwnicy i odchylek toru podsuwnicowego ze stanowisk naziemnych // Pr. Inst. Geod. i kartogr. 1994. Vol. 41. No. 89. Pp. 31—45.
15. Шеховцов Г.А., Шеховцова Р.П. Передача отметок с использованием лазерной рулетки // Промышленная безопасность — 2007 : сб. статей. Н. Новгород : ННГАСУ, 2007. С. 59—63.
16. Соустин В.Н. Передача отметок безотражательным дальномером и нивелиром // Геодезия и картография. 2001. № 5. С. 15—18.
17. Bryś Henryk. Meßverfahren zum Bestimmen der Geometrie der Verformung von Brückenkran und Kranbahnschienen // Allg. Vermess.-Nachr. 2000. Vol. 107. No. 11—12. Pp. 391—396.
18. Schaefer W. Photogrammetrische Beobachtung von Bauwerksverformungen // Markscheidewesen. 1985. Vol. 92. No. 4. Pp. 148—151.
19. Schwarz Wilfried. Moderne Messverfahren in der Ingenieurgeodäsie und ihr praktischer Einsatz // Flächenmanag. Und Bodenordn. 2002. Vol. 64. No. 2. Pp. 87—97.
20. Кузнецов О.Ф. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации сооружений. Оренбург : Экспресс-печать, 2008. 201 с.

Поступила в редакцию в феврале 2015 г.

Об авторах: **Симонян Владимир Викторович** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инженерной геодезии, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (499) 183-24-92, simonyan@korolev-net.ru;

Кузнецов Олег Федорович — доцент кафедры городского кадастра, почетный геодезист РФ, **Оренбургский государственный университет (ФГБОУ ВПО «ОГУ»)**, 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, д. 13, kof-osu@mail.ru.

Для цитирования: Симонян В.В., Кузнецов О.Ф. Определение деформаций подкрановых путей, вызванных действием статических нагрузок // Вестник МГСУ. 2015. № 4. С. 90—95.

V.V. Simonyan, O.F. Kuznetsov

DETERMINING CRANEWAYS DEFORMATIONS CAUSED BY STATIC LOADS

The most typical types of crane substructures destruction are wear of crane rails, details of its fixation, deformation of crane beams, settlement or tilting of the columns. At technical examination of buildings and structures with crane rails their planned-high-altitude position is determined. There exist a list of methods for determining the crane rails' planned-high-altitude position, each of them has its disadvantage, expressed in the final result — the real position of crane rails. While estimating their position from the ground, i.e. mounting transit on the ground, and indicating devices above, there is an inaccuracy on the rails, which is caused by different moments of indications fixation, both on the plan and hightwise.

The authors carried out observations of the position of craneways both on the plan and heightwise for determining the reason of craneways bearing structures' deformations and the period of their influence of railtrack state. The results of these observations are analyzed and presented. The authors present their suggestions on advancing the crane operation, which will increase its operation life.

Key words: crane rails, building site, deformation, transit, level, static loads.

References

1. Shekhovtsov G.A., Il'in B.A. Ob otsenke tochnosti opredeleniya krena vysokikh sooruzheniy [On Accuracy Evaluation of Tilting of High Structures]. *Promyshlennoe stroitel'stvo* [Industrial Engineering]. 1983, no. 2, pp. 27—28. (In Russian)
2. Shekhovtsov G.A., Kochetov F.G. Iz opyta kontrolya polozheniya rel'sov podkranovykh putey [From the Experience of Crane Rails Position Control]. *Promyshlennoe stroitel'stvo* [Industrial Engineering]. 1989, no. 10, pp. 18—22. (In Russian)
3. Meixner Heinz. Geodezujne pomiaru deformacii. *Prz. gorn.* 1980, vol. 36, no. 11, pp. 540—544. LXII, LXIII, LXIV, LXV.
4. Shekhovtsov G.A., Shekhovtsova R.P. *Sovremennye geodezicheskie metody opredeleniya deformatsiy inzhenernykh sooruzheniy : monografiya* [Modern Geodesic Methods for Estimating Deformations of Engineering Structures : Monograph]. N. Novgorod, NNGASU Publ., 2009, 156 p. (In Russian)
5. Shekhovtsov G.A. *Otsenka tochnosti polozheniya geodezicheskikh punktov* [Position Accuracy Estimation of Geodetic Points]. Moscow, Nedra Publ., 1992, 255 p. (In Russian)
6. Shekhovtsov G.A. *Sovremennye metody geodezicheskogo kontrolya khodovoy chasti i putey mostovykh kranov* [Contemporary Methods of Geodetic Control of the Carrier and Rails of Travelling Cranes]. N. Novgorod, NNGASU Publ., 1999, 164 p. (In Russian)
7. Shekhovtsov G.A., Shekhovtsova R.P. Ob odnoveremennom distantsionnom opredelenii geometrii kranovogo puti i traektorii dvizheniya mostovogo kрана [On the Simultaneous Distant Estimation of Crane Track Geometry and Motion Path of Travelling Crane]. *Mezhvuzovskiy nauchno-metodicheskiy sbornik* [Interuniversity Scientific and Methodological Collection]. Saratov, SGTU Publ., 2007, pp. 202—206. (In Russian)
8. RD 10-138—97. *Kompleksnoe obsledovanie kranovykh putey gruzopod'emnykh mashin. Chast' 1. Obshchie polozheniya. Metodicheskie ukazaniya* [Directive Document RD 10-138—97. Complex Inspection of Crane Rails of Lifting Machines. Part 1. General Provisions. Methodology Instructions]. Moscow, Gosgortekhnadzor Rossii Publ., 1997, 38 p. (In Russian)
9. Shekhovtsov G.A., Shekhovtsova R.P., Akritskaya I.I. Varianty ispol'zovaniya lazernoy ruletki pri ekspertize zdaniy i sooruzheniy [Laser Tape Measure Application Variants at Investigating Buildings and Structures]. *Promyshlennaya bezopasnost' — 2007 : sbornik statey* [Industrial Safety — 2007. Collection of Articles]. N. Novgorod, NNGASU Publ., 2007, pp. 52—58. (In Russian)
10. Monich V.Yu. Metod sputnikovoy geodezii dlya opredeleniya razmera kolei napravlyayushchikh kranovogo puti [Satellite Geodesy Method for Determining the Track Size of the Crane Track Direction]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti* [Safety of Work in the Industry]. 2001, no. 1, pp. 46—48. (In Russian)
11. Fedorov A.I. Metodika i predraschet tochnosti izmereniy pri profilirovani podkranovykh rel'sovykh putey stantsiy «Profil' PRP» [Methods and Presettlement of Estimation Accuracy at Profiling Crane Railways by the Station "Profil' PRP"]. *Marksheyderiya i nedropol'zovanie* [Mining Geodesy and Subsurface Management]. 2003, no. 4, pp. 57—58. (In Russian)
12. Shekhovtsov G.A., Kochetov F.G. Iz opyta kontrolya polozheniya rel'sov podkranovykh putey [From the Experience of Crane Rail Position Control]. *Promyshlennoe stroitel'stvo* [Industrial Engineering]. 1989, no. 10, pp. 18—22. (In Russian)
13. Arnold R. Eine neue Technologie fur Kranbahn-kontrollmessungen. *Vermessungstechnik*. 1989, vol. 37, no. 2, pp. 52—55.
14. Janusz W. Wyznaczenie trajektorii ruhu suwnicy i odchytek toru podsuwnicowego ze stanowisk naziemnych. *Pr. Inst. Geod. i kartogr.* 1994, vol. 41, no. 89, pp. 31—45.

15. Shekhovtsov G.A., Shekhovtsova R.P. Peredacha otmetok s ispol'zovaniem lazer-noy ruletki [Marks Delivery Using Laser Tape Measure]. *Promyshlennaya bezopasnost' — 2007 : sbornik statey* [Industrial Safety — 2007. Collection of Articles]. N. Novgorod, NNGASU Publ., 2007, pp. 59—63. (In Russian)
16. Soustin V.N. Peredacha otmetok bezotrazhatel'nym dal'nomerom i nivelirom [Marks Delivery by Reflectorless Distance Meter and Level]. *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and Mapping]. 2001, no. 5, pp. 15—18. (In Russian)
17. Bryś Henryk. Meßverfahren zum Bestimmen der Geometrie der Verformung von Brückenkran und Kranbahnschienen. *Allg. Vermess.-Nachr.* 2000, vol. 107, no. 11—12, pp. 391—396.
18. Schaefer W. Photogrammetrische Beobachtung von Bauwerksverformungen. *Mark-scheidewesen.* 1985, vol. 92, no. 4, pp. 148—151.
19. Schwarz Wilfried. Moderne Messverfahren in der Ingenieurgeodäsie und ihr praktischer Einsatz. *Flächenmanag. Und Bodenordn.* 2002, vol. 64, no. 2, pp. 87—97.
20. Kuznetsov O.F. *Geodezicheskoe obespechenie stroitel'stva i ekspluatatsii sooruzheniy* [Geodetic Support of the Construction and Operation of Structures]. Orenburg, Ekspress-pechat' Publ., 2008, 201 p. (In Russian)

About the authors: **Simonyan Vladimir Viktorovich** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Engineering Geodesy, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (499) 183-24-92, simonyan@korolev-net.ru;

Kuznetsov Oleg Fedorovich — Associate Professor, Department of City Cadastre, Honorable Geodetic Engineer of the RF, **Orenburg State University (OSU)**, 13 prospekt Pobedy, Orenburg, 460018, Russian Federation; kof-osu@mail.ru.

For citation: Simonyan V.V., Kuznetsov O.F. Opredelenie deformatsiy podkranovykh putey, vyzvannykh deystviem staticheskikh nagruzok [Determining Craneways Deformations Caused by Static Loads]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 4, pp. 90—95. (In Russian)