УДК 528.48

АБДАЛИ ЖАЛАЛЬ АХМАД
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ УСТАНОВКЕ И ЮСТИРОВКЕ КРУПНОГАБАРИТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Статья посвящена вопросам применения геодезических методов при эксплуатации крупногабаритных промышленных агрегатов на примере обслуживания вращающихся печей обжига с целью получения данных для последующей ее юстировки на предмет устранения возможных ее деформаций. Для выполнения работ был выбран один из вариантов комплекса AXYZ (швейцарской фирмы «Leica»). Показана возможность применения этого комплекса и описана новая специально разработанная методика для обмера данного объекта. Рассматрена технология производства геодезических работ на этом объекте.

It studies application of geodetic methods in operation of large-scale industrial units on the example of rotary kiln maintenance with the purpose of data acquisition for subsequent kiln alignment to eliminate possible deformations. A modification of the AXYZ complex by the Leica Company (Switzerland) has been chosen for the research. The article studies possibilities of this complex application and describes a new measurement technique specially developed for the given object. Technology of geodetic works at this installation is considered in the paper.

Промышленная геодезия занимается контролем сборки и монтажа крупногабаритного оборудования любой геометрической формы, а также его исследованием в период эксплуатации. Как известно, необходимым условием нормальной работы любого оборудования являются прямолинейность осей его деталей и соответствие фактического взаимного положения этих осей проектному. Отклонения или искривления осей даже в пределах допуска вызывают интенсивный износ деталей, увеличивают расход энергии, затрачиваемой на работу оборудования, и со временем приводят к аварийным ситуациям.

Геодезические работы в этой сфере выполняют с целью определения геометрических параметров оборудования и предоставления документации по необходимым смещениям центров и осей его деталей. Опыт показывает, что это ведет к выполнению технических требований с высокой точностью и с минимизацией затрат.

Наиболее оптимальным для решения этих задач явился один из аппаратно-программных комплексов AXYZ швейцарской фирмы «Leica», который состоит из электронно-оптического аппарата – тахеометра TDA5005, радиомодема, аккумулятора, пульта дистанционного управления и ноутбука с пакетом прикладных программ AXYZ. Этот комплекс создан на основе разработанного в 90-х гг. XX в. фирмой WILD комплекса ECDS3, который, в свою очередь, был улучшен и доработан на базе комплекса ECDS1, созданного фирмой «Kern» для авиастроительной компании «Boeing» (Боинг).

Комплекс AXYZ позволяет обмерять крупногабаритные конструкции с точностью до десятых и даже сотых долей миллиметра и проводить дистанционное графическое представление их деталей, находящихся в любом пространственном положении и территориально отделенных друг от друга; при этом положение конструкций относительно горизонта может быть произвольным.

В промышленной геодезии, как и в любой новой научной дисциплине, для каждого объекта приходится разрабатывать новые методику выполнения измерения, алгоритмы обработки информации и прикладное программное обеспечение в зависимости от конструкции, параметров и состояния объекта, а также от требуемой точности.

Уже созданы методики измерения и обработки информации для многих объектов: подводных лодок, самолетов, спутниковых антенн, коллиматоров, предназначенных для определения рассеивания антенн, некоторых объектов в судостроении и др.

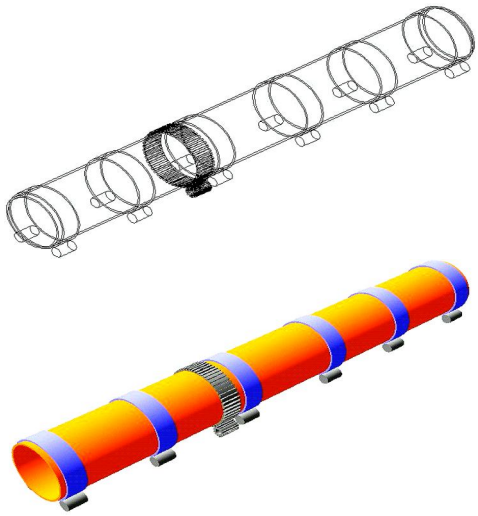
Рассмотрим методику, разработанную для выверки оси вращения печи обжига. Вращающаяся печь обжига представляет собой крупногабаритное промышленное оборудование, форма которого отнесена к средней по сложности (см. рисунок). Для наших целей важны следующие детали печи:

- труба длиной 50-200 м и диаметром 3-6 м;
- бандажи цилиндрической формы длиной 40-60 см и диаметром 3,30-6,40 м;
- опорные ролики;
- венцовая шестерня, вращение которой приводит к вращению печи.

Внутренняя поверхность печи выложена огнеупорными кирпичами.

Искривление оси вращения печи приводит к неравномерному вращению в разных ее частях. Это, в свою очередь, чревато частичным разрушением внутренней кирпичной поверхности и аварийной ситуацией.

Выверка оси вращения осуществляется путем устранения отклонений центров бандажей от теоретической оси. Для этого необходимо определить положения центров всех бандажей и опорных роликов, а также центра венцовой шестерни.



Модель вращающейся печи обжига

Для решения поставленной задачи была использована следующая методика: измерения проводятся в одной системе координат на разных станциях, в качестве этой системы принята произвольная система координат первой станции. Переход от произвольных систем координат остальных станций осуществляется через элементы ориентирования этих систем относительно принятой системы. Для привязки элементов ориентирования используются связующие точки, координаты которых определяются на каждой станции из измерений углов (горизонтальных и вертикальных) и расстояний до них. Таких точек должно быть не менее двух, а их положение выбирают так, чтобы их можно было видеть из всех возможных станций. Число станций зависит от конструкции обмеряемого оборудования. В данном случае измерения проводились на двух станциях (справа и слева от оси вращения печи).

Работы осуществлялась в следующей последовательности:

- Подготовительные работы (выбор станции и места положения связующих точек).
- Выполнение измерений координат связующих точек, точек по резке зубьев венцовой шестерни, точек поверхностей бандажей по двум краям, измерений положения осей опорных роликов.
- Камеральные работы. Этот этап включает следующие операции:

• определение наилучших радиусов бандажей и радиуса венцовой шестерни методом наименьших квадратов;

• вычисление координат центров бандажей и опорных роликов, а также координат центра венцовой шестерни;

• определение координат центров бандажей, роликов и венцовой шестерни с учетом температурного расширения;

• выбор теоретической оси вращения печи с условием, что она проходит через центр венцовой шестерни, находящейся в горячем состоянии (в данном случае эта ось проходит и через центр первого бандажа, находящегося в горячем состоянии);

• переход от принятой системы координат при измерении в наклонную систему координат печи, начало которой совпадает с центром первого бандажа, находящегося в горячем состоянии (ось x совпадает с теоретической осью печи, а ось y перпендикулярна ей и лежит в горизонтальной плоскости);

• вычисление отклонений центров бандажей от теоретической оси печи по горизонтали и по вертикали (допуск на их отклонение 3 мм);

• вычисление горизонтальных смещений опорных роликов для устранения этих отклонений.

• Составление отчета.

В настоящий момент разрабатывается программное обеспечение для быстрой обработки результатов измерений, выполненных на объекте. Актуальность разработки объясняется тем, что таких печей только в Санкт-Петербурге и Ленинградской области сотни. Из них примерно 70 % приостановлено.

Научный руководитель д.т.н. проф. *С.А.Коробков*