

Т. Г. ШЕВЧЕНКО, Н. И. КРАВЦОВ, С. Г. ХРОПОТ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОЛЫХ КОРПУСОВ

Контроль прямолинейности технологических и рабочих осей агрегатов и машин требует особого внимания в инженерно-геодезическом обеспечении монтажа или ремонта оборудования. Важное значение он приобретает во время ремонта крупногабаритных агрегатов, поскольку узлы и детали агрегатов подвержены действию больших нагрузок и сильно изнашиваются при эксплуатации, утрачивая первоначальные проектные размеры и форму. К таким узлам относятся валы турбин, помольных агрегатов и агломерационных машин, корпуса холодильников, обжиговых и спекальных печей. При этом закрепление опорных линий и измерения непрямолинейности осей и валов представляет собой менее трудоемкую и сложную операцию, чем контроль непрямолинейности корпусов, для которого необходимо определять размеры и форму деталей. Для определения формы и размеров валов имеется достаточное количество соответствующих устройств и приборов [1, 5]. Однако для измерений корпусов число их весьма ограничено [2, 4]. Следует отметить, что методы измерений непрямолинейности для

валов не всегда пригодны для измерений непрямолинейности корпусов. В частности, закрепление опорных линий вне корпуса приводит к значительному снижению точности контроля.

Опорную линию закрепляют внутри корпуса центрами тяжести двух контурных кривых, образованных внутренней поверхностью корпуса в его поперечных сечениях. Точность контроля во многом зависит от точности отыскания названных центров. По существ-

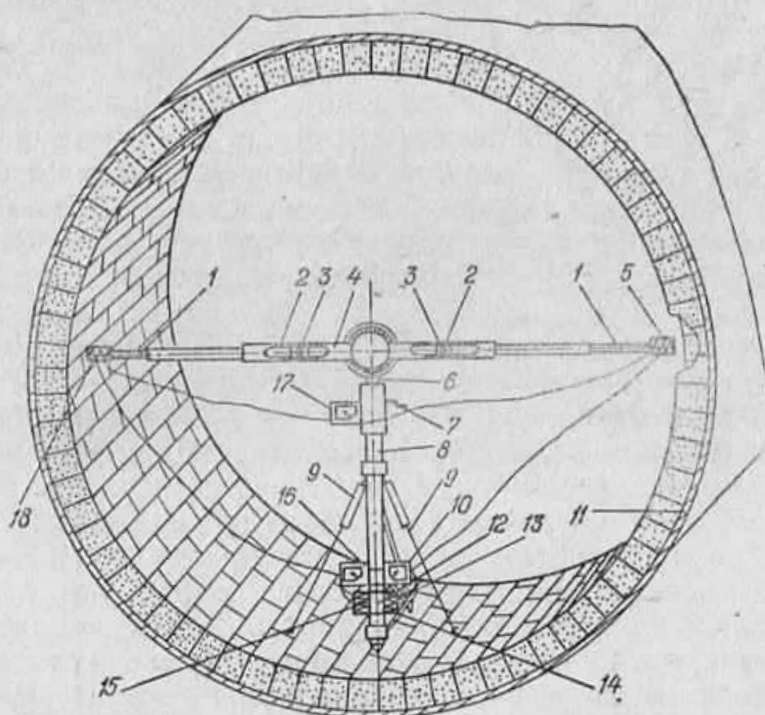


Схема устройства для контроля формы крупногабаритных корпусов.

вующей методике центры находят путем непосредственного контакта измерительного органа с металлом корпуса [3, 4]. Однако корпуса эксплуатируемых спекальных и обжиговых агрегатов, мельниц, холодильников и т. д., как правило, футеруются внутри огнеупорным материалом, поэтому в этих случаях удаляют часть футеровки в четырех диаметрально противоположных местах и устанавливают устройство для нахождения центра сечения так, чтобы нижний конец его стойки и концы измерительного органа касались металла корпуса. Центр тяжести сечения находят по четырем его точкам, что не обеспечивает требуемой точности. Удалять же футеровку в сечении полностью дорого и отнимает много времени. При контроле прямолинейности корпуса средних размеров это составляет около суток.

Описанные недостатки можно устранить с помощью предлагаемой методики и средств для реализации бесконтактного определения центра тяжести сечения. Для этого в конструкцию известного устройства для нахождения центра тяжести сечения введены индуктивные датчики (см. рисунок).

Устройство для нахождения центра тяжести контурной кривой, образованной внутренней поверхностью корпуса в его поперечном сечении, содержит стойку 8, высота которой регулируется механизмом подъема 7. Стойку закрепляют в корпусе 11 с помощью тросовых растяжек регулируемой длины 9. Изменение длины растяжек с помощью винтовой пары позволяет наклонять стойку в плоскости поперечного сечения корпуса. В осевой плоскости корпуса стойку фиксирует угольник 13. Съёмный поворотный щуп 4, служащий для отыскания центра тяжести контурной кривой поперечного сечения, установлен на стойке посредством втулки-оси 6. Нижний конец втулки-оси выполнен цилиндрическим и устанавливается в гнездо верхней части стойки. В верхней части втулки-оси имеется цилиндрическое отверстие для установки оси поворотного щупа. Ось вращения щупа при этом параллельна оси корпуса печи. Длина щупа изменяется путем перемещения его подвижных концов 1 с помощью ручек-стопоров 3. Значения перемещений концов щупа фиксируются на шкалах 2. Нули шкал отстоят на одинаковом расстоянии от оси вращения щупа. На каждом из подвижных концов щупа закреплено по индуктивной катушке 5 и 18. Катушки имеют одинаковую индуктивность и соединены в индуктивный датчик. Изменение индуктивности фиксирует регистрирующий прибор 17 — микроамперметр. При фиксации нуля отсчета на шкалах щупа индуктивные катушки располагаются на одинаковом расстоянии от оси вращения щупа. На нижнем конце стойки установлены съёмные катушки 14, 15 той же индуктивности, что и закрепленные на концах щупа. Каждая из катушек, установленных на стойке, формирует индуктивный датчик с одной из катушек, закрепленной на конце щупа. В качестве регистрирующих приборов-датчиков 10, 16 используются микроамперметры. Соединение катушек в датчики выполнено так, что формируется индуктивный датчик с катушками 5 и 18 и регистрирующим прибором 17 или два независимых датчика, например, с катушками 15 и 18 и катушками 5 и 14 с регистрирующими приборами 10 и 16 соответственно. Для установки съёмных катушек стойка содержит гнезда 12, расположенные на одинаковом удалении от нижнего конца стойки.

Центр тяжести контурной кривой, образованной внутренней поверхностью корпуса в его поперечном сечении, находят следующим образом. На футеровку устанавливают стойку 8 и закрепляют с помощью тросовых растяжек 9 и угольника 13. В верхнюю часть стойки помещают втулку-ось 6 со съёмным поворотным щупом 4. В нижней части стойки в гнездах 12 размещают индуктивные катушки 14 и 15, а также закрепляют регистрирующие приборы 10, 16, 17. Катушки 5 и 18, установленные на щупе, соединяют в индуктивный датчик с регистрирующим прибором 17. С помощью растяжек 9 и механизма подъема 7 помещают ось вращения щупа 4 примерно в центр поперечного сечения. Располагают щуп 4 горизонтально. Затем с помощью соответствующей ручки-стопора 3 закрепляют один из концов щупа с катушкой, например, 18 на неизменном расстоянии от футеровки, а следова-

тельно, и от металла корпуса. Второй конец щупа с катушкой 5 перемещают с помощью ручки-стопора 3, удаляя и приближая катушку к футеровке. При этом стрелка регистрирующего прибора 17 отклоняется вправо или влево от нулевого положения. Например, при уменьшении расстояния от корпуса до катушки 5 по сравнению с расстоянием от катушки 18 до корпуса стрелка прибора 17 отклоняется влево, а при увеличении — вправо. Перемещая конец щупа, устанавливают нуль отсчета на регистрирующем приборе. С помощью тросовых растяжек 9 наклоняют стойку в сторону большего отсчета на шкалах 2. Закрепляют один из концов щупа неподвижно и перемещают второй конец до установления нуля отсчета на регистрирующем приборе. Описанные действия повторяют до тех пор, пока на шкалах 2 щупа не зафиксируется равенство отсчетов, а стрелка регистрирующего прибора установится на нуле, что свидетельствует о равенстве расстояний от металла корпуса до каждой из катушек, а также до оси вращения щупа.

Катушки находятся при этом на таком удалении от корпуса, которое не позволяет задевать футеровку при повороте щупа. Затем поворачивают щуп на 90° . Изменяя высоту стойки с помощью механизма подъема 7 и перемещая ручками-стопорами 3 концы щупа с катушками, добиваются нуля отсчета регистрирующего прибора 17. Катушки 5 и 18 располагают на одинаковом расстоянии от внутренней поверхности корпуса, на шкалах щупа устанавливают одинаковые отсчеты. Повторяя описанные действия, добиваются того, чтобы ось вращения щупа располагалась на пересечении двух взаимно перпендикулярных диаметров сечения.

Таким образом, двумя отстоящими друг от друга на 90° положениями щупа задается система координат, начало которой совпадает с осью вращения щупа, т. е. начало системы координат совпадает с центром сечения, найденного по четырем диаметрально расположенным его точкам. Вследствие отклонений формы поперечного сечения от круговой начало координат следует поместить в центр тяжести контурной кривой, описывающей поперечное сечение.

Для этого формируют два независимых индуктивных датчика из катушек, закрепленных на щупе с катушками, установленными на стойке: 18 с 15 и регистрирующий прибор 16; 5 с 14 и регистрирующий прибор 10. }

Каждая пара катушек оттарирована таким образом, что нули соответствующих регистрирующих приборов устанавливаются в случае равенства расстояний от внутренней поверхности металлического корпуса до каждой из катушек одной пары.

Расстояние от внутренней поверхности корпуса до катушек на стойке фиксированное. При повороте щупа расстояние от катушек, расположенных на щупе, до внутренней поверхности корпуса изменяется вследствие отклонения формы поперечного сечения от круговой. Чтобы уравнивать расстояние от внутренней поверхности корпуса до катушки на стойке и до катушки на щупе, необходимо переместить конец щупа, на котором установлена катушка. Ра-

венство расстояний фиксируют регистрирующие приборы 16 и 10 соответственно. Перемещения катушек 5 и 18 щупа отсчитываются по шкалам 2. Отсчеты по шкалам за поворот щупа на 180° позволяют судить о форме поперечного сечения. Перемещения катушек, отсчитываемые по шкалам при определенном шаге угла поворота щупа, дают возможность по известным математическим зависимостям найти центр тяжести контурной кривой поперечного сечения, а также его координаты в системе координат, заданной двумя положениями щупа [3, 4].

Наличие индуктивных катушек на щупе и стойке, из которых формируются три индуктивных датчика, позволяет находить центры поперечных сечений бесконтактным способом без удаления футеровки. Это повышает производительность процесса контроля. Например, для определения формы зафутерованного корпуса вращающейся печи длиной 50 м во время ремонта необходимо установить стойку не менее чем в девяти сечениях. Для удаления футеровки в четырех местах каждого сечения требуется не менее трех рабочих смен. Использование для этой цели предлагаемой методики и устройства позволяет избежать затрат времени на удаление футеровки. Так как футеровочный материал немагнитный, точность определения положения корпуса вращающейся печи предлагаемым устройством не снижается по сравнению с существующими.

1. Апенко М. И., Араев И. П., Афанасьев В. А. и др. Оптические приборы в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1974. — 238 с. 2. Костиц Б. Е., Гипп Б. Н. Кругломер для контроля формы отверстий диаметром до 4000 мм. — Измерительная техника, 1976, № 2, с. 50—52. 3. Кузьо И. В., Микольский Ю. Н., Шевченко Т. Г. Современные методы контроля установки оборудования. — Львов: Вища шк., 1982. — 143 с. 4. Микольский Ю. Н., Ханжонков Ю. С. О методе проверки прямолинейности корпуса вращающейся печи. — Цветные металлы, 1972, № 10, с. 36—41. 5. Рубинов А. Д. Контроль больших размеров в машиностроении. — Л.: Машиностроение, 1982. — 120 с.