

ной усадкой. Зона легирования, содержащая нанокарбид кремния, обладает высокой микротвердостью, стойкостью против абразивного износа, термоокислительной устойчивостью.

Работа выполнена в СибГИУ в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки России № 11.1531/2014/К.

Литература.

1. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве карбида кремния : монография : в 3 т. / В.В. Руднева; науч. ред. Г.В. Галевский. Дополнительный том : Плазмометаллургическое производство карбида кремния: развитие теории и совершенствование технологии. – М. : Флинта : Наука, 2008. – 387с.
2. Плазмометаллургическое производство карбида кремния для композиционного никелирования и хромирования : монография / О.А. Полях, В.В. Руднева ; науч. ред. Г.В. Галевский. – М. : Флинта : Наука, 2006. – 188 с.
3. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве карбида кремния: монография : в 3 т. / науч. ред. Г.В. Галевский; Т. 2. Плазмометаллургическое производство карбида кремния для гальванотехники / О.А. Полях, В.В. Руднева. – М. : Флинта : Наука, 2007. – 190 с.
4. Пат. 2156838 РФ, МПК C25D15/00. Способ получения композиционных металлоалмазных покрытий / Е.В. Никитин, Л.А. Поляков, Н.А. Калугин. Комбинат "Электрохимприбор". - № 99108896/02; заявл. 21.04.99; опубл. 27.09.2000.
5. Пат. 2148109 РФ МПК C25D3/04. Способ получения термостойких хромовых покрытий / И.Г. Идрисов, В.В. Ковалев. БТИ АГТУ. - № 99102009/02; заявл. 01.02.99 : опубл. 27.04.2000.
6. Пат. № 2318083 РФ, МПК C25D 15/00. Способ получения композиционных электрохимических покрытий на основе хрома / Г.В. Галевский, В.В. Руднева, О.А. Полях. - № 2006129821/02; заявл. 17.08.2006; опубл. 27.02.2008. – Бюл. 6. – 5 с.
7. Цвиркун О.А. Упрочнение и защита поверхности стали X12 электровзрывным легированием / О.А. Цвиркун, Е.А. Будовских, В.В. Руднева, В.Ф. Горюшкин, В.Е. Громов // Журнал функциональных материалов. – 2007. – Т. 1. - № 3. – С. 117-119.

БАЗИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕКТОРОВ МОДУЛЯ СОПРЯЖЕНИЯ ГЕОХОДА НА СТАНКАХ С ЧПУ

С.Е. Лагунов, А.Н. Березовский, О.В. Тараканов, студенты

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: lagunov.1993@bk.ru*

Модуль сопряжения геохода является одним из наиболее ответственных узлов машины, качество которого непосредственно определяет надежность и эффективность всего агрегата. Основу конструкции модуля сопряжения составляет пара корпусов, сопрягающихся по поверхностям вращения и образующих опору трения скольжения. Подобно другим крупногабаритным корпусам геохода (секциям), корпуса модуля сопряжения состоят из разъемных секторов [1], однако, в отличие от них, требуют механической обработки отдельных секторов. При этом необходимо обеспечить точность взаимного положения поверхностей, полученных на отдельных секторах, и поверхностей, полученных на корпусах в сборе. Во многом данная задача состоит в установлении связи между системами координат заготовки и станка [2] и сводится к задаче выбора рациональной схемы базирования секторов на операциях механической обработки с использованием в качестве базы обработанных в сборе поверхностей вращения.

С учетом больших габаритов рассматриваемых изделий, а также опытный характер производства геоходов, рациональной является концентрация переходов, что в данных условиях предусматривает необходимость использования фрезерно-расточных станков [3]. Для полной реализации данного мероприятия необходимо использовать станки с числовым программным управлением, реализующие 2,5-координатную обработку [4] и поддерживающими измерительные циклы [5]. В таком случае базирование заготовки на станке может быть выполнено при помощи измерений точек поверхности щупами.

Предлагается использовать следующую общую последовательность базирования изделия на станке с выверкой щупами (рис. 1):

- установить сектор фланцем на стол станка и закрепить;
- вращением стола и касанием измерительным щупом кромок L и R добиться их одинаковых координат Z_{ML} и Z_{MR} в произвольной системе координат станка;
- снять координаты трех произвольных точек 1, 2, 3 на поверхности оболочки сектора;
- определить положение центра дуги оболочки сектора из выражения:

$$\begin{aligned} \mathbf{r}_{MC} &= \alpha_1 \mathbf{r}_{M1} + \alpha_2 \mathbf{r}_{M2} + \alpha_3 \mathbf{r}_{M3}; \\ \alpha_1 &= \frac{(\mathbf{r}_{M3} - \mathbf{r}_{M2})^2}{8S^2} ((\mathbf{r}_{M1} - \mathbf{r}_{M2}) \cdot (\mathbf{r}_{M1} - \mathbf{r}_{M3})); \\ \alpha_2 &= \frac{(\mathbf{r}_{M3} - \mathbf{r}_{M1})^2}{8S^2} ((\mathbf{r}_{M2} - \mathbf{r}_{M1}) \cdot (\mathbf{r}_{M2} - \mathbf{r}_{M3})); \\ \alpha_3 &= \frac{(\mathbf{r}_{M2} - \mathbf{r}_{M1})^2}{8S^2} ((\mathbf{r}_{M3} - \mathbf{r}_{M1}) \cdot (\mathbf{r}_{M3} - \mathbf{r}_{M2})); \end{aligned} \quad (1)$$

где \mathbf{r}_{MC} – радиус-вектор положения центра дуги оболочки в системе координат станка; \mathbf{r}_{M1} , \mathbf{r}_{M2} , \mathbf{r}_{M3} – радиус-векторы точек 1, 2, 3 на поверхности оболочки сектора.

Положение оси вращения стола относительно заготовки является произвольным, так как точная установка сектора относительно оси является весьма трудоемкой задачей и потребует применения специальных приспособлений. Это означает, что при повороте стола станка координаты центра дуги оболочки будут изменяться. В связи с этим необходимо после каждой смены позиции заново определять координаты центра дуги оболочки. Для обеспечения точности при этом следует использовать искусственные технологические базы, расстояние от которых до центра дуги оболочки является известным. Эти базы B_1 и B_2 могут быть выполнены в виде отверстий на фланцах или в виде пальцев, закрепленных на фланце (рис. 1).

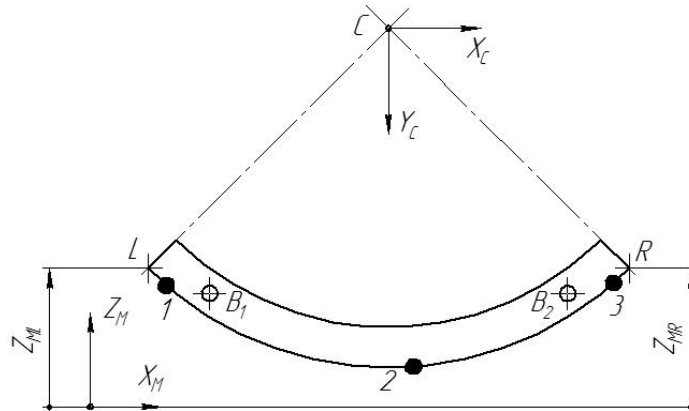


Рис. 1. Базирование сектора на станке с выверкой щупами

Для использования базы B_1 и B_2 на первой позиции необходимо определить их координаты и рассчитать расстояние от каждой базы до центра дуги оболочки по следующим выражениям:

$$\begin{aligned} d_{B1C} &= |\mathbf{r}_{MC} - \mathbf{r}_{MB1}|; \\ d_{B2C} &= |\mathbf{r}_{MC} - \mathbf{r}_{MB2}|; \end{aligned} \quad (2)$$

где d_{B1C} и d_{B2C} – расстояния от центров баз B_1 и B_2 до центра дуги оболочки; \mathbf{r}_{MB1} и \mathbf{r}_{MB2} – радиус-векторы положения центров базы B_1 и B_2 в системе координат станка.

При любом повороте сектора относительно произвольной вертикальной оси новое положение центра в системе координат станка может быть определено по новым координатам центров баз, полученных измерением их щупом на данной позиции. Для этого необходимо разрешить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} (x_{MB1}^* - x_{MC}^*)^2 + (y_{MB1}^* - y_{MC}^*)^2 = d_{B1C}^2; \\ (x_{MB2}^* - x_{MC}^*)^2 + (y_{MB2}^* - y_{MC}^*)^2 = d_{B2C}^2; \end{cases} \quad (3)$$

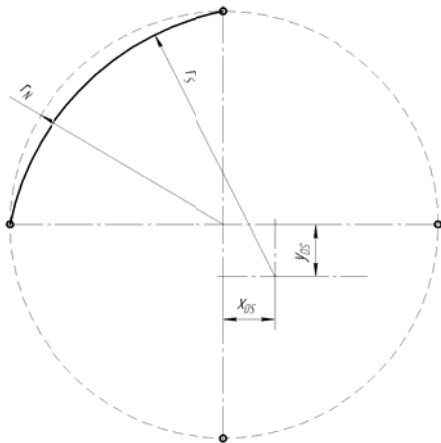


Рис. 2. Схема к определению погрешности формы

ности оболочки относительно номинального центра.

Учитывая, что $x_{OS} = y_{OS} = r_N - r_S$, а максимальное значение разности радиусов задается допуском на оболочку сектора T_S , можно записать:

$$\Delta_{\max} = T_S \sqrt{2} - T_S \approx 0,414 T_S.$$

Таким образом, при данном способе обеспечения точности формы оболочек последняя жестко связана с допуском на изготовление оболочек. Для более сложных случаев, учитывающих отклонения формы поверхностей вращения для расчета погрешностей может быть использована методика, приведенная в [6].

На основании выше изложенного можно заключить, следующее:

- в условиях опытного производства геоходов механическая обработка секторов корпусов модуля сопряжения должна осуществляться с выверкой заготовок на станках с ЧПУ при помощи измерительных циклов станка;
- для базирования заготовок необходимо установить взаимосвязь между системами координат заготовки и станка при помощи выражений (1) – (3);
- при предложенном способе базирования погрешности формы необрабатываемых поверхностей зависят от изначальной точности их формы и снижаются за счет перераспределения отклонений относительно номинальной поверхности.

Литература.

1. Аксенов В.В., Вальтер А.В., Бегляков В.Ю. Обеспечение геометрической точности оболочки при сборке секций геохода // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2014. – № 4 (65). – С. 19-28.
2. Вальтер А.В. Программное обеспечение автоматизированного анализа кинематики процесса резания // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2008. – № 1. – С. 18-19.
3. Таурит Г.Э., Пуховский Е.С., Грищенко Е.Ю. Обработка крупногабаритных деталей. – К.: Техніка, 1981. – 208 с.
4. Сапрыкин А.А., Вальтер А.В. Производительность процесса 2,5-координатного формообразования и технологичность изделий сложной пространственной формы // Технология машиностроения. – 2008. – № 2. – С. 20 - 22.
5. Никитина Л.Г. Методы измерения деталей на металлорежущих станках с ЧПУ // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 3 (13). – С. 73-76.
6. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Определение отклонений геометрической формы оболочек корпусных изделий геохода // Актуальные проблемы современного машиностроения: сборник трудов Международной научно-практической конференции/ Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 165-170.

где x_{MC}^* и y_{MC}^* – координаты центра дуги сектора после произвольного поворота; x_{MB1}^* , y_{MB1}^* , x_{MB2}^* , y_{MB2}^* – координаты центров баз после произвольного поворота.

Если считать, что точность размеров, получаемых на операциях механической обработки, значительно выше точности размеров получаемых гибкой и сборкой сваркой, то точность формы может быть оценена по схеме, приведенной на рис. 2.

Максимальное отклонение формы может быть определено из выражения:

$$\Delta_{\max} = \begin{cases} r_N - r_S + \sqrt{x_{OS}^2 + y_{OS}^2}, & \text{при } r_S \geq r_N; \\ r_N - r_S - \sqrt{x_{OS}^2 + y_{OS}^2}, & \text{при } r_S < r_N \end{cases}; \quad (4)$$

где r_N – номинальный радиус оболочки корпуса; r_S – действительный радиус оболочки корпуса; x_{OS} и y_{OS} – координаты смещения центра действительной поверхности