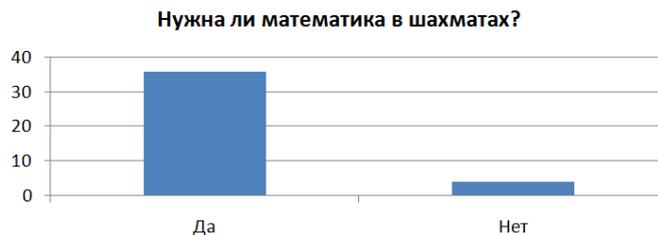


Третьим опросом был: «Нужна ли математика в шахматах»? В этом опросе приняли участие 40 человек. Данные по этому опросу, также, для наглядности, представлены на гистограмме.



Еще одним моим исследованием стало выявление влияния спорта на математические результаты спортсменов, которые обучаются. В этом опросе приняли участие 20 человек в возрасте от 16 до 20 лет, которые занимаются спортом. Данные были взяты у преподавателей. Что из этого вышло, можно увидеть на гистограмме.

**Какая у вас оценка по математике?**



Таким образом, исходя из проведенных исследовательской работ и социальных опросов, я могу сделать однозначные выводы:

- числа играют важную роль в жизни и спорте, и отрицать их влияние невозможно;
- спорт и числа тесно связаны;
- математика нужна в шахматах;
- занятия спортом либо в очень малой степени, либо вообще не влияют на оценки по математике.

Литература.

1. Математика в спорте// Электронный ресурс: режим доступа: <http://www.princetennis.ru/tennis01/matematika-v-sporte.php>.
2. Садовский Л.Е., Садовский А.Л. Математика и спорт/ М.: Наука, 2011 – 192с.
3. Математика и спорт// Электронный ресурс: режим доступа: <http://www.authorstream.com/Presentation/sasho4ek369-1338868/>
4. Математика и спорт// Электронный ресурс: режим доступа: [http://www.teacher-rt.ru/index.php/biblioteka/matematika/1921-matematika\\_i\\_sport](http://www.teacher-rt.ru/index.php/biblioteka/matematika/1921-matematika_i_sport).

### **СПОСОБ РАСЧЕТА КООРДИНАТ ОТВЕРСТИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ОТВЕТСТВЕННЫХ ФЛАНЦЕВ ГЕОХОДА**

*А.В. Вальтер, к.т.н., доцент; А.Н. Березовский, студент, С.Е. Лагунов, студент  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail: lagunov.1993@bk.ru*

Постановка на производство геоходов требует решения ряда научно-технических проблем, связанных с обеспечением качества продукции [1]. Производственные технологии должны не только обеспечивать установленные показатели точности продукции, как одного из важнейших показателей качества, но и предусматривать методы и средства контроля точности [2]. Методы и средства технического контроля должны обеспечивать требуемую точность [3] и производительность измерений [4]. Размерный технический контроль является неотъемлемой частью системы обеспечения качества

продукции и является фактической базой для разработки мероприятий по совершенствованию технологий. В конструкции геохода имеется большое количество разъемных болтовых, винтовых и штифтовых соединений, для которых установлены позиционные допуски на отверстия. Особую сложность для контроля представляют позиционные допуски на отверстия круговых фланцев, поскольку к ним предъявляются требования к симметричности расположения относительно базовых поверхностей вращения. Подобные фланцы присутствуют на таких узлах геохода, как головная и стабилизирующая секция [5], модуль сопряжения [6], ротор погрузочной системы [7].

При контроле позиционного допуска на отверстия под штифты фланца стабилизирующей секции путем измерения расстояний универсальными мерительными инструментами, необходимо измерить 13 размеров в соответствии со схемой на рис. 1.

Для определения погрешности позиционного допуска необходимо определить окружность, отклонения осей отверстий от которой являются наименьшими. Назовем такую окружность опорной. Предложено достаточно большое количество различных способов нахождения аппроксимирующей окружности, их обзор приведен в работе [8]. Используя метод наименьших квадратов можно записать:

$$x_0 = \frac{W_1 N_{22} - W_2 N_{12}}{N_{11} N_{22} - N_{12} N_{21}}; y_0 = \frac{W_2 N_{11} - W_1 N_{21}}{N_{11} N_{22} - N_{12} N_{21}}; \quad (4)$$

$$r_0 = x_0^2 + y_0^2 + \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 + \sum_{i=1}^n y_i^2 - 2 \left( x_0 \sum_{i=1}^n x_i + y_0 \sum_{i=1}^n y_i \right) \right);$$

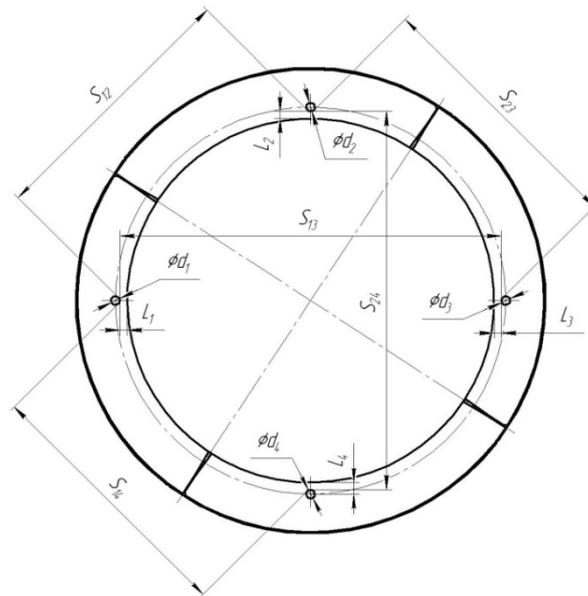


Рис. 1. Схема измерений при контроле позиционного допуска на отверстия под штифты фланца стабилизирующей секции

где  $x_0$  и  $y_0$  – координаты центра опорной окружности;  $r_0$  – радиус опорной окружности;  $x_i$  и  $y_i$  – координаты отверстий;  $n$  – количество отверстий;  $N_{11}$ ,  $N_{22}$ ,  $N_{12}$ ,  $N_{21}$ ,  $W_1$ ,  $W_2$  – промежуточные величины, вычисляемые из выражений:

$$N_{11} = 2 \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right); N_{22} = 2 \left( \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right);$$

$$N_{12} = N_{21} = 2 \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i \right); \quad (5)$$

$$W_1 = \sum_{i=1}^n x_i^3 + \sum_{i=1}^n x_i y_i^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n x_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \sum_{i=1}^n x_i;$$

$$W_2 = \sum_{i=1}^n y_i^3 + \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \sum_{i=1}^n y_i.$$

Для определения координат отверстий воспользуемся методом триангуляции и определим координаты по схеме, приведенной на рис. 2. В таком случае координаты точек могут быть определены из следующих выражений:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0; y_1 = 0; \\ x_2 &= 0; y_2 = A_{12}; \\ x_3 &= A_{13} \sin \alpha_{23}; y_3 = A_{13} \cos \alpha_{23}; \\ x_4 &= A_{14} \sin \alpha_{24}; y_4 = A_{14} \cos \alpha_{24}; \\ \cos \alpha_{23} &= \frac{A_{12}^2 + A_{13}^2 - A_{23}^2}{2A_{12}A_{13}}; \cos \alpha_{24} = \frac{A_{12}^2 + A_{14}^2 - A_{24}^2}{2A_{12}A_{14}}. \end{aligned} \quad (6)$$

Обобщая для произвольного количества отверстий получим:

$$\begin{aligned} x_k &= A_{1k} \sin \alpha_{2k}; y_k = A_{1k} \cos \alpha_{2k}; \\ \cos \alpha_{2k} &= \frac{A_{12}^2 + A_{1k}^2 - A_{2k}^2}{2A_{12}A_{1k}}; \\ A_{ik} &= S_{ik} + \frac{d_i}{2} + \frac{d_k}{2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Следует отметить, что полученные выражения могут использоваться для контроля положения любых произвольных точек, равномерно расположенных на окружности. Например, при контроле положения опор приспособлений при сборке секторов геохода по методике, приведенной в [9].

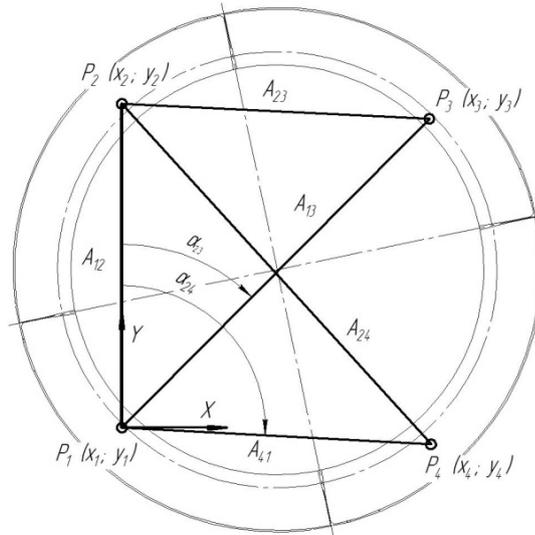


Рис. 2. Схема к определению координат отверстий при контроле позиционного допуска  
Отклонение от требований позиционного допуска для  $i$ -го отверстия определим как расстояние между номинальным и действительным положением отверстия:

$$\Delta_{POSi} = \sqrt{(x_i^2 - x_{Ni}^2) + (y_i^2 - y_{Ni}^2)}; \quad (8)$$

где  $x_{Ni}$  и  $y_{Ni}$  – координаты номинального положения  $i$ -го отверстия.

Если позиционный допуск  $T_{POS}$  задан в диаметральном выражении, то условием годности будет соответствие для каждого отверстия неравенству:

$$\Delta_{POSi} \leq \frac{T_{POS}}{2}. \quad (9)$$

В случае если, отверстия заданы размерами без требований симметричности по какой-либо базе, то номинальное положение откладывается от центра опорной окружности. Для удобства перенесем начало системы координат в центр опорной окружности и пересчитаем все координаты по формулам:

$$x'_i = x_i - x_0; y'_i = y_i - y_0. \quad (10)$$

Тогда для четырех отверстий, лежащих равномерно на одной окружности:

$$\begin{aligned}x_{N1}' &= \frac{x_1' r_N}{\sqrt{x_1'^2 + y_1'^2}}; y_{N1}' = \frac{y_1' r_N}{\sqrt{x_1'^2 + y_1'^2}}; \\x_{N2}' &= y_{N1}'; y_{N2}' = -x_{N1}'; \\x_{N3}' &= -x_{N1}'; y_{N3}' = -y_{N1}'; \\x_{N4}' &= -y_{N1}'; y_{N4}' = x_{N1}'.\end{aligned}\quad (11)$$

Для произвольного количества  $m$  отверстий, лежащих на одной окружности:

$$\begin{aligned}x_{Ni}' &= \frac{x_1' r_N}{\sqrt{x_1'^2 + y_1'^2}} \cos \frac{2\pi i}{m} - \frac{y_1' r_N}{\sqrt{x_1'^2 + y_1'^2}} \sin \frac{2\pi i}{m}; \\y_{Ni}' &= \frac{x_1' r_N}{\sqrt{x_1'^2 + y_1'^2}} \sin \frac{2\pi i}{m} + \frac{y_1' r_N}{\sqrt{x_1'^2 + y_1'^2}} \cos \frac{2\pi i}{m}.\end{aligned}\quad (12)$$

Из выше приведенного следует, что для контроля необходимо измерить диаметры  $d_1, d_2, d_3, d_4$ , а также расстояния  $S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{23}, S_{24}$ .

В случае если задана симметричность, то номинальное положение необходимо устанавливать от центра симметрии [10]. Для определения центра симметрии могут быть измерены еще четыре размера:  $L_1, L_2, L_3, L_4$ , по которым могут быть получены координаты точек окружности базы:

$$\begin{aligned}x_{Bi}' &= \left( x_i'^2 + y_i'^2 - \frac{d_i}{2} - L_i \right) \frac{x_i'}{\sqrt{x_i'^2 + y_i'^2}}; \\y_{Bi}' &= \left( x_i'^2 + y_i'^2 - \frac{d_i}{2} - L_i \right) \frac{y_i'}{\sqrt{x_i'^2 + y_i'^2}}.\end{aligned}\quad (13)$$

Также используя метод наименьших квадратов, можем определить координаты центра окружности базы:

$$\begin{aligned}x_{B0}' &= \frac{W_{B1} N_{B22} - W_{B2} N_{B12}}{N_{B11} N_{B22} - N_{B12} N_{B21}}; \\y_{B0}' &= \frac{W_{B2} N_{B11} - W_{B1} N_{B21}}{N_{B11} N_{B22} - N_{B12} N_{B21}}; \\N_{B11} &= 2 \left( \sum_{i=1}^n x_{Bi}'^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_{Bi}' \right)^2 \right); \\N_{B22} &= 2 \left( \sum_{i=1}^n y_{Bi}'^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n y_{Bi}' \right)^2 \right); \\N_{B12} &= N_{B21} = 2 \left( \sum_{i=1}^n x_{Bi}' y_{Bi}' - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{Bi}' \sum_{i=1}^n y_{Bi}' \right); \\W_{B1} &= \sum_{i=1}^n x_{Bi}'^3 + \sum_{i=1}^n x_{Bi}' y_{Bi}'^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{Bi}'^2 \sum_{i=1}^n x_{Bi}' - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{Bi}'^2 \sum_{i=1}^n x_{Bi}'; \\W_{B2} &= \sum_{i=1}^n y_{Bi}'^3 + \sum_{i=1}^n x_{Bi}'^2 y_{Bi}' - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{Bi}'^2 \sum_{i=1}^n y_{Bi}' - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{Bi}'^2 \sum_{i=1}^n y_{Bi}'.\end{aligned}\quad (14)$$

Для удобства перенесем начало системы координат в центр базовой окружности и пересчитаем все координаты по формулам:

$$x_i'' = x_i' - x_{B0}'; y_i'' = y_i' - y_{B0}'.\quad (15)$$

Для произвольного количества  $m$  отверстий, лежащих на одной окружности:

$$\begin{aligned}
 x_{Ni}'' &= \frac{x_i'' r_N}{\sqrt{x_i''^2 + y_i''^2}} \cos \frac{2\pi i}{m} - \frac{y_i'' r_N}{\sqrt{x_i''^2 + y_i''^2}} \sin \frac{2\pi i}{m}; \\
 y_{Ni}'' &= \frac{x_i'' r_N}{\sqrt{x_i''^2 + y_i''^2}} \sin \frac{2\pi i}{m} + \frac{y_i'' r_N}{\sqrt{x_i''^2 + y_i''^2}} \cos \frac{2\pi i}{m}.
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

Полученные выражения позволяют установить соответствие или несоответствие позиционному допуску на основании 13 измерений. Выражения могут быть расширены на использование при большем количестве отверстий.

Литература.

1. Аксенов В.В., Вальтер А.В. Специфика геохода как предмета производства // Научное обозрение. – 2014. – № 8, Ч. 3. – С. 945-950.
2. Сулов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
3. Серых В.И., Гребцова Л.В. Метод обоснования требований к точности средств измерительного контроля // Вестник СибГУТИ. – 2012. – № 1. – С. 30-40.
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. 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.
6. Аксенов В.В. Обоснование необходимости разработки узла сопряжения секций геохода / В.В. Аксенов, М.Ю. Блащук, А.А. Дронов // Горный инженер. – 2013. – № 1. – С. 216-221.
7. Вальтер А.В. К вопросу обеспечения унификации изделий погрузочной системы геохода на этапе эскизного проектирования. // Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса: материалы III Международной практической конференции, г. Новокузнецк, 28-30 ноября 2013 г. – С. 337-340.
8. Айриян А.С., Багинян С.А., Ососков Г.А., Хёне К. Быстрые алгоритмы оценки параметров колец черенковского излучения в детекторах типа RICH // Вестник ТвГУ. Серия: Прикладная математика. – 2007. – № 3 (6). – С. 15-28.
9. 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.
10. Чупырин В.Н. Технический контроль в машиностроении: Справочник проектировщика / В.Н. Чупырин; под ред. В.Н. Чупырина, А.Д. Никифорова. – М.: Машиностроение, 1987. – 512 с.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВЕРХОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОТИВОПОЖАРНОГО РАЗРЫВА

*К.О. Фрянова, студент гр. IEM41, Д.П. Гербель, студент гр. IEM41,  
научный руководитель: Перминов В.А., д. ф.-м. н., профессор  
Томский политехнический университет, г. Томск  
634050, г. Томск пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-36-98  
E-mail: kof1@tpu.ru*

Изучение поведения верховых лесных пожаров при помощи метода математического моделирования помогает разработать профилактические меры по предотвращению и определению возможности возникновения лесных пожаров, ведь математическая модель – это приближенное описание объекта моделирования, выраженное с помощью математической символики.