

УДК 622.23.05

**А. А. Мартюшова**, аспирант

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС", Россия

Тел.: +7(926)141-80-34, E-mail: [nastyamartyushova@mail.ru](mailto:nastyamartyushova@mail.ru)**ВЫЯВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ СОЕДИНЕНИЯ  
«НИППЕЛЬ АЛМАЗНОГО ДОЛОТА – ПЕРЕВОДНИК» ПРИ СБОРКЕ**

*В статье представлен анализ соединения «ниппель алмазного долота и переводника», проанализирована последовательность сборки. Выявлены условия сборки, с учетом методики расчета сопряжения конических поверхностей, влияющие на формирование позиционной точности элементов конструкции бурового инструмента.*

**Ключевые слова:** сборка, размерный анализ, алмазное долото, ниппель, переводник

**A. A. Martyushova, PhD students****IDENTIFICATION OF THE CONNECTION CONDITIONS OF THE "NIPPLE OF THE DIAMOND BIT – TRANSLATOR" DURING ASSEMBLY**

*The article presents an analysis of the connection of the "nipple of a diamond chisel and a translator", the assembly sequence is analyzed. The assembly conditions are revealed, taking into account the method of calculating the interface of conical surfaces, affecting the formation of positional accuracy of the structural elements of the drilling tool.*

**Keywords:** assembly, dimensional analysis, diamond chisel, nipple, adapter

**Введение**

Повышение технического уровня горного машиностроения может быть достигнуто на основе внедрения высокоэффективных технологических процессов, а также комплексной автоматизацией этапов изготовления машин и горного инструмента. Эффективность работы механизма зависит от точного проектирования, изготовления деталей, от верной сборки составляющих и др.

Основой конструирования сборочных единиц является назначение допусков относительного положения сопрягаемых поверхностей деталей и правильного взаимобазирования [4]. Контроль за соблюдением данных требований возможен с помощью методики размерного анализа. Размерный анализ сборочной единицы представляет собой систему взаимосвязанных размеров, благодаря которым появляется возможность определить погрешности установки и относительного взаимоположения деталей.

Размерный анализ можно представить, как последовательность действий, представленных на рисунке 1 [5]. Методика размерного анализа позволяет выявить и решить возможные ошибки на этапе конструирования. Такая оценка всегда связана с анализом соответствия геометрических форм деталей, их размеров, допусков, относительного положения и др.

Рассмотрим возможность реализации сборки соединения «алмазное долото – переводник» с помощью размерного анализа.

**Условия соединения «Ниппель алмазного долота – переводник»**

Алмазное долото выступает в качестве породоразрушающего инструмента и является продуктом массового производства, несмотря на свою сложную конструкцию. Для механической обработки составных элементов конструкции горного инструмента

широко применяются металлорежущее оборудование с числовым программным управлением, а также средства автоматизированного контроля. Вместе с тем, сборку изделий, как правило, осуществляют вручную [1-2].



Рисунок 1. Последовательность действий при размерном анализе.

Эскиз соединения алмазное долото – переводник, представлен на рис. 2. Сам инструмент можно представить в виде двух частей: корпус долота и приваренный к нему ниппель. Ниппель присоединяется к переводнику, который служит связующим элементом буровой установки между бурильными трубами, между трубами и самим породоразрушающим инструментом [6].

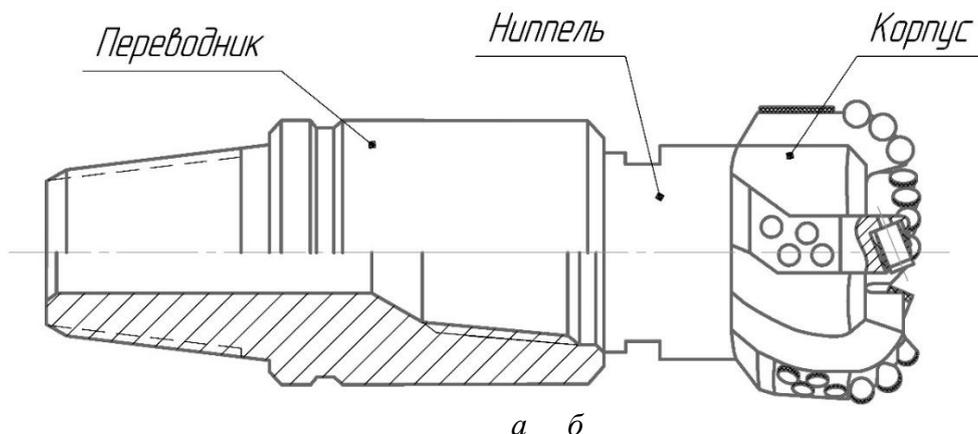


Рисунок 2. Эскиз соединения ниппель алмазного долота и переводника.

Важную нагрузку в процессе бурения несет на себе переводник, так как некачественная сборка целостно влияет на работоспособность инструмента и скорость породоразрушения.

Сборка рассматриваемой сборочной единицы требует совмещения координатных осей инструмента и переводника по конической составляющей. Размеры сопрягаемых поверхностей требуют высокую точность изготовления для получения правильного относительного положения во время сборки.

На рис. 3 представлена последовательность соединения ниппеля долота и переводника, из которой видно, что погрешность установки уменьшается по мере сопряжения деталей до совмещения координатных осей. В процессе исследования сборки ниппеля долота и переводника учет резьбового соединения был опущен для упрощения математической части.

Движение присоединяемой детали, в нашем случае алмазного долота, при выполнении сопряжения можно рассматривать как плоскопараллельное движение твердого тела, а контакт сопрягаемых поверхностей как контакт двух твердых тел, при котором пластические деформации недопустимы, так как это может привести к повреждению сопрягаемых поверхностей. При выполнении первого этапа сопряжения фаска ниппеля может скользить по фаске сопрягаемой поверхности переводника. Вторым этапом соединения выступает выравнивание поверхностей сопряжения между собой и постепенное уменьшение угла перегиба [3].

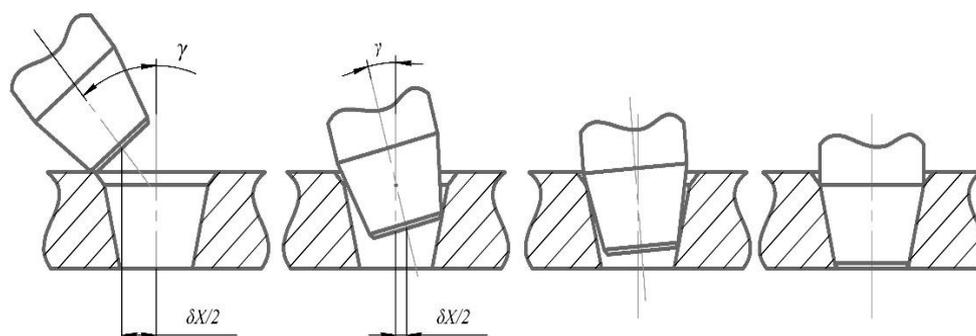


Рисунок 3. Последовательность соединения ниппеля долота и переводника.

На рис. 4 представлены условия обеспечения соосности соединения ниппеля долота и переводника.

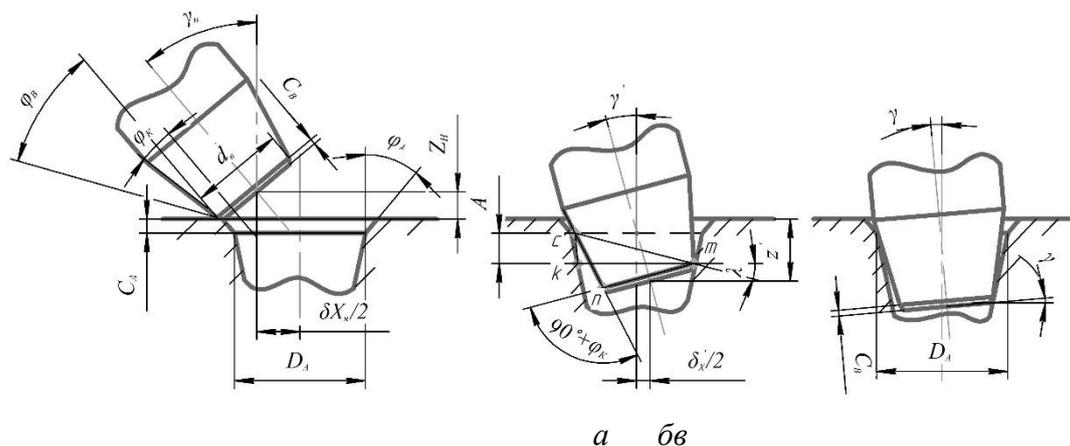


Рисунок 4. Условия сборки ниппеля долота и переводника.

Самым неблагоприятным моментом является сопряжение фасок деталей между собой, при этом допуск относительного положения в этом случае (рисунок 4а) можно найти по следующей формуле:

$$\frac{\delta X_H}{2} = 0,5 D_A + C_A \operatorname{tg} \varphi_A - 0,5 d_B + C_B \operatorname{tg} \varphi_B, \quad (1)$$

где  $D_A$  — наибольший диаметр отверстия переводника;  
 $C_A, \varphi_A, C_B, \varphi_B$  — размеры фасок ниппеля и переводника;  
 $d_B$  — наименьший диаметр ниппеля долота.

Угол  $\gamma$  определяет взаимное расположение осей соединения, а угол  $\gamma_H$  определяет наклон присоединяемой детали. Важно отметить, что при сборке узла механизма должно соблюдаться условие  $\gamma > \gamma_H$  для избежания заклинивания.

Соединение, представленное на рисунке 4б, показывает, что достичь необходимой точности относительного положения сопрягаемых деталей можно путем анализа и расчетов треугольников  $cmn$  и  $kcm$ :

$$\gamma = -\varphi_H - \lambda + \arccos \frac{(d_B \cos \varphi_H \sin \lambda)}{A}, \quad (2)$$

где  $\varphi_H$  — угол смещения осей ниппеля долота и переводника от требуемой соосности.

Угол  $\lambda$  является углом треугольника  $cmk$  и находится по формуле:

$$\lambda = \operatorname{arccctg} \left[ -\operatorname{tg} \varphi_H + \left( \frac{D_A}{A} \right) \right] \quad (3)$$

Значение  $A$  является кратчайшим расстоянием от фаски переводника до наименьшего диаметра ниппеля долота:

$$A = -z' - C_A - 0,5 d_B \sin |\gamma'| - C_B \cos \gamma' \quad (4)$$

Частные показатели угла  $\gamma$  можно вывести из формулы 2.

Для получения наиболее точностных значений, можно использовать формулу 2. Размер  $z'$  является расстоянием от поверхности переводника до оси наименьшего диаметра ниппеля и находится по формуле:

$$z' = -(C_A + 0,5 d_B \sin |\gamma'| + C_B \cos \gamma') \quad (5)$$

Если значение  $z' = L_p$ , то угол  $\gamma$  будет равен нулю, в данном случае  $L_p$  является длиной посадочной поверхности переводника [4].

Данный размерный анализ показывает, что последовательная сборка соединения возможна при соблюдении двух условий:  $\gamma > \gamma_H$  и  $z' = L_p$ .

### Заключение

Соединение ниппель долота и переводник можно считать одной из составляющей буровой установки. Сборка рассматриваемого соединения чаще всего осуществля-

ется вручную, поэтому важным моментом является правильное изготовление элементов во избежание заклинивания. Правильный расчет сборочной единицы с помощью размерного анализа в процессе конструирования позволяет провести сопряжение элементов соединения с минимальной погрешностью. Техническая целесообразность анализа погрешности установки ниппеля долота в переводник позволяет предупредить возможные поломки и увеличить срок эксплуатации долота.

На основе анализа последовательности сборки ниппеля долота и переводника представлены основные условия обеспечения соединения, с учетом формируемых погрешностей относительного положения сопрягаемых элементов соединения. Также выявлена необходимость проведения исследовательских работ в направлении анализа сборки конических резьбовых соединений.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Богомолов, Р. М. Буровое долото с алмазными резцами. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море / Богомолов Р. М., Гринев А. М., Сериков Д. Ю. – 2019. – № 12. – С. 28-34.

2. Марамзин, А. В. Алмазное бурение на твердые полезные ископаемые. Технология работ / Марамзин А. В., Блинов Г. А. Л. – «Недра», 1977. – 248 с.

3. Проектирование технологии: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / И. М. Баранчукова, А. А. Гусев, Ю. Б. Крамаренко и др.: под общ. ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.: ил. (Технология автоматизированного машиностроения).

4. Технология автоматической сборки / А. Г. Холодкова, М. Г. Кристаль, Б. Л. Штриков и др.: под ред. А. Г. Холодковой. – М. Машиностроение, 2010. – 560 с.:ил.

5. Рахимов, А. А. Сравнительный анализ отработки алмазных и шарошечных долот / Рахимов А. А., Эшонкулов К. Э., Жураев Ш. Н. // Вестник науки и образования. – 2021. – № 17-3 (120). – С. 17-20.

6. Нескоромных, В. В. Разработка алмазного бурового долота для направленного бурения / Нескоромных В. В., Петенёв П. Г., Лысаков Д. В., Попова М. С., Головченко А. Е., Лиу Б. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 5. – С. 116-125.

Поступила в редколлегию 24.03.2022 г.