

## ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА КАЧЕСТВО СБОРКИ ПОД СВАРКУ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

© 2009 М.А. Борисов, А.Н. Журавлев

<sup>1</sup>ОАО “Волгабурмаш”, Самара

<sup>2</sup>Самарский государственный технический университет,

Поступила в редакцию 14.05.2008

Рассмотрено влияние тепловых деформаций на качество свариваемого резьбового соединения и с учетом этого представлена структурно упорядоченная сборка под сварку таких соединений.

Ключевые слова: тепловые деформации, свариваемое резьбового соединения, структурно упорядоченная сборка

Целью данного исследования является определение влияния тепловых деформаций при выполнении сварки соединяемых по резьбе деталей на точность их взаимного расположения.

Включение сварных соединений в силовую конструкцию потребовало от технологов решения сложной задачи – обеспечения стабильного качества тяжело нагруженного соединения, в частности на примере бурового алмазного долота необходимо обеспечить совпадение осей входящих в сборочный узел деталей.

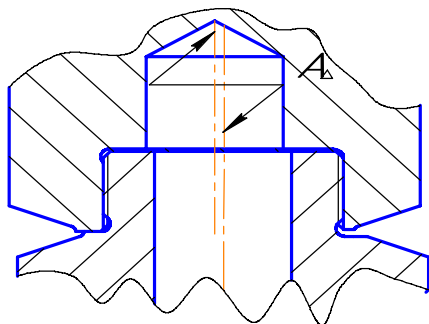
Алмазное долото состоит из двух основных частей: корпуса и ниппеля. На корпусе располагаются режущие зубки и промывочные отверстия. Ниппель представляет собой цилиндрическую деталь, включающей в своей конструкции два типа резьбы: метрическую и присоединительную. С помощью присоединительной замковой резьбы долото присоединяется к буровой колонне. Корпус соединяется с ниппелем по средствам метрической резьбы (см. рис. 1), затем данные детали свариваются.

По существующей заводской технологии

резьбовое соединение изготавливается с высокой точностью (кавалитет точности *6h*), но даже это обстоятельство не дает необходимой стабильной точности расположения двух соединяемых деталей после выполнения операции сварки.

Как показывает статистика эксплуатации буровых алмазных долот, не точность взаимного расположения (несоосность и перекос осей) корпуса и ниппеля существенно влияет на работоспособность долота. Большая величина перекоса оси корпуса по отношению к оси ниппеля приводит к неравномерному износу режущих лопастей долота (см. рис. 2), тем самым ресурс долота сокращается в несколько раз. Как видно из рис. 2, износ основных режущих лопастей неравномерный, на одной лопасти виден сильный износ, который сопровождается выпадением режущих зубков, в то время как другая лопасть находится в рабочем состоянии.

Несоосность вышеуказанных деталей долота, полученная после сварки, оказывает влияние на управляемость долота при бурении и может привести к уходу долота в скважине от заданной



**Рис. 1.** Резьбовое соединение бурового алмазного долота

Борисов Михаил Анатольевич, кандидат технических наук, начальник бюро отдела технического контроля  
Журавлев Андрей Николаевич, кандидат технических наук, докторант. E-mail: zan.samgtu@mail.ru.



**Рис. 2.** Отработанное алмазное долото



**Рис. 3.** Разрезанный после сварки корпус долота буровиком траектории.

При выполнении операции сварки, собираемые по резьбе детали нагреваются и возникают тепловые деформации, в результате которых происходит смещение, либо искривление осей корпуса и ниппеля (несоосность). Если деформации превышают допустимого значения, то деталь считается не пригодной для эксплуатации.

На существование тепловых деформаций в резьбовом соединении указывает и тот факт, что в разрезанные после сваривания детали бурового алмазного долота не заворачиваются контрольные калибры (см. рис. 3), по которым они в свое время были изготовлены, а между собой эти детали свободно сворачиваются.

Исходя из выше сказанного, возникает необходимость научиться управлять данным процессом на этапе сборки под сварку.

Традиционная (заводская) технология сборки под сварку резьбового соединения состоит из следующих операций:

1. Свинтить детали по средствам метричес-

кой резьбы до упора.

2. Равномерно по всей окружности расположить три прихватки (не все сварщики используют прихватки перед сваркой).

3. Сварить соединяемые детали.

К недостаткам существующей технологии можно отнести следующее:

1. Расположение прихваток не регламентируется;

2. Сварка соединения осуществляется с любого места;

3. Направление обхода не регламентируется.

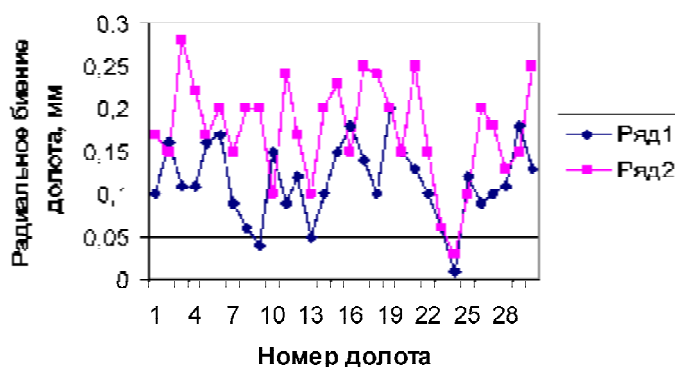
На рис. 4 представлены графики изменения радиального биения (соосности корпуса и ниппеля) буровых алмазных долот, из которого видно как влияют тепловые деформации после сварки на точность расположения соединяемых деталей.

Из графиков видно, что из тридцати случаев мы имеем только пять положительных результатов, что составляет 16% от общего числа собранных изделий.

Для определения величины тепловых деформаций на этапе сварки проведем следующий эксперимент, методика которого изложена ниже.

1. Собираем по резьбе ниппель и корпус бурового алмазного долота. Производим замер взаимного расположения соединяемых деталей в специальной установке (см. рис. 5), которая состоит из плиты, в которой выполнено высоко точное коническое отверстие и двух индикаторных стоек с индикатором часового типа с ценой деления 0,001 мм.

2. Сварка соединения осуществляется в несколько проходов (каждый проход - это шов). После выполнения первого шва устанавливаем деталь в горячем состоянии в приспособление и производим замер радиального отклонения. Оставляем изделие остывать в приспособление, и фиксируем изменение показания индикаторов во времени. Аналогично производим замер радиального отклонения после каждого шва. Результаты измерений приведены табл.1.



**Рис. 4.** Графики изменения величины радиального отклонения: ряд 1 - радиальное отклонение долота до сварки; ряд 2 – радиальное отклонение долота после сварки.

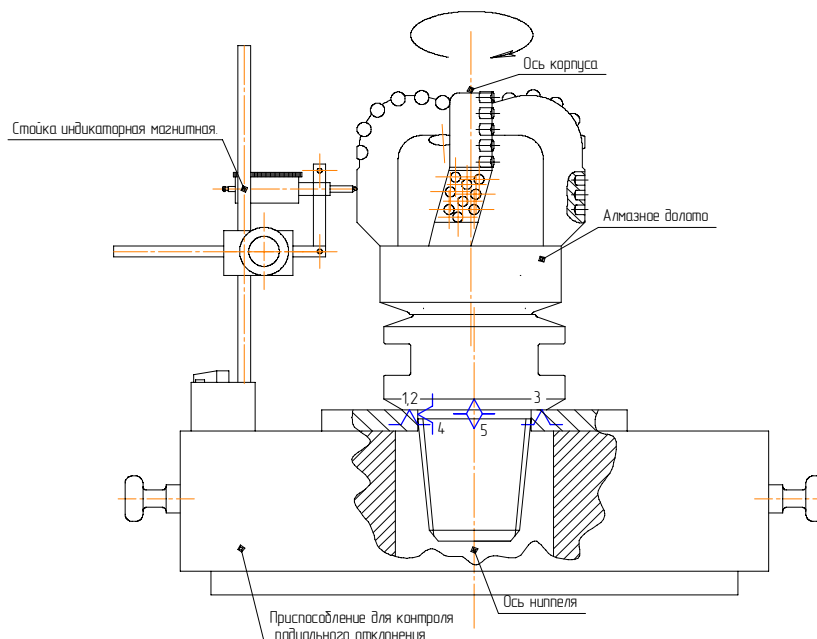


Рис. 5. Установка для контроля радиального отклонения собираемых деталей

Как видно из полученных результатов тепловые деформации изменяют величину радиального отклонения на порядок, что говорит о существенных недостатках существующей технологии сборки. Необходимо научиться управлять тепловыми деформациями, так что бы изменение величины радиального отклонения было направлено в сторону уменьшения.

В связи с вышесказанным в работе предлагается применить способ структурно упорядоченной сборки [1, 2], которая характеризуется следующим уравнением связи

$$P_{сб} = f(P_{эк}, S, \varphi), \tag{1}$$

где  $P_{сб}$  – параметр сборки (соосность корпуса алмазного долота с ниппелем  $A_d$  (см. рис. 1)),  $P_{эк}$  – параметр эксплуатации (увод долота в скважине),  $S$  – структура (расположение прихватки),  $\varphi$  – параметр упорядоченности (угловая координаты места первой прихватки и начала сварки по периметру торцового соединения).

До начала выполнения сварки произведем замер радиального отклонения в шести точках равномерно расположенных по окружности. Определяем зону с максимальным радиальным отклонением и первую точку прихватки выполняем диаметрально противоположно. Аналогично выполняем вторую и третью прихватку. На-

чальную точку сварного шва определяем аналогичным способом, а направление обхода по периметру определяем исходя из радиального отклонения соседних точек сектора с максимальным отклонением. После выполнения первого шва снова производим измерение радиального отклонения и оставляем остывать. Продельваем данную процедуру после каждого шва. Результаты изменения радиального отклонения приведены в табл. 2.

По полученным численным результатам можно сделать вывод, что данный процесс управляемый.

Для достоверности результатов данного процесса построим модель резьбового соединения (см. рис.6 а) и решим задачу в программном продукте ANSYS.

В результате прихватки в резьбовом соединении происходят тепловые деформации, которые изменяют положение ниппеля относительно корпуса долота в необходимом направлении (см. рис. 6 б).

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

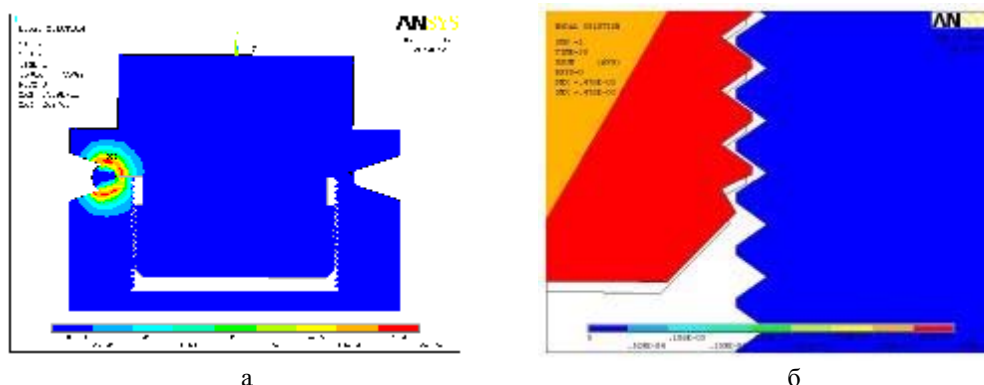
1. Тепловые деформации, возникающие в резьбовом соединении корпуса и ниппеля бурового алмазного долота во время сварки существенно влияют на точность взаимного расположения соединяемых деталей.

Таблица 1. Результаты измерений

№ шва	Радиальное отклонение в горячем состоянии, мм	Радиальное отклонение после остывания, мм
1	0,23	0,25
2	0,27	0,3
3	0,34	0,4

**Таблица 2.** Результаты изменения радиального отклонения

№ шва	Радиальное отклонение в горячем состоянии, мм	Радиальное отклонение после остывания, мм
1	0,18	0,15
2	0,17	0,14
3	0,12	0,09



**Рис. 6.** Изменение положения шипа в результате тепловых деформаций после прихватки

2. Существующая технология сборки под сварку имеет ряд существенных недостатков, главный из которых не учет влияния тепловых деформаций на этапе сварки и сборки под сварку.

3. Предлагаемая технология структурно упорядоченной сборки под сварку резьбовых соединений деталей буровых алмазных долот позволяет обеспечить высокую точность взаимного расположения двух соединяемых деталей с учетом тепловых деформаций без ужесточения к требованию точности на этапе технологии механической обработки отдельных деталей изделия. Полученные результаты по точности взаимного расположения после сварки основных деталей алмазного бурового долота в несколько раз лучше, чем результаты, получаемые при существующей заводской технологии.

4. Технология структурно упорядоченной сборки под сварку также применима и для дру-

гих изделий, конструкции которых включают свариваемые резьбовые соединения.

Тематика работы входит в состав научно-исследовательских работ, проводимых в рамках тематического плана СамГТУ по заданию Федерального агентства по образованию на 2006-2009 годы по теме “Разработка теоретических основ структурно упорядоченной сборки тяжело нагруженных изделий машиностроения”, номер государственной регистрации НИР 01.2.006 06882.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев А.Н. Упорядоченная сборка двухрядных роликовых опор // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2004. № 10. С. 14-18.
2. Журавлев А.Н. Влияние структурного фактора упорядоченной сборки на динамические параметры роликовых опор // Тяжелое машиностроение. 2006. №2. С. 25-27.

#### INFLUENCE OF THERMAL DEFORMATIONS ON QUALITY OF ASSEMBLY FOR THREAD CONNECTION WELDING

© 2009 M.A. Borisov<sup>1</sup>, A.N. Zhuravlev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JSC “Volgaburmash”, Samara

<sup>2</sup>Samara State Technical University

The work covered the influence of thermal deformations on quality of a threaded joint subject to welding and in view of that represented a structurally ordered assembly of such weldable connections.

Key words: thermal deformations, threaded joint subject, structurally ordered assembly

Mikhail Borisov, Candidate of Technics, Chief of the Bureau of Technical Control Division.

Andrey Zhuravlev, Candidate of Technics, Doctoral Candidate. E-mail: zan.samgtu@mail.ru