

УДК 621.886.1

Проблемы применения штифтовых конических соединений при проектировании и изготовлении насосного оборудования

Дегтярев И.М., Нешта А.А., Самардак Н.Ф.

Сумский государственный университет, Сумы, Украина

Процесс создания насосов и насосного оборудования на данном этапе развития техники не имеет альтернативы использованию штифтовых конических соединений (ШКС) для фиксации взаимного положения элементов разъемных деталей при их изготовлении и обеспечении постоянства взаимного положения отдельных узлов насоса, достигнутого при регулировке в процессе сборки.

В работе показаны причины того, почему на постсоветском пространстве при создании конструкторской документации на насосное оборудование разработчики не указывают главный параметр ШКС – величину натяга в соединении.

Выполнен анализ причин того, почему почти 40 лет разработчики не применяют при создании конструкторской документации ГОСТ 2.320-82, который регламентирует правила обозначения натяга в конических соединениях. Также предложены пути устранения выявленных проблем с применением ШКС в насосостроении.

Ключевые слова: насосостроение; штифтовые конические соединения; величина натяга; технологический процесс; конусность; допуск.

Штифтовые конические соединения (ШКС) с конусностью 1:50 нашли свое применение во многих изделиях, и являются одним из наиболее распространенных способов фиксации взаимного положения двух и более деталей конструкции при их изготовлении и обеспечении постоянства взаимного положения отдельных узлов, достигнутого при регулировке в процессе сборки. Штифты конические, применяемые в ШКС изготавливаются по ГОСТ 3129-70 [1], ГОСТ 9464-79 [2], ГОСТ 9465-79 [3], ГОСТ 19119-80 [4] с конусностью 1:50. Это позволяет без ущерба для надежности соединения многократно вынимать и снова устанавливать штифты на место, что является их главным преимуществом по сравнению с цилиндрическими штифтами.

Для обеспечения высокой точности позиционирования фиксируемых деталей и узлов ШКС выполняются с натягом. В целом ШКС можно считать альтернативой штифтовым цилиндрическим соединениям с натягом, которая устраняет их недостатки:

- вероятностный характер значения величины натяга;
- уменьшение величины натяга при сборках-разборках;
- не возможно предварительное центрирование отверстий перед установкой штифта с использованием самого штифта;
- для сборки соединения необходимо переместить штифт в отверстие на длину, равную четырем диаметрам штифта, а при разборке – на длину равную двум диаметрам штифта;
- невозможность осуществления небольшой корректировки положения осей совместно обработанного отверстия под штифт без увеличения диаметра штифта.

Несмотря на то, что конструкция ШКС известна, а штифты стандартизированы более 100 лет [5], его изготовление на насосных заводах постсоветского пространства всегда было и в данный момент остается предметом интереса только исполнителей на рабочих местах.

Основной причиной того, что XXI веке рядовые исполнители в цехе вынуждены самостоятельно определяться с главным параметром ШКС – величиной натяга, является отсутствие конкретных требований по его величине в конструкторской документации.

При создании конструкторской документации на насосы разработчики научно-исследовательских институтов (НИИ) и отдела главного конструктора (ОГК) насосных заводов руководствовались и руководствуются стандартами:

- ГОСТ 2.109-73 [6], п.1.2.5. которого при применении ШКС на сборочных чертежах изделий предписывает указывать только шероховатость поверхности отверстия и под полкой линии-выноски с номером позиции штифта - количество отверстий;

- ГОСТ 2.307-2011 [7], выпущенный взамен ГОСТ 2.307-68 [8], также не дает конкретных рекомендаций относительно нанесения размеров на элементы ШКС, кроме указания в п.1.2.5. о том, что конструктор должен самостоятельно принимать решение о нанесении на чертеж необходимого объема информации для изготовления ШКС.

Из этого следует, что на момент создания данных стандартов их разработчики сами еще не представляли, как формализовать информацию необходимую для изготовления ШКС.

Как следствие, разработчики конструкторской документации на насосы, которые, особенно на первоначальном этапе внедрения стандартов, старались строго следовать их указаниям, ограничились простым выполнением п.1.2.5. ГОСТ 2.109-68 [8], то есть той частью стандарта, которая всеми разработчиками и заводскими службами трактовалась одинаково. В результате производство получило конструкторскую документацию, в которой на ШКС, которое по своей сути является соединением с натягом и на данный момент отсутствует информация о величине натяга.

В связи с этим проблема обеспечения работоспособности ШКС была переложена на технологов и производство. Технологи, в свою очередь, не имея конкретных требований от конструктора, просто ограничились указанием необходимого инструмента для изготовления отверстия под штифт и сборки ШКС, чем переложили эту проблему на рядовых исполнителей в цехе.

Такими были причины того, что сборщикам и сверловщикам пришлось в течении почти 50-ти лет самостоятельно отрабатывать и передавать своим ученикам навыки изготовления ШКС на своем уровне понимания поставленной задачи обеспечения их работоспособности.

Все проблемы проектирования и изготовления ШКС могли быть устранены после разработки и внедрения ГОСТ 2.320-82 [9], если бы:

- разработчики стандарта [8] (позже [7]) внесли изменение, касающееся рекомендуемой простановки размеров на место под установку штифта конического;

- разработчики стандарта [6] внесли изменение, требующее использования стандарта [9] при нанесении посадки ШКС, как соединения с натягом и величины натяга.

К сожалению, это не было сделано, на наш взгляд, по той причине, что на момент внедрения стандарта [9], за более чем 9 лет практического изготовления ШКС, был достигнут консенсус между рабочими и отделом технического контроля (ОТК) по вопросам изготовления и контроля его параметров. Именно этот консенсус сделал не актуальным, существовавший ранее запрос на информацию о том, что должно представлять собой ШКС, с точки зрения конструктора.

Этот консенсус действовал до момента, когда в конце XX-го и в начале XIX-го века требования к точности размеров и формы поверхностей разъемных деталей не перешли на более высокий уровень. В это же время разработчики за счет уменьшения зазоров в целевых уплотнениях насоса стараются решать проблему повышения его к.п.д.

Анализируя конструкцию насосов, становится очевидным, что решить эти задачи можно только при гарантии надежности фиксации взаимного положения частей разъемных деталей и фиксации ротора насоса относительно статора с высокой степенью точности.

Еще одним фактором, который показал необходимость изменений в существующем положении дел, стала практика заказа корпусов насосов за рубежом. Оказалось, что зарубежным исполнителям для выполнения ШКС не достаточно информации, указанной на чертеже, т.к. их рабочие и ОТК работают по чертежам, и любые консенсусы и компромиссы между ними исключены.

Все это требует нового осмысления конструкции ШКС и формализации его результатов в конструкторской документации.

Учитывая то, что процесс внесения указанных выше изменений в стандарты [6, 7] может занять много времени, предлагаем на данном этапе узаконить их внутренними документами НИИ и заводов. С целью повышения эффективности данного процесса, предлагаем использовать информацию о реальном положении дел с изготовлением ШКС на предприятиях насосного оборудования, а именно:

- ШКС выполняется, как соединение с натягом, но контроль натяга ведется крайне субъективно, на слух, по появлению металлического звона;

- место под установку штифта выполняется с уменьшенным наружным диаметром конуса. Уменьшение диаметра ведется с учетом перемещения штифта в отверстии при забивании его до металлического звона. Величина перемещения, берется как субъективная информация от сборщиков и индивидуальна для каждого изделия и типоразмера штифта;

- гайка в ШКС при использовании штифтов [3] не затягивается, что может привести к ее самоотвинчиванию в процессе транспортировки и эксплуатации;

- вылет торца штифта не контролируется, т.к. обеспечение металлического звона и указанного вылета одновременно не возможно;

- при повторных сборках штифт конический используется для совмещения осей деталей перед их фиксацией при помощи создания натяга в ШКС.

Исходя из вышеуказанных проблем предлагаем следующее:

- при нанесении посадки ШКС на сборочных чертежах использовать вариант 3.3 согласно стандарту [9], как наиболее технологичный при сборке соединения;

- ввести на сборочный чертеж место под установку штифта конического (рис. 1).

На рис. 1 величина H_n равна длине реальной конической поверхности при условии, что d_o равен номинальному диаметру развертки конической.

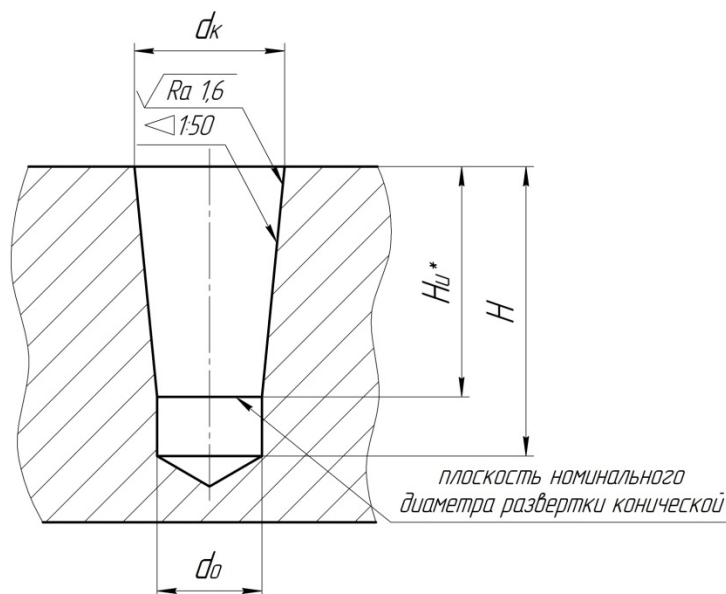


Рис. 1. Место под установку штифта конического d_k – наружный диаметр отверстия под развертку коническую; d_o – диаметр отверстия под развертку коническую; H_n^* – размер справочный; H – глубина сверления отверстия под развертку коническую

Из вышесказанного следует, что:

- на одно из наиболее широко используемых соединений в машиностроении отсутствует информация для его исполнителей.

- в течении около 50-ти лет исполнители на рабочих местах вынуждены самостоятельно принимать решение о параметрах ШКС.

- на данном этапе предлагается рассматривать ШКС только как соединение с натягом, для обозначения посадки ШКС использовать пункт 3.3 ГОСТ 2.320-82 и ввести на сборочный чертеж место под установку штифта (рис. 1);

- в дальнейшем необходимо в ГОСТ 2.109-73 и ГОСТ 2.307-2011 внести описанные выше предложения.

Учитывая то, что мы находимся на начальном этапе рассмотрения конструктивных и технологических особенностей ШКС, нераскрытых в технической литературе, считаем целесообразным данную тематику представить более детально в дальнейших публикациях.

Список литературы

1. ГОСТ 3129-70. Штифты конические незакаленные. Технические условия. [На заміну ГОСТ 3129-60, чинний від 1971-07-01]. Изд. офиц. Москва: Издательство стандартов, 1970. 5 с.
2. ГОСТ 9464-79. Штифты конические с внутренней резьбой незакаленные. Технические условия. [На заміну ГОСТ 9464-70, чинний від 1980-01-01]. Изд. офиц. Москва: Издательство стандартов, 1979. 7 с.
3. ГОСТ 9465-79. Штифты конические с резьбовой цапфой незакаленные. Технические условия. [На заміну ГОСТ 9465-70, чинний від 1980-01-01]. Изд. офиц. Москва: Издательство стандартов, 1979. 5 с.
4. ГОСТ 19119-80. Штифты конические разводные. Технические условия. [На заміну ГОСТ 19119-73, чинний від 1981-01-01]. Изд. офиц. Москва: Издательство стандартов, 1980. 4 с.
5. Немецкие-стандарты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://p.dw.com/p/2pK0g>
6. ГОСТ 2.109 – 73 «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам». [Чинний від 1974-07-01]. Изд. офиц. Москва: Издательство стандартов, 1973. 34 с.
7. ГОСТ 2.307 – 2011 «Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений». [На заміну ГОСТ 2.307-68, чинний від 2012-01-01]. Изд. офиц. Москва: Стандартинформ, 2012. 34 с.
8. ГОСТ 2.307 – 68 «Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений». [Чинний від 1971-01-01]. Изд. офиц. Москва: Издательство стандартов, 1968. 22 с.
9. ГОСТ 2.320 – 82 «Единая система конструкторской документации. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов». [Чинний від 1984-01-01]. Изд. офиц. Москва: Издательство стандартов, 1982. 6 с.

PROBLEMS OF APPLICATION OF PIN CONICAL CONNECTIONS IN DESIGN AND MANUFACTURING OF PUMPING EQUIPMENT

Ivan Dehtiarov, Anna Neshta, Nikolai Samardak

Abstract. *The process of creating pumps and pumping equipment at this stage in the development of technology has no alternative to using pin conical connections (PCC) to fix the relative position of the elements of detachable parts. This is necessary for the possibility of their manufacture and to ensure the constancy of the actual position of the individual pump components, achieved during adjustment in assembly process.*

The paper shows the reasons why in the post-soviet space when creating documentation design for pumping equipment, developers do not indicate the main parameter of the PCC - the preload value in the connection.

The analysis of the reasons why the developers have not applied for almost among 40 years when creating the documentation to GOST 2.320-82, which regulates the rules for the designation of preload in the conical connection.

Also suggested some ways to eliminate identified problems with the use of PCC in pump engineering.

Keywords: *pump engineering; pin conical connections; preload value; technological process; taper; tolerance.*