

## 8.2 Вопросы проектирования гидравлических машин объемно-динамического типа

Раздел подготовлен по материалам статьи: Сазонов Ю.А., Муленко В.В., Балака А.Ю.  
Вопросы проектирования гидравлических машин объемно-динамического типа // Территория НЕФТЕГАЗ – 2012 - №8. – С. 44-46

---

В ходе разработки новых технических решений приходится расширять область поиска. Во многих случаях совершается переход из области формализованных знаний в область неформализованных знаний [1-3]. Иногда удается довольно четко рассмотреть границу между двумя названными областями. Так в тексте ГОСТ 17398 – 72 представлены насосы объемного типа и насосы динамического типа [4], которые сформировали область формализованных знаний. Но эта область будет неизбежно расширяться за счет новой информации, которая пока остается слабо формализованной. Знания о насосах объемно-динамического типа пока плохо формализованы, и существует граница (переходная зона) между машинами объемного типа и машинами объемно-динамического типа, и с другой стороны, существует граница между машинами объемно-динамического типа и машинами динамического типа. Также можно отметить, что в документе ГОСТ 17398 – 72 представлены однопоточные насосы, но практически не представлены многопоточные насосы. Граница между однопоточными и многопоточными насосами, по сути, является границей между формализованными и неформализованными знаниями. Однопоточный насос является лишь одним, и наиболее простым, вариантом из множества насосов, которые являются многопоточными. С усложнением технологий возрастает интерес к многопоточным машинам. Таким образом, показано, что существует множество возможностей для расширения области поиска новых технических решений. В современных условиях, в высших

учебных заведениях целесообразно больше внимания уделять вопросам прогнозирования и теории решения инженерных и изобретательских задач.

Если рассматривать аналоги объемно-динамического насоса [5-7], то можно заметить, что при радиальном смещении обоймы относительно ротора, в аналогах наблюдается упругая деформация в элементах обоймы. В представленной работе более детально рассмотрено другое направление развития конструкции такой машины, здесь используют жесткую конструкцию обоймы, установленной с зазором в канавках ротора. В этом случае, при разработке теории необходимо учесть определяющее значение щелевых уплотнений в проточной части насоса.

В процессе компьютерного моделирования проведены серии численных экспериментов, с определением значений давления и утечек жидкости, с расчетом минимального зазора в рабочих органах объемно-динамического насоса в зависимости от вязкости жидкости и частоты вращения ротора. Подобный пример с трехмерной моделью графически представлен на рисунке 1.

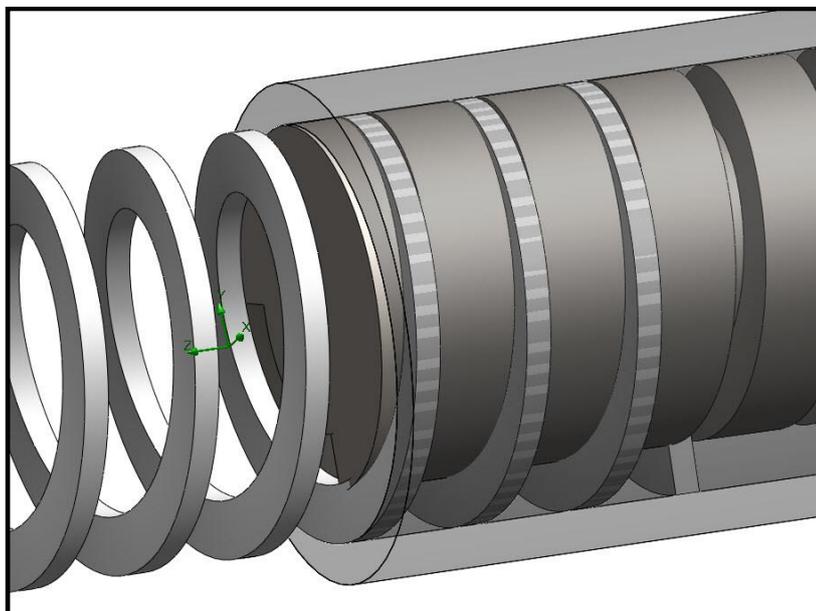


Рисунок 1 – Модель объемно-динамического насоса.

Выполнение спиральной обоймы, с гарантированным зазором по винтовой канавке ротора, целесообразно для условий перекачки высоковязких сред и при использовании высокооборотного двигателя [7]. При использовании низкооборотного двигателя, например с частотой вращения вала до 3000 оборотов в минуту, целесообразно рассмотреть и другие варианты исполнения обоймы [8]. Пример со сборной обоймой представлен на рисунке 2.

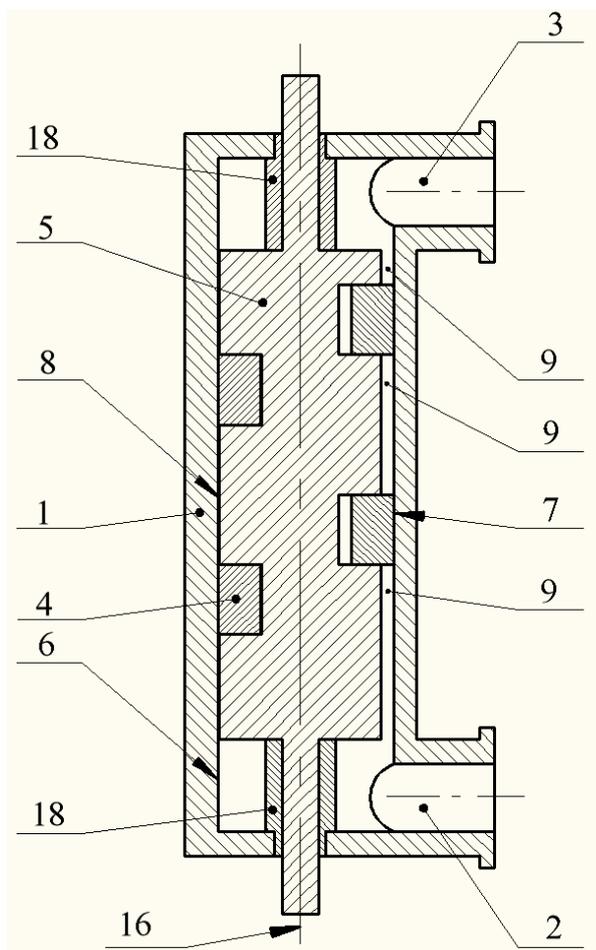
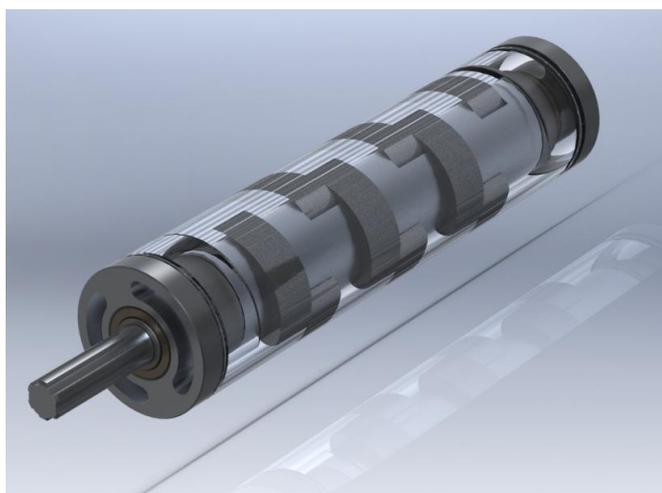


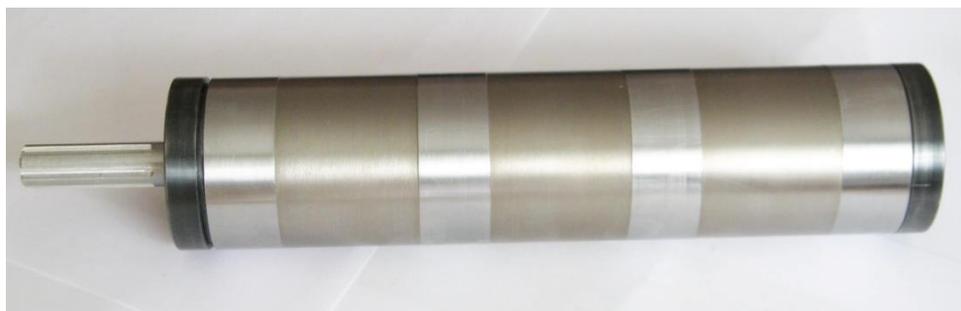
Рисунок 2 – Схема объемно-динамического насоса.

Насос (гидравлическая машина) по рисунку 2, содержит корпус 1 с входным 2 и выходным 3 патрубками, обойму 4 с винтообразными каналами и винтообразный ротор 5, эксцентрично размещенный в обойме 4, с возможностью радиального смещения обоймы 4 относительно ротора 5. Обойма 4 выполнена по форме спиральной пружины, концентрично размещенной в расточке 6 корпуса 1 с образованием щелевых уплотнений 7 в

зазоре между обоймой 4 и корпусом 1. Ротор 5 размещен вблизи от поверхности расточки 6 корпуса 1 с образованием щелевого уплотнения 8 в зазоре между наружной поверхностью ротора 5 и поверхностью расточки 6 в корпусе 1, с возможностью образования внутри корпуса 1 следующих друг за другом спиралевидных камер 9, отделенных друг от друга щелевыми уплотнениями 7, 8. Ротор 5 оснащен стопорными элементами, ограничивающими перемещение обоймы 4 относительно ротора 5. Обойма 4 выполнена из отдельных секций следующих друг за другом, с возможностью углового смещения отдельных секций друг относительно друга. Секции в обойме 4 расположены вдоль винтовой линии с образованием ступенчатой (каскадной) структуры, подобно ступеням на винтовой лестнице. Ротор 5 установлен на подшипниках 18, которые обеспечивают условия, чтобы ротор 5 был эксцентрично (с эксцентриситетом – «е») размещен в обойме 4, и, соответственно, эксцентрично размещен внутри расточки 6 в корпусе 1. При этом обойма 4 концентрично размещена в расточке 6 корпуса 1. Рассмотрен вариант, когда обойма 4 состоит из отдельных вкладышей, каждый из которых перекрывает сектор в 120 градусов. Трехмерный вид прототипа модели – а) и фото экспериментального образца – б) представлены на рисунке 3.



а)



б)

Рисунок 3 –Трехмерный вид объемно-динамического насоса.

Разработаны математические модели для описания рабочего процесса машины. На рисунке 4 представлена зависимость радиального перемещения «h» вкладыша от угла поворота ротора (введен безразмерный параметр «h/e»).

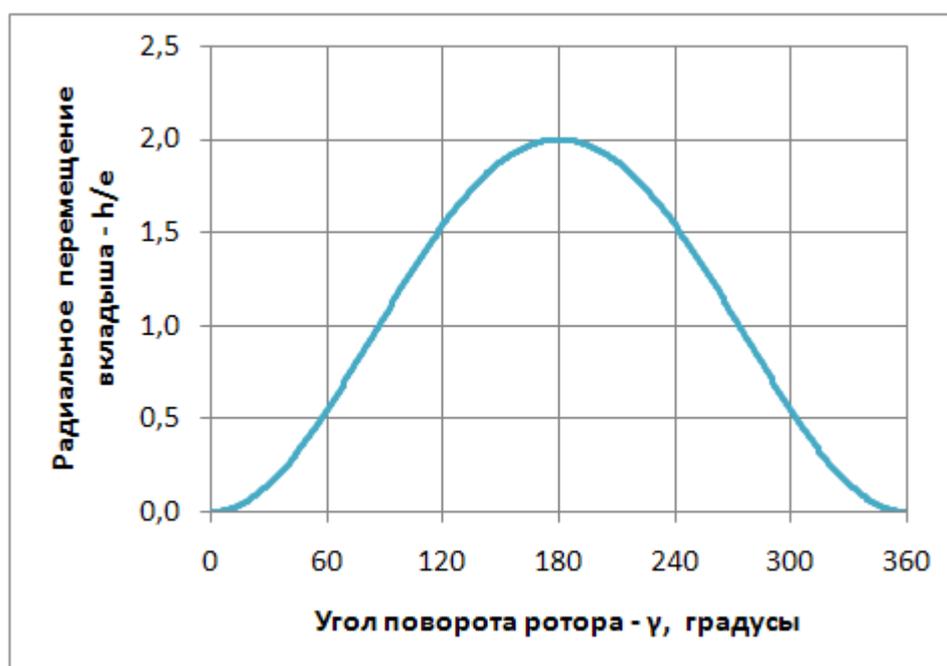


Рисунок 4 – Зависимость радиального перемещения вкладыша от угла поворота ротора.

Следующие друг за другом вкладыши оказывают силовое воздействие на жидкость. Подача насоса рассматривается как интегральный параметр, зависящий от закона движения каждого вкладыша. На рисунке 5

представлены характеристики насоса, построенные с применением разработанных математических моделей.

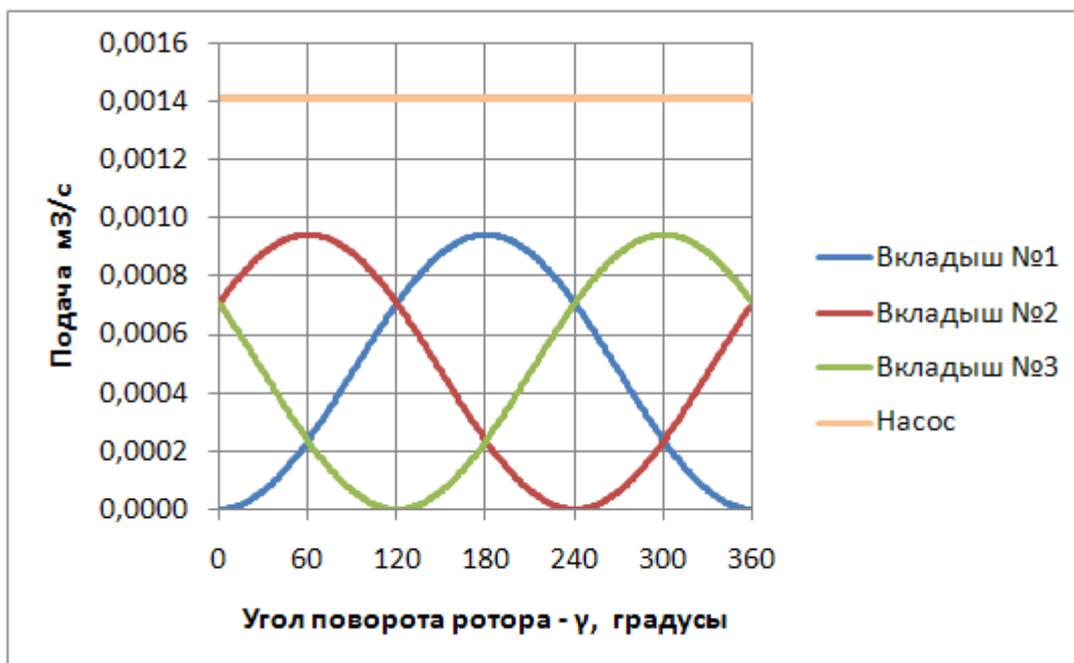


Рисунок 5 – Расчетные характеристики насоса.

Компьютерным моделированием показаны дополнительные возможности для создания новых гидравлических машин объемно-динамического типа. Результатами проводимых физических экспериментов подтверждаются ранее полученные расчетные данные. Численные эксперименты, на языке математики, позволяют установить новые взаимосвязи вопросов проектирования с вопросами теории решения инженерных и изобретательских задач. Вопросы по разработке новых технических решений целесообразно рассматривать не только в рамках преемственности, но и с учетом изменяющейся системы образования, с учетом расширения области для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

## Литература

1. Джонс Дж. К. Методы проектирования: Пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
2. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: Системный подход. Пер. с польск. – М.: Мир, 1981. – 456 с.
3. Таленс Я. Ф. Работа конструктора. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987.—255 с.
4. ГОСТ 17398 – 72. Насосы. Термины и определения.
5. Сазонов Ю.А., Муленко В.В., Балака А.Ю. Компьютерное моделирование и развитие методологии конструирования динамических насосов и машин // Территория НЕФТЕГАЗ – 2011 - №10. – С. 34-36.
6. Сазонов Ю.А., Муленко В.В., Балака А.Ю. Насосы и гидравлические двигатели объемно-динамического типа для нефтяной промышленности // Территория НЕФТЕГАЗ – 2011 - №12. – С. 12-14.
7. Патент № 106678. Винтовая машина // Сазонов Ю.А.; Заякин В.И.; Балака А.Ю. – Опубликовано: 20.07.2011.
8. Патент № 116188. Винтовая машина // Сазонов Ю.А., Казакова Е.С., Клименко К.И., Балака А.Ю. – Опубликовано: 20.05.2012.