

УДК 622

КОМПЕНСАЦИЯ ОСЕВОГО УСИЛИЯ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

Бодров В.В., студент гр. ГСс-171, IV курс

Научный руководитель: Ерофеева Н.В., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени
Т. Ф. Горбачева

Осевые силы в центробежном насосе являются результатом разности давлений, действующих на передний и задний диски рабочего колеса (рис. 1). В большинстве случаев эта сила направлена в сторону всасывания насоса [1].

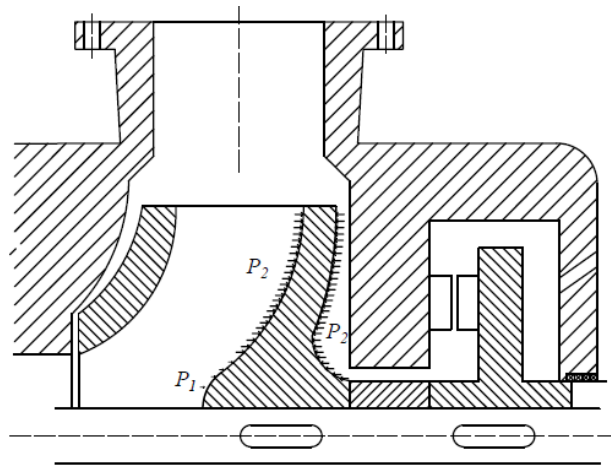


Рис. 1. Давление на входе P_1 и на выходе P_2 , действующие на задний диск рабочего колеса

Есть много способов, чтобы уравновесить силу центробежного насоса [2].

1. Наиболее простым способом является использования упорного или радиально-упорного подшипника. Очевидно, этот способ имеет определенные недостатки:

- от величины осевой силы зависит размер подшипника;
- тепловыделение подшипника;
- ограниченный срок службы подшипника.

2. Использование рабочего колеса с двойным всасыванием, которое, по своей сути, является сбалансированным по своей осевой силе из-за своей геометрической и гидравлической симметрии (рис. 2). В теории в данном случае – радиально-упорные подшипники не нужны, но на практике есть недостатки:

- небольшая остаточная тяга, которая проявляется от небольших отличий в геометрии рабочего колеса, контуров улитки, переходных режимов потока.



Рис. 2. Рабочее колесо с двусторонним всасыванием

3. Использовать противоположно направленные рабочие колеса на одном валу (рис. 3). Это создаст симметричные противоположно направленные осевые силы, эффективно уменьшая или минимизируя нагрузку. Недостатками являются:

- непрактично при использовании более двух ступеней;
- сложная отливка корпуса;
- большие размеры.



Рис. 3. Насос с противоположно направленными рабочими колесами

4. Использование рабочих колес с балансировочными (разгрузочными) отверстиями (рис. 4). Это уменьшает давление на нагнетающей стороне рабочего колеса, соединяя область за лопаточным пространством с всасывающей стороной рабочего колеса. Это будет прокачивать поток от задней части рабочего колеса к передней. Этот способ так же имеет недостатки:

- уменьшение КПД насоса, потому что полная всасывающая способность больше, чем установленный поток на выходе;

- балансировочные отверстия не полностью устраняют осевые нагрузки;
- уменьшение КПД с увеличением количеством ступеней, делая данный подход проблематичным для многоступенчатых насосов.

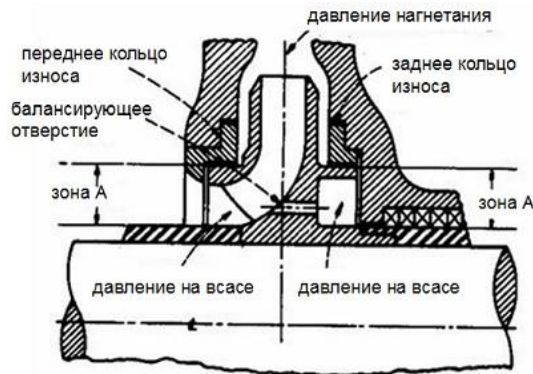


Рис. 4. Рабочее колесо с балансировочными (разгрузочными) отверстиями

5. Компенсация осевого усилия с использованием балансировочного диска (гидропятты) работает, как отверстие с переменным сечением (рис. 5). Балансировочный диск исключает необходимость использования упорного подшипника, поскольку зазор между вращающимися и неподвижными поверхностями балансировочного диска изменяется вместе с давлением напора. В зависимости от увеличения давления напора осевые силы на ротор растут, и ротор будет перемещаться в сторону всасывания. Это перемещает вращающуюся часть балансировочного диска, который закреплен на валу – вперед, уменьшая зазор между ним и неподвижной частью диска. В результате давление в камере, между вращающейся и неподвижной частями балансировочного диска, увеличивается, отодвигая ротор от всасывающей стороны насоса в устойчивое положение. Есть у этого способа недостаток:

- существует возможность контакта во время пуска или при работе в неустановившихся режимах, что может привести к повреждению.

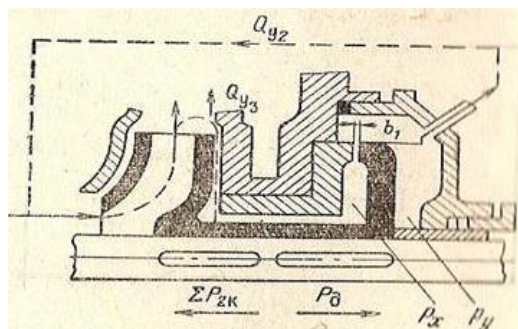


Рис. 5. Рабочее колесо с балансировочным диском (гидропяттой)

Как вариант устранения этого недостатка предложено встроить магниты в существующую конструкцию с использованием гидропяты 4 для предотвращения соприкосновения колец гидропят и корпуса 1. Для этого один магнит 2 крепят на кольцо корпуса, а второй на кольцо гидропят (рис. 6). При пуске насоса эти элементы не будут соприкасаться, так как магниты будут отталкиваться, тем самым продлив срок службы и исключив недостаток в существующей конструкции.

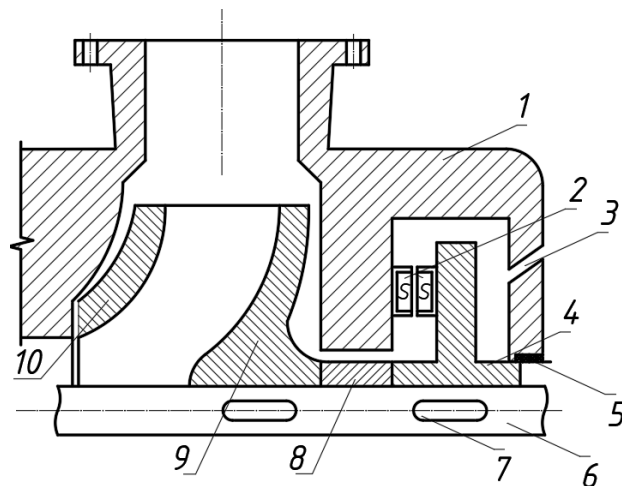


Рис. 6. Компенсация осевого усилия гидропятной со встроенными в кольца магнитами: 1 – корпус насоса; 2 – однополярные магниты; 3 – выходное отверстие для отвода воды; 4 – разгрузочный диск; 5 – сальниковое уплотнение; 6 – вал; 7 – шпоночный паз; 8 – дистанционная втулка; 9 – задний диск рабочего колеса; 10 – передний диск рабочего колеса.

В литературе описан способ магнитного уравнивания установкой магнитов в подшипниковой опоре (рис. 6) [3].



Рис. 6. Магнитное уравнивание осевого усилия
 в консольном насосе

Недостатками данной конструкции можно считать установкой магнитов в масляной ванне.

В нашем случае предложена конструкция насоса с вынесенным между корпусом насоса и подшипниковой опорой диском (рис. 7). Для компенсации осевого усилия используются два магнита одинаковой полярности. На внешней стороне корпуса закреплен статически неподвижный магнит в виде кольца. Одноименный магнит находится на разгрузочном диске.

Принцип работы насоса заключается в следующем. На внутреннюю часть заднего диска рабочего колеса действует осевое усилие, которое смещает рабочее колесо в сторону нагнетания, но также осевое усилие действует и на наружную часть заднего диска 9 с еще большей величиной, что приводит к смещению рабочего колеса с валом 4 в сторону всасывания. Вследствие чего подшипник 5 около муфты быстрее изнашивается. Для предотвращения этого на вал 4 устанавливается через шпоночный паз 7 разгрузочный диск 3, в котором закреплен магнит 2 в виде кольца. Который в свою очередь взаимодействует с магнитом 2, закрепленном на внешней стороне корпуса насоса 1. Из-за осевого усилия разгрузочный диск стремится приблизиться к корпусу. По мере сближения магнитов 2 возрастает сила отталкивания, что приводит к уравновешиванию осевого усилия.

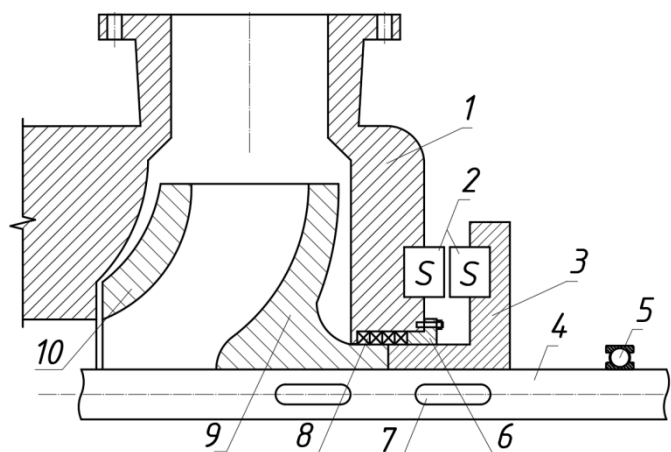


Рис 7. Насос с компенсацией осевого усилия магнитными полями:
 1 – корпус насоса; 2 – однополярные магниты; 3 – разгрузочный диск;
 4 – вал; 5 – радиальный подшипник; 6 – прижимная втулка;
 7 – шпоночный паз; 8 – сальниковое уплотнение;
 9 – задний диск рабочего колеса; 10 – передний диск рабочего колеса.

Компенсация осевого усилия происходит автоматически и бесконтактно.

Список литературы:

1. Картавый, Н. Г. Стационарные машины : учебник для вузов / Н. Г. Картавый. – Москва : Недра, 1981. – 327 с. – Текст : непосредственный.
2. <http://www.fluidbusiness.ru/usefull/articles/balans-osevyh-ysilii/>
3. Захаров, А. Ю. Компенсация осевого усилия в насосах магнитными полями / А.Ю. Захаров, И.А. Косов.//Россия молодая. Сборник материалов VI всероссийской, 59-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием.– Кемерово, 2014. –С. 74.– Текст : непосредственный.