

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТНОГО УСТРОЙСТВА ЦИЛИНДРА НАСОСА

Дин Юнкан, Иванова Г.В., Тарасенко Е.А.

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург*

Ключевые слова: насос поршневой, очистное устройство.

Аннотация. В работе представлен способ и устройство для очистки цилиндра горизонтального поршневого насоса прямого действия от частиц шлама. Расчеты выполнены с использованием программы ANSYS. Рассмотрен процесс движения жидкости в зависимости от времени процесса, определены значения напряжений лопастей в зависимости от положения и времени для заданных условий работы насоса.

RESEARCH OF THE PUMP CYLINDER CLEANING DEVICE

Ding Yongkang, Ivanova G.V., Tarasenko E.A.

Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg

Keywords: piston pump, cleaning device.

Abstract. The paper presents a method and device for cleaning the cylinder of a horizontal direct-acting piston pump from sludge particles. The calculations were performed using the ANSYS program. The process of fluid movement is considered depending on the process time, the values of the blade stresses are determined depending on the position and time for the specified operating conditions of the pump.

Современные конструкции поршневых насосов позволяют использовать устройство для транспортировки жидкостей и газов по трубопроводам, а также для подачи их с глубинных скважин и других автономных источников в химической, нефтегазовой, горно-обогатительной, металлургической промышленности, а также для перекачивания воды из водопроводной сети с недостаточным напором и для канализационных насосных станций.

Широкое применение поршневых насосов обусловлено рядом достоинств, таких как:

- возможность создания довольно высокого давления в камере и обеспечения сухого всасывания;
- изменение частоты вращения, с помощью чего можно регулировать уровень подачи;
- простота конструкции;
- надежность за счет использования качественных материалов устойчивых к износу при активной эксплуатации;

– универсальность, так как поршневой насос можно использовать для работы с любыми веществами, так как материалы конструкции не вступают с ними в реакцию [1,2].

Принцип работы поршневого насоса заключается в вытеснении жидкости за счет разницы давления жидкости в емкостях. Конструкция поршневого насоса, представленная на рисунке 1, состоит из следующих частей: 1-цилиндр; 2-поршень; 3-шток; 4-сменные уплотняющие кольца; 5-всасывающий клапан; 6-нагнетательный клапан [2].

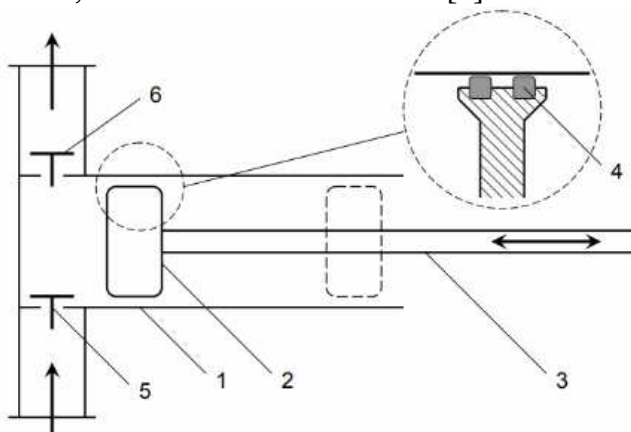


Рис. 1. Схема горизонтального поршневого насоса прямого действия

Цилиндр изготавливают с зеркальной поверхностью внутри для уменьшения сопротивления перекачиваемых веществ. Цилиндр изготавливают из износостойкого материала, который устойчив к воздействию и постоянному контакту с жидкостями разных видов.

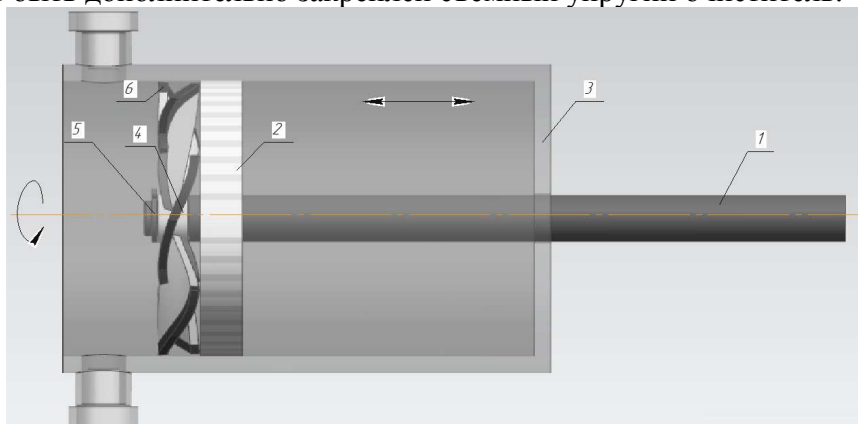
Основное предназначение поршня – это создание необходимого давления в системе устройства для дальнейшего перекачивания веществ. Благодаря использованию специальных уплотнителей движение поршня по цилиндру обеспечивает образование вакуума в камере. Чаще всего изнашиваются и нуждаются в замене уплотнительные материалы.

Шток необходим для передачи силы на поршень. Деталь изготавливают из прочной и высококачественной нержавеющей стали. Срок эксплуатации конструкции продлевается также за счет антикоррозионных свойств детали.

В настоящее время проводятся научно-исследовательские работы по разработке и исследованию износных покрытий на основе высокопрочной стали и изучению трибологических свойств наноструктурированных диффузионных слоев металлических покрытий [3, 4].

Использование насосов для транспортирования абразивных, коррозионно-активных шламов, ливневых, сточных, фекальных, промышленных вод связано с перекачиванием жидкостей с примесями частиц различных по величине и плотности фракций они оседают на внутренней поверхности цилиндра насоса, что приводит к уменьшению его объема и снижению производительности. Существуют различные способы очистки поверхности цилиндра насоса одностороннего действия [5-7].

В работе рассматривается вариант очистки цилиндра поршневого насоса. На рисунке 2 показана схема очистки цилиндра 3 поршневого насоса за счет установки на шток 1 дополнительного элемента в виде крыльчатки 4, выполненного из пластика, например, методом 3D печати, который имеет возможность вращаться относительно концевой части штока, а осевое перемещение элемента ограничивается кольцом 5 (рис. 2). На концах элемента 4 может быть дополнительно закреплен съемный упругий очиститель 6.



1-шток; 2-поршень; 3-цилиндр; 4-лопасти, 5- кольцо; 6-упругий очиститель

Рис. 2. Схема очистки цилиндра насоса

При поступательном перемещении поршня вправо - влево открываются и закрываются всасывающий (нижний) и нагнетательный (верхний) клапаны. При движении вправо всасывающий клапан открывается, объем камеры увеличивается, при движении влево открыт нагнетательный клапан, всасывающий клапан закрыт. Под действием напора жидкости элемент с крыльчаткой совершает вращательное движение, а упругие очистители удаляют с поверхности цилиндра осевшие частицы, что позволяет не уменьшать объем цилиндра, обеспечивает заданную производительность и параметры технологического процесса.

Для анализа процесса использована программа ANSYS.

Исходные данные для расчета, полученные в предварительных расчетах, следующие: $P_{cp} = 0,3$ МПа – среднее постоянное удельное давление на поршень; $n_{кр} = 250$ об/мин – частота вращения кривошипа; $d_n = 0,15$ м – диаметр поршня; $\lambda = 0,25$ – геометрический параметр механизма (отношение радиуса кривошипа к длине шатуна); $\delta = 0,01$ – допускаемый коэффициент неравномерности вращения кривошипа. На рисунке 3 показаны расчетные модели, используемые при расчетах.

На рисунках 4 и 5 (а, б) показаны график изменения времени потока и распределение потока в зависимости от времени процесса, на рисунке 6 (а, б) распределения частиц в зависимости от времени процесса.

В ходе работы определена величина напряжений лопастей устройства в зависимости от положения лопастей и времени процесса. Максимальные значения напряжений 510 Па соответствуют моменту времени 4,4 секунды (рис. 7).

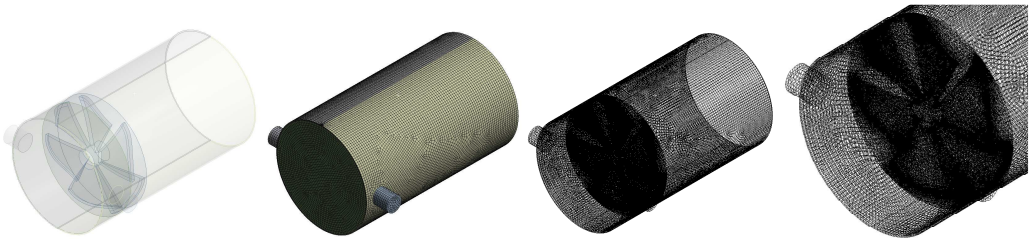


Рис. 3. Модели, используемые при анализе очистного устройства

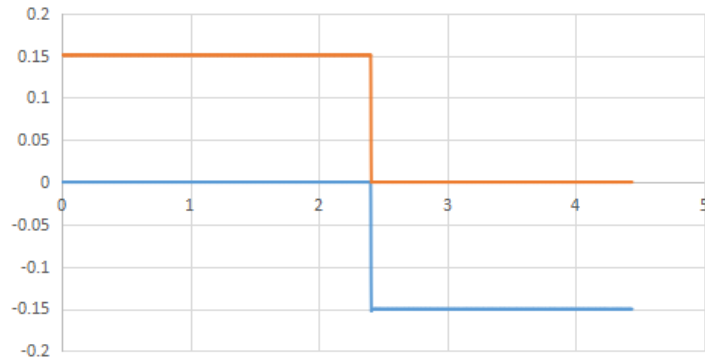


Рис. 4. Время изменения потока

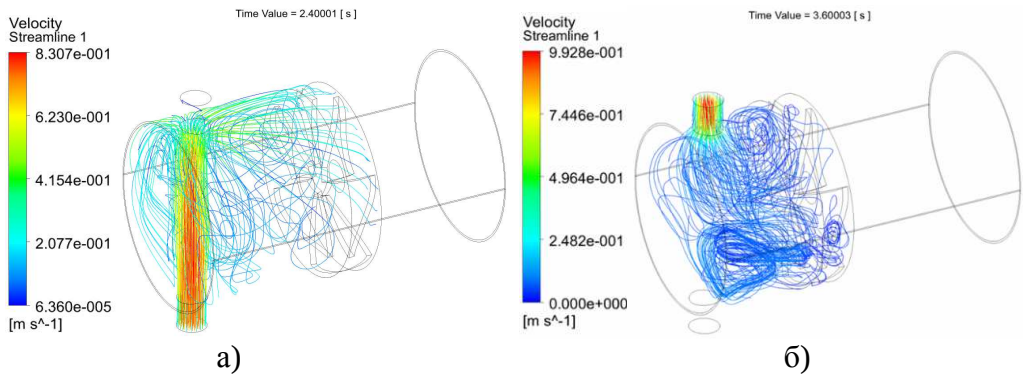


Рис. 5. Распределение скорости потока в зависимости от времени

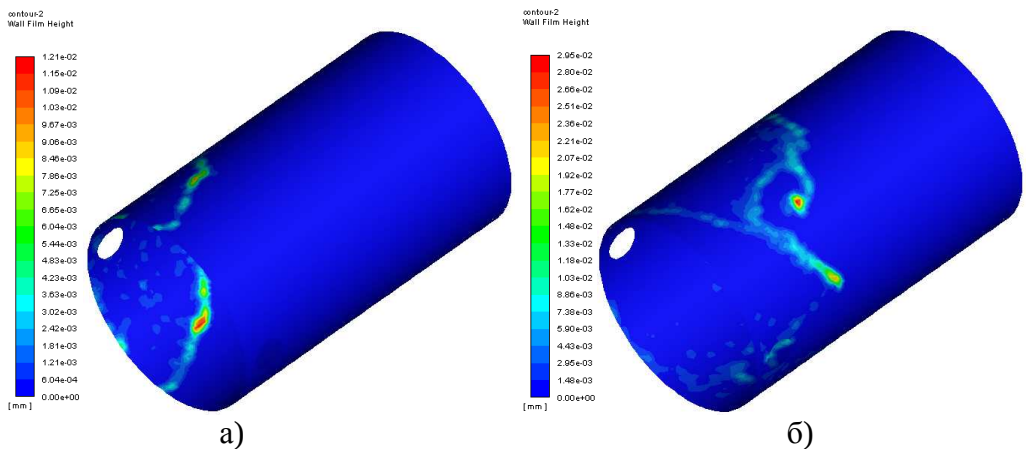


Рис. 6. Распределения частиц в зависимости от времени процесса:
а) 1с, б) 2.4с

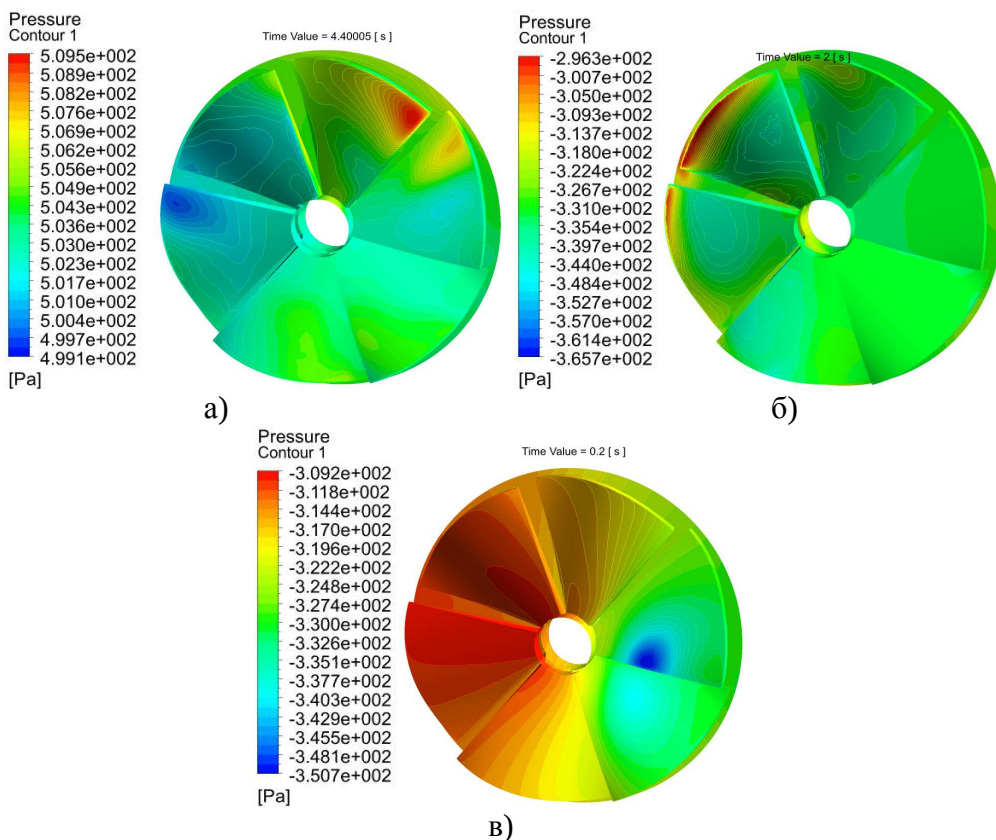


Рис. 7. Результат расчета напряжения для а) 4.4с, б) 2с, в) 0.2с

Анализ полученных при расчете данных позволяет сделать вывод о возможности применения очистного устройства.

Установка очистного устройства для удаления осевших на поверхность цилиндра частиц позволит поддерживать заданную производительность насоса тем самым не нарушать параметры технологического процесса.

Список литературы

1. Специализированное насосное оборудование и системы гидротранспорта [Электронный ресурс]: <https://www.flowex.com.ua/porshnevye-nasosy>.
2. Насосы химических производств: учебно-методическое пособие / сост. Е.А. Дмитриев, Е.П. Могрунова, Р.Б. Комляшёв. – М.: ПХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 48с.
3. Tsvetkova G., Skotnikova M. Engineering and research of wearability coating on the basis of high-strength steel // Proceedings of 9th International Scientific Conference, BALTTTRIB 2017 - Dedicated to 100th Anniversary of Restitution of Lithuania. 9. 2017. P. 166-171.
4. Skotnikova M.A., Tsvetkova G.V., Krylov N.A. Tribological properties of nanostructured diffusion layers of metal coatings // Key Engineering Materials. 2017. Vol. 721. P. 446-450.
5. Патент №2315893 РФ. Буровой поршневой насос одностороннего действия / Сидоренко О.Я. – Оpubл. 27.01.2008, Бюл. №3.
6. Инновационный патент РК №25687. Буровой поршневой насос одностороннего действия / Елефтериadi Д.К., Нугуманов К.К. – Оpubл. 16.04.2012, Бюл. №4.
7. Инновационный патент KZ №29438. Буровой поршневой насос одностороннего действия / Нугуманов К.К., Татаева Ж.К., Калиев Б.З., Карманов Т.А., Исагулов Н.М. – Оpubл. 25.12.2014, Бюл. №12.

References

1. Specialized pumping equipment and hydraulic transport systems [Electronic resource]: <https://www.flowex.com.ua/porshnevye-nasosy>.
2. Pumps of chemical industries: teaching aid / comp. E.A. Dmitriev, E.P. Mogrunova, R.B. Komlyashev. – M.: RChTU n.a. D.I. Mendeleev, 2013. – 48p.
3. Tsvetkova G., Skotnikova M. Engineering and research of wearability coating on the basis of high-strength steel // Proceedings of 9th International Scientific Conference, BALTTTRIB 2017 - Dedicated to 100th Anniversary of Restitution of Lithuania. 9. 2017. P. 166-171.
4. Skotnikova M.A., Tsvetkova G.V., Krylov N.A. Tribological properties of nanostructured diffusion layers of metal coatings // Key Engineering Materials. 2017. Vol. 721. P. 446-450.
5. Patent 2315893 RU. Single-acting drilling piston pump / Sidorenko O.Ya. – Publ. 01/27/2008, Bul. No. 3.
6. Innovative patent of the Republic of Kazakhstan No. 25687. Single-acting drilling piston pump / Eleftheriadi D.K., Nugumanov K.K. – Publ. 04/16/2012, Bul. No. 4.
7. Innovative patent KZ No. 29438. Single-acting drilling piston pump / Nugumanov K.K., Tataeva Zh.K., Kaliev B.Z., Karmanov T.A., Isagulov N.M. – Publ. 25/12/2014, Bul. No. 12.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Дин Юнкан – магистр	Dean Yongkang – master
Иванова Галина Валерьевна – старший преподаватель Высшей школы машиностроения Института машиностроения, материалов и транспорта, инженер-исследователь международного научно-образовательного центра «BaltTribo-Polytechnic»	Ivanova Galina Valeryevna – senior lecturer at the Higher school of mechanical engineering, Institute of mechanical engineering, materials and transport, research engineer at the international scientific and educational center "BaltTribo-Polytechnic"
Тарасенко Елена Александровна – к.т.н., доцент Высшей школы машиностроения Института машиностроения, материалов и транспорта	Tarassenko Elena Aleksandrovna – candidate of technical sciences, associate professor of the Higher school of mechanical engineering, Institute of mechanical engineering, materials and transport
taraselen@mail.ru	

Получена 16.03.2022