

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА 3D-ПЕЧАТИ К РЕМОНТУ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ

Орех Д.В., Зиновьева А.В., Сафрыгин Д.С., Овсянников А.Ю.

Ключевые слова: ABS-пластик, лопастной насос, 3D-печать.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы возможности применения 3D-печати в процессе ремонта насоса и насосных агрегатов. Авторами приводится анализ статических и динамических нагрузок, влияющих на работу вала и рабочего колеса насоса. В статье проанализирована возможность применения деталей, выполненных из ABS-пластика в лопастных машинах.

ON THE ISSUE OF APPLYING THE 3D PRINTING METHOD TO THE REPAIR OF VANE PUMPS

Orekh D. V., Zinoveva A. V., Safrygin D. S., Ovsyannikov A. Yu.

Keywords: ABS plastic, vane pump, 3D printing.

Abstract. The article discusses the possibility of using 3D printing in the process of repairing a pump and pump units. The authors provide an analysis of static and dynamic loads that affect the operation of the shaft and impeller of the pump. The article analyzes the possibility of using parts made of ABS plastic in blade machines.

Центробежные насосы занимают достаточно большое место в промышленности. В период эксплуатации насос воспринимает различные нагрузки механического и гидравлического характера. Нагрузки, действующие на насос в большинстве своем систематичны. В связи с этим большое количество подвижных частей насоса имеют со временем следы усталостного напряжения, особенно в зонах концентрации напряжений. Чтобы избежать выхода из строя, основные элементы насоса изготавливают с заложенными в них прочностными характеристиками. Конструктивно центробежные насосы представляют собой помещенные в корпус вал с посаженным на него рабочим колесом, а также совокупностью уплотнений.

Чтобы избежать усталостного разрушения деталей рабочего колеса и вал должны обладать определенными прочностными характеристиками. Также необходимо отметить, что изношенные детали приводят к снижению объемного к.п.д., за счет увеличения утечек. Восстановление рабочего колеса является экономически невыгодным. Решением данной проблемы может стать печать на 3D-принтере [1]. Подход к изготовлению изделий с применением 3D-печати зародился сравнительно не давно, однако уже широко применим в ракетостроении, медицине, строительстве и т.д. [2]. Популярность применения новой технологии присутствует во многих странах мира. В университете в Хельсинках озадачены вопросом о перспективах и проблемах 3D-печати [3]. В данной работе будет рассматриваться вопрос изготовления рабочего колеса и вала насоса с применением пластика ABS.

Для печати деталей повышенной прочности применяется ABS-пластик. Основными плюсами акрилонитрилбутадиенстирола является

ударопрочность, термостойкость, а также относительно не высокая стоимость. Низкая стоимость позволяет использовать пластик в качестве расходного материала для использования его в промышленности.

Создание таких деталей, как рабочее колесо и вал насоса актуально в случае применения метода переноса трехмерного изображения (цифровой модели) в готовое трехмерное изделие. Для этого идеально подходит метод послойного наплавления (FDM).

При работе насоса колесом создается центробежная сила, которая буквально выталкивает жидкость из рабочей камеры насоса в трубопровод. Вся нагрузка, принимаемая рабочим колесом, передается через соединение на вал. В насосах, где установлено радиальное рабочее колесо, поток жидкости имеет радиальное направление и поэтому создается условия для работы центробежных сил.

Поскольку вал и рабочее колесо являются наиболее значимыми деталями насоса, то при их проектировании особенно важно иметь данные о величине и характере всех воздействующих на них нагрузок. Благодаря учету всех нагрузок, в настоящее время с помощью различных технологий можно оперативно смоделировать работу насоса в условиях, близких к реальным, и тем самым оценить напряженно-деформированное состояние, а, следовательно, надежность его ключевых деталей, включая вал, в любой производственной ситуации, что позволит сократить сроки конструкторско-технологической подготовки производства. По сравнению с базовыми прочностными расчетами современные расчеты имеют ряд поправок, обеспечивающих более объективную оценку состояния деталей.

В работе [4] приводится анализ влияния массы и износа рабочего колеса на нагрузки, действующие на вал. Испытания проводились в 2 этапа на насосе марки K8/18. В работе приводятся значения статических и динамических нагрузок присутствующих в узлах гидромашин.

Произведем анализ возможности применения ABS-пластика в производстве деталей лопастного насоса.

Твёрдость ABS пластика по Бринеллю – 70...125 МПа [15]. Определим достаточность значения прочности для использования пластика в насосе.

Произведем построение графиков статической и динамической нагрузки (рис.1.) по представленным табличным данным.

Табл. 1. Нагрузка на вал

Осевая сила F1, Н	Гидравлическая радиальная сила F2, Н	Гидравлический момент M1, Н·м	Масса рабочего колеса m1, кг
1938,9	1,1	2,87	1,000
1895,9	4,05	2,81	0,951
1879,8	6,58	2,77	0,931
1836,8	9,37	2,66	0,923
1795,6	14,61	2,58	0,895
1736,46	47,85	2,46	0,880

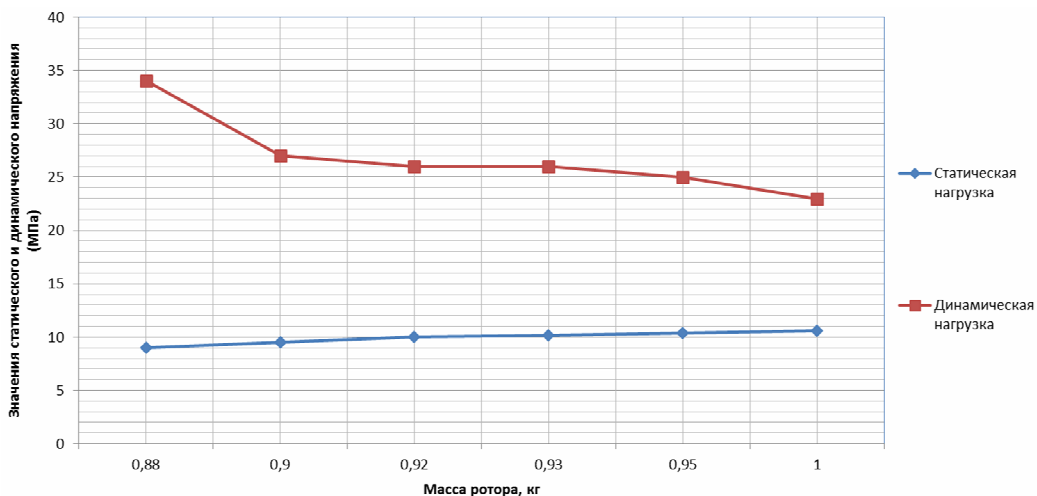


Рис. 1. Зависимость статического и динамического давления от массы рабочего органа

Анализ графиков показывает, что при запасе нагрузки пластика в 125МПа, максимальная суммарная нагрузка на рабочие органы насоса ограничена значением 35МПа, что позволяет изготавливать рабочие органы с применением метода 3D-печати.

Вывод. Результаты теоретического исследования показали, что технология послойной печати ABS-пластиком способна в полной мере обеспечить необходимую прочность рабочим органам пластинчатого насоса. Следовательно, при использовании данной технологии снижается стоимость изготовления рабочего колеса и вала, уменьшается масса и увеличивается ремонтпригодность динамической гидромашины, путем замены рабочих органов на облегченные, выполненные с применением технологии 3D-печати.

Список литературы

1. Пумпур Е.В. Применение аддитивных технологий для ремонта гидропривода горных машин на примере шестеренного насоса НШ-32 // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2016. №1. С. 311–314.
2. Торгашин А.С., Леонгард А.Ю., Бегишев А.М., Назаров В.П. Применение технологий 3D-печати в ракетостроительной промышленности // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. №11. С.105-106.
3. Martins J.P.,Ferreira M.P.A., Ezazi N.Z., HirvonenJ.T., Santos H.A. 3D printing: prospects and challenges: smart 3d printing and nanomaterials for tissue regeneration // Nanotechnologies in preventive and regenerative medicine: an emerging big picture. 2017. P. 299-349.
4. Овчинников Н.П. Прочностной расчет вала насоса с изношенным рабочим колесом // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27, № 4. С.592-606. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201704.592-606

References

1. Pumpur E.V. Adoption of additive technologies for repair of hydraulic drive of mining machines using the NSh-32 gear pump as an example // Problems of development of hydrocarbon and ore mineral deposits. 2016. №1. P. 311-314.
2. Torgashin A.S., Leonard A.Yu., Begishev A.M., Nazarov V.P. The use of 3D printing technologies in the rocket industry // Actual problems of aviation and astronautics. 2015. No.11. P. 105-106.
3. Martins J.P., Ferreira M.P.A., Ezazi N.Z., Hirvonen J.T., Santos H.A. 3D printing: prospects and challenges: smart 3d printing and nanomaterials for tissue regeneration // Nanotechnologies in preventive and regenerative medicine: an emerging big picture. 2017. P. 299-349.
4. Ovchinnikov N.P. Strength analysis of a pump shaft with a worn impeller // Bulletin of the Mordovian University. 2017. Vol. 27, No. 4. P. 592-606. DOI: 10.15507 / 0236-2910.027.201704.592-606

Орех Даниил Викторович – учебный мастер, daniil_oreh@mail.ru	Orekh Daniil Viktorovich – laboratory assistant, daniil_oreh@mail.ru
Зиновьева Анна Владимировна – студент, zina.anya1997@gmail.com	Zinoveva Anna Vladimirovna – student, zina.anya1997@gmail.com
Сафрыгин Дмитрий Сергеевич – студент	Safrygin Dmitry Sergeevich – student
Овсянников Андрей Юрьевич – ассистент, ovsyannikov.mail@gmail.com	Ovsyannikov Andrey Yuryevich – assistant, ovsyannikov.mail@gmail.com
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия	Omsk State Technical University, Omsk, Russia

Received 23.12.2019