

УДК 621.792

Отработка конструкции центробежного насоса на технологичность путем внедрения клеевых соединений в технологический процесс сборки энергетической установки

Захарова Маргарита Эдуардовна

vin.m@bmstu.ru

Гулидов Дмитрий Сергеевич

dimka3845@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Рассмотрена возможность замены традиционных методов сборки вала и лопастного колеса в энергетической установке на клеевые соединения. Основное внимание уделено анализу преимуществ клеевых технологий, таких как повышение технологичности соединения, улучшение прочности, снижение трудоемкости и затрат на производство, а также возможности автоматизации технологического процесса сборки. В ходе работы были изучены различные клеевые составы, включая зарубежные — Loctite и отечественные НИИ Полимеров, проведен расчет прочности получаемых соединений.

Ключевые слова: клеевое соединение, анаэробный клеевой состав, прочность на сдвиг, энергетическая установка, технологический процесс, центробежный насос

В работе рассматривается вариант отработки конструкции центробежного насоса на технологичность путем замены традиционных методов сборки в элементах данной энергетической установки на клеевые соединения. Уделено внимание преимуществам клеевых технологий по сравнению с традиционными методами, такими как шпоночные соединения и соединения с натягом. Эти методы требуют высокоточного оборудования, усложняют процесс сборки и снижают прочность конструкции [1]. Применение клеевых технологий позволяет повысить технологичность процесса, улучшить прочность соединений, а также снизить трудоемкость и затраты на производство. Клеевые соединения также способствуют полной или частичной автоматизации процесса, что особенно актуально для серийного производства [2].

Традиционные методы сталкиваются с проблемами механической прочности и герметичности соединений. Шпоночные пазы ослабляют конструкцию вала наличием выреза, в результате которого момент сопротивления сечения падает, а соединения с натягом требуют изготовления размеров с высокой точностью и диктуют необходимость применения прессового оборудования, что затрудняет автоматизацию. Клеевые соединения, напротив, обеспечивают герметичность конструкции, не ослабляя ее, не требуют дополнительных затрат на оборудование, что снижает затраты на производство в целом и делает процесс более гибким.

Основная цель данной работы заключается в замене шпоночного соединения и соединения с натягом между валом и лопастным колесом центробежного насоса на клеевое соединение. В ходе работы также проводится от-

работка технологичности этого решения. Такой подход позволит повысить качество сборки, увеличить объемы производства, упростить процессы автоматизации и улучшить ремонтпригодность оборудования

В качестве энергетической установки рассматриваются центробежные насосы, применяемые для перекачивания жидкостей. В данном агрегате внимание уделено соединению лопастного колеса и вала [3].

При анализе конструкции центробежных насосов было выяснено, что основные диаметры применяемых приводных валов в данных насосах варьируются от 15 до 50 мм [3]. Именно в данном диапазоне диаметров валов центробежных насосов будет изучаться возможность замены традиционных соединений на клеевое. Рассматривая температурные возможности данных агрегатов, было выяснено, что они работают с жидкостями в диапазоне температур от -40 до $+150$ °C. Однако для специальных моделей, предназначенных для агрессивных или высокотемпературных сред, этот диапазон может быть расширен до $+250$ °C и выше. В данной работе, ограничимся диапазоном от -40 до $+150$ °C [3, 4].

Конструкция узла прошла отработку на технологичность, что отражено в расчетной части исследования.

Проведен анализ клеевых составов, как зарубежных, так и отечественных производителей с целью выявления оптимального варианта для данного изделия. Среди зарубежных продуктов рассмотрены клеевые композиции: Loctite 641, 603 и 620, которые показали достаточную прочность и устойчивость к высоким температурам, характерным для работы рассмотренных энергетических установок [5–7].

Среди отечественных производителей были выделены составы: Унигерм-7, Анатерм-112 и Анатерм-17, соответствующие высоким требованиям прочности и надежности. Состав Унигерм-7 выделяется благодаря высокой прочности на сдвиг и оптимальному времени отверждения, что позволяет корректировать положение соединяемых деталей до завершения процесса отверждения. В тоже время состав Анатерм-112 отличается высокой температурной устойчивостью и прочностью, что делает его подходящим для различных промышленных задач [8, 9].

На основании проведенных исследований, расчетов прочности и анализа характеристик клеевых составов было принято решение в пользу состава Унигерм-7, который отвечает требованиям надежности и экономической эффективности. Это поддерживает курс на импортозамещение, снижая зависимость от зарубежных поставщиков, обеспечивая стабильность производства.

В результате проведенного исследования было установлено, что применение клеевых технологий существенно повышает качество конструкции, упрощает технологический процесс сборки изделия, что особенно важно для таких энергетических установок, как центробежные насосы. Такой вариант отработки конструкции на технологичность, позволит автоматизировать технологический процесс сборки, снизить затраты и повысить надежность конечной продукции.

Литература

- [1] Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. *Гидравлика, гидромашины и гидроприводы*. Москва, Машиностроение, 1982, 368 с.
- [2] Винокурова М.Э. *Сборка регулируемых цилиндрических клеевых соединений*. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2017, 133 с.
- [3] Захарова М.Э., Гулидов Д.С. Разработка классификации лопастных колес центробежных насосов в зависимости от условий работы агрегата. *Главный механик*, 2024, № 4, с. 53–62.
- [4] *Онлайн-каталог торговой марки Pedrollo с возможностью подбора центробежных насосов*. URL: <https://pd-shop.ru/nasos-centrobezhnyj-pedrollo-ngam-1a> (дата обращения 28.09.2024).
- [5] Barbeau W.H., Cocco J., Cowdrey S., Eyles S.K., Ferguson C., Fleischmann W., Forgach A., Garnich F., Heaton J., Lennox A.F., Mayr W., Neumayer R., McNickle J., Nolan D.A., Perkins J.G. Loctite. Hartford Square North, Hartford, 2006, 460 с.
- [6] *Онлайн-каталог торговой марки LOCTITE*. URL: <https://loctite-x.litmoseu.com/home/dashboard> (дата обращения 28.09.2024).
- [7] *Сайт торговой марки LOCTITE*. URL: <http://www.loctite.ru/product-search-3772.htm> (дата обращения 20.04.2019).
- [8] *Сайт ФГУП «НИИ Полимеров»*. URL: <http://www.nicpr.ru> (дата обращения 23.04.2019).
- [9] *Онлайн-каталог клеевой продукции*. URL: <http://www.nicpr.ru/ru/52/kley/> (дата обращения 23.04.2019).

Refinement of the centrifugal pump design for manufacturability by introducing adhesive joints into the assembly process of the power unit

Zakharova M.E.

vin.m@bmstu.ru

Gulidov D.S.

dimka3845@gmail.com

BMSTU, Moscow, Russia

This paper examines the possibility of replacing traditional methods for assembling the shaft and impeller of a power unit with adhesive bonding. The focus is on analyzing the advantages of adhesive technologies, such as increased manufacturability of the joint, improved strength, reduced labor intensity and production costs, as well as the potential for automating the assembly process. Various adhesive compositions were studied, including foreign brands like Loctite and domestic ones from the Polymer Research Institute (NII Polymers). The strength of the resulting joints was calculated.

Keywords: adhesive bonding, anaerobic adhesive composition, shear strength, power unit, technological process, import substitution, centrifugal pump