

УДК 697.2

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПРИВОДЫ ДЛЯ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Черных Данил Сергеевич, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: danil.chernych@gmail.com

Научный руководитель: **Закируллин Рустам Сабирович**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

Аннотация. Статья рассматривает применение частотно-регулируемых приводов для насосного оборудования в системах теплоснабжения. Актуальность исследования заключается в том, что при постоянных расходах воды экономически целесообразным является более точное согласование гидравлических характеристик насосов и присоединенных сетей, производимых подбором насосов, обточкой их рабочих колес и/или проведением наладочных мероприятий в сетях. Для получения наибольшего положительного энергетического и экономического эффекта по затратам на перекачку воды при переходе на метод качественно-количественного регулирования отпуска тепла в тепловых сетях потребители должны быть оснащены соответствующей регулирующей аппаратурой, позволяющей реализовать этот переход, а для регулирования насосов на источниках тепла следует использовать частотное регулирование насосов.

Ключевые слова: теплоснабжение, насосное оборудование, частотно-регулируемые приводы.

Для цитирования: Черных Д. С. Частотно-регулируемые приводы для насосного оборудования в системах теплоснабжения // Шаг в науку. – 2023. – № 2. – С. 79–81.

VARIABLE FREQUENCY DRIVES FOR PUMPING EQUIPMENT IN HEAT SUPPLY SYSTEMS

Chernykh Danil Sergeevich, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: danil.chernych@gmail.com

Research advisor: **Zakirullin Rustam Sabirovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Heat and Gas Supply, Ventilation and Hydromechanics, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

Abstract. The article considers the use of variable frequency drives for pumping equipment in heat supply systems. The relevance of the study lies in the fact that at constant water flow rates, it is economically feasible to more accurately match the hydraulic characteristics of pumps and connected networks by selecting pumps, turning their impellers and / or carrying out adjustment activities in networks. In order to obtain the greatest positive energy and economic effect on the cost of pumping water when switching to the method of qualitative-quantitative regulation of heat supply in heat networks, consumers must be equipped with appropriate control equipment that allows this transition to be implemented, and frequency regulation should be used to control pumps at heat sources. pumps.

Key words: heat supply, pumping equipment, frequency-controlled drives.

Cite as: Chernykh, D. S. (2023) [Variable frequency drives for pumping equipment in heat supply systems]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 2, pp. 79–81.

Центробежные насосы обычно рассчитаны на работу в точке наилучшего КПД при максималь-

ном расходе или вблизи нее. Однако максимальные требования к потоку часто возникают в течение

очень короткого периода рабочего цикла, в результате чего требуется какой-либо метод управления потоком.

Частотно-регулируемые приводы (ЧРП) могут уменьшить расход за счет работы насоса с регулируемой скоростью. Это приводит к снижению давления в системе и работе насоса вблизи точки наилучшего КПД. Кроме того, затраты на техническое обслуживание могут быть снижены. В этой статье будет обсуждаться потенциал энергосбережения частотно-регулируемых приводов, после чего следует краткое описание работы и относительных преимуществ частотно-регулируемых приводов [1].

Центробежные насосы используются во многих промышленных и коммерческих системах те-

плоснабжения. Многие из этих насосов работают с фиксированной скоростью, но могут обеспечить экономию энергии за счет работы с переменной скоростью.

На рисунке 1 показаны физические законы применения центробежных насосов. Расход прямо пропорционален скорости; давление пропорционально квадрату скорости; а мощность пропорциональна кубу скорости. Теоретически можно было бы работать при 50% расходе, потребляя только 13% мощности, требуемой при 100% расходе. Поскольку требования к мощности снижаются намного быстрее, чем уменьшается расход, существует потенциал для значительного снижения энергопотребления при снижении расхода [1].

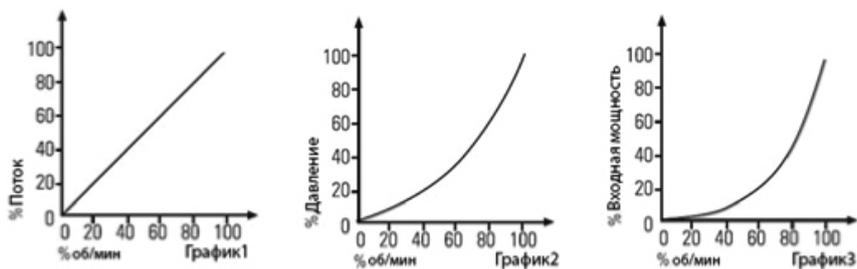


Рисунок 1. Законы подобия центробежных насосов

Источник: заимствовано из [4]

Понимание основных рабочих характеристик центробежных насосов необходимо для применения частотно-регулируемых приводов в данном случае.

На рисунке 2 показана кривая центробежного насоса, описывающая характеристики напора (или давления) в зависимости от расхода типичного центробежного насоса. Эта кривая показывает, что центробежный насос будет производить ограниченный поток, если он применяется к системе трубопроводов, в которой требуется большой перепад давления на насосе для подъема жидкости и преодоления сопротивления потоку (как в точке А). Более высокие скорости потока могут быть достигнуты при уменьшении требуемого перепада давления (как в точке В).

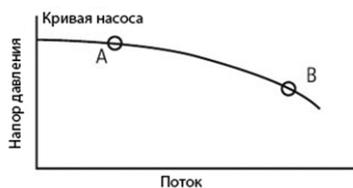


Рисунок 2. Типичная кривая центробежного насоса

Источник: заимствовано из [4]

Чтобы определить, где на этой кривой центробежный насос будет работать в данном приложении, требуется дополнительная информация, предоставляемая системной кривой. Эта кривая, показанная на рисунке 3, представляет характеристики системы трубопроводов, к которой применяется центробежный насос. Напор, требуемый при нулевом расходе, называется статическим напором или подъемной силой [4 IRACST].



Рисунок 3. Системная кривая

Источник: заимствовано из [4]

Это показывает, на какую высоту центробежный насос должен поднимать жидкость независимо от скорости потока.

Другая составляющая напора называется напором трения и увеличивается с увеличением потока. Напор трения – это мера сопротивления потоку (противодавление), создаваемого трубой и связанными с ней клапанами, отводами и другими элементами системы [4].

Пересечение кривых центробежного насоса и системы показывает естественную рабочую точку для системы без регулятора расхода, как показано на рисунке 4. Это пересечение обычно выбирается для обеспечения того, чтобы центробежный насос работал в точке с максимальной эффективностью или близкой к ней.



Рисунок 4. Комбинированные кривые

Источник: заимствовано из [4]

На рисунке 5 показан типичный центробежный насос и кривая КПД для работы на фиксированной скорости. Можно видеть, что при работе с фиксированной скоростью эффективность изменяется при изменении расхода. Однако для работы с переменной скоростью законы подобия предсказывают, что кривая центробежного насоса сдвинется вниз при уменьшенной скорости, а кривая эффективности сдвинется влево таким образом, что эффективность останется постоянной относительно точек на кривой насоса для уменьшенных потоков.



Рисунок 5. КПД насоса с фиксированной скоростью

Источник: заимствовано из [4]

Достижения в области логики позволили создать крупномасштабные интегрированные и микропроцессорные устройства, которые будут продолжать увеличивать возможности частотно-регулируемых приводов. Улучшения в тиристорах привели к уменьшению размера, в то время как разработка IGBT расширила возможности и диапазоны размеров [2]. Ожидается, что в ближайшие годы стоимость частотно-регулируемых приводов будет продолжать снижаться, а производительность расти. Помимо долгосрочной экономии энергии, разница в первоначальных затратах на установку комплекта частотно-регулируемого привода/двигателя по сравнению с комплектом стартера переменного тока/двигателя постоянно уменьшается [2].

Резкий рост затрат на электроэнергию в последние годы сделал управление потоком с переменной скоростью за счет использования частотно-регулируемых приводов во многих случаях экономичным. Крупным пользователям центробежного насосного оборудования было бы разумно начать приобретать опыт работы с этими частотно-регулируемыми приводами уже сейчас [3].

Литература

1. Байбаков С. А., Шакирова Е. А. Регулирование насосно-перекачивающих станций тепловых сетей и составление режимных карт // Энергетик. – 2009. – № 8. – С. 38–40.
2. Лезнов Б. С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М.: Машиностроение, 2013. – 175 с.
3. Сыромятников И. А. Режим работы асинхронных и синхронных электродвигателей. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 528 с.
4. Tomar A., Singh D. (2012) Literature Survey on Variable Frequency drive. IRACST – Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ), Vol 2, No 3, pp. 481–488.
5. Ying Li (2019) Energy and Environmental Efficiency in Different Chinese Regions Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/4/1216> (accessed: 15.11.2022).
6. Li Song (2018) Performance assessment of variable frequency drives in heating, ventilation and air-conditioning systems Available at: https://www.researchgate.net/publication/324810181_Performance_assessment_of_variable_frequency_drives_in_heating_ventilation_and_air-conditioning_systems (accessed: 15.11.2022).
7. Ioan Sarbu (2015) Energy Savings Potential for Pumping Water in District Heating Stations Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/5/5705> (accessed: 15.11.2022).

Статья поступила в редакцию: 23.12.2022; принята в печать: 05.06.2023.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.