

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСА ПОДПИТКИ ТЕПЛОСЕТИ

В статье рассмотрены вопросы моделирования электропривода центробежного насоса подпитки теплосети.

Насосы представляют собой гидравлические машины, предназначенные для перемещения жидкости под напором. Преобразуя механическую энергию приводного двигателя в механическую энергию движущейся жидкости, насосы поднимают её на определённую высоту, подают на необходимое расстояние в горизонтальной плоскости или заставляют циркулировать в какой-либо замкнутой системе. История возникновения и развития насосов показывает, что первоначально они предназначались исключительно для подъёма воды. Однако в настоящее время область их применения настолько широка и разнообразна, что определение насоса как машины для перекачивания воды было бы односторонним.

Функцией насоса подпитки в теплосети является поддержание заданного давления, причем расход перекачиваемой жидкости может существенно изменяться в зависимости от конкретных условий. Следовательно, необходимо предусматривать средства регулирования, обеспечивающие работу системы при различных расходах.

Наибольшее распространение в системах водоснабжения получили центробежные насосы. Их преимущества – простота конструкций и удобство эксплуатации, а также обеспечение плавной и непрерывной подачи перекачиваемой жидкости при достаточно высоких значениях КПД. Основными параметрами центробежных насосов являются напор, подача, мощность, КПД. Для насосов приводят рабочие характеристики, которые дают наглядное представление об изменении основных его параметров.

Реальные эксплуатационные характеристики насоса могут быть получены только при совместном анализе характеристик насоса и сети, на которую он работает. Точка пересечения напорно-расходной характеристики насоса и характеристики сети дает рабо-

чую точку, в которой насос работает устойчиво, обеспечивая рабочий напор и рабочую подачу.

Наиболее простым способом управления (перемещения рабочей точки) является использование задвижки (заслонки). При этом изменяется гидравлического сопротивления сети (рис. 1), то есть возникают потери напора на задвижке. Из-за потерь энергии и воды такой способ регулирования неэкономичен.

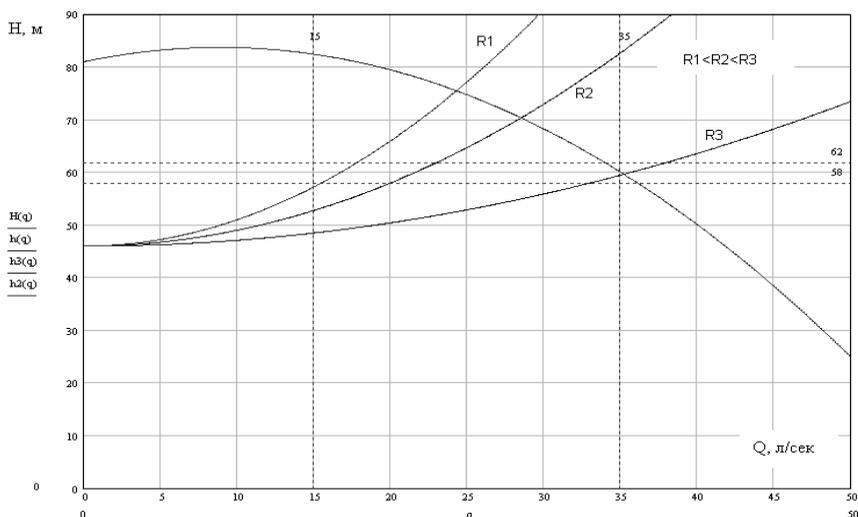


Рис. 1. Характеристики сети при регулировании задвижкой

Для решения задачи минимизации потерь, связанных с регулированием давления в сети, необходимо исключить дополнительные гидравлические сопротивления. Это можно сделать, если процесс регулирования давления производить изменением частоты вращения двигателя с помощью регулируемого асинхронного электропривода. Характеристики при изменении частоты вращения насоса изображены на рис. 2, где кривая 4 соответствует номинальной напорной характеристике, а кривая 3 – напорная характеристика при изменении частоты вращения. При таком способе регулирования исключаются потери напора (нет дроссельных элементов), а значит, и потери гидравлической энергии.

Управление асинхронным двигателем осуществляется с помощью преобразователя частоты, что позволяет создать надежную и эффективную систему регулирования, а также продлить срок служ-

бы оборудования и снизить вероятность возникновения аварийного режима работы. Блок-схема ЭП, показанна на рис. 3, основные элементы схемы: ПЧ – преобразователь частоты, асинхронный двигатель серии 4А мощностью 55 кВт, центробежный насос типа 4К-6 и сильфонный датчик давления.

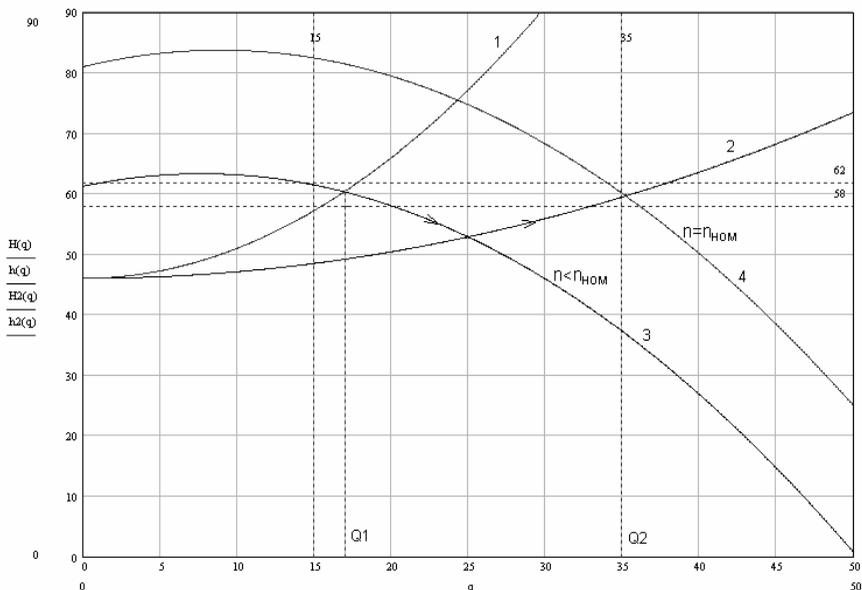


Рис. 2. Характеристики: сети – 1, 2 и турбомеханизма – 3 и 4 при регулировании производительности скоростью вращения

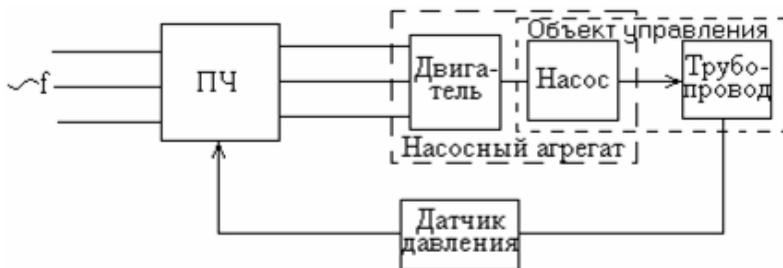


Рис. 3. Блок-схема электропривода насоса подпитки теплотсети

В моделируемой системе регулирование реализуется посредством стороннего наблюдателя, контролирующего показания изме-

рительных приборов. Возможно и автоматизированное регулирование с использованием обратной связи и датчика давления.

Моделирование системы было реализовано в программе Matlab 6.5. К особенностям модели отнесем нелинейную зависимость статического момента от частоты вращения насоса.

Так как насос подпитки осуществляет не основную подачу теплоносителя, а лишь восстанавливает его потери в системе теплоснабжения, то требуемое значение напора  $H_{\text{треб}}$  задаётся специальным звеном, что характеризует действия системы со сторонним наблюдателем, получающим данные о состоянии сети от датчика давления, установленного в трубопроводе. Для автоматизированной системы стабилизации давления необходимо использовать ПИД-регулятор и обратную связь по данной координате. Ступенчатая форма изменения задания объясняется тем, что напор воды в трубопроводе меняется со временем в зависимости от различных внешних воздействий (подключение-отключение потребителей, возникновение утечек в трубопроводе и других факторов). Графики изменения скорости и момента на валу двигателя при различных значениях  $H_{\text{треб}}$  показаны на рис. 4.

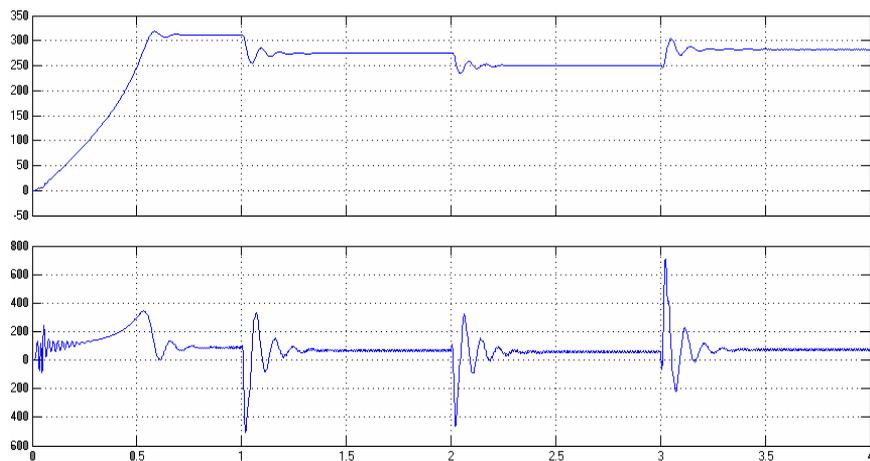


Рис. 4. Графики изменения скорости и момента на валу двигателя при различных значениях  $H_{\text{треб}}$