

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ДЛЯ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Шутова А.Н., магистр гр. ЭТ-13, I курс
Научный руководитель: Овсянников В.Н., к.т.н., доцент
Самарский государственный технический университет,
г. Самара

Внедрение новых средств регулирования скорости асинхронных двигателей, в которых используются электроприводы для насосных установок последних десятилетий, стали использовать регулируемые электроприводы [1]. Регулируя частоту вращения насоса, его рабочие параметры регулируются в соответствии с режимом работы системы обслуживания.

Использование насосных установок РЭП в системе управления насосной станцией позволяет улучшить её режим работы, повысить энергетические и экономические выгоды, в частности: снижение энергопотребления в среднем на 5-15% (в отдельных ситуациях до 25%); уменьшение утечек и непроизводительного расхода воды; уменьшение объема строительства зданий насосных станций на 15-20% за счет увеличения мощности насосных установок и уменьшения их количества.

Наличие регулируемых электроприводов насосов снижает аварийность за счет уменьшения количества включений и выключений насосного агрегата и более плавного характера изменений подачи воды и давления в системе. Использование насосов РЭП в насосных установках также эффективно с точки зрения улучшения состояния окружающей среды, так как способствует снижению расхода сточных вод в дренажную систему за счет уменьшения утечек и непроизводительных расходов воды. Окупаемость таких электроприводов при правильном подборе элементов системы осуществляется в течение нескольких лет [3]. С увеличением расхода жидкости частота включения насосов увеличивается, продолжительность пауз уменьшается, так как объем жидкости в баке увеличивается быстрее. Количество включений - отключений насосных установок может увеличиться до недопустимого, что особенно вредит агрегатам большой мощности. В таких ситуациях предпочтительнее использовать регулируемый электропривод.

Регулируемый электропривод насосного агрегата выполняет две основные функции: преобразование электрической энергии в механическую, и управление работой установки с целью обеспечения необходимого давления и расхода воды. Это обеспечивает значительную экономию как электроэнергии (около 30%), так и воды - до 25% и тепла - до 10% [4].

Электропривод, регулирующий скорость рабочего органа механизма, имеет широкие возможности для оптимального управления технологическим процессом, например, обеспечения экономичного энергопотребления.

Регулирование скорости рабочих органов машины является обязательным условием для работы многих рабочих машин и механизмов [1].

Также регулируемый электропривод позволяет:

- уменьшать утечки и непроизводительные расходы воды при использовании в энергосберегающей системе САУ;
- устранить причины нерационального потребления энергии;
- увеличить частоту вращения центробежного насоса выше номинального значения;
- снизить потери мощности при дросселировании насоса, работающего с избыточным напором;
- регулировать частоту вращения рабочих колес насоса.

Частотно-регулируемый электропривод применяется в системах автоматизированного управления (САУ) насосных установок с целью его использования для согласования работы насосов с режимом работы обслуживаемой системы подачи жидкости, например, водопроводной или канализационной сети или промышленного предприятия.

Требуемое значение частоты вращения определяется в зависимости от многих факторов. К ним относятся: расход жидкости в системе, её уровень в резервуарах, статические и динамические значения противодавления, количество параллельно работающих насосов и насосных установок, подающих жидкость в систему, и т. д. [2].

Насосная установка является основным энергетическим элементом насосной станции. Она содержит один или несколько насосов. Также установка имеет в своем составе систему трубопроводов (всасывающую, нагнетательную), технологические датчики, фиксирующие необходимые параметры установки, запорную арматуру и приводной двигатель.

Наибольшее распространение получили центробежные насосы (ЦП).

Эксплуатационные свойства ЦН определяются зависимостью напора (давление жидкости) на выходе от производительности при различных скоростях

$$H = F(Q),$$

где H — напор на выходе, м. ст. жидкости;

Q — производительность, м³ /с.

Напор, необходимый для комфортного водоснабжения потребителей $H_{\text{необх}}$, м вод. ст., может быть рассчитан следующим образом:

$$H_{\text{необх}} = 3 \cdot N + K_{\text{пот}}$$

где N — число этажей самого высокого здания, включая подвал;

$3 \cdot N$ — напор, необходимый для поднятия воды на верхние этажи;

$K_{\text{пот}}$ — доля напора, расходуемая при подаче воды потребителям на покрытие потерь в трубах, $K_{\text{пот}} = 5 \dots 15$ м вод.ст. (минимальное число относится к насосу, обслуживающему только одно здание, максимальное — к группе зданий).

Вторая составляющая может существенно изменяться в зависимости от расхода воды, диаметра и качества труб.

Устраняемый за счет снижения скорости насоса избыток напора

$$\Delta H = H_{\text{факт}} - H_{\text{необх}}$$

При регулировании насоса изменением частоты вращения обеспечивается минимально возможное энергопотребление насоса.

Кроме того, регулирование частоты вращения насосов позволяет оптимально распределять нагрузку между совместно работающими агрегатами, обеспечивает равенство их КПД или удельного энергопотребления, сохраняет рабочие точки насосных агрегатов в зоне оптимального КПД, а удельные затраты энергии в зоне минимальных значений.

При регулировании частоты вращения снижение энергопотребления равно потерям, обусловленным превышением напоров, которые имеют место при работе насосов с постоянной частотой вращения.

Центробежные насосы наиболее эффективно регулируются путем изменения скорости вращения их рабочих колес. Изменение частоты вращения рабочих колёс насосов осуществляется с помощью РЭП.

Процесс регулирования частоты вращения любого механизма анализируется с помощью механических характеристик агрегата. Ниже приведены механические характеристики электродвигателей, которые сопоставляются с механическими характеристиками насосов [2].

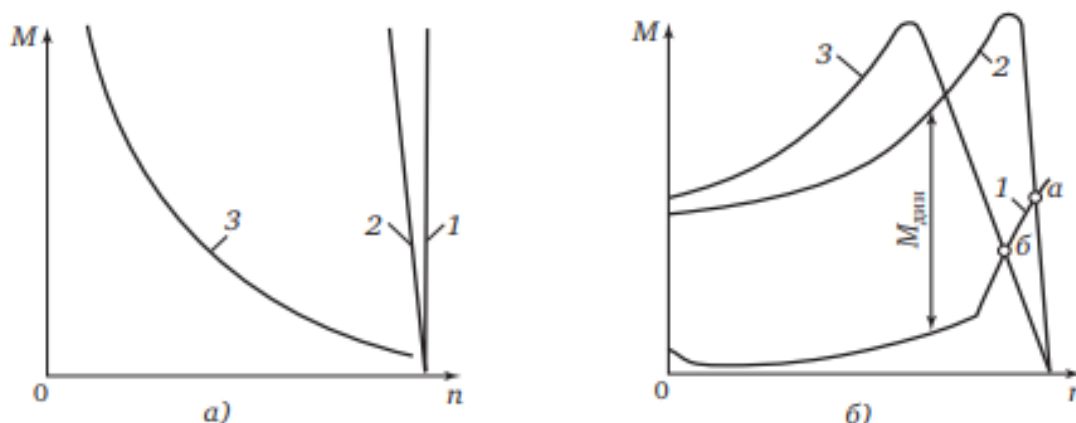


Рисунок 1 — Механические характеристики электродвигателей (а) и насосного агрегата (б)

На механической характеристики электродвигателя(рис. 2.1, а)
кривая 1 — свойственна синхронным электродвигателям;

2 — свойственна асинхронным двигателям (в рабочей части характеристики), частота которых незначительно меняется при изменении вращающего момента;

3 — свойственна двигателям постоянного тока последовательного возбуждения, частота которых существенно меняется при изменении вращающего момента.

На рис. 1.2, б представлены механические характеристики насосного агрегата, состоящего из центробежного насоса и асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором:

1 — механическая характеристика насоса, оборудованного обратным клапаном;

2 — механическая характеристика электродвигателя;

3 — при введении добавочного сопротивления в роторную цепь электродвигателя.

Таким образом, процесс регулирования частоты вращения насосного агрегата непрерывно сопровождается изменениями вращающего момента электродвигателя и момента сопротивления насоса.

Чем больше насосов задействовано в процессе регулирования расхода насосной установки, тем ниже избыточное давление. Однако существует предел, выше которого бесполезно увеличивать количество параллельно работающих насосов. Увеличение подачи воды за счет того, что характеристики насосов и водопроводов имеют вид параболы, не пропорционально количеству параллельно работающих насосов. Обычно количество насосов, работающих параллельно, ограничивается $6 \div 8$ агрегатами. Количество работающих насосов, участвующих в процессе регулирования, учитывается введением в расчёт снижающего коэффициента φ — снижающий коэффициент, значение которого зависит от количества насосов m , работающих параллельно в диапазоне изменения подачи за расчетный период и участвующих в процессе подачи. Другие факторы (например, изменения в эффективности и т. д.) не принимаются во внимание.

Список литературы:

1. Онищенко Г. Б. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений. — Москва: Издательский центр Академия, 2006 г. — 317 с.

2. Лезнов Б. С. Л 41 Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. — М.: Машиностроение, 2013. — 176 с., ил..

3. Регулируемый электропривод насосных установок. Режим доступа: <http://engineering systems.ru/r/reguliruemiy-elektroprivod-nasosov.php> (Дата обращения: 26.10.2018).

4. Ильинский Н.Ф Основы электропривода : учебное пособие для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2003 г. — 224 с

