

УДК 621.313.2

П.З. ХОДЖАЕВ, студент гр.5АМ16 (ТПУ)
Научный руководитель И.Г. ОДНОКОПЫЛОВ, к.т.н., доцент (ТПУ)
г. Томск

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ ПРИ РАБОТЕ НА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Одними из самых важных и востребованных источников энергии в мире является нефть и газ. По состоянию на 1 января 2019 года на Россию приходится 6,1% от всех мировых запасов нефти (6 место среди стран мира) и 12,6% добычи нефти (3 место среди стран мира). Можно утверждать, что в ближайшие годы нефть и газ будет занимать главенствующие позиции в экономике РФ, несмотря на произошедшие кризисные ситуации современного периода времени. Это обосновано тем, что нефтегазовая отрасль страны, являясь драйвером развития экономики, формирует 20% ВВП, 40% доходов в бюджет и 60% экспорта. В 2020 году примерно 85% нефти и газа в РФ добываются в осложненных условиях, что также подразумевает холодный климат.

Актуальной на сегодняшний день является задача повышения работоспособности синхронный ЭП регулирующей арматуры с целью достижения эксплуатационных характеристик при низких температурах окружающей среды. Определяющее влияние на работоспособность электроприводов оказывают низкие температуры (-40...-60°C), особенно в период запуска агрегатов после длительной остановки.

Цель работы – анализ проблемы обеспечения работоспособности регулирующей арматуры при влиянии низких температур и поиск оптимального решения для выбранного электропривода.

Объект исследования – синхронный частотно-регулируемый электропривод регулирующей арматуры.

Электропривод регулирующей арматуры, газовых магистральных трубопроводов представляет собой сложный мехатронный модуль, объединяющий в своем составе систему управления, силовой преобразователь, синхронный двигатель и редуктор волнового типа. В качестве силового преобразователя может использоваться преобразователь частоты. Система управления должна обеспечивать требуемые режимы эксплуатации регулирующей арматуры, адекватную реакцию электропривода на изменение внешних условий, поддержку защитных функций и коммуникаций с другими устройствами, диагностику состояния всех элементов электропривода.

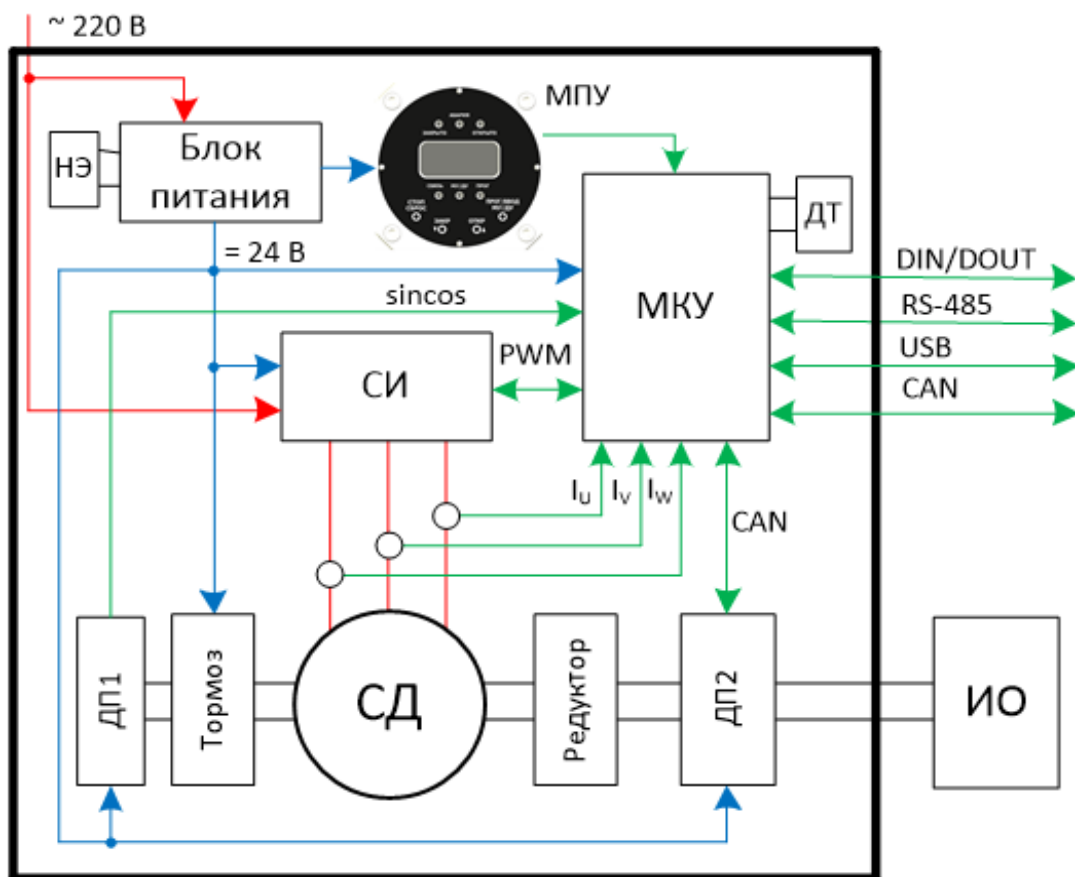


Рис. 1. Кинематическая схема электропривода

Особенно большое влияние на работоспособность электропривода оказывают низкие температуры $-(40...60)^\circ\text{C}$. Температура окружающей среды и связанная с ней температура проходящей жидкости (газ) оказывают определяющее влияние на работоспособность и ресурс работы всех элементов электропривода: силового преобразователя, синхронного двигателя, системы управления, редуктора, задвижки запорной арматуры. Эффективность работы механической части электропривода (редуктора и арматуры) определяется давлением и объемом пропускаемой среды, потерями энергии на трение в подвижных соединениях и, как следствие, интенсивностью изнашивания деталей.

Привод имеет подогревающий модуль, который нагревает только электронные платы, внутренний источник питания и силовые полупроводниковые ключи. В рассматриваемом электроприводе основная проблема обеспечения требуемого крутящего момента при низких температурах заключается в смазочных материалах электропривода.

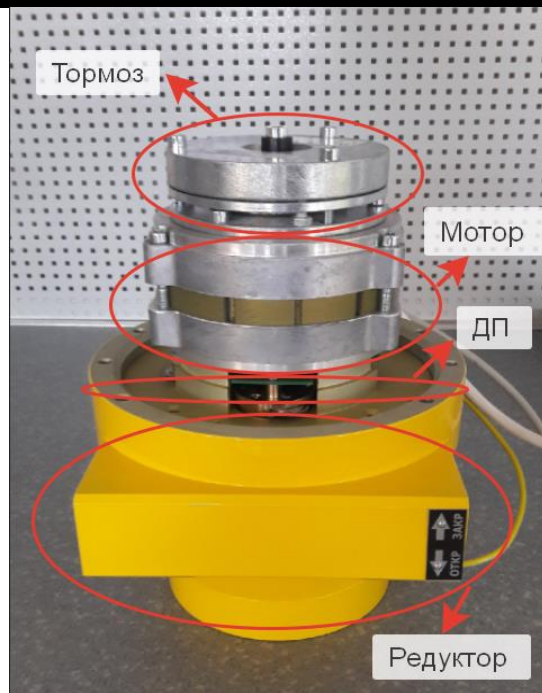


Рис. 2. Сборки механической части электропривода

Синхронный мотор является серийным, поэтому смазочные материалы электропривода обеспечивают максимальный крутящий момент до -40 градусов. Для нормальной его работы при низких температурах, необходимо его нагреть. В данной работе предлагается рассмотреть вариант прогрева мотора с помощью тока в обмотках статора.

Рассчитаем мощность подогрева используя обмотку статора:

$$P = I \cdot I \cdot R \cdot 3 = 3 \cdot 3 \cdot 1,7 \cdot 3 = 45,9 \text{ Вт}$$

где $I=3\text{А}$ -ток потребляемый электропривод при прогреве, $R = 1,7 \text{ Ом}$.

Далее необходимо рассчитать температуру, на которую можно прогреть мотора за оговоренный промежуток времени. Обычно выход не рабочий режим в подобных электроприводах составляет не более 1 часа.

Теплоёмкость электропривода:

$$C = \frac{Q}{m} \cdot \Delta t$$

где

m -масса тела, Q -тепловая энергия, C - удельная теплоемкость, Δt -разность конечной и начальной температур вещества.

$$\Delta t = \frac{C \cdot m}{Q} = \frac{897 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 3,2\text{кг}}{45,9\text{Вт}} = 1^\circ\text{C}$$

За 1 минуту электропривод нагреется на 1 градус. Т.е. расчеты показывают, что при окружающей температуре -60 градусов электропривод выйдет на режим за 20 минут.

На рисунке 4 представлена экспериментальная зависимость температуры электропривода от времени. Результаты показали незначительное расхождение реальной теплоемкости от рассчитанной, на основании чего можно сделать вывод, что расчёт теплоемкости соответствует действительным значениям. Показания температуры электропривода при нагреве представлены в таблице 1.

Таблица 1

t, c	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
$T^{\circ}C$	24.8	28	32	36	40	42	45	48	50	52	55

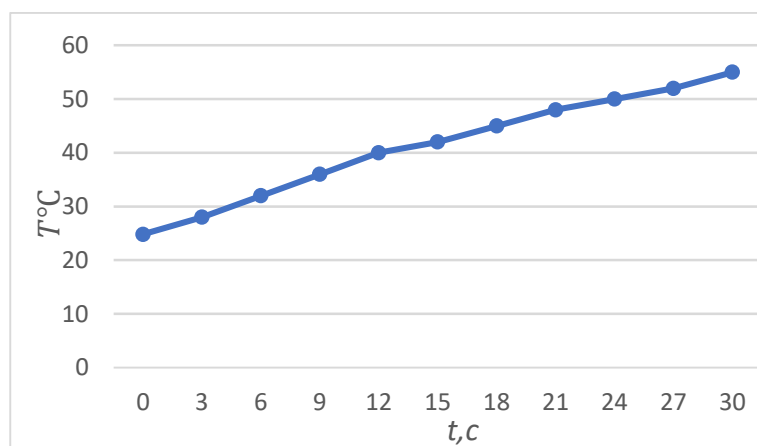


Рис. 4. График измерения температуры

Выводы:

Актуальной на сегодняшний день является задача повышения работоспособности синхронного электропривода регулирующей арматуры при низких температурах окружающей среды.

Для нормальной работы электропривода в температурном диапазоне от $-40^{\circ}C$ до $-60^{\circ}C$ рассмотрен вариант прогрева мотора с помощью подачи тока в обмотках статора.

Метод прогрева электропривода показал, что при прогреве двигателя током в 3А в течении 30 минут двигатель нагрелся до 30 градусов. Из вышесказанного можно заключить, что методика прогрева двигателя является эффективной мерой для решения проблем работы электропривода в условиях низких температур.

Список литературы:

1. Бекишев Р.Ф., Ланграф С.В., Казаков В.С., Смирнов А.О. Исследование динамических режимов работы частотно–управляемого асинхронного электропривода в условиях низких температур // Журнал «Известия ТПУ». – Томск: ТПУ, 2011. – Т. 319. – №4. - С. 107-110.

2. Смирнов А.О. Повышение работоспособности асинхронного электропривода трубопроводной арматуры при низких температурах – автореферат – рукопись – Томск: ТПУ, 2011.

3. Букреев В.Г., Хохряков Б.Г., Смирнов А.О. Повышение работоспособности асинхронного электропривода с волновым редуктором при низких температурах окружающей среды // Изв. вузов. Электромеханика. 2013. № 4. С. 27 – 31.

Информация об авторах:

Ходжаев Парвиз Зафарович, студент гр. 5AM16, ТПУ, 634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, д. 30., pzh1@tpu.ru

Однокопылов Иван Георгиевич, к.т.н., доцент, ТПУ, 634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, д. 30., odivan@tpu.ru