

Разработка мероприятий, повышающих
энергоэффективность насосной станций
ГКП «Астана Су Арнасы»



МАГИСТРАНТ: ҚОЖАБАЕВ Е.А.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:
Д.Т.Н., ПРОФЕССОР
АХМЕТБАЕВ Д.С.



Целью предполагаемых исследований является разработка в метода исследования стационарных режимов, с целью снижение технологических потерь электроэнергии путем компенсаций реактивной мощности.

Задачи исследования. Анализ насосной станций.


1. Измерение активной и реактивной мощности и построение графиков нагрузки.
2. Измерение напряжение и анализ его качественных показателей.
3. Разработка алгоритмов управление реактивной мощностью.
4. Определение потерь в сетях электроснабжение насосной станций
5. Разработка повышающие энергоэффективность системы электроснабжение



Научная новизна, положения

Научная новизна работы:

- Использование частотно-регулируемых электропривод в системе управления, которые позволяют плавно запускать, регулировать и изменять энергетические параметры приводного электродвигателя в зависимости от режима работы.
- Разработаны алгоритмы отдельного управления потоками реактивной мощности
- Разработаны методики проектирования основных элементов силовой части регулятора качества с минимизацией массогабаритных параметров;



Канализационные
Очистные Сооружение
(КОС) ГКП «Астана Су
Арнасы» был основана
1969 года. Станция
обслуживает г.Астану уже
более 40 лет. Проектная
производительность
очистных сооружений
составляет 136 тысяч
кубометров в сутки.

В 2012 году потребление
электроэнергии ГКП
«Астана Су Арнасы»
составило 61 млн.кВт/час.
Расход электроэнергии на
перекачку чистых и
сточных вод с учетом
оборотного
водоснабжения в
канализационным
очистным сооружения
(КОС) ГКП «Астана Су
Арнасы» оценивается в
30-40 млн. кВт. ч/год.





Определение расчетных электрических нагрузок насосной станции

Выбор типа и числа рабочих насосов

$$P_{нас} = \frac{K_3 \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_{нфс}} \cdot 10^{-3}$$

Суммарная электрическая нагрузка насосной станции

$$P_p = K_c \cdot P_H$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$$

Номинальные данные двигателя насоса типа 800В-2,5/63

Мощность 680 кВт

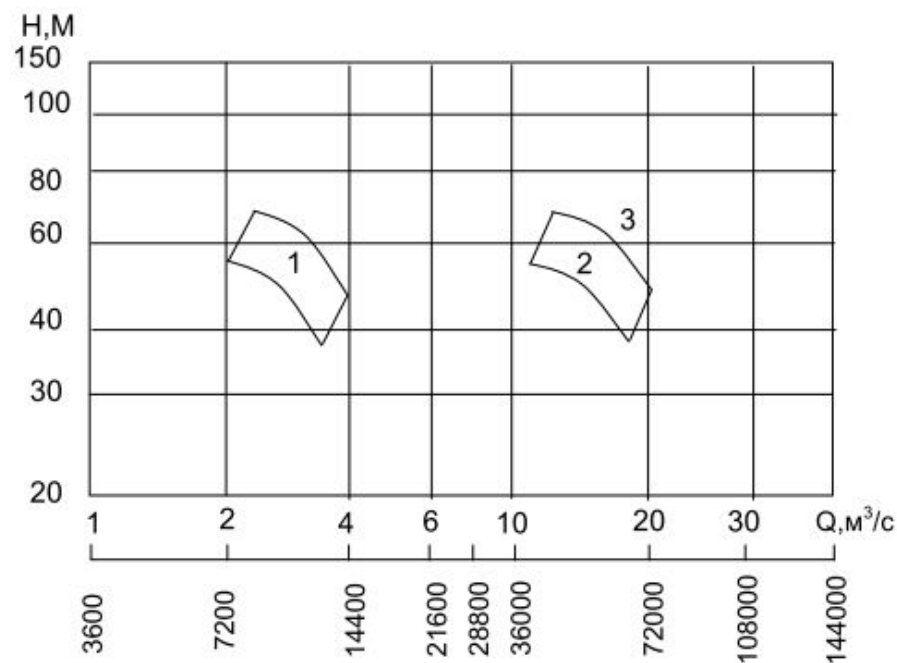
Ном.напряжение 600 В

Ном.ток 1250 А

Частота вращения, 500 об/мин

$\cos \varphi$ 0,88

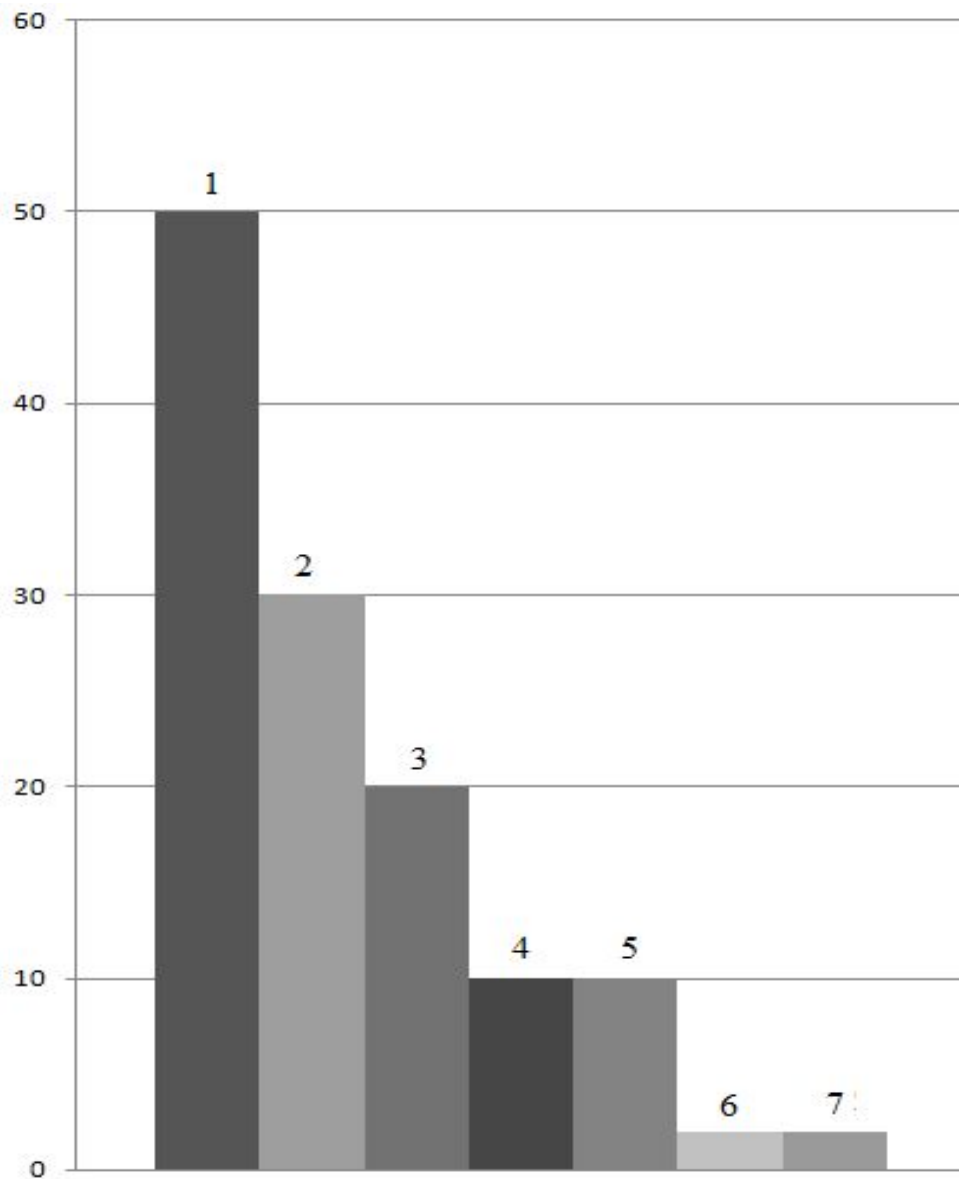
КПД 85%



Рабочая характеристика

Методы снижения энергопотребления насосных систем

Методы снижения энергопотребления насосных систем	Снижение энергопотребления
Замена регулирования подачи задвижкой на регулирование частотой вращения	10 - 60%
Снижение частоты вращения насосов, при неизменных параметрах сети	5 - 40%
Регулирование путем изменения количества параллельно работающих насосов.	10 - 30%
Подрезка рабочего колеса	до 20%, в среднем 10%
Использование дополнительных резервуаров для работы во время пиковых нагрузок	10 - 20%
Замена электродвигателей на более эффективные	1 - 3%
Замена насосов на более эффективные	1 - 2%



- 1 Замена регулирования подачи задвижкой на регулирование частотой вращения
- 2 Снижение частоты вращения насосов, при неизменных параметрах сети
- 3 Регулирование путем изменения количества параллельно работающих насосов
- 4 Подрезка рабочего колеса
- 5 Использование дополнительных резервуаров для работы во время пиковых нагрузок
- 6 Замена электродвигателей на более эффективные
- 7 Замена насосов на более эффективные

Диаграмма соотношений эффективности применяемых методов для экономии энергии в насосных станциях

Основные положительные эффекты применения частотного регулирования.



- **Уменьшение расхода электроэнергии на привод насосов**
- Уменьшение реактивной мощности, которой электродвигатель обменивается с питающей сетью
- Исключение при регулировании гидравлических потерь в виду отсутствия дроссельных элементов
- Уменьшение механической, а следовательно, и электрической мощности потребляемой из сети вследствие уменьшения скорости вращения
- Более точное регулирование технологических параметров благодаря встроенному в преобразователь частоты ПИД-регулятору

Расчет системы преобразователя частоты

Скорость вращения на ХХ:

$$n_0 = \frac{60 \cdot f}{p}$$

Частота вращения на ХХ:

$$\omega_0 = \frac{\pi n_0}{30}$$

Ток намагничивания I_{μ} :

$$I_{\mu} = I_{1n} \left[\sin \varphi_n - \left(\frac{\cos \varphi_n}{\lambda_m + \sqrt{\lambda_m^2 - 1}} \right) \right]$$

Реактивное сопротивление статора и ротора:

$$X_1 = \frac{X_k}{2 \cdot c1} \quad X_2 = X_1 \cdot c1$$

Графики статических характеристик

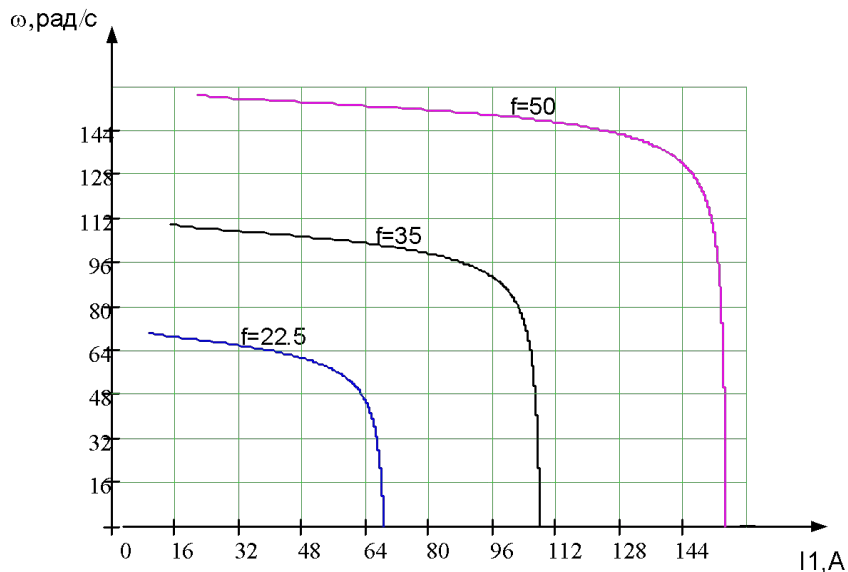
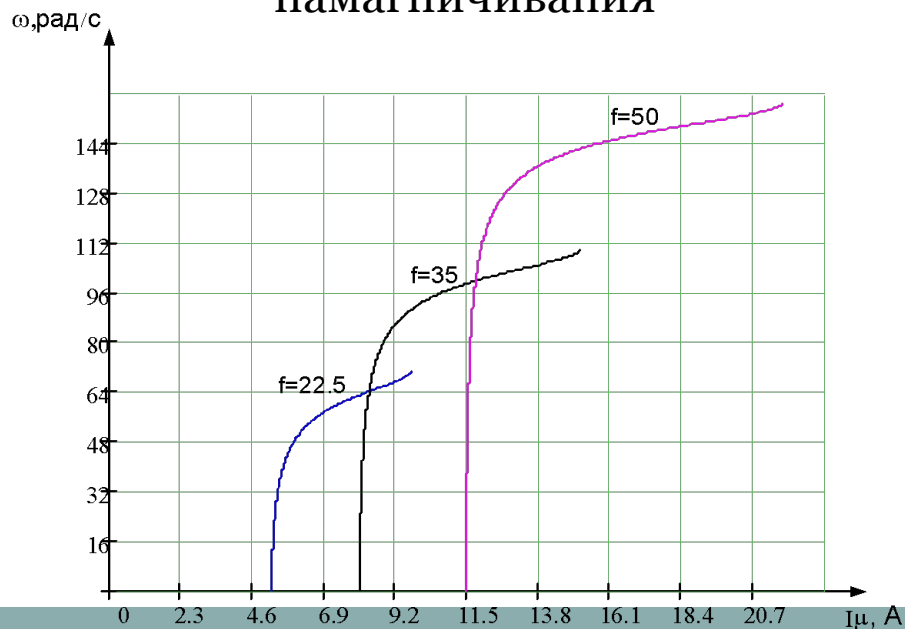


График изменения токов статора при частотном регулировании

График изменения токов намагничивания



Графики энергетических характеристик:

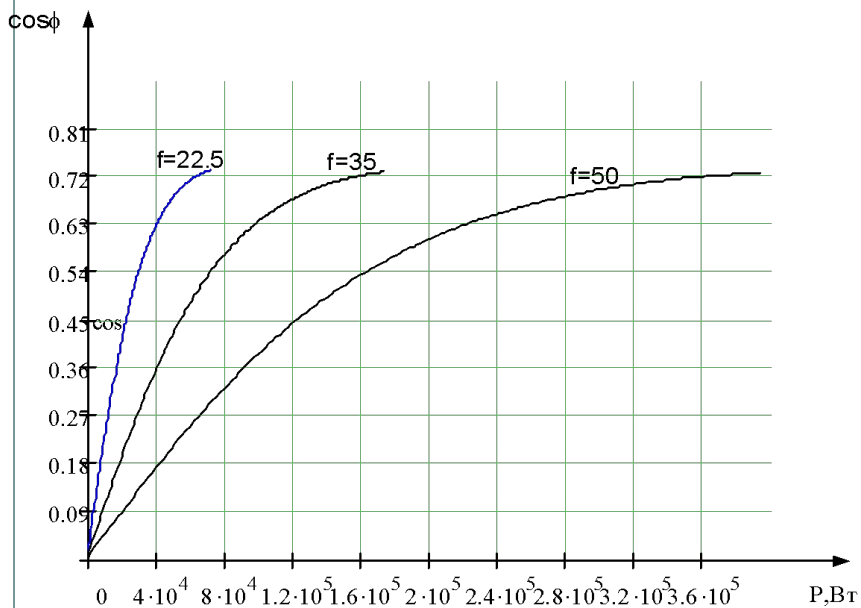
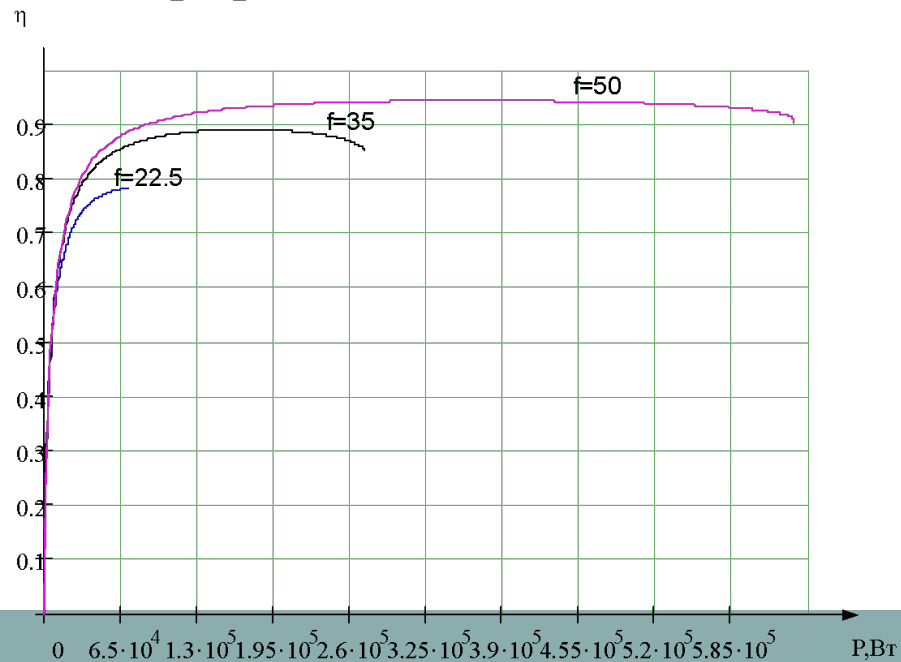
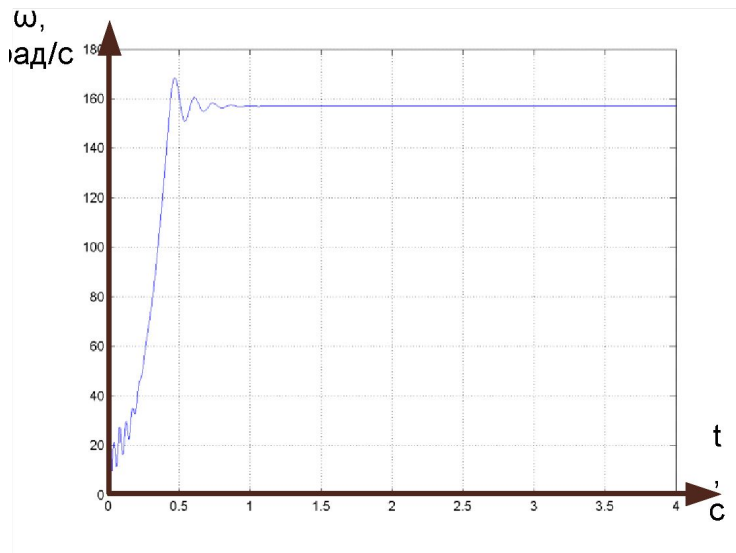


График изменения $\cos \phi$

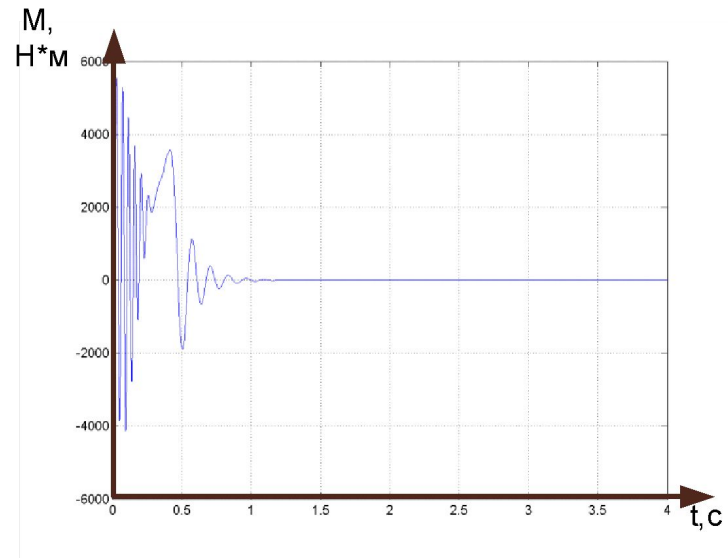
График изменения К.П.Д



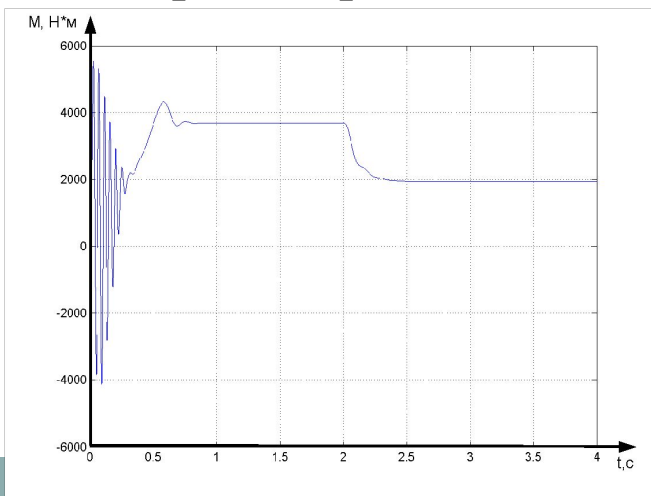
Моделирование электропривода насоса в координатах U, V, ω



Динамическая характеристика скорости при $M_c = 0$

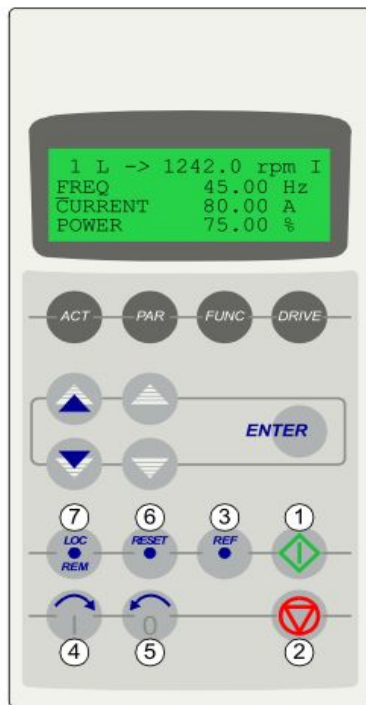


Динамическая характеристика момента при $M_c = 0$

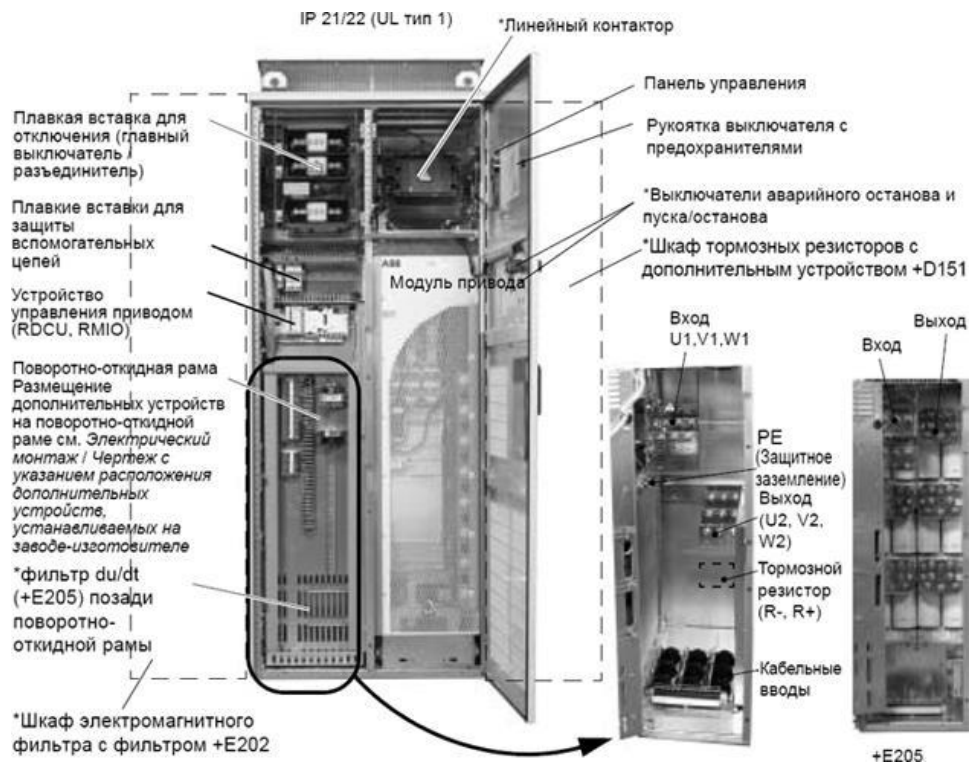


Динамическая характеристика момента при $M_c = M_n$

Стандартная прикладная программа ACS800 7.x



Панель управления ACS800 7.x



Шкаф ACS800 7.x

Заключение



- 1 Были произведены все расчёты анализа станции.
- 2 По имеющимся данным рассчитана мощность используемого двигателя
- 3 Согласно была скомплектована станция, которая из машинного и мастерской. После расчёта по мощности, типа и насосов принято установить восемь типа 800В единичной производительностью $\text{м}^3/\text{с}$.
- 4 По расчётов определено, насосная станция получать питание энергосистемы по УВН с выключателем стороне высшего ПГВ на 35 кВ.
- 5 Получены зависимости, позволяющие определить влияние внешних факторов на рабочую частоту, и предложен способ коррекции частоты регулятора.
- 6 Разработан физический макет регулятора, на котором были проведены экспериментальные исследования, которые подтвердили основные положения исследований и правильность принятых допущений.