**Задание на курсовой проект**

**«ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВАРИАНТОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В БАРАБАННОМ КОТЛОАГРЕГАТЕ»**

**по курсу САУ для групп Тф – 6 ,7 – 15**

**(весна 2019 г.)**

Оценить экономическую целесообразность регулирования расхода питательной воды в барабанном котлоагрегате одним из способов:

1. Один насос и дроссельный регулирующий клапан на основном трубопроводе.
2. Один насос и дроссельный регулирующий клапан на байпасе основного трубопровода.
3. Три насоса включенных параллельно на основном трубопроводе.
4. Регулирование расхода питательной воды за счет изменения частоты электрического тока в электроприводе насоса.

N– порядковый номер студента по журналу.

Котел, паропроизводительностью 50⋅N, если N<=10 и 50⋅(N-10), если N>10т/час, работает в переменном режиме: с 7 до 22 часов нагрузка 100% , остальное время нагрузка 30%. Питательная вода с температурой 150°С подается по трубопроводу диаметром D, мм. со скоростью 3 м/с на высоту 25 м., общая длина стальных труб трубопровода 30+N метров с (N+20)/5 поворотов на 90°. Давление на входе в насос 0,5 МПа.

1. Составить гидравлическую схему участка регулирования: от источника питания (насосная установка) до конечной точки ( барабан котла). Предусмотреть по ходу движения питательной воды два теплообменника, один из которых трехсекционный и сужающее устройство в виде диафрагмы для измерения расхода. Определить диаметр трубопровода питательной воды и гидравлическое сопротивление отдельных участков трубопровода. В теплообменниках учесть два типа гидравлического сопротивления: «внезапное расширение» и «внезапное сужение» трубопроводов 1:5. Гидравлическое сопротивление пучков труб в теплообменниках принять равным 2,5 м. для нагрузки 100%.
2. Для первого варианта схемы установки (Один насос и дроссельный регулирующий клапан на основном трубопроводе ) выполнить проверочный расчет регулирующего органа. По диаметру трубопровода и другим параметрам выбрать регулирующий клапан, построить его расходную характеристику и определить необходимое перестановочное усилие. Проверить регулирующий орган на кавитацию.

Выбрать исполнительный механизм для перемещения штока клапана и подобрать кинематическую схему сочленения его с регулирующим органом.

1. Определить необходимый напор насоса с учетом гидравлического сопротивления трубопровода с запасом 1,15, выбрать тип и мощность электропривода насоса. Построить напорную характеристику сети и выбранного насоса в зависимости от расхода питательной воды на одном графике. Отметить рабочие точки.

Определить годовое число часов работы насосной установки в каждом режиме, если общее число часов работы котла в год составляет 7920.

Оценить стоимость (капитальные затраты) применяемого оборудования для регулирования расхода питательной воды каждым способом (без стоимости туб и монтажа).

Рассчитать стоимость затрат на электроэнергию, необходимую для подачи питательной воды в котел для каждого варианта, исходя из цены 1руб/кВт.

Определить срок окупаемости устанавливаемого оборудования, если нормативный срок окупаемости Е равен 7 лет.

**Содержание расчетно-пояснительной записки.**

1. Титульный лист
2. Содержание.
3. Задание на типовой расчет (свой вариант!).
4. Гидравлическая схема участка регулирования от источника питания до конечной точки (или от начальной точки схемы с «бесконечной мощностью» до конечной точки с «бесконечной мощностью») для определения перепада давления на регулирующем органе(4 варианта)
5. Расчет диаметра трубопровода питательной воды и гидравлического сопротивления отдельных участков трубопровода. Для нагрузки 30% диаметр остается неизменным, а определяется скорость движения питательной воды и гидравлическое сопротивление отдельных участков трубопровода.
6. Выбор и поверочный расчет регулирующего органа с конструктивной и расходной характеристиками.
7. Расчет перестановочного усилия регулирующего органа для выбора исполнительного механизма.
8. Обоснование и кинематическая схема сочленения исполнительного механизма с регулирующим органом.
9. Расчет необходимого напора насоса с учетом гидравлического сопротивления трубопровода. Тип и мощность электропривода насоса. Основные характеристики.
10. Напорная характеристика сети и насоса в зависимости от расхода среды на одном графике. Отметить рабочие точки.
11. Определение годового числа часов работы насосной установки в каждом режиме.
12. Оценка стоимости (капитальные затраты) применяемого оборудования для регулирования расхода питательной воды каждым способом (без стоимости труб и монтажа).
13. Расчет стоимости затрат (эксплуатационные затраты) на электроэнергию, необходимую для подачи питательной воды в котел для каждого варианта, исходя из цены 1руб/кВт.
14. Определить срок окупаемости устанавливаемого оборудования, если нормативный срок окупаемости Е равен 7 лет.
15. Выводы.
16. Использованная литература и сайты.

Общий объем расчетно-пояснительной записки 25-30 стр. (включая рисунки).

**Обязательные рисунки.**

1. Гидравлическая схема участка регулирования с указанием давления в основных точках схемы.
2. Варианты реализации насосной установки.
3. Напорная характеристика сети и насоса в зависимости от расхода на одном графике для каждого варианта с отмеченными рабочими точками.
4. Чертеж регулирующего органа (клапан в разрезе с установочными размерами), А4.
5. Кинематическая схема сочленения исполнительного механизма с регулирующим органом.

**Последний срок сдачи расчетного задания – 6.05.2019 г.**

**Методические указания**

1. Скорость течения среды в трубе (м/с)

$w= \frac{4∙Q}{π∙D^{2}}$,

где Q –расход среды в трубе, м3/с

D – внутренний диаметр трубопровода, м

Из этой формулы определяем внутренний диаметр трубопровода, добавляем толщину стенки и выбираем ближайший типоразмер диаметра.

1. Гидравлическое сопротивление трубопровода рассчитывается через число Re и динамическая вязкость среды или берется из таблицы.

$$Re= \frac{w∙D}{ν}$$

где ν – динамическая вязкость среды при соответствующей температуре.

**Таблица 1**

**Динамическая вязкость воды**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **t, °С** | **0** | **20** | **40** | **60** | **80** | **100** | **120** | **140** |
| μ·106, Па·с | 1788 | 1004 | 653,3 | 469,9 | 355,1 | 282,5 | 237,4 | 201,1 |
| **t, °С** | **160** | **180** | **200** | **220** | **240** | **260** | **280** | **300** |
| μ·106, Па·с | 173,6 | 153,0 | 136,4 | 124,6 | 114,8 | 105,9 | 98,1 | 91,2 |

**Динамическая вязкость воды при температуре 20°С равна 1004·10-6 Па·с.** В таблице даны значения коэффициента динамической вязкости воды в зависимости от температуры при нормальном атмосферном давлении (760 мм.рт.ст.).Вязкость в таблице указана при температуре от 0 до 300°С.

**Динамическая вязкость при нагревании воды также уменьшается**, вода становится менее вязкой и при достижении [температуры кипения](http://thermalinfo.ru/svojstva-zhidkostej/voda-i-rastvory/teplota-paroobrazovaniya-vody-i-temperatura-kipeniya-vody-v-zavisimosti-ot-davleniya) 100°С величина вязкости воды составляет всего 282,5·10-6 Па·с.

Источник: [Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи](http://thermalinfo.ru/spravochniki-skachat/miheev-miheeva-osnovy-teploperedachi).

1. Удельное гидравлическое сопротивление трубы $ζ$

$$ζ= \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

1. Гидравлическое сопротивление трубопровода , м

$$H = ΔP = ζ∙\frac{L∙w^{2}}{2∙g∙D}$$

где *L* – длина прямого участка трубы,

g – ускорение свободного падения.

1. Определив далее гидравлическое сопротивление поворотов, расширений, сужений, высоту подъема и пр., нетрудно, просуммировав, получить значение полного требуемого напора. Умножаем на коэффициент запаса.
2. Поверочный расчет регулирующего органа с конструктивной и расходной характеристиками выполняется по методическим указаниям, выложенным на сайт кафедры.
3. Повторив расчет для других скоростей среды, получим напорную характеристику трубопровода (сети).
4. По каталогам выбираем насос с электроприводом и строим его напорную характеристику и здесь же строим напорную характеристику сети. Отмечаем рабочие точки для максимального и минимального расходов.
5. Полезная мощность электропривода с непосредственным присоединением к валу насоса рассчитывается по формуле

$$P= \frac{K∙γ∙Q∙H}{1000∙η\_{н}}, кВт$$

где К коэффициент запаса (1,1 – 1,4)

γ – удельный вес среды, н/м3 (холодная вода γ = 9810)

Q – производительность насоса, м3/с

Н – напор насоса, м

ηн – КПД насоса (0,6 – 0,75)

1. При изменении частоты вращения электропривода *n* , мощность, напор и производительность изменяются следующим образом:

$\frac{P\_{1}}{P\_{2}}= \frac{\left(n\_{1}\right)^{3}}{\left(n\_{2}\right)^{3}}$ $\frac{H\_{1}}{H\_{2}}= \frac{\left(n\_{1}\right)^{2}}{\left(n\_{2}\right)^{2}}$ $\frac{Q\_{1}}{Q\_{2}}= \frac{n\_{1}}{n\_{2}}$

1. Определяем годовые затраты на электроэнергию для каждого варианта реализации питательной установки З, руб.
2. Определяем стоимость применяемого оборудования для регулирования расхода питательной воды каждым вариантом реализации питательной установки К, руб.
3. Рассчитываем годовые затраты на каждый вариант реализации питательной установки

$$Э= \frac{К}{Е}+З$$

1. Полученные результаты сводим в таблицу и делаем выводы.

**Полезные ссылки**

**Основные принципы подбора насосов. Расчет насосов**
<http://www.ence-pumps.ru/podbor_raschet_nasosov.php#centrifugal_pump_power>

<http://www.opengost.ru/> **Государственный ордена Трудового КрасногоЗнамени проектный институт ПРОЕКТМОНТАЖАВТОМАТИКА**

<http://www.zeim.ru/ru/production/mechanism/MEO>

**1. ГОСТ 16443-70 «Устройства исполнительные. Методы расчета пропускной способности, выбора условного прохода и пропускной характеристики».**

 **2. РМ 4-163-77 «Расчет и применение регулирующих органов в системах автоматизации технологических процессов».**

 **3. РМ 4-173-79. Системы автоматизации технологических процессов. Расчет электрических исполнительных механизмов при проектировании (расчет перестановочных усилий)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | **Благов Э.У.**, **Ивницкий Б.Я.** Дроссельно – регулирующая арматура ТЭС и АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1990. |
| 2. | ГОСТ 356-80. Арматура и детали трубопроводов. Давления условные пробные и рабочие. Ряды. |
| 3. | СТ СЭВ 254-76. Соединения трубопроводов и арматуры. Проходы условные. |
| 4. | Арматура энергетическая для ТЭС и АЭС. Отраслевой каталог. М.: НИИЭинформэнергомаш, 1981. |
| 5. | Гуревич Д.Ф., Шпаков О.Н. Справочник конструктора трубопроводной арматуры. Л.: Машиностроение, 1975. |
| 6. | Емельянов А.И., Емельянов В.А. Исполнительные устройства промышленных регуляторов. М.: Машиностроение, 1975. |
| 7. | Имбрицкий М.И. Справочник по арматуре тепловых электростанций. М.: Энергоиздат, 1981. |
| 8. | Казинер Ю.Я., Слободкин М.С. Арматура система автоматического управления. М.: Машиностроение, 1977. |
| 9. | Гуревич Д.Ф., Ширяев В.В., Пайкин И.Х. Арматура атомных электростанций. Справочное пособие. М.: Энергоиздат, 1982. |
| 10. | Плетнев Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электростанций. -М.: Энергоатомиздат, 1986. 343 с. (см.с. 182-187). |
| 11. | В.и. Плютинский, В.И. Погорелов. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС./Учебник для тухникумов.- М.: Энергоатомиздат, 1983.- 296 с. |

Приложение











