



Ледуховский Григорий Васильевич

кандидат технических наук, доцент кафедры тепловых электрических станций ИГЭУ, автор 140 научных работ, восьми свидетельств на регистрацию программ для ЭВМ. Научные интересы: моделирование и повышение эффективности процессов теплообмена и деаэрации воды; вспомогательное оборудование тепловых электростанций; технико-экономический анализ показателей работы тепловых электростанций



Пospelов Анатолий Алексеевич

кандидат технических наук, доцент кафедры тепловых электрических станций ИГЭУ, автор 85 научных работ, десяти учебно-методических разработок, шести патентов на изобретения, шести свидетельств на регистрацию программ для ЭВМ. Специалист в области эксплуатации и режимов работы оборудования тепловых электростанций



Борисов Антон Александрович

кандидат технических наук, ассистент кафедры тепловых электрических станций ИГЭУ, автор 35 научных работ, шести свидетельств на регистрацию программ для ЭВМ. Область научных интересов: структурная и режимная оптимизация технологических систем тепловых электростанций

Приведены теоретические основы и примеры расчета рабочих и энергетических характеристик группы параллельно работающих центробежных насосов, а также центробежных насосов при частотном регулировании их производительности. Пособие предназначено для студентов, обучающихся по профилю «Тепловые электрические станции» направления подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника», дневной и заочной форм обучения, а также может быть полезным специалистам, занимающимся нормированием показателей тепловой экономичности теплоэнергетического оборудования



Ивановский государственный
энергетический университет

Кафедра тепловых электрических станций



Г.В. Ледуховский, А.А. Пospelов, А.А. Борисов

**РАСЧЕТ РАБОЧИХ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Ивановский государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина»

Г.В. ЛЕДУХОВСКИЙ, А.А. ПОСПЕЛОВ, А.А. БОРИСОВ

**РАСЧЕТ РАБОЧИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**

Учебное пособие

Иваново 2013

УДК 621.311.22

Л 39

Ледуховский Г.В., Поспелов А.А., Борисов А.А. Расчет рабочих и энергетических характеристик центробежных насосов: Учеб. пособие / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 116 с.

Приведены теоретические основы и примеры расчета рабочих и энергетических характеристик группы параллельно работающих центробежных насосов, а также центробежных насосов при частотном регулировании их производительности.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по профилю «Тепловые электрические станции» направления подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника», дневной и заочной форм обучения, а также может быть полезным специалистам, занимающимся нормированием показателей тепловой экономичности теплоэнергетического оборудования.

Табл. 9. Ил. 47. Библиогр.: 7 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Научный редактор
канд. техн. наук, доц. Г.В. Ледуховский

Рецензент
В.Н. Виноградов, канд. техн. наук, доцент кафедры химии и химических технологий в энергетике ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

© Г.В. Ледуховский,
А.А. Поспелов
А.А. Борисов, 2013

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕШАЕМОЙ ЗАДАЧИ.....	6
2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ.....	8
2.1. Рабочие характеристики центробежных насосов	8
2.2. Пересчет рабочих характеристик центробежных насосов при изменении частоты вращения ротора, геометрических размеров рабочего колеса и плотности перекачиваемой среды	10
2.3. Расчет и построение характеристики затрат электрической мощности на привод насоса от его массовой производительности.....	12
2.4. Расчет и построение характеристики затрат электрической мощности на привод группы параллельно работающих центробежных насосов	14
2.4.1. Условия параллельной работы насосов.....	14
2.4.2. Расчет и построение характеристики затрат электрической мощности на привод группы параллельно работающих центробежных насосов.....	16
3. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ	25
3.1. Условия решаемой задачи	25
3.2. Решение	27
3.2.1. Построение исходных рабочих характеристик насосов.....	27
3.2.2. Приведение исходных рабочих характеристик насосов к фактическим условиям.....	36
3.2.3. Построение характеристик затрат электрической мощности на привод насосов в зависимости от массового расхода воды в сеть.....	40

3.2.4. Построение участков характеристики суммарных затрат электрической мощности на привод группы насосов, соответствующих работе одного насоса.....	47
3.2.5. Построение участка характеристики суммарных затрат электрической мощности на привод группы насосов, соответствующего параллельной работе насосов.....	51
3.2.6. Построение итоговой характеристики суммарных затрат электрической мощности на привод группы насосов в зависимости от массового расхода воды в сеть.....	58
4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ.....	59
5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ О ХАРАКТЕРИСТИКЕ СЕТИ.....	62
5.1. Особенности задачи	62
5.2. Пример решения практической задачи	64
6. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С ЧАСТОТНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ	75
6.1. Теоретическое введение.....	75
6.2. Пример решения практической задачи	93
6.3. Варианты заданий на самостоятельную работу.....	98
Библиографический список.....	104
Приложение. Примеры использования встроенных средств аппроксимации данных Microsoft Office Excel.....	105

ВВЕДЕНИЕ

В производственной деятельности специалистов по тепломеханическому оборудованию тепловых электростанций (ТЭС) и промышленных предприятий часто возникают задачи расчета рабочих характеристик параллельно работающих центробежных насосов. Наибольший практический интерес представляют напорные и мощностные характеристики, позволяющие принять решение о возможности совместной работы насосов и определить показатели работы системы в целом. Построение характеристики суммарных затрат мощности (энергетической характеристики) на привод группы таких насосов является также этапом нормирования показателей тепловой экономичности любого энергетического объекта. Выполнение указанных расчетов требует соответствующей технологической подготовки специалиста.

Одна из самостоятельных работ, предлагаемых к выполнению студентам, обучающимся по профилю «Тепловые электрические станции» направления «Теплоэнергетика и теплотехника», предусматривает решение частной задачи расчета и построения энергетической характеристики группы параллельно работающих центробежных насосов. В рамках другой самостоятельной работы необходимо рассчитать и построить рабочие характеристики центробежного насоса с частотным регулированием производительности.

Задачами настоящего учебного пособия являются: ознакомление с общими принципами расчета рабочих характеристик центробежных насосов при их параллельной работе, а также центробежных насосов с частотным регулированием производительности; получение навыков выполнения практических расчетов с использованием приложения Microsoft Office Excel и прикладного программного пакета «Pumps».