

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
краевое государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

по ПМ.02 Монтаж и техническая эксплуатация механического, основного гидроэнергетического и подъемно-транспортного оборудования ГЭС/ГАЭС

МДК. 02.01 Технология монтажа и технической эксплуатации технологического оборудования ГЭС/ГАЭС

Раздел 2. Планирование и организация выполнения технологических процессов монтажа, эксплуатации и ремонта ОГО ГЭС/ГАЭС. Контроль качества технологических процессов

для специальности

13.02.04 Гидроэлектроэнергетические установки

Рассмотрена и одобрена
на заседании комиссии
профессионального цикла
специальности ГЭЭУ
Протокол №__
от «14» __09__ 2023 г.
Председатель комиссии
_____ Филина Е.Л.

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по
учебной работе
_____ Е.А. Боровенко
«__» __09__ 2023г.

2023 г.

Вводная часть

Курсовой проект по МДК. 02.01 Технология монтажа и технической эксплуатации технологического оборудования ГЭС/ГАЭС. Раздел 2. Планирование и организация выполнения технологических процессов монтажа, эксплуатации и ремонта ОГО ГЭС/ГАЭС. Контроль качества технологических процессов базируется на изученном теоретическом курсе профессионального модуля по ПМ.02 Монтаж и техническая эксплуатация механического, основного гидроэнергетического и подъемно-транспортного оборудования ГЭС/ГАЭС Раздел 2. Планирование и организация выполнения технологических процессов монтажа, эксплуатации и ремонта ОГО ГЭС/ГАЭС. Контроль качества технологических процессов специальности 13.02.04. – «Гидроэлектротехнические установки»

Выполнение обучающимся курсового проекта проводится с целью формирования следующих компетенций:

ПК 2.1. Планировать выполнение технологических процессов монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования ГЭС/ГАЭС в соответствии с проектной, рабочей, технической документацией;

ПК 2.2. Организовывать выполнение технологических процессов по монтажу, эксплуатации и ремонту оборудования ГЭС/ГАЭС;

ПК2.3. Контролировать качество и безопасное выполнение технологических процессов, анализировать результаты и принимать соответствующее решение;

ПК2.4. Выполнять графическую документацию в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД;

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;

ОК 11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

а также:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям;
- углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- формирования умений использовать справочную и нормативную документацию;
- развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- подготовки к государственной итоговой аттестации.

Процедура защиты курсового проекта проводится публично в присутствии комиссии в составе руководителя курсового проекта, членов комиссии профессионального цикла ГЭЭУ, учебной группы студентов. Студенту задаются вопросы, на которые он обязан дать конкретный и содержательный ответ.

В своем докладе студент должен кратко изложить цели и задачи курсового проекта, дать краткую характеристику объекта, объяснить основные положения и выводы, к которым он пришел в результате проведенной работы. Особое внимание в докладе необходимо уделить собственным расчетам, конструированию. В заключение доклада нужно дать собственную оценку достигнутым результатам курсового проекта.

Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» - курсовой проект подтверждает высокий уровень владения материалом, глубину и прочность полученных знаний, умений и навыков в рамках задания курсового проекта, рассмотрены все разделы, описанные в индивидуальном задании. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями ЕСКД. Студент четко излагает материал сопровождая демонстрацией графической части проекта, выделяет главные положения, свободно и логично преподносит содержание курсового проекта, владеет профессиональной терминологией. На все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

«Хорошо» - курсовой проект отвечает основным предъявляемым требованиям. Реализованы все разделы, описанные в индивидуальном задании. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями ЕСКД. Студент показывает знание материала, демонстрирует графическую часть, осознанно излагает материал, владеет профессиональной терминологией, но допускает отдельные неточности, испытывает затруднения в логике изложения и не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

«Удовлетворительно» - выполненный курсовой проект имеет ряд замечаний, но объем и содержание пояснительной записки соответствует требованиям. Реализованы все разделы, описанные в индивидуальном задании, но при изложении материала студент испытывает затруднения, допускает неточности при демонстрации графической части, показывает недостаточное знание профессиональной терминологии, на поставленные вопросы требует уточнения, допускает ошибки в ответах и затрудняется в их устранении.

«Неудовлетворительно» - выполненный курсовой проект имеет ряд значительных замечаний, оформление пояснительной записки не соответствует требованиям. Не реализованы все разделы, описанные в индивидуальном задании. Не реализованы все разделы, описанные в индивидуальном задании. Студент имеет представление об исследуемом объекте, но слабо владеет профессиональной терминологией, не дает ответы на поставленные вопросы.

Для определения уровня сформированности общих и профессиональных компетенций студента производят оценку:

- оценку самого курсового проекта (в том числе изучение отзыва на курсовой проект),
- оценку сообщения (доклад) по теме курсового проекта,
- ответы на дополнительные вопросы по теме курсового проекта.

1. Организация курсового проектирования

Общие требования к оформлению курсового проекта

Курсовой проект состоит из графической части и пояснительной записки.

Графическая часть выполняется на одном листе формата А1 (841x594 мм).

Порядок расположения документов в пояснительной записке следующий:

- Титульный лист курсового проекта
- Ведомость документов курсового проекта
- Задание на курсовой проект
- Титульный лист пояснительной записки
- Содержание пояснительной записки

- Текст пояснительной записки
- Список источников

Выбор темы курсового проекта

Выбор темы курсового проекта производит руководитель курсового проектирования. Заполненный бланк задания выдается обучающемуся персонально.

Тематика курсовых проектов: Проектирование гидроэнергетического оборудования и монтаж ротора генератора гидроагрегата заданной ГЭС. Проектирование гидроэнергетического оборудования и монтаж рабочего колеса гидротурбины заданной ГЭС. Проектирование гидроэнергетического оборудования и монтаж спиральной камеры гидротурбины заданной ГЭС.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта.

Объем текстовой части пояснительной записки должен составлять 40-45 листов. Пояснительная записка должна быть написана в машинописном варианте (14 шрифт, Times New Roman), расстояние между строками 7-10 мм (1,5 строчный интервал). Поле для подшивки 30 мм, расстояние от края до текста вверху и внизу страницы 10-20 мм, Изложение делается в безличной форме. Например, «диаметр рабочего колеса принимается...». Сокращения слов не допускается, кроме общепринятых.

Необходимые расчеты сопровождаются формулами, которые нумеруются сквозной нумерацией. При расшифровке формул, каждое значение символа и числового коэффициента необходимо давать с новой строки, обосновывая принятие той или иной величины.

Графическая часть выполняется с соблюдением масштабов и условных обозначений. Высотные отметки указываются в метрах с тремя десятичными знаками, размеры в мм.

Содержание пояснительной записки

- 1 ВВЕДЕНИЕ
- 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ
 - 2.1 Общие сведения о гидроузле
 - 2.2 Влияние ГЭС на прилегающую территорию

3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Выбор и расчет гидротурбины

3.1.1 Выбор системы и серии турбины

3.1.2 Определение основных технических показателей турбины

3.1.3 Определение основных размеров турбины

3.1.4 Описание конструкции выбранного статора и направляющего аппарата турбины

3.1.5 Описание конструкции выбранных вала, подшипников и подпятника

3.1.6 Выбор МНУ и сервомоторов

3.1.7 Выбор вспомогательного оборудования гидротурбины

3.2 Выбор и расчет гидрогенератора

3.2.1 Выбор типа генератора и определение его основных технических параметров

3.2.2 Определение основных размеров генератора

3.2.3 Описание основных элементов выбранного генератора

3.2.4 Описание вспомогательных устройств выбранного генератора

3.2.5 Описание метода монтажа заданного узла гидроагрегата

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5 СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Содержание графической части

1. Рабочее колесо гидротурбины.
2. Спиральная камера гидротурбины.
3. Отсасывающая труба гидротурбины.
4. Гидроагрегат гидроагрегата.

2 Указания по выполнению пояснительной записки

1 ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе отражаются цели и задачи курсового проекта.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Общие сведения о гидроузле

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы: местоположения гидроузла, климатические условия района строительства, компоновка гидротехнических сооружений, технико-экономические характеристики гидроэнергетического оборудования ГЭС – количество гидроагрегатов, типы турбин, установленная мощность и мощность одной турбины и т. д.

2.2 Влияние ГЭС на прилегающую территорию

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы: народно-хозяйственное значение гидроузла; влияние строительства гидроузла на экологию, климат, состав подземных вод района строительства.

3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Выбор и расчет гидротурбины

3.1.1 Выбор системы и серии турбины

Гидравлическая турбина является двигателем, в котором кинетическая и потенциальная энергии потока превращаются в механическую энергию. Выбор системы и серии турбины осуществляется по номенклатуре и частным графикам области применения гидротурбин.

По исходным данным H_{\max} , H_p , H_{\min} , используя номенклатуру турбин, подбирается тип и серия гидротурбины.

Тип турбины выбирается по таблице 1 в зависимости от расчетного напора.

Таблица 1 - Типы турбин

Тип турбины	Диапазон напоров, м
Поворотно-лопастные турбины	5-80
Радиально-осевые турбины	30-500

Серию рабочего колеса рекомендуется подбирать так, чтобы диапазон напоров от H_{\max} до H_{\min} укладывался в зону напоров, приведенную в столбце 2 таблицы 2 «Номенклатура турбин». В результате такого подбора устанавливается тип и серия турбины (например ПЛ60, РО400).

Таблица 2 - Номенклатура турбин

Тип турбины и серия рабочего колеса	Зона напоров, м	Предельная мощность $N_{\text{пред}}$, МВт	Предельные приведенные расходы $Q_{\text{пред}}$, л/с
1	2	3	4
ПЛ-10	10-3	49-11	1900-2250
ПЛ-15	15-5	88-22	1850-2130
ПЛ-20	20-10	115-50	1710-2040
ПЛ-30	30-15	180-85	1430-1940
ПЛ-40	40-20	245-110	1240-1700
ПЛ-50	50-30	280-160	1110-1400
ПЛ-60	60-40	315-200	1040-1240
ПЛ-70	70-45	350-220	940-1150
ПЛ-80	80-50	385-250	830-1175
РО-45	45-30	265-140	1370-1400

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
PO-75	75-40	515-220	1250-1370
PO-115	115-70	810-460	1030-1250
PO-170	170-110	900-750	650-1030
PO-230	230-160	920-820	420-650
PO-310	310-220	440-285	280-420
PO-400	400-290	280-250	200-280
PO-500	500-380	195-160	150-200

3.1.2 Определение основных технических показателей турбины

Для определения основных технических показателей турбины определяются предельная мощность - $N_{пред}$ и предельный расход - $Q_{пред}$. При этом учитывается, что меньшее значения $N_{пред}$ относятся к низшему значению напоров - H , а меньшее значение расходов - $Q_{пред}$ относится к большим напорам.

Определяется количество агрегатов

По условиям маневренности ГЭС количество агрегатов для ПЛ турбин должно быть не менее 2, а для РО – не менее 4, принимается четное число агрегатов с мощностью близкой к предельной - $N_{пред}$ (таблица 2, столбец 3)

Суммарная мощность турбин определяется по формуле:

$$N_{уст}^{турб} = N_{уст} / \eta_g, \text{ мВт.} \quad (1)$$

где η_g – КПД генератора = 0,95;

$N_{уст}$ – установленная мощность, мВт. (см. исходные данные)

Тогда количество агрегатов:

$$z = N_{уст}^{турб} / N_{пред}, \text{ шт.} \quad (2)$$

где $N_{уст}^{турб}$ - суммарная мощность турбин, мВт

$N_{пред}$ – предельная мощность турбины, мВт

При выбранном количестве агрегатов - z единичная мощность одной турбины - N_t определяется по формуле:

$$N_t = N_{уст}^{турб} / z, \text{ мВт} \quad (3)$$

где $N_{уст}^{турб}$ - суммарная мощность турбин, мВт

z - количество агрегатов, шт.

2. По частным графикам области применения турбины определяются диаметр рабочего колеса турбины - D_1 мм и частота вращения турбины - n об/мин.

В частных графиках частота вращения « n » обозначена условными цифрами, соответствие которых показаны в таблице 3.

Таблица 3 - Значения частоты вращения турбины

усл N	п об/мин	усл N	п об/мин	усл N	п об/мин	усл N	п об/мин	усл N	п об/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	33,3	10	42,9	20	60,0	30	100	40	300
1	34,1	11	44,1	21	62,5	31	107,1	41	333,3
2	34,9	12	45,5	22	65,2	32	115,4	42	375,0
3	35,7	13	46,9	23	68,2	33	125,0	43	428,6
4	36,6	14	48,4	24	71,4	34	134	44	500
5	37,5	15	50,0	25	75,0	35	150	45	600
6	38,5	16	51,7	26	78,9	36	166,7		
7	39,5	17	58,6	27	83,3	37	187,5		
8	40,5	18	56,5	28	88,2	38	214,3		
9	41,7	19	57,7	29	93,7	39	250,0		

Определенный диаметр рабочего колеса D_1 следует проверить по формуле:

$$D_1 = \sqrt{N_T / Q_{\text{пред}} \times 9,81 \times \eta_T \times H_p \times \sqrt{H_p}} \quad (4)$$

где N_T – мощность турбины, кВт,

$Q_{\text{пред}}$ - расход, $\text{м}^3/\text{с}$;

η_T - КПД турбины – 0,9;

H_p – расчетный напор, м.

3. Результаты подбора турбины проверяются построением рабочей зоны на главной универсальной характеристике турбины.

Для этого необходимо построить три основные режимные точки при H_p ; $H_{\text{мах}}$; $H_{\text{мин}}$ (на кальке), координаты которых определяются по формулам приведения:

$$n^I_1 = \frac{\eta_T D_1}{\sqrt{H}}, \text{ об/мин}, \quad Q^I_1 = N_T / D_1^2 \times 9,81 \times \eta_T \times H \times \sqrt{H}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5)$$

где n^I_1 , Q^I_1 - приведенные параметры;

D_1 , H , n – параметры натуральные для подбираемой турбины.

Значения координатных точек заносятся в таблицу 4.

Таблица 4 - Координаты точек

$H, \text{ м}$	$Q_I, \text{ м}^3/\text{с}$	$n_I, \text{ об/мин}$
H_{max}		
H_p		
H_{min}		

Найденные режимные точки соединяются прямыми линиями, образуя режимную зону турбины. Эта зона должна полностью уменьшаться в центре поля характеристики, если это условие не выполняется, то необходимо уточнить значение n и D_1 и повторить построения.

Записывается маркировка выбранной турбины (ПЛ30-В-550, РО115-В-600).

4. Определяется КПД для выбранной турбины.

По главной универсальной характеристике определяется КПД модельной турбины - η_m и вычисляется КПД выбранной турбины - η_r по формуле:

$$\eta_r = \eta_m + \Delta\eta \quad (6)$$

Поправка $\Delta\eta$ зависит от диаметра рабочего колеса D_1 и принимается по таблице 5.

Таблица 5 - Поправка $\Delta\eta$

$D_1 (\text{м})$	3	5	7	9
$\Delta\eta$	3,5	4,0	4,5	5,0

5. Определяется высотное положение турбины

Высотное положение турбины устанавливается на основе определения допустимой высоты отсасывания. С универсальной характеристики для режимных точек работы турбины при H_{max} , H_p , H_{min} снимаются величины коэффициента кавитации - δ

Допустимая высота отсасывания определяется по формуле:

$$H_s \leq 10 - 1,1 \times \delta \times H \quad (7)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий разницу δ модели турбины.

Вычисление производятся для режимных точек при всех трех напорах H_{max} , H_p , H_{min} и принимается наихудший вариант.

3.1.3 Определение основных размеров турбины

В данном пункте курсового проекта определяются основные размеры турбины, спиральной камеры, отсасывающей трубы и вычерчиваются в масштабе 1:100.

1. Для определения натуральных размеров турбины данные из таблиц 6 или 7 умножаются на выбранное ранее значение диаметра рабочего колеса D_1 .

Вычерчивается рабочее колесо в масштабе 1:100 на листе А1.

Таблица 6 - Основные размеры поворотно-лопастных турбин

Тип турбин	D_a	D_b	D_o	d_b	d_1	D_2	D_3	h_1	h_2	h_3	B_o
ПЛ 10	1,56-1,47	1,35-1,20	1,16-1,20	0,33	0,28	0,97	0,98	0,21	0,21	0,31	0,45
ПЛ 15	1,56-1,47	1,35-1,20	1,16-1,20	0,35	0,30	0,97	0,98	0,21	0,21	0,33	0,45
ПЛ 20	1,56-1,47	1,35-1,20	1,16-1,20	0,37	0,32	0,97	0,98	0,21	0,21	0,35	0,40
ПЛ 30	1,56-1,47	1,35-1,20	1,16-1,20	0,43	0,38	0,97	0,98	0,21	0,21	0,37	0,37
ПЛ 40	1,60-1,50	1,35-1,20	1,16-1,20	0,45	0,40	0,97	0,98	0,21	0,21	0,40	0,37
ПЛ 50	1,60-1,50	1,35-1,20	1,16-1,20	0,51	0,46	0,97	0,98	0,21	0,21	0,45	0,35
ПЛ 60	1,60-1,50	1,35-1,20	1,16-1,20	0,54	0,49	0,97	0,98	0,21	0,21	0,50	0,35
ПЛ 70	1,60-1,50	1,35-1,20	1,16-1,20	0,54	0,49	0,97	0,98	0,21	0,21	0,54	0,35
ПЛ 80	1,60-1,50	1,35-1,20	1,16-1,20	0,6	0,53	0,97	0,98	0,21	0,21	0,60	0,35
Тип турбин	D_a	D_b	D_o	d_b	d_1	D_2	D_3	h_1	h_2	h_3	B_o

Таблица 7- Основные размеры радиально-осевых турбин

Тип турб	D_2	B_o	h_1	D_o	D_a	D_b
РО 45	1,08	0,35	0,22	1,2	1,60	1,35
РО 75	1,09	0,30	0,25	1,2	1,60	1,35
РО 115	1,13	0,25	0,25	1,2	1,60	1,35
РО 170	1,03	0,22	0,20	1,2	1,60	1,35
РО 230	0,64	0,10	0,15	1,2	1,60	1,35
РО 310	0,70	0,10	0,14	1,2	1,60	1,35
РО 400	0,68	0,10	0,12	1,2	1,60	1,35
РО 500	0,70	0,08	0,11	1,2	1,60	1,35

2. Подбирается тип унифицированной спиральной камеры по таблицам 8 или 10 в зависимости от типа турбины. Определяются основные размеры спиральной камеры по таблицам 9 или 11, в которых они даны в долях D_1 , т.е. для получения натуральных размеров данные из таблиц умножаются на выбранное ранее значение D_1 .

Спиральная камера вычерчивается в масштабе 1:100 (Лист А1).

Таблица 8 - Таблица применения бетонных камер

Тип камеры	Тип турбины и напор	Тип камеры	Тип турбины и напор
СУ-БИ-0,42ПЛ-180	ПЛ 15	СУ-БП-0,375ПЛ-240	ПЛ 40 ПЛ 50
СУ-БП-0,42ПЛ-180		СУ-БП-0,375ПЛ-240	
СУ-БП-0,42ПЛ-180		СУ-БИ-0,35ПЛ-255	ПЛ 50 ПЛ 60
СУ-БИ-0,40ПЛ-210	ПЛ 15	СУ-БП-0,35ПЛ-255	ПЛ 70
СУ-БП-0,40ПЛ-210	ПЛ 20	СУ-БИ-0,35ПЛ-270	ПЛ 60 ПЛ 70
СУ-БП-0,40ПЛ-210	ПЛ 30	СУ-БП-0,35ПЛ-270	
СУ-БИ-0,375ПЛ-225	ПЛ 30	СУ-БИ-0,35РО-240	РО 45
СУ-БП-0,375ПЛ-225	ПЛ 40	СУ-БП-0,35РО-240	
СУ-БП-0,375ПЛ-225		СУ-БИ-0,30РО-270	РО 75
СУ-БИ-0,375ПЛ-240	ПЛ40 ПЛ50	СУ-БП-0,30РО-270	

Таблица 9 - Таблица размеров бетонных камер

№ сеч.	СУ-БИ-0,42ПЛ-180 R=0,22; B=2,61			СУ-БП-0,42ПЛ-180 R=0,22; B=2,58			СУ-БП-0,42ПЛ-180 R=0,22; B=2,60			СУ-БИ-0,4ПЛ-210 R=0,97; B=2,66		
	R	b1	b2	R	b1	b2	R	b1	b2	R	b1	b2
1.	1,66	0,57	0,57	1,66	0,25	0,92	1,66	0,92	0,25	1,66	0,60	0,60
2.	1,53	0,41	0,41	1,51	0,25	0,62	1,51	0,62	0,25	1,52	0,50	0,50
3.	1,38	0,25	0,25	1,33	0,25	0,34	1,33	0,34	0,25	1,36	0,38	0,38
4.	1,14	0,09	0,09	1,08	0,25	0,12	1,08	0,12	0,25	1,18	0,26	0,26
5.										1,05	0,09	0,10

№	СУ-БП-0,40ПЛ-210 R=0,97;	СУ-БП-0,4ПЛ-210 R=0,97; B=2,69	СУ-БИ-0,375ПЛ-225 R=1,73;	СУ-БП-0,375ПЛ-225 R=1,85;
---	--------------------------	--------------------------------	---------------------------	---------------------------

сеч.	B=2,69						B=2,75			B=2,7		
	R	b1	b2	R	b1	b2	R	b1	b2	R	b1	b2
1.	1,65	0,25	0,97	1,65	0,97	0,25	1,64	0,56	0,56	1,64	0,25	0,88
2.	1,53	0,25	0,71	1,53	0,71	0,25	1,50	0,48	0,48	1,53	0,25	0,66
3.	1,39	0,25	0,45	1,38	0,45	0,25	1,37	0,38	0,38	1,40	0,25	0,44
4.	1,20	0,25	0,23	1,20	0,22	0,25	1,21	0,27	0,27	1,24	0,25	0,23
5.	0,95	0,25	0,11	0,95	0,11	0,25	1,01	0,14	0,14	1,02	0,25	0,11

№ сеч.	СУ-БИ-0,35ПЛ-255			СУ-БИ-0,35ПЛ-255			СУ-БИ-0,35ПЛ-270			СУ-БИ-0,35ПЛ-270		
	R	b1	b2	R	b1	b2	R	b1	b2	R	b1	b2
1	1,61	0,49	0,49	1,6	0,25	0,75	1,62	0,43	0,43	1,60	0,25	0,62
2	1,50	0,42	0,42	1,51	0,25	0,58	1,51	0,37	0,37	1,51	0,25	0,49
3	1,38	0,35	0,35	1,40	0,25	0,41	1,39	0,31	0,31	1,41	0,25	0,35
4	1,25	0,27	0,27	1,27	0,25	0,25	1,27	0,24	0,24	1,28	0,25	0,22
5	1,09	0,18	0,18	1,11	0,25	0,12	1,13	0,17	0,17	1,13	0,25	0,12
6	0,89	0,07	0,09	0,90	-	0,09	0,95	0,07	0,09	0,95	-	0,09

№ сеч.	СУ-БИ-0,35РО-240			СУ-БИ-0,35РО-240			СУ-БИ-0,3РО-270			СУ-БИ-0,3РО-270		
	R	b1	b2	R	b1	b2	R	b1	b2	R	b1	b2
1.	1,67	0,63	0,63	1,67	0,25	0,98	1,67	0,64	0,64	1,65	0,25	1,0
2.	1,55	0,54	0,54	1,56	0,25	0,75	1,55	0,56	0,56	1,56	0,25	0,80
3.	1,41	0,44	0,44	1,45	0,25	0,53	1,44	0,47	0,47	1,46	0,25	0,60
4.	1,26	0,33	0,33	1,30	0,25	0,31	1,31	0,38	0,38	1,35	0,25	0,41
5.	1,09	0,20	0,20	1,11	0,25	0,14	1,18	0,27	0,27	1,21	0,25	0,22
6.	0,84	0,05	0,05	0,85	-	0,08	1,00	0,14	0,14	1,01	0,25	0,11

Таблица 10 - Таблица применения металлических камер

Тип камеры	Типы турбин и	Тип камеры	Типы турбин и
------------	---------------	------------	---------------

	камер		камер
СУ-МИ-0,375ПЛ-345	ПЛ 40; ПЛ 50;	СУ-МИ-0,25РО-345	РО 115
СУ-МИ-0,35ПЛ-345	ПЛ 50; ПЛ 60;	СУ-МИ-0,20РО-350	РО 170
СУ-МИ-0,35ПЛ-345а	ПЛ 70; ПЛ 80;	СУ-МИ-0,16РО-350	РО 230
СУ-МИ-0,35РО-345	РО 45	СУ-МИ-0,12РО-350	РО 310
СУ-МИ-0,30РО-345	РО 75	СУ-МИ-0,10РО-360	РО 400

Таблица 11 - Таблица размеров металлических спиральных камер

СУ-МИ-0,375ПЛ-345			СУ-МИ-0,35ПЛ-345			СУ-МИ-0,35ПЛ-345а		
B=4,07; B''=3,88; r''=0,12; R''=0,85; r2=0,70; rc=0,70;			B=3,79; B''=3,62; r''=0,12; R''=0,85; r2=0,70; rc=0,70;			B=3,61; B''=3,45; R''=0,84; r2=0,695; r''=0,12; rc=0,695;		
№ сеч	R	ρ	№ сеч	R	ρ	№ сеч	R	ρ
1	2.35	0.80	1	2.18	0.71	1	2.06	0.65
2	2.21	0.73	2	2.05	0.65	2	1.94	0.60
3	2.06	0.65	3	1.92	0.58	3	1.82	0.54
4	1.89	0.58	4	1.77	0.51	4	1.69	0.48
5	1.72	0.49	5	1.61	0.44	5	1.54	0.41
6	1.53	0.41	6	1.44	0.36	6	1.38	0.34
7	1.30	0.31	7	1.25	0.28	7	1.20	0.26
8	1.13	0.24	8	1.08	0.22	8	1.05	0.21

СУ-МИ-0,35РО-345			СУ-МИ-0,3РО-345			СУ-МИ-0,25РО-345		
№ сеч	R	ρ	№ сеч	R	ρ	№ сеч	R	ρ
1	2.42	0.83	1	2.25	0.70	1	2.07	0.65
2	2.27	0.75	2	2.12	0.68	2	1.96	0.59
3	2.11	0.68	3	1.98	0.61	3	1.84	0.53
4	1.95	0.60	4	1.83	0.54	4	1.71	0.47
5	1.77	0.51	5	1.67	0.46	5	1.57	0.41
6	1.57	0.42	6	1.49	0.38	6	1.41	0.34

7	1.34	0.32	7	1.28	0.28	7	1.23	0.25
8	1.15	0.24	8	1.11	0.22	8	1.08	0.19

СУ-МІ-0,2РО-350			СУ-МІ-0,16РО-350		
B=3.37; B''=3,24;			B=3,10; B''=2.99;		
№ сеч	R	ρ	№ сеч	R	ρ
1	1.89	0.56	1	1.72	0.47
2	1.80	0.51	2	1.64	0.43
3	1.70	0.46	3	1.56	0.39
4	1.59	0.41	4	1.47	0.36
5	1.47	0.35	5	1.37	0.30
6	1.34	0.29	6	1.26	0.25
7	1.19	0.23	7	1.13	0.19
8	1.06	0.17	8	1.02	0.15
9	0.98	0.14	9	0.95	0.12

3. Подбирается тип отсасывающей трубы и определяются ее размеры по таблице 12, в которой они даны в долях D_1 , т. е. для получения натуральных размеров данные из таблицы умножаются на выбранное ранее значение D_1 .

По полученным размерам отсасывающая труба вычерчивается в масштабе 1:100 (Лист А1).

Таблица 12 - Типы и размеры отсасывающих труб

Тип трубы	h	L	D_4	R_6	R_7	R_8	h_6	h_5	a	a_1	a_2	B_5	L_1	h_3
4С	2.3	4.5	1.17	1.0	0.7	0.68	0.58	1.2	0.42	1.28	0.09	2.38	1.5	1.1
4Н	2.5	4.5	1.35	1.16	0.82	0.78	0.67	1.31	0.49	1.48	0.11	2.47	1.75	1.35
4Н''	2.7	4.5	1.35	1.16	0.82	0.78	0.67	1.31	0.49	1.48	0.11	2.47	1.75	1.35

3.1.4 Описание конструкции выбранного статора и направляющего аппарата турбины

В данном пункте курсового проекта описывается назначение, типы и конструктивные особенности статора и направляющего аппарата турбины.

Выбирается тип статора и направляющего аппарата для выбранной турбины, определяются основные размеры.

3.1.5 Описание конструкций выбранных вала, подшипников и подпятника

Описывается назначение, типы и конструктивные особенности валов, подшипников и подпятников турбины. Выбирается тип подпятника, подшипника и вала для выбранной турбины, определяются их основные размеры, обосновывается выбор именно этого типа.

3.1.7 Выбор вспомогательного оборудования гидротурбины

Описывается назначение вспомогательного оборудования гидротурбины, его конструктивные особенности и принцип работы.

3.2 Выбор и расчет гидрогенератора

3.2.1 Выбор типа генератора и определение его основных технических параметров

В данном пункте курсового проекта описывается назначение и принцип работы генератора, типы и конструктивные особенности, выбирается тип и определяется марка гидрогенератора.

Основными паспортными размерами (параметры) генератора являются:

- диаметр активной стали D_i (м)
- длина активной стали L_i (м)
- мощность генератора S (МВА)
- число оборотов n (об/мин)

Мощности турбины и генератора, которые связаны зависимостью:

$$N_{\Gamma} = N_T \times \eta_{\Gamma}, \quad (8)$$

где η_{Γ} - КПД генератора = 0,95

Подбор генераторов ведется не по активной мощности - N_{Γ} , измеряемой в киловаттах, а по полной или кажущейся мощности S , измеряемой в мегавольтамперах МВА. Полная мощность учитывает реактивную составляющую рабочего тока и связана с активной мощностью зависимостью:

$$S = N_{\Gamma} / \cos \varphi, \text{ мВА} \quad (9)$$

где $\cos \varphi$ - коэффициент мощности = 0,85.

Для определения маркировки генератора рассчитывается количество полюсов:

$$n = 6000 / 2 p, \quad (10)$$

где $2 p$ – число полюсов.

Записывается маркировка выбранного генератора.

3.2.2 Определение основных размеров генератора

В данном пункте курсового проекта определяются основные размеры генератора. Для этого определяется компоновка гидроагрегата:

а) зонтичный гидроагрегат

б) подвесной гидроагрегат

Зонтичные агрегаты применяются при частоте вращения до 200 об/мин и отношениях диаметра расточки статора к высоте обода $D_i/L_i > 7$, а подвесные при частоте вращения более 200 об/мин и $D_i/L_i < 7$ (приложение 10).

Определяются размеры генератора по формулам (м):

Диаметр ротора $D_p = D_i - (0,5 \div 0,6)$

Внешний диаметр статора $D_c = 1,1 \times D_i$

Высота статора $h_c = L_i + (0,2 \div 0,7)$.

Диаметр шахты генератора $D_{ш} = D_c + (1,5 \div 3,0)$

Высота верхней крестовины:

-для подвесных агрегатов $h = (0,2 \div 0,3) \times D_i$

-для зонтичных агрегатов $h = 1,5 \div 2 \text{ м}$

Высота подпятника:

-для подвесного агрегата $h = (0,1 \div 0,3) \times D_i$

-для зонтичного агрегата $h = (0,1 \div 0,2) \times D_i$

Вычерчивается гидроагрегат в масштабе 1:100 (Лист А1).

3.2.3 Описание основных элементов выбранного генератора

В данном пункте курсового проекта описывается конструкция выбранного типа генератора: конструктивные особенности статора и ротора генератора.

3.2.4 Описание вспомогательных устройств выбранного генератора

В данном пункте курсового проекта описывается назначение, конструктивные особенности и принцип работы вспомогательных устройств выбранного генератора.

3.2.5 Описание метода монтажа заданного узла гидроагрегата

Описывается последовательность монтажа заданного узла гидроагрегата.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном разделе содержатся выводы по выполнению курсового проекта.

5 СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Во время выполнения курсового проекта (при поиске материала) записывайте сведения о каждом источнике, который вам понадобился. Все сведения о книге находятся на титульном листе или на обороте титульного листа.

Последовательность расположения: В начале списка располагаются законы, указы, законодательные акты (в алфавитном порядке), нормативная документация (ВниР, ЕНиР, СНиП). Дальше – остальные печатные источники в алфавитном порядке по фамилии автора или названия (если автор не указан), затем методические указания. В конце списка — электронные ресурсы (также в алфавитном порядке). Независимо от компоновки использованных источников, нумерация сплошная (от первого до последнего названия).

1. ВНиР. Сборник В17. Монтаж оборудования и трубопроводов электрических станций и гидротехнических сооружений. Вып. 2. Гидравлические турбины и гидрогенераторы. / Минэнерго СССР – М. : Прейскурантиздат, 1987. – 152 с.

2. СП 72.13330.2016 «СНиП 3.04.03 – 85. Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии». : Взамен СНиП III-23-76 – Введён 1.07.1986. с изменением №1 Введён 29.07.2019 / АО «НИЦ «Строительство» – 32 с.

3. РД 153-34.0-03.205-2001 «Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций» : - Москва. : Издательство НЦ ЭНАС, 2001.

4. Стандарт организации. СТО17330282.27.140.005-2008. Гидротурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. : Взамен СО 34.31.302-2001 (РД 153-34.2-31.302-2001), СО 34.31.502-97 (РД 34.31.502-97), СО 34.31.605. : Введён 15.05.2008. – 58 с.

5. Стандарт организации. СТО 70238424.27.140.015-2010. Гидроэлектростанции. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. : Взамен СТО 17330282.27.140.015-2008., СТО 70238424.27.140.015-2008. Введён 30.09.2010. – 42 с.

6. Сайт компании ОАО «РусГидро» [Электронный ресурс] : база данных для курсового и дипломного проектирования – Режим доступа : www.rushydro.ru.