Практическая работа №3

Расчёт установленной мощности и режима работы малой ГЭС

Режимы работы МГЭС

- **Нерегулируемая ГЭС**
- **ГЭС с суточным регулированием**

Этапы расчёта

- **Предварительный расчёт мощности**
- **Выбор оборудования**
- **Определение режима работы оборудования**

Предварительный расчёт установленной мощности малой ГЭС

2. Рассчитываем установленную мощность:

а. при отсутствии суточного регулирования

$$N_{уст} = k_M \cdot Q_{ср(50\%)} \cdot H \cdot k_{P\%}$$

$k_{P\%} \approx 0{,}4$ - Расчётный модульный коэффициент для степной зоны, полученный на основе ϕ_{cmax}

$k_{P\%} \approx 1$ - Расчётный модульный коэффициент для лесной зоны, полученный на основе ϕ_{cmax}

Предварительный расчёт установленной мощности малой ГЭС

б. при наличии регулирующего бьефа с объемом, достаточным для суточного регулирования и продолжительности работы МГЭС t часов в сутки

$$N_{уст} = k_M \cdot Q_{ср(50\%)} \cdot H \cdot \frac{T}{t} \cdot k_{P\%}$$

Предварительный расчёт установленной мощности малой ГЭС

3. Рассчитываем число гидроагрегатов

Количество агрегатов в первую очередь зависит от распределения стока внутри периода работы ГЭС.

Если в створе станции нет регулирующей емкости обеспечивающей внутрисуточное регулирование, то кол-во агрегатов и режим работы будут определяться внутригодовым режимом естественного стока.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сток, $м^3/с$	**0,004**	**0,003**	**0,13**	**2,67**	**0,40**	**0,22**	**0,23**	**0,15**	**0,11**	**0,14**	**0,09**	**0**

Возможно перемерзание, исчезание стока

Определение установленной мощности малой ГЭС

$$n = \frac{Q_{cp50\%}}{Q_{cp95\%}} \cdot m$$

m – коэффициент, зависящий от быстроходности турбины и её расположения на ГУХ

m = 1,014

4. Производим выбор турбин и работу агрегатов по месяцам

$$N_{ном} = \frac{N_{уст}}{n}$$

Выбор типа гидротурбины

$$N_{ном} = \frac{N_{уст}}{n}$$

Ограничения, накладываемые на выбор гидротурбины

$$N_{ном.т} \geq N_{ном}$$

$$H_{\min.т} \leq H \leq H_{\max.т}$$

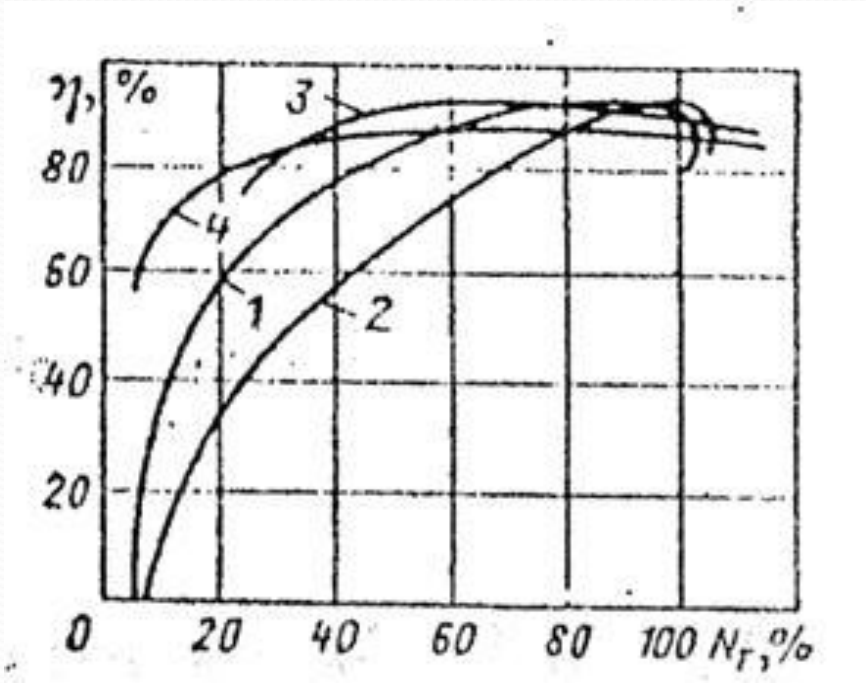
$$Q_{\min.т} \leq Q \leq Q_{\max.т}$$

Выбор турбины и гидроагрегата

Варианты гидроагрегатов

Тип турбины	Nном, кВт	Uном кВ	Тип ген.	H, м	Q, м^3/с	ω, об/мин.	Цена, руб.
Компания «ИНСЭТ» (ГА+ББН+Мультипликатор)							
МГЭС-10Пр	5	0,23	АГ	2,0-4,5	0,07-0,14	1000	350000
МГЭС-10Пр	10	0,23	АГ	4,5-10,0	0,1-0,21	1500	700000
МГЭС-15Пр	15	0,4	АГ	4,5-12,0	0,1-0,3	1500	1050000
МГЭС-50Пр	50	0,23; 0,4	АГ	2,0-10,0	0,3-0,9	600,750	2500000
МГЭС-100Пр	100	0,23; 0,4	АГ	6,0-18,0	0,5-1,2	1000	4000000
МГЭС-20ПрД	20	0,23; 0,4	АГ	8-18	0,08-0,17	1500	1000000
МГЭС-100К	100	0,23; 0,4	АГ, СГ	40-250	0,015-0,06	600, 750, 1000, 1500	3600000
МГЭС-200К	180	0,23; 0,4	АГ, СГ	40-250	0,025-0,1	600, 750, 1000, 1500	4860000
МГЭС-55РО	550	0,4; 6,0	СГ	25-55	0,4-1,3	1000	13695000
МГЭС-100РО	950	0,4; 6,0	СГ	30-100	0,4-1,25	1000,1500	18050000
МГЭС-120РО	3300	6,0; 10,0	СГ	70-120	0,6-3,2	600, 750, 1000	23100000
МГЭС-160РО	5600	6,0; 10,0	СГ	100-160	1,5-4	750,1000	39200000
Компания “Weswen” (ГА)							
WTWT600 (Тюрго)	0,6	0,23	ГПМ	8-20	0,008-0,012	1500,1000, 750	41000
WTWT1000 (Тюрго)	1	0,23	ГПМ	10-25	0,008-0,015	1500,1000, 750	46000
WTWT1500 (Тюрго)	1,5	0,23	ГПМ	12-28	0,008-0,018	1500,1000, 750	61000

Фактическая загруженность ГА

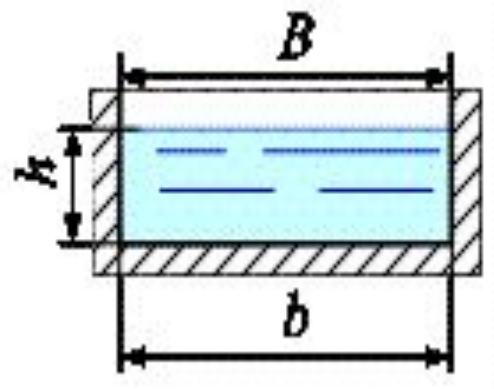


$$S_i(t) = \frac{n \cdot N_{ном.т.}}{\cos\varphi} \cdot \eta_{ВС} \cdot \eta_{ТУРБ} \cdot \eta_{ГЕН}$$

Рабочие характеристики гидротурбин:
1 – радиально-осевая, 2 – пропеллерная,
3 – поворотно-лопастная, 4 – ковшовая.

Геометрия водоподводящих сооружений

Сечение деривационного канала



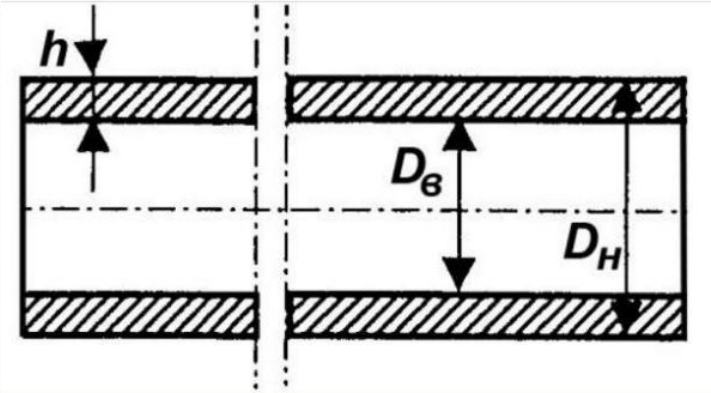
Максимальный расход турбин

$$\omega = \frac{Q_{\max}}{\upsilon} \qquad \upsilon = 1{,}1 - 1{,}5$$

$$S_{канала} > \omega$$

$$S_{êàíàëà} = h \cdot b$$

Расчет диаметра напорного водовода



Внутренний диаметр водовода

$$D_{âíóò} = \left(\sqrt{\frac{4 \cdot Q_{òóðá}}{3.14 \cdot \upsilon}}\right)$$

Скорость потока в водоводе

$$\upsilon = \sqrt{2gH}$$

Внешний диаметр водовода

$$D_{внеш} = D_{внут} + 2a_0$$

Потери напора в водоводе

Действительный напор

$$H_{д} = H - \sum \Delta h$$

Потери в водоводе

$$\sum \Delta h = \Delta h_{тр} - \Delta h_{доп}$$

$$\Delta h_{тр} = \frac{128 \cdot \nu \cdot Q \cdot L}{\pi \cdot g \cdot D^4}$$

Потери на трение воды о стенки водовода

$$\Delta h_{доп} = \frac{0{,}083 \cdot f \cdot Q}{D^4}$$

Местные потери напора

Тип жидкости	ν
Чистая вода при t=20 ºС	1,01*10^(-6) м^2/с
Чистая вода при t=10 ºС	1,31*10^(-6) м^2/с

элемент	f
вход в водовод с закругленными краями	0,2
задвижка	0,12
Закругление	0,14

К.П.Д. водоподводящих сооружений

$$\eta_{вс} = \frac{N_{вых}}{N_{вх}} = \frac{9{,}81 \cdot Q_i \cdot H_{д}}{9{,}81 \cdot Q_i \cdot H}$$

Определение числа ГА в работе по месяцам и годовой выработки

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q(50%)	0,16	0,15	0,36	36,1	126	69,5	28,9	13,2	4,67	5,8	4,99	0,61
Q(95%)	0,51	0,043	0,064	10,9	29,6	9,64	2,55	1,35	0,78	0,79	0,58	0,13
n	0	0	0	5	5	5	4	3	1	0	0	0

Число работающих ГА определяется исходя из максимального расхода, который можно пропустить через этот ГА.

Определяется годовая выработка электроэнергии и выработка в каждый месяц.

$$W = \sum_{i}^{12} \left(\sum_{j=1}^{n} S_{ген}(t) \right) \cdot t$$

Сводная таблица

Величина	Описание	Месяцы					
		1	2	3	....	11	12
Q 50% (м^3/с)	Расход средневодного года						
Q 95% (м^3/с)	Расход маловодного года						
n 50%, шт.	Кол-во включенных ГА						
n 95%, шт.							
ηга 50%	К.п.д. гидроагрегатов						
ηга 95%							
ηвс 50%	К.п.д. водоподводящих сооружений						
ηвс 95%							
Sфакт 50% (кВт)	Мощность гидроагрегатов						
Sфакт 95% (кВт)							
Wмес 50% (кВт*ч)	Объём электроэнергии по месяцам						
Wмес 95% (кВт*ч)							
Wгод 50% (кВт*ч)	Объём вырабатываемой электроэнергии за год	Σ					
Wгод 95% (кВт*ч)		Σ					

Ход работы

- Рассчитать Nуст в условиях нерегулируемого стока
- Определить оптимальное число гидроагрегатов для МГЭС
- На основе полученного значения установленной мощности выбрать тип и номинальную мощность гидротурбин
- Определить число работающих ГА в каждом месяце для маловодного и средневодного года. Учесть степень их загруженности в месяцы, когда Q недостаточно для выработки Nном.

Ход работы

- Рассчитать объем вырабатываемой электроэнергии для маловодного и средневодного года.
- Определить какую часть теоретического потенциала реки удалось преобразовать на ГЭС в период маловодного и средневодного года.

$$N_{\tilde{a}\acute{y}\tilde{n}} = n \cdot 9{,}81 \cdot Q_{\grave{o}\acute{o}\eth\acute{a}} \cdot \acute{I} \cdot \eta_{\hat{A}\tilde{N}} \cdot \eta_{\grave{O}\acute{O}\eth\acute{A}} \cdot \eta_{\tilde{A}\mathring{A}\acute{I}}$$

$$N_{\eth\mathring{a}\hat{e}\grave{e}(\grave{o}\mathring{a}\hat{i}\eth)} = 9{,}81 \cdot Q_{\eth\mathring{a}\hat{e}\grave{e}} \cdot \acute{I}$$