

РЕЖИМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

БЕЛОГЛАЗОВ АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ,
к.т.н., доцент кафедры электрических станций (ЭлСт),
ФЭН, П-212 (кафедра)
Лекции 1, 2

Всего часов: 144

Новосибирск, 2020 г.

СТРУКТУРА КУРСА

1. Лекционные занятия – 28 часов (14 лекций).
2. Практические занятия – 28 часов (14 занятий).
3. Лабораторные работы – 14 часов (3 лаб. работы + 1 доп.).
4. РГЗ (зачет).
5. Самостоятельная работа – 64 часа.
6. Консультации – 10 (8 + 2) часов.
7. Аттестация по дисциплине – **ЗАЧЕТ** (2 часа).

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Практические занятия** – максимум: $14 \cdot 2 = 28$ (баллов).
2. **Подготовка к занятиям** – максимум: 7 баллов.
3. **Лабораторные работы** – максимум: $3 \cdot 8 = 24$ (балла).

ЗА Л/Р СТАВЯТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ БАЛЛЫ:

- 8 баллов, если студент выполнил и защитил лаб. работу в день выполнения;
- не более 6 баллов, если лаб. работа защищается в течении недели после выполнения;
- не более 5 баллов, если лаб. работа защищается спустя 7 дней;
- не более 4 баллов, если лаб. работа защищается в последние 2 недели перед зачетной неделей.

4. **Расчётно-графическое задание** – максимум: 21 балл (при сдаче на проверку на 12 неделе и защите не позднее 13 недели).

При защите после 13 недели – минус 3 балла за каждую последующую неделю.

5. **ЗАЧЁТ** – 20 баллов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. **Основное учебное пособие:** Ветров В.И. Режимы электрооборудования электрических станций: учебное пособие / В.И. Ветров, Л.Б. Быкова, В.И. Ключенович. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 241с.
2. **Дополнительная литература**
 - 2.1. Электрическая часть станций и подстанций./Под ред. С.В. Усова. – Л.: Энергия, 1987.
 - 2.2. Собственные нужды тепловых электростанций./Под ред. Ю.М. Голоднова. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
3. **Для РГЗ:** Ветров В.И., Быкова Л.Б., Ключенович В.И. Расчеты самозапуска электродвигателей собственных нужд ТЭС. – МУ к выполнению РГР. – Н.: НГТУ, 2008.
4. **Для лабораторных работ:** №2488 Режимы основного оборудования электрических станций: метод. указания к лаб. работам / В.И. Ветров, Л.Б. Быкова, А.Ф. Саломатин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003.

Вопросы курса:

- Конструкции ТГ, ГГ, АД, СД, ДПТ;
- Физические основы преобразования энергии;
- Нормальные режимы работы генераторов в условиях отличных от номинальных;
- Системы, обеспечивающие нормальную работу генераторов;
- Анормальные режимы работы генераторов;
- Механизмы собственных нужд электрических станций;
- Самозапуск электродвигателей.

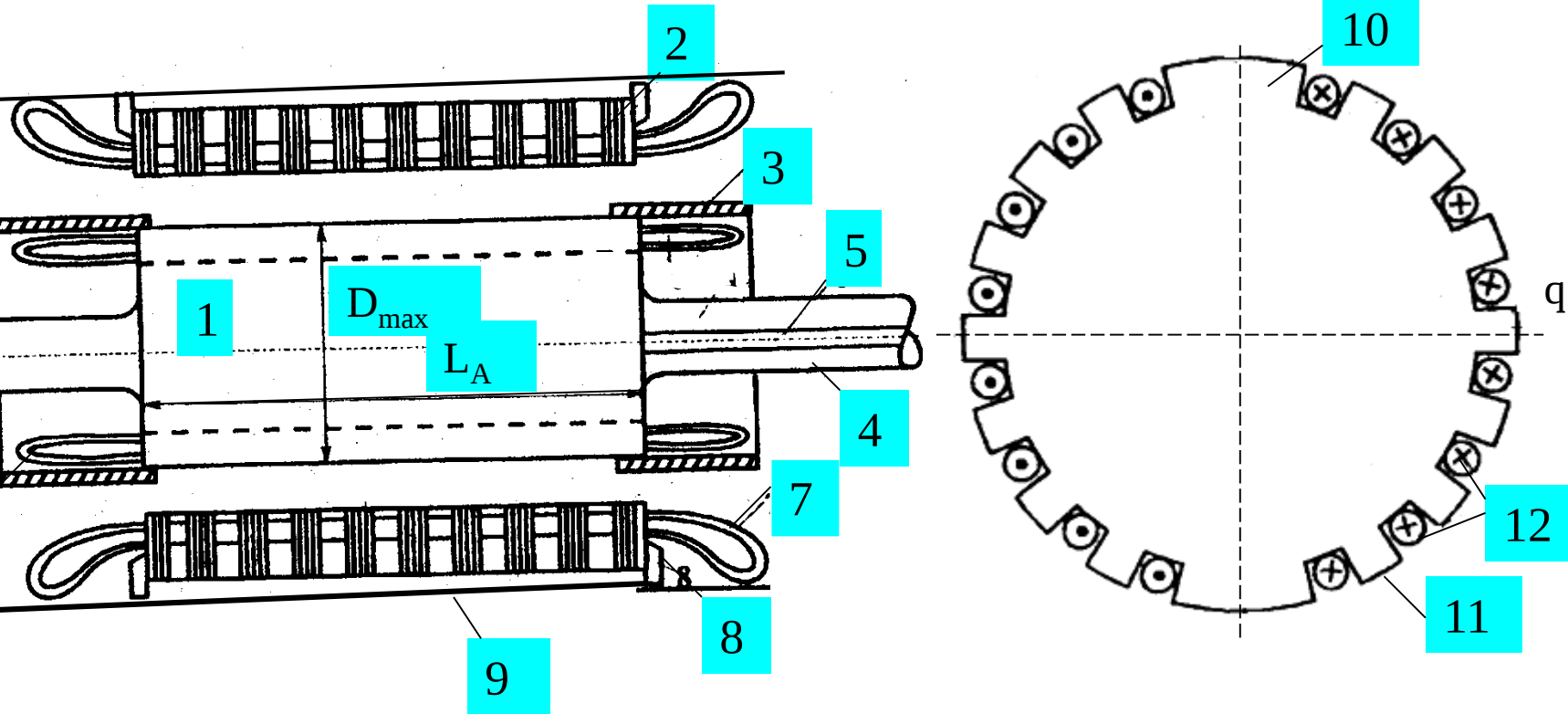
Синхронные генераторы

Особенности конструкции
турбогенераторов

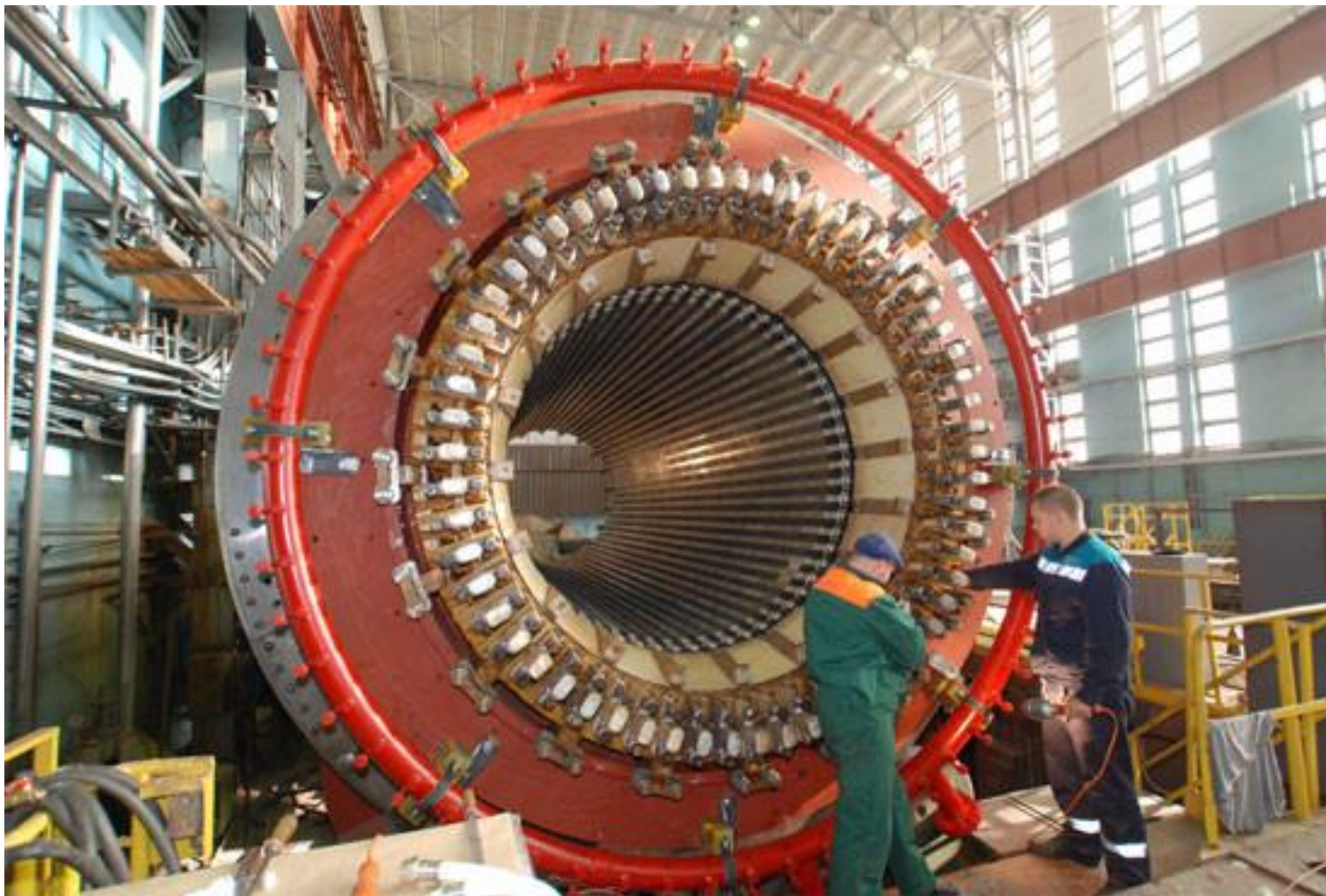
Статор ТГ на станции



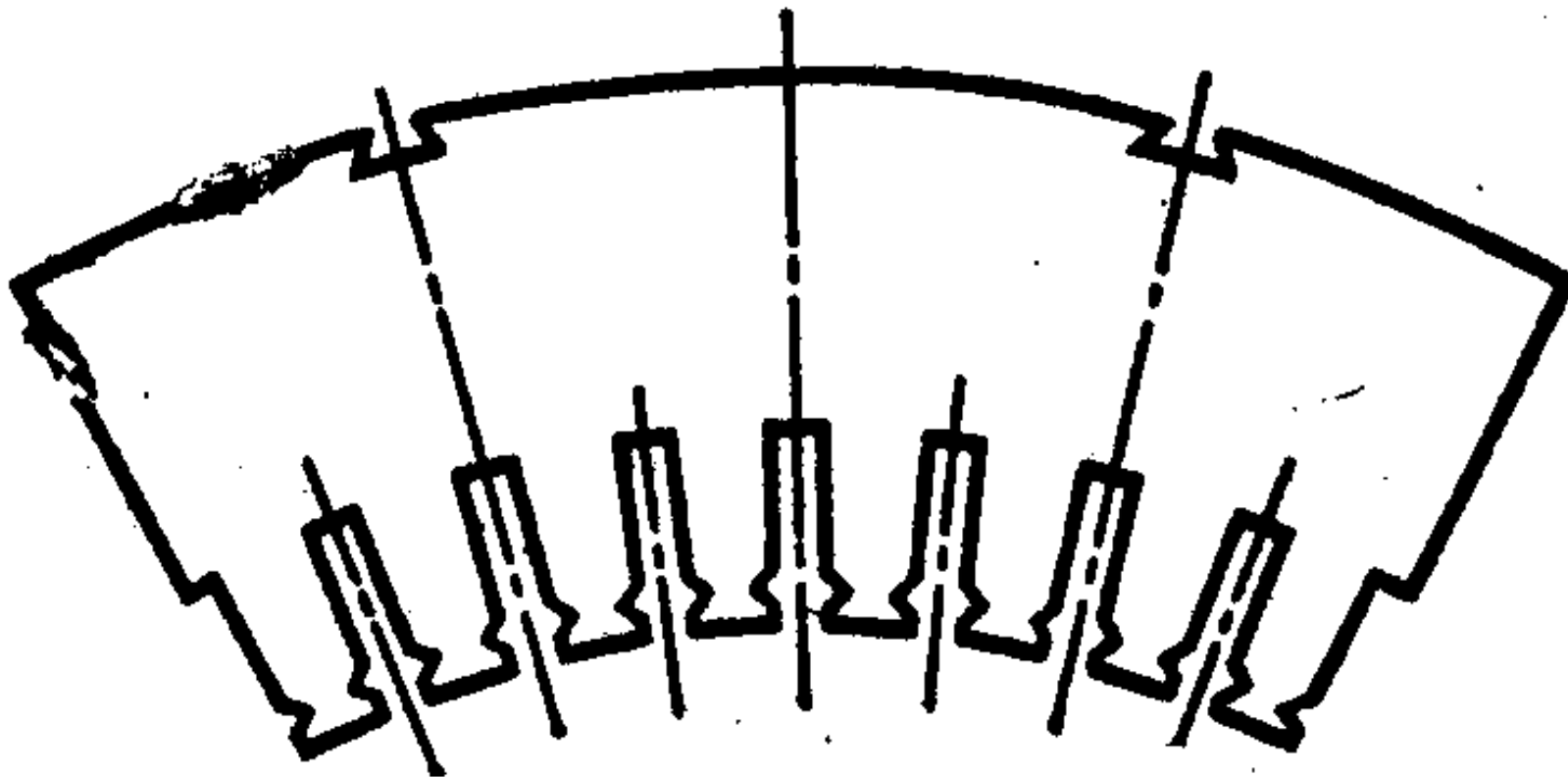
TT



Статор ТГ



Сегмент статора крупной синхронной машины



Ротор ТГ без обмотки



Применяют хромоникелевую или хромомолибденовую сталь

Ротор ТГ с обмоткой



Особенности конструкции гидрогенераторов

Гидрогенераторы

```
graph TD; A[Гидрогенераторы] --> B[До 100 об/мин]; A --> C[100 – 200 об/мин]; A --> D[> 200 об/мин]; B --> E[Тихоходные]; C --> F[Среднеходные]; D --> G[Быстроходные];
```

До 100 об/мин

Тихоходные

100 – 200 об/мин

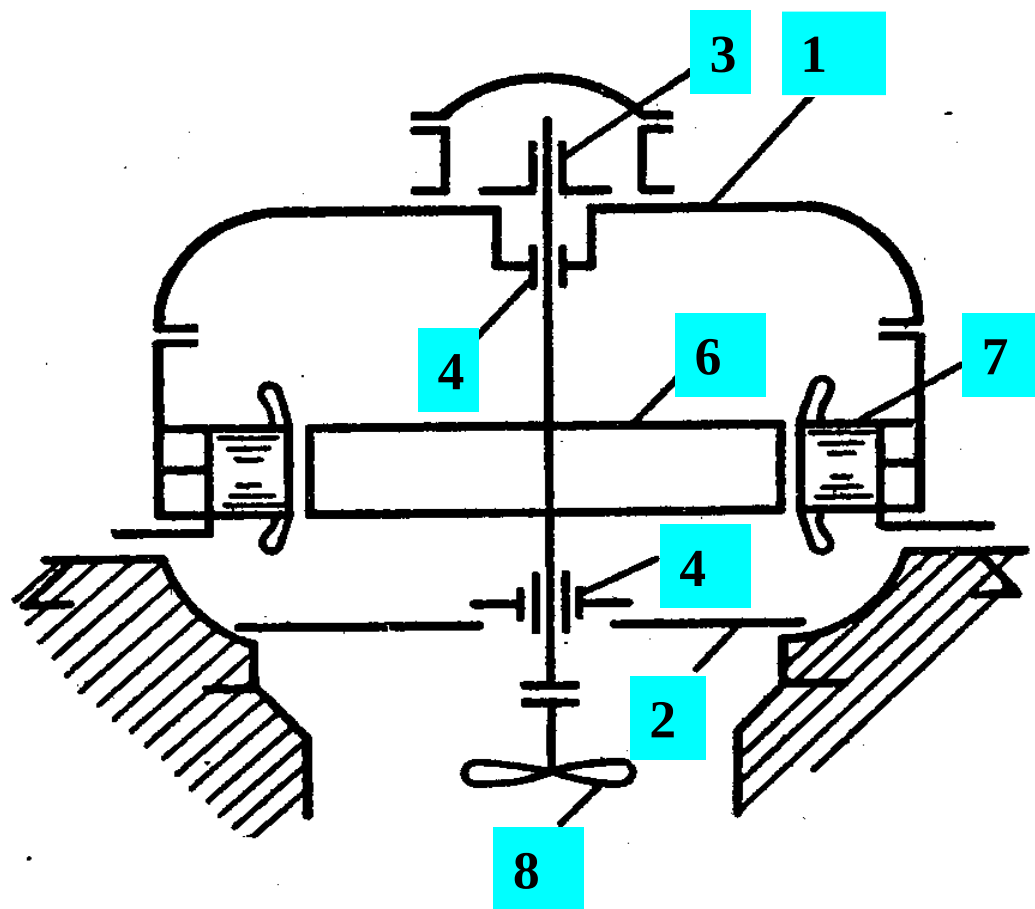
Среднеходные

> 200 об/мин

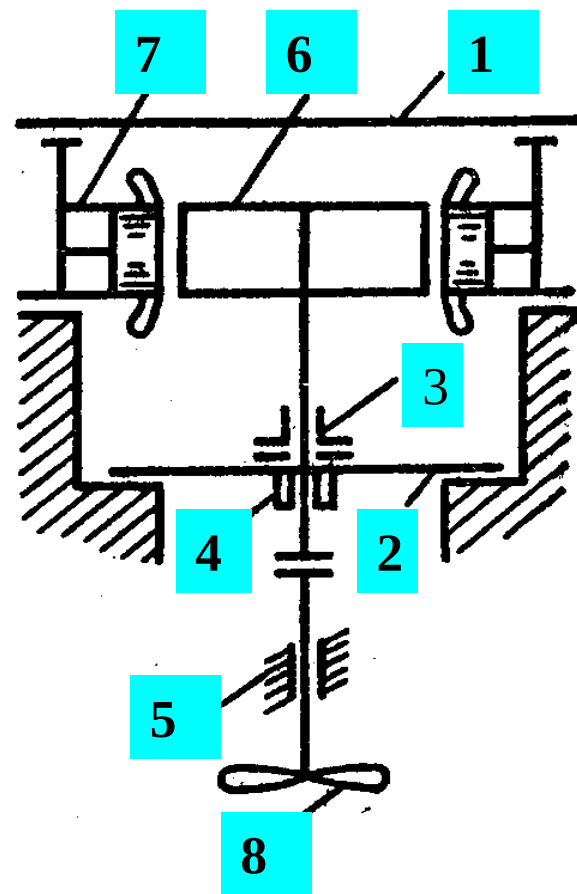
Быстроходные

Подвесное и зонтичное исполнение

ГГ

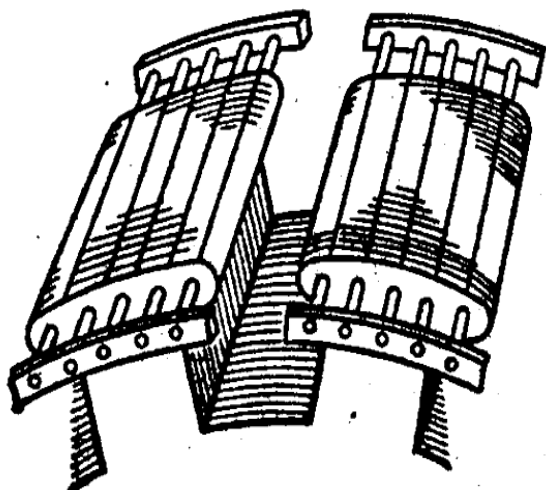


а)

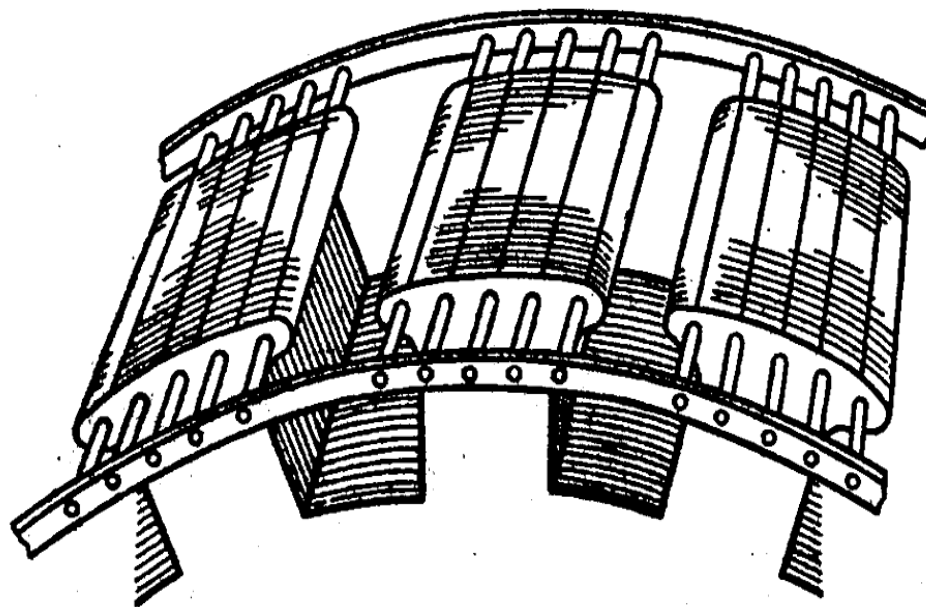


б)

Демпферные обмотки



Продольная



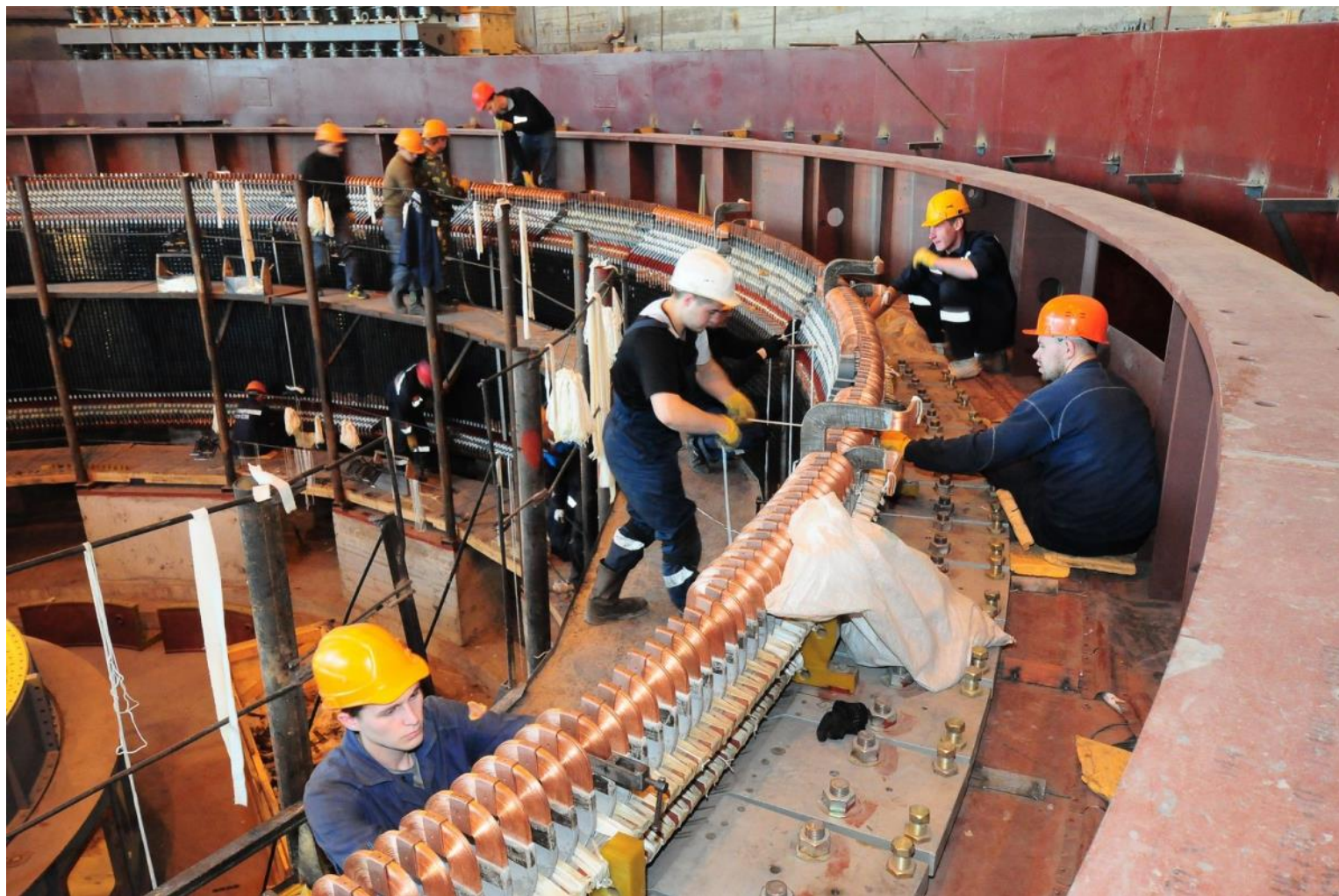
Продольно-поперечная

Статор ГГ Богучанской ГЭС



©RUSSOS | RUSSOS.LIVEJOURNAL.COM

Статор ГГ Богучанской ГЭС



Ротор ГГ Богучанской ГЭС



Параметры ГГ установленных на Богучанской ГЭС

Полная мощность: 370 МВ А

Частота вращения: 90,91 об/мин

Число полюсов: 66

Статор ГГ Саяно-Шушенской ГЭС



cr2.livejournal.com

Ротор ГГ Саяно-Шушенской ГЭС



Параметры ГГ установленных на Саяно-Шушенской ГЭС

Полная мощность – 715 МВ А

Частота вращения – 143 об/мин

Внешний диаметр ГГ около 15 м

Диаметр ротора около 12 м

Длина магнитопровода статора 2,75 м

Число полюсов 42

Системы охлаждения генераторов

Срок службы изоляции при
температуре t

$$T = T_0 \cdot \exp(-a \cdot t),$$

$a = 0,0865$ (если применять 8-
ми градусное правило)

Восьмиградусное правило

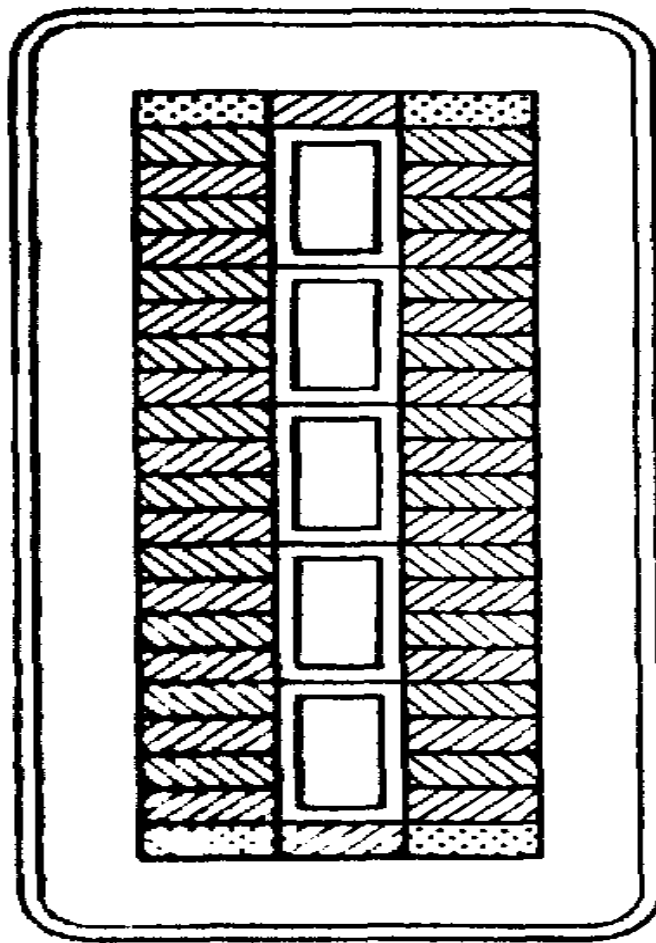
- при $t = 105^{\circ} \text{ C}$ 20 лет;
- при $t = 113^{\circ} \text{ C}$ 10 лет;
- при $t = 121^{\circ} \text{ C}$ 5 лет.

Это правило применяется в
диапазоне температур $80 - 150^{\circ} \text{ C}$.

Сравнение теплоотводящих свойств охлаждающих средств

Охлаждающая среда	Давление, МПа	Физические свойства в долях показателей воздуха		
		Теплопроводность, Вт/м*К	Плотность, кг/м ³	Теплоотводящая способность
Воздух	0,100	1,0	1,0	1,0
Водород(97%) и воздух (3%)	0,103	5,9	0,098	1,33
Водород (100%)	0,103	7,1	0,070	1,44
	0,200	7,1	0,140	2,75
	0,400	7,1	0,280	4,00
Трансформаторное масло	0,100	5,3	848,0	21,0
Вода	0,100	23,0	1000,0	50,0

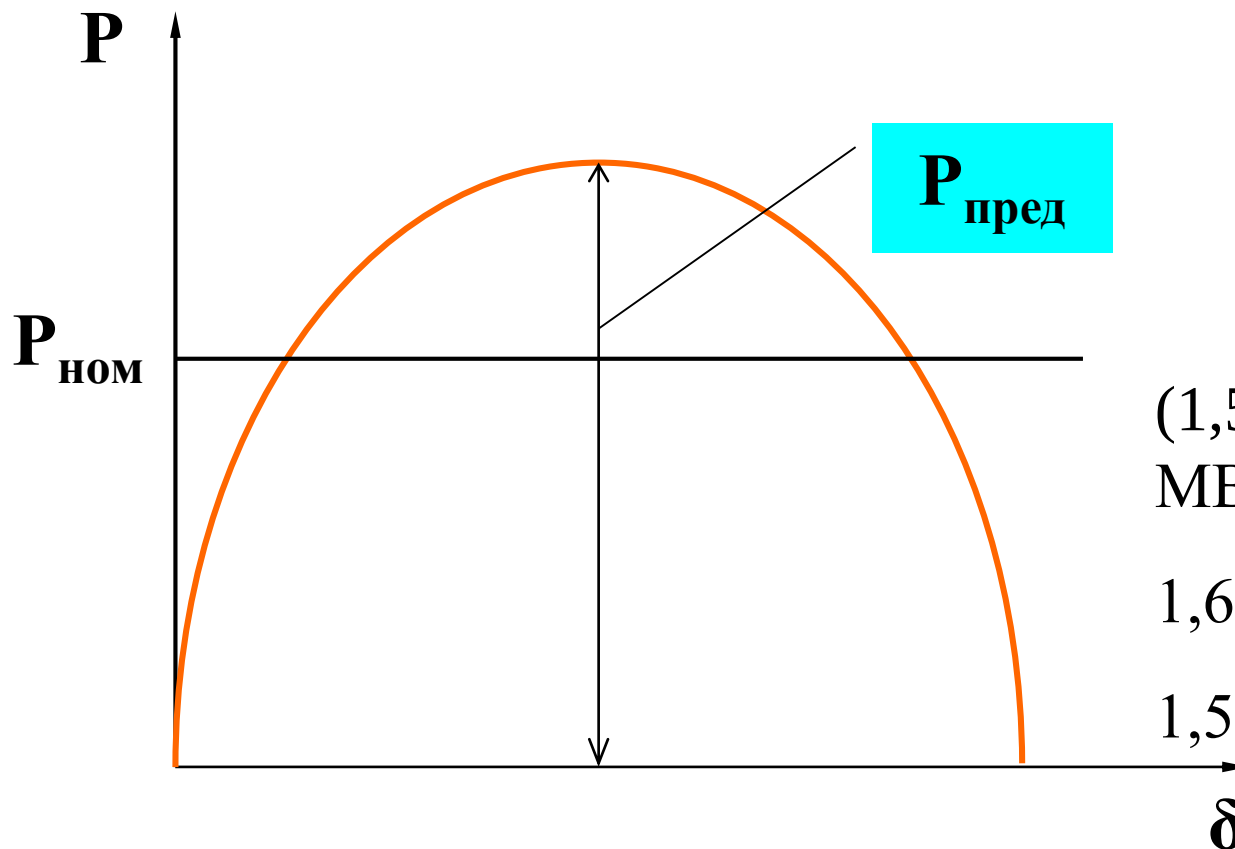
Сечение стержня статорной обмотки ТГВ-200



Факторы, определяющие активную мощность ТГ

$$P_{ном} = \frac{1,2}{S} A_2 \cdot B_2 \cdot D_2^2 \cdot L_A \cdot n \cdot 10^{-2} \text{ кВТ}$$

Статическая перегружаемость



$$S = \frac{P_{\text{пред}}}{P_{\text{ном}}}$$

(1,5 – 1,6) для ТГ > 300 МВт

1,6 для ТГ до 500 МВт

1,5 для ТГ 800 МВт и >

Линейная нагрузка ротора

$$A_2 = j \frac{\sum q}{\pi D_2 100}$$

При $p = 0,003$ МПа A_2 увеличилась на 30%

При $p = 0,2$ МПа A_2 увеличилась на 50%

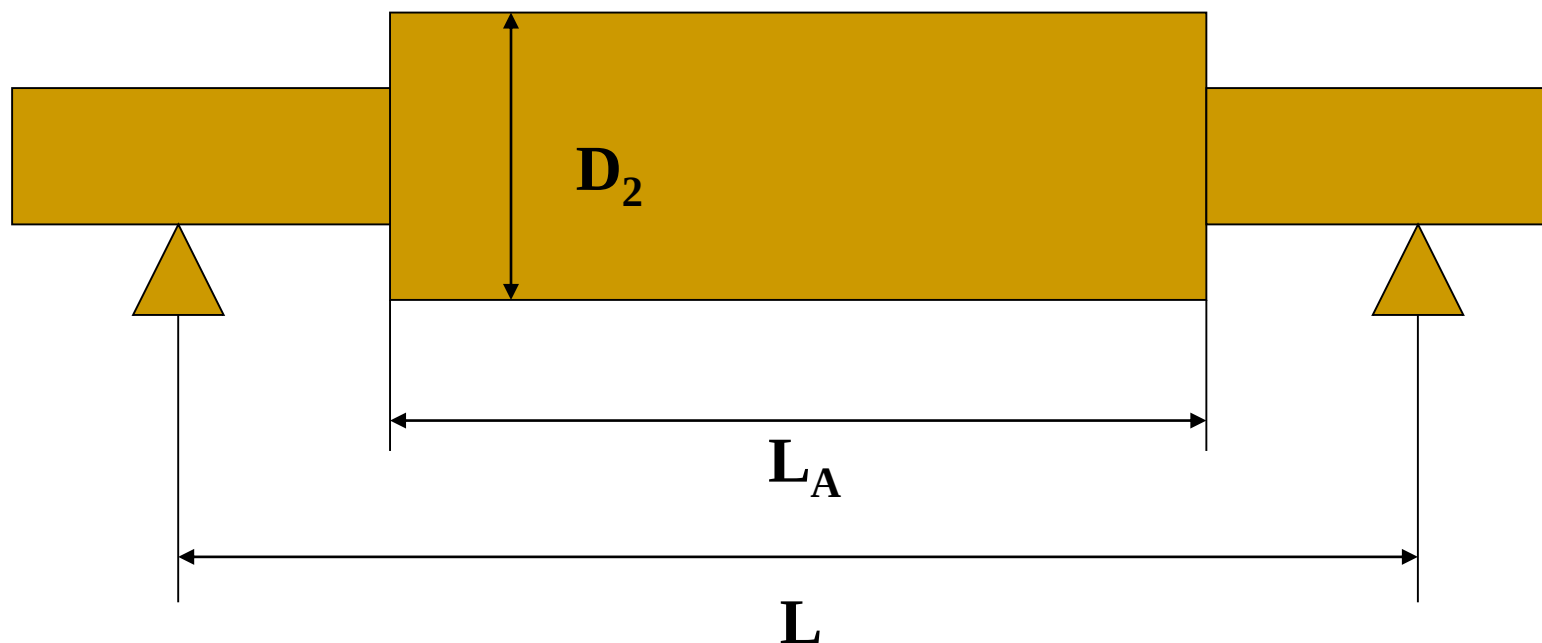
В2 – индукция в зазоре

0,8...0,86 Тл



1 Тл

Геометрические размеры бочки ротора ТГ



Предельные размеры L_A и D_2 в мировой практике

Годы	1937	1948	1952	1964	1968	1986
D_2 , мм	990	1000	1075	1112	1200	1250
L_A , мм	6500	6400	6400	6350	7000	8000