



# Внедрение гидромуфты для регулирования питательного насоса ПЭ-580-185/200-2 Петрозаводской ТЭЦ филиал «Карельский» ОАО «ТГК-1»

Выполнил:  
студент 4 курса  
физико-технического факультета, гр. 21415  
Гудков Сергей Дмитриевич

Научный руководитель:  
Преподаватель кафедры  
энергообеспечения предприятий и энергосбережения  
Поздеев Василий Александрович



# Цели и задачи



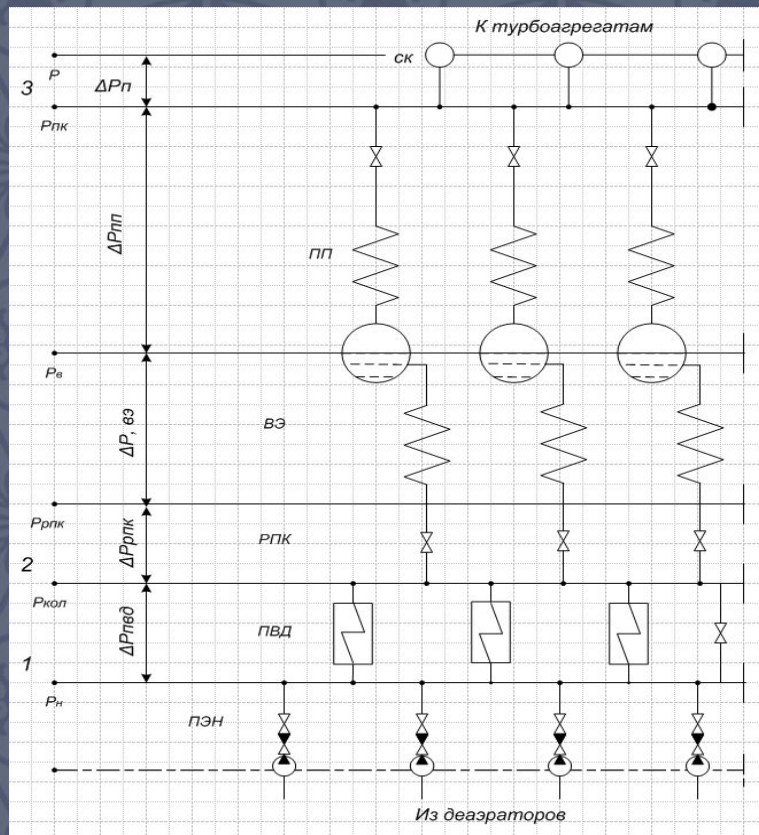
## Цель работы

- изучение возможности внедрения гидромукты для регулирования питательного насоса ПЭ-580-185/200-2 Петрозаводской ТЭЦ филиал «Карельский» ОАО «ТГК-1».

## Основные задачи:

- анализ существующих типов регулируемых приводов;
- выбор оптимального варианта регулируемого привода;
- расчет экономической эффективности от внедрения регулируемого привода питательного насоса;
- выводы по результатам исследования.

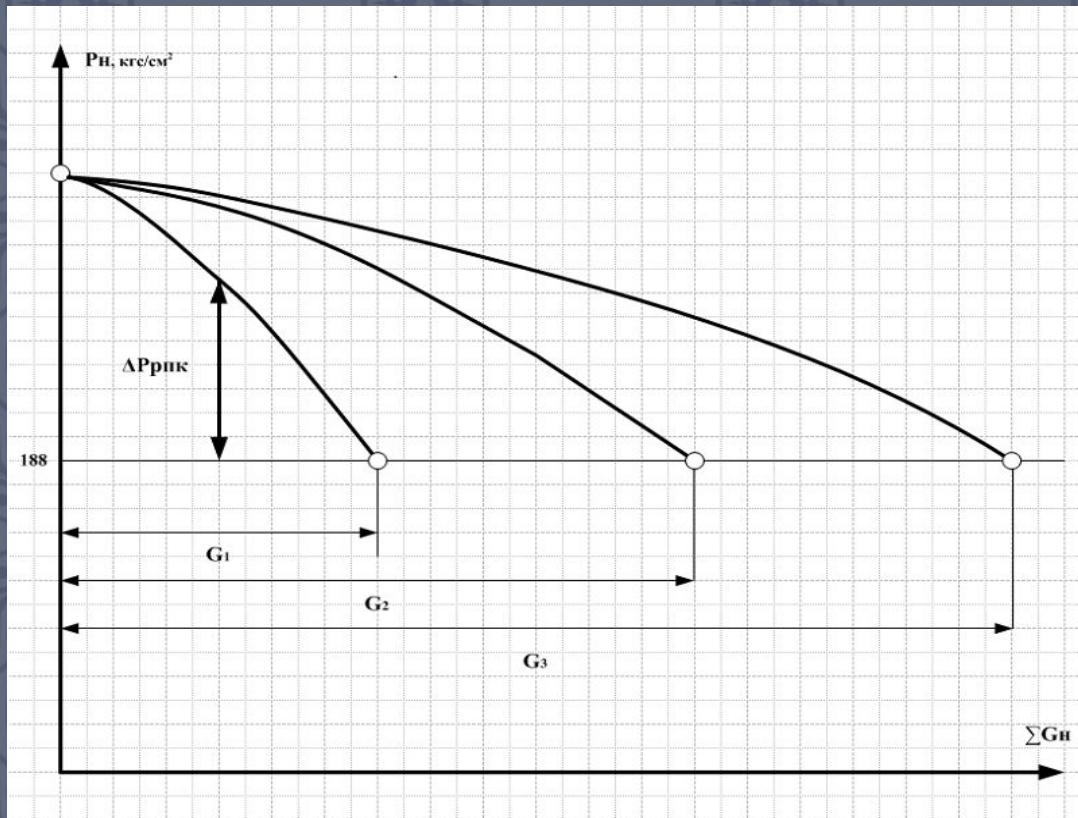
# Описание схемы пароводяного тракта Петрозаводской ТЭЦ



- 1 - напорный коллектор;
  - 2 - питательный коллектор;
  - 3 - паровой коллектор
- $\Delta P$  – перепад давлений (гидравлических сопротивлений отдельных участков);
- ВЭ – водяной экономайзер;
- ПП – пароперегреватель;
- СК – стопорный клапан.

Рисунок 1 – Схема пароводящего тракта Петрозаводской ТЭЦ

# Напорные характеристики работающих питательных насосов



- $G_1$  – расход питательной воды, в работе один насос
- $G_2$  – в работе два насоса
- $G_3$  – в работе три насоса

Рисунок 2 – Напорные характеристики параллельно работающим питательным насосам



# Комплексная модернизация питательного электронасосного агрегата

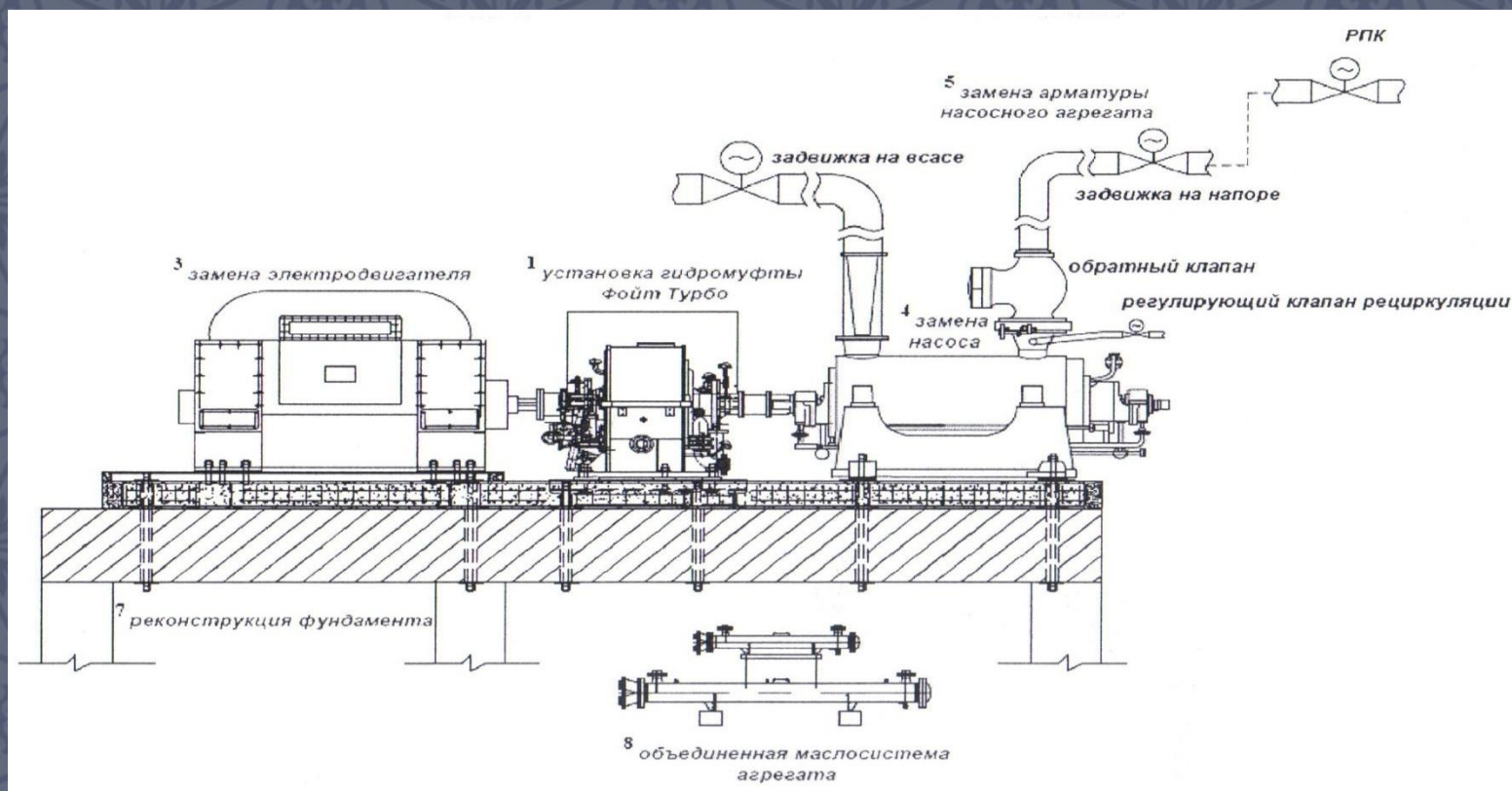


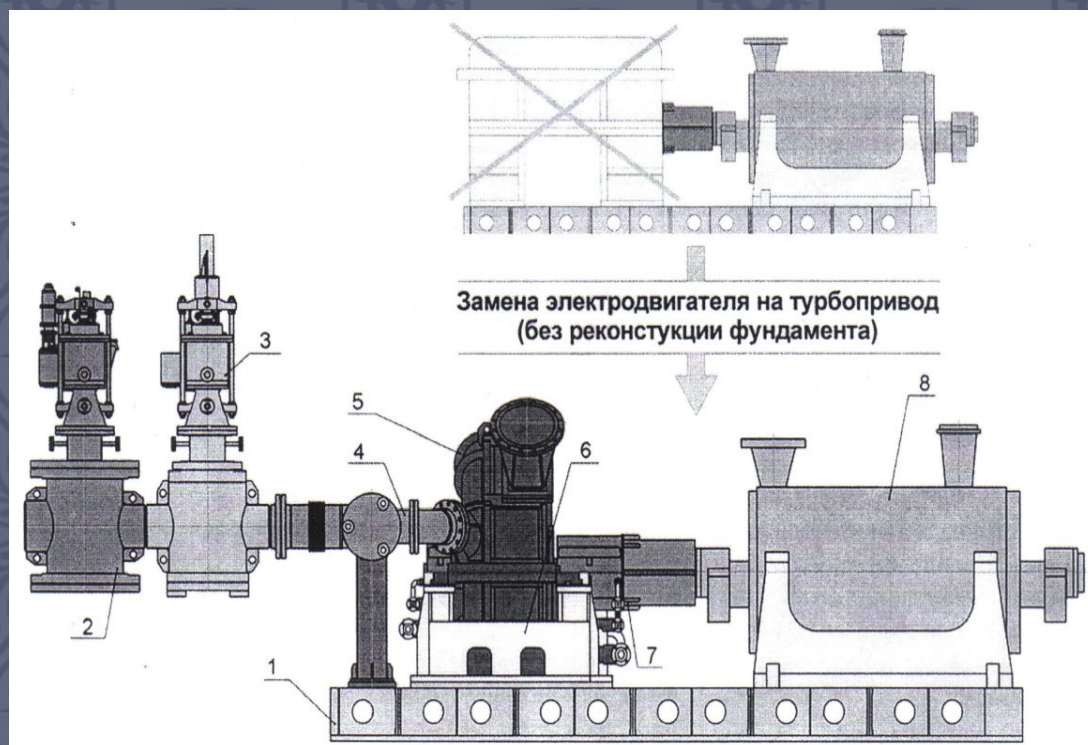
Рисунок 3 – Комплексная модернизация питательного электронасосного агрегата с установкой гидромuffты Фойт-Турбо

# Преимущества применение гидромуфт



- Отсутствие перепадов давления на РПК;
- Возможность плавного пуска двигателя с постепенной нагрузкой;
- Простота системы управления, конструкции;
  - Малые габариты;
- Улучшение условий работы гидравлической пяты, уплотнений.

# Установка взамен электродвигателя приводной паровой турбины



- 1 – фундаментная рама;
- 2 – стопорный клапан;
- 3 – регулирующий клапан с линейным приводом;
- 4 – блок компенсаторный;
- 5 – цилиндр;
- 6 – опорная система цилиндров;
- 7 – кожух муфты;
- 8 – питательный насос.

Рисунок 4 - Схема реконструкции питательного насоса с заменой электродвигателя на турбопривод



# Принципиальная схема подключения турбопривода

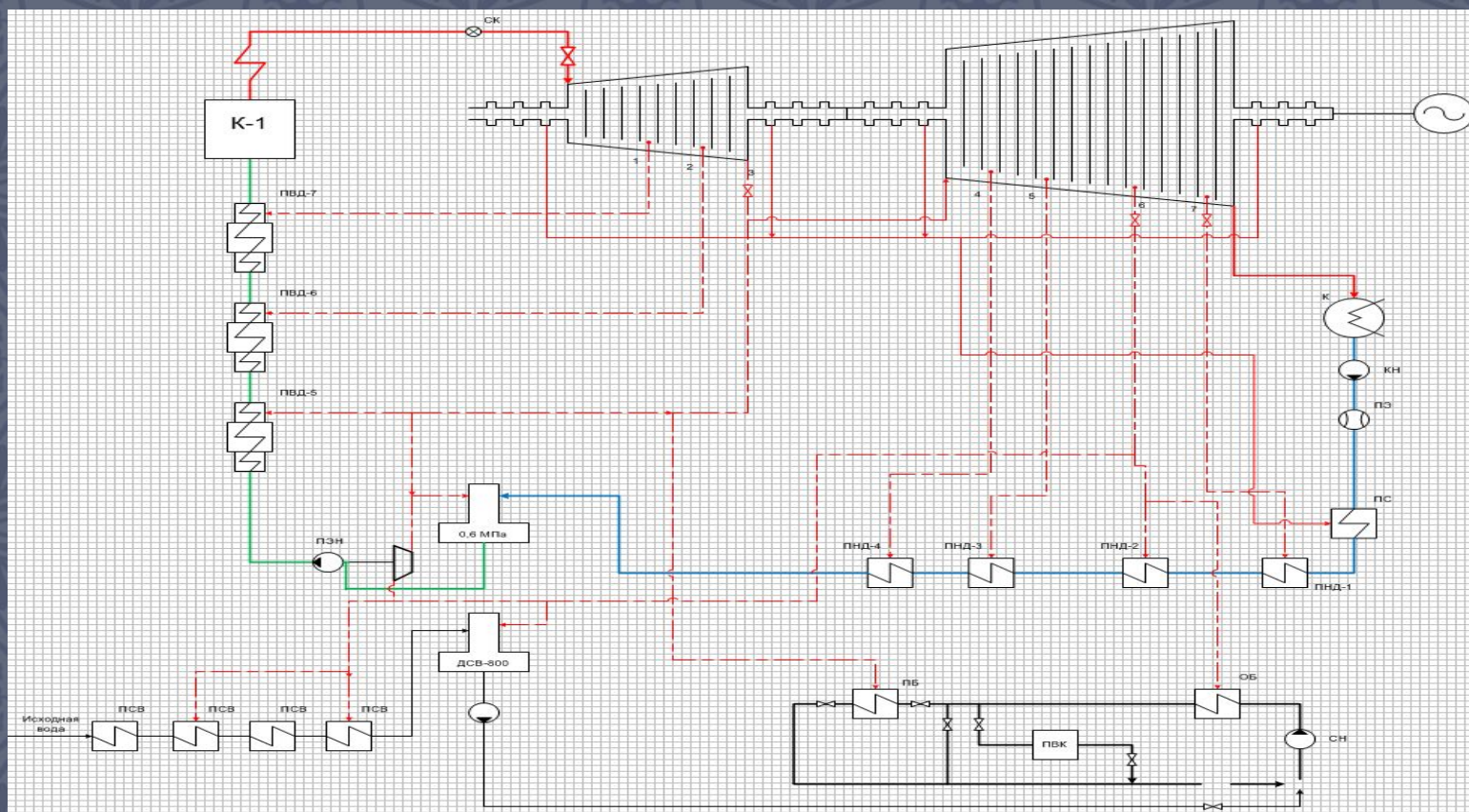


Рисунок 5 – Принципиальная схема подключения турбопривода



# Исходные данные



Таблица 1 – Потребление питательной воды каждым котлом за месяц

Номер котла	Январь		Февраль		Март		Апрель	
	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч
К-1	353	1087	312	943	288	876	355	1030
К-2	369		324		296		356	
К-3	365		307		292		319	
Номер котла	Май		Июнь		Июль		Август	
	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч
К-1	306	599	330	658	0	298	338	1016
К-2	0		0		0		338	
К-3	293		328		298		340	
Номер котла	Сентябрь		Октябрь		Ноябрь		Декабрь	
	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч	Гп.в, т/ч	ΣГп.в, т/ч
К-1	0	250	338	1002	359	1063	368	1095
К-2	250		331		355		365	
К-3	0		333		349		362	

# Исходные данные

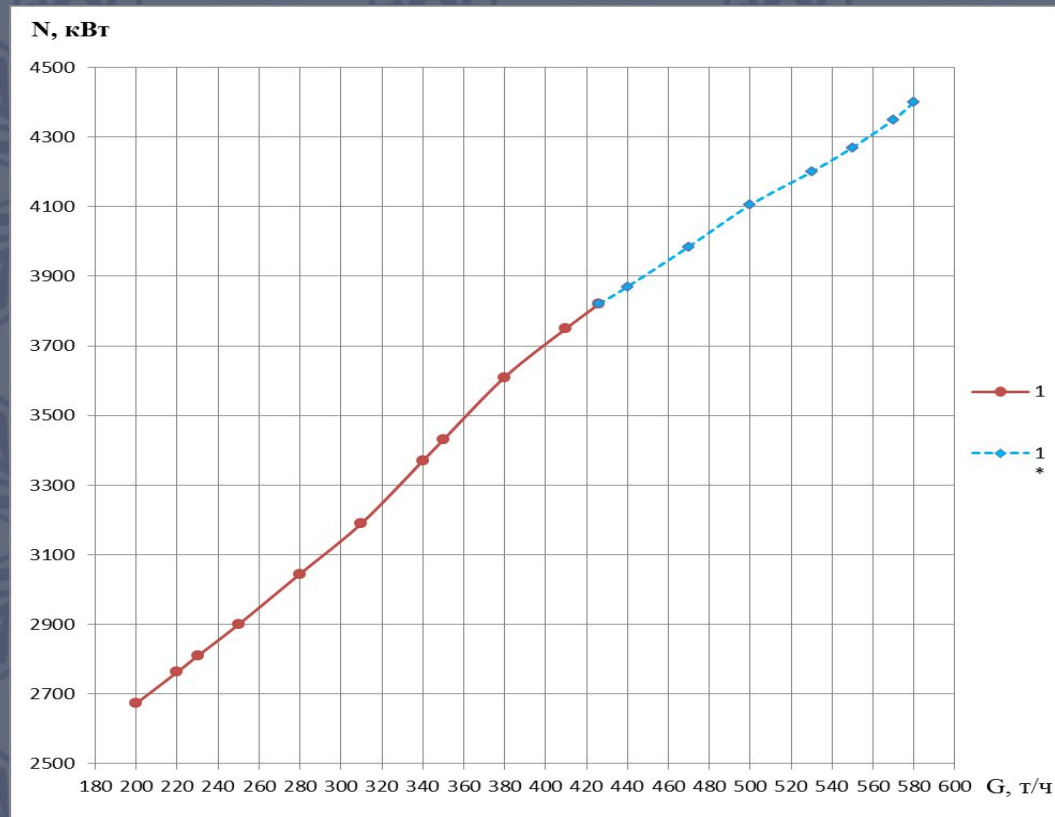
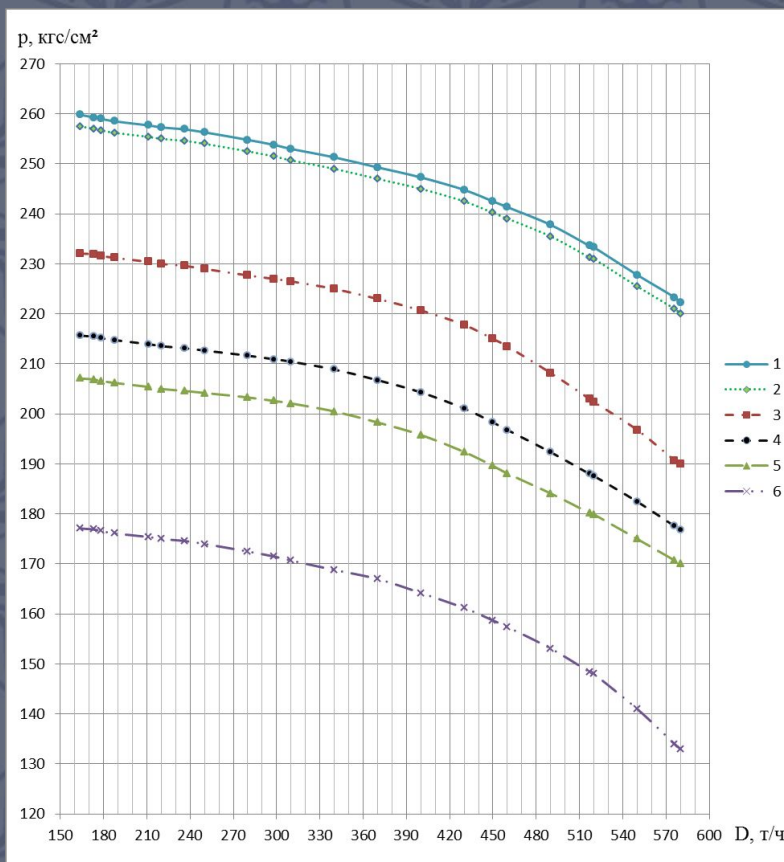


Рисунок 6 – Характеристика Питательного электронасоса ТЭЦ с поперечными связями на давление 13 Мпа (130 кгс/см<sup>2</sup>): 1 – ПЭ-580-185-2 (10 ступеней)

# Исходные данные



- $p$  - давление на напорной стороне насоса;
- $G$  - производительность;
- кривая 1 -  $p = f(G)$  при частоте вращения 2985 об/мин;
- кривая 2 -  $p = f(G)$  при частоте вращения 2900 об/мин;
- кривая 3 -  $p = f(G)$  при частоте вращения 2750 об/мин;
- кривая 4 -  $p = f(G)$  при частоте вращения 2651,3 об/мин;
- кривая 5 -  $p = f(G)$  при частоте вращения 2600 об/мин;
- кривая 6 -  $p = f(G)$  при частоте вращения 2400 об/мин

Рисунок 7 – Напорные характеристики питательного насоса ПЭ-580-200 с гидромуфтой



# Исходные данные

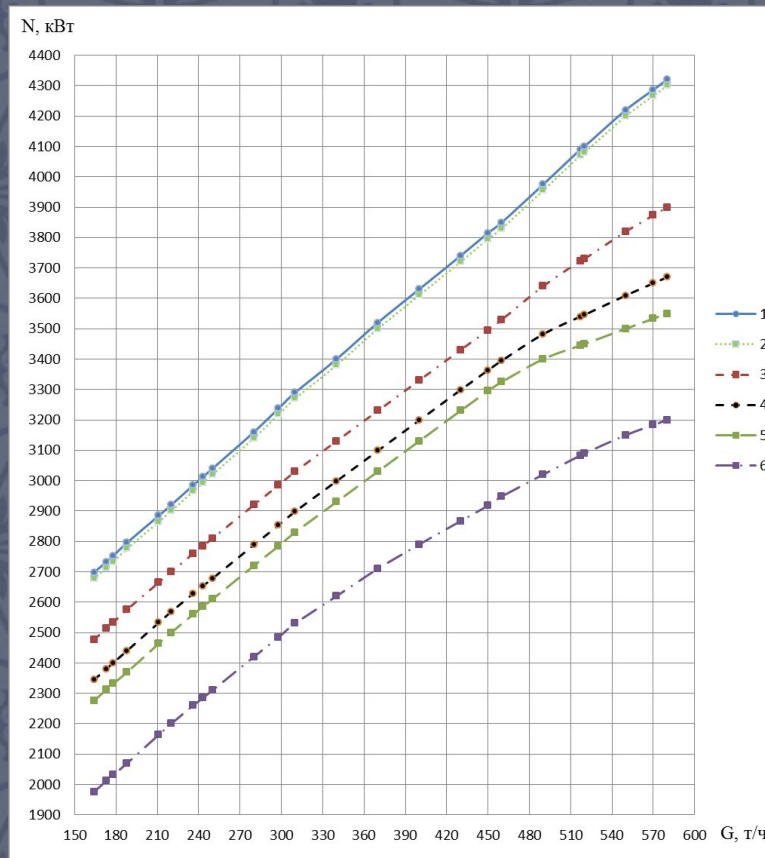


Рисунок 8 – Зависимость мощности, потребляемой двигателем насосного агрегата, от его производительности

- N – мощность;
- G – производительность;
- кривая 1 –  $N = f(G)$  при частоте вращения 2985 об/мин;
- кривая 2 –  $N = f(G)$  при частоте вращения 2900 об/мин;
- кривая 3 –  $N = f(G)$  при частоте вращения 2750 об/мин;
- кривая 4 –  $N = f(G)$  при частоте вращения 2651,3 об/мин;
- кривая 5 –  $N = f(G)$  при частоте вращения 2600 об/мин;
- кривая 6 –  $N = f(G)$  при частоте вращения 2400 об/мин

Таблица 2 – Характеристики питательных насосов Петрозаводской ТЭЦ при их работе без гидромуфт

Месяц	Номер Котла	Гп.в. т/ч	ΣГп.в. т/ч	ΔG, т/ч	Кол-во насосов	Гп.в. одного насоса, т/ч	№ одного насоса, МВт×час	ΣN, МВт×час	ρ, кгс/см <sup>2</sup>
Январь	К-1	353	1087	53	2	544	4,249	8,498	194,92
	К-2	369							
	К-3	365							
Февраль	К-1	312	943	197	2	472	3,993	7,986	202,88
	К-2	324							
	К-3	307							
Март	К-1	288	876	264	2	438	3,863	7,726	206,40
	К-2	296							
	К-3	292							
Апрель	К-1	355	1030	110	2	515	4,105	8,21	196,60
	К-2	356							
	К-3	319							
Май	К-1	306	599	541	2	300	3,142	6,284	215,55
	К-2	0							
	К-3	293							
Июнь	К-1	330	658	482	2	329	3,304	6,608	214,25
	К-2	0							
	К-3	328							
Июль	К-1	0	300	270	1	300	3,142	3,142	215,55
	К-2	0							
	К-3	300							
Август	К-1	338	1016	124	2	508	4,13	8,26	198,98
	К-2	338							
	К-3	340							
Сентябрь	К-1	0	250	320	1	250	2,9	2,9	217,30
	К-2	250							
	К-3	0							
Октябрь	К-1	338	1002	138	2	501	4,108	8,216	199,74
	К-2	331							
	К-3	333							
Ноябрь	К-1	359	1063	77	2	532	4,307	8,614	196,36
	К-2	355							
	К-3	349							
Декабрь	К-1	368	1095	45	2	548	4,263	8,526	194,44
	К-2	365							
	К-3	362							

# Расчёт характеристик питательных насосов Петрозаводской ТЭЦ с регулируемым приводом и без него (при максимальной подаче)



Таблица 3 – Расчёт характеристик питательных насосов Петрозаводской ТЭЦ

Месяц	Работа первого насоса с гидромуфтой			Работа второго насоса без гидромуфты		
	G, т/ч	n, об/мин	N, кВт	G, т/ч	n, об/мин	N, кВт
Январь	517	2651,3	3540,1	570	2985	4350
Февраль	373	2535,8	2936,7	570	2985	4350
Март	306	2508,8	2678,2	570	2985	4350
Апрель	460	2600	3325	570	2985	4350
Май	130	2480,6	1980	570	2985	4350
Июнь	130	2480,6	1980	570	2985	4350
Июль	298	2506,1	2644,2	-	-	-
Август	446	2575,3	3235,8	570	2985	4350
Сентябрь	250	2492,7	2449,1	-	-	-
Октябрь	432	2587,8	3214,3	570	2985	4350
Ноябрь	493	2627,1	3449,2	570	2985	4350
Декабрь	525	2659,7	3572,5	570	2985	4350



# Фактические затраты электроэнергии с использованием регулирующего привода и полученная экономия



Таблица 4 – Фактические затраты электроэнергии с использованием регулирующего привода и полученная экономия

Месяц	Фактические затраты электроэнергии			Экономия электроэнергии		
	$\Sigma N_{рег},$ МВт×час	$N_{рег},$ МВт×день	$N_{рег},$ МВт×месяц	$N_{час},$ МВт×час	$N_{день},$ МВт×день	$N_{год},$ МВт×месяц
Январь	7,49	179,76	5572,63	1,01	24,19	749,88
Февраль	7,29	174,88	4896,66	0,70	16,78	469,93
Март	7,03	168,68	5228,98	0,70	16,75	519,16
Апрель	7,68	184,20	5526,00	0,54	12,84	385,20
Май	6,33	151,92	4709,52	-0,05	-1,10	-34,22
Июнь	6,33	151,92	4557,60	0,28	6,67	200,16
Июль	2,64	63,46	1967,28	0,49	11,71	362,92
Август	7,59	182,06	5643,84	0,67	16,18	501,60
Сентябрь	2,45	58,78	1763,35	0,45	10,82	324,65
Октябрь	7,56	181,54	5627,84	0,65	15,64	484,86
Ноябрь	7,80	187,18	5615,42	0,81	19,56	586,66
Декабрь	7,92	190,14	5894,34	0,60	14,48	449,00

# Экономический расчёт



Определяем, при заданном тарифе, стоимость сэкономленной энергии за год:

$$C_{\text{эл.эн.}} = \sum N_{\text{эк год}} \times C_{\text{эл.эн.}},$$

где  $\sum N_{\text{эк год}}$  - суммарная экономия электрической энергии за год, кВт × год;

$C_{\text{эл.эн.}}$  - цена электроэнергии, руб/кВт × час.

$$C_{\text{эл.эн.}} = 4999807 \times 1 = \underline{4\,999\,807 \text{ руб/год}}$$

# Экономический расчёт



Определяем срок окупаемости инвестиционного проекта:

$$T_{\text{ок}} = (\mathcal{C}_{\text{гидромуфты}} + \mathcal{C}_{\text{насоса+электродвигатель}}) / C_{\text{эл.эн.}},$$

где  $\mathcal{C}_{\text{гидромуфты}}$  – стоимость гидромуфты в рублях;  
 $\mathcal{C}_{\text{насоса+электродвигатель}}$  – стоимость насоса и электродвигателя в рублях.

$$T_{\text{ок}} = (25\,000\,000 + 25\,000\,000) / 4\,999\,807 = \underline{10 \text{ лет}}$$



# Выводы



- По результатам анализа различных способов регулирования частоты вращения питательных насосов ПЭ-580-185/200-2 Петрозаводской ТЭЦ для дальнейшей проработки принят способ регулирования гидромуфтой
- По расчётным данным и экономическому расчёту можно сделать вывод, что применение гидромуфты позволяет сэкономить за год 4999,8 МВт электроэнергии и срок окупаемости данного проекта составляет 10 лет. В ходе данной работы самостоятельно получилось составить методику оценки экономической эффективности внедрения гидромуфт на тепловых электростанциях.

По результатам проведённой работы предложено:

- произвести замену одного питательного насоса на новый, оснащённый гидромуфтой;
- проработать Петрозаводской ТЭЦ вопрос о замене электродвигателя питательного насоса приводной турбиной Р-3.7-1.4/0.17 П.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

