

STUDY OF THE EFFICIENCY OF DIFFERENT SEPARATION AND REHEATING SCHEMES FOR A TURBINE UNIT OF NUCLEAR POWER PLANT WITH A VVER-1250 REACTOR

A.A. Mahany Mohamed
Tomsk polytechnic university
ISHE, Butakov research center, group 5071

Nuclear energy is the energy which comes from the reactor core or the nucleus of the atom. The bonds which hold the atoms together contain a massive amount of energy. This energy must be released in order to make electricity. This energy can be freed in two ways: nuclear fission and nuclear fusion [1]. Therefore, most international institutions have turned to looking for clean sources of energy to reduce environmental pollution [2]. Therefore, most of the world's countries have turned to clean energy sources such as wind, solar and nuclear energy, so many countries around the world have built nuclear power plants that have helped reduce the use of environmentally harmful energy sources. In addition, Nuclear Energy does not produce two harmful chemicals responsible for acid rain – sulfur dioxide and nitrogen oxides [3]. However, the production of nuclear energy still involves uranium mining, the construction of power plants, and other processes that produce harmful carbon emissions. In addition, Nuclear Energy does not generate nearly as much energy / heat as conventional fossil fuel burning does. Nuclear power plants also tend to be expensive [4]. Therefore, the purpose of the work is study of the efficiency of different separation and reheating schemes for a turbine unit of nuclear power plant with a VVER-1250 reactor.

The initial data for the calculation are presented in table 1.

Table 1. Initial data

Electrical power	N_e MW	1250
Initial pressure	p_0 , MPa	6,4
Initial temperature	t_0 , °C	279,8
Initial steam quality	x_0	1
Pressure of condenser	p_c , kPa	4
Number of stages of super heater	Super heater	1
Temperature of Feedwater	t_{fw} , °C	227
Pressure of deaerator	p_d , MPa	0,62

The schemes of turbine unit considered:

- 1) Design of turbine with single stage of reheating and separation (SR);
- 2) Design of turbine with double separation (2S);
- 3) Design of turbine with double stage of reheating and one separation (S2R);
- 4) Design of turbine with double separation and one stage of reheating (2SR).

The schematic diagram of turbine is shown in figure 1.

The results of the calculations are presented in table 2.

Then we calculated the same schemes with different P_0 . The results showed that when we increased P_0 the efficiency of cycles increased and when we reduced it the efficiency decreased.

Then we calculated the same schemes with different P_c . We got that when we increased P_c the efficiency of cycles decreased and when we reduced it the efficiency increased.

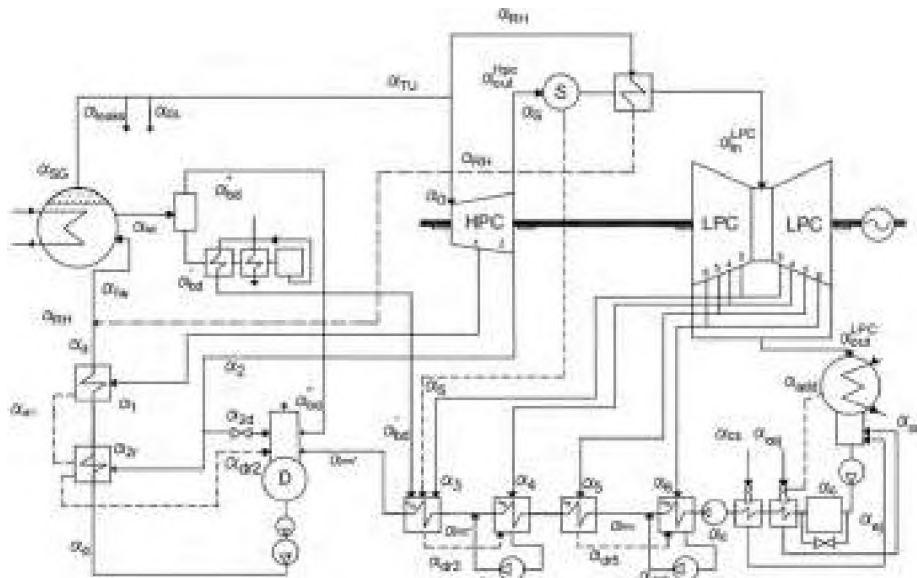


Fig. 1. Schematic diagram of the turbine unit

Table 2. Comparison of different schemes

Designation	SR	2S	S2R	2SR
$G_0, \text{kg/s}$	1918	1777,36	1897,91	1738,7
Q_{sg}, MW	3742,5	3272,7	3665,13	3255,71
Q_{ts}, MW	3702,52	3233,75	3625,6	3217,65
η_e	33,76%	38,65%	34,5%	38,85%
$q_{ts}, \frac{\text{kJ}}{\text{KWh}}$	10663,3	9313,2	10441,6	9266,8
η_{pipe}	98,9%	98,8	98,9%	98,8%
η_{npp}	32,41%	37,06%	33,1%	37,25%
$b_{nf}, \text{ton/year}$	27,85	24,38	27,28	24,25

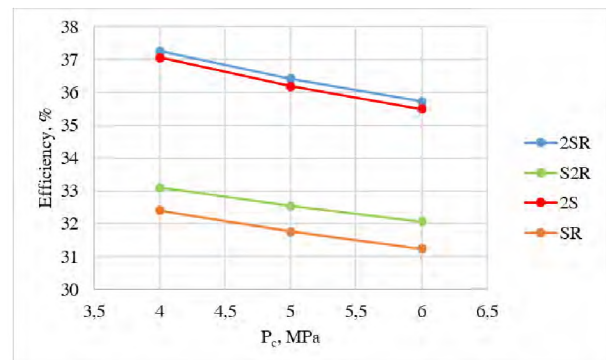
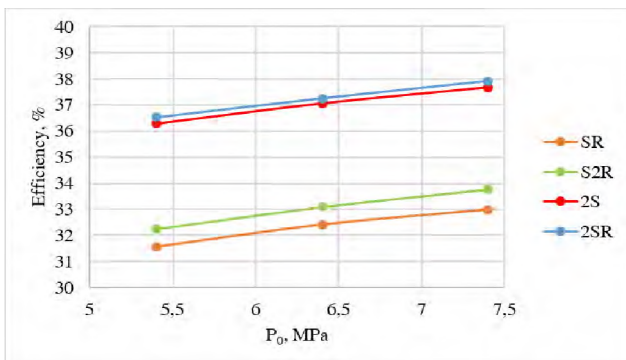


Fig. 2. Dependence of the turbine unit efficiency on P_0

Fig. 3. Dependence of the turbine unit efficiency on P_c

As a result, we got that the efficiency of NPP is directly proportional to P_0 and inversely proportional to P_c . The most efficient scheme is the one with double separation and single stage of re-heating. However, the difference between such cycle and double separation configuration is negligible. Thus, it is more preferable from the point of view of economics.

LITERATURE:

1. International Atomic Energy Agency. Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants // Saf. Fundam. 2010. Vol. No. SSG-4. P. 108.

2. Thorpe, Gary S. (2015). AP Environmental Science, 6th ed. Barrons Educational Series. ISBN 978-1-4380-6728-5. ISBN 1-4380-6728-3
3. Kok, Kenneth D. (2010). Nuclear Engineering Handbook. CRC Press.
4. Information and Issue Briefs. World Nuclear Association. 2006. Archived from the original on 2013-02-16. Retrieved 2006-11-09.

Scientific supervisor: A.V. Zenkov, Cand. Sc., associate professor of The Butakov research center, ISHE, TPU.

ОРГАНИЗАЦИЯ СЖИГАНИЯ ТВЁРДЫХ ТОПЛИВ В КОТЛАХ С ЦКС

С.А. Пузырёв

Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5Б94

Основой всякого топочного устройства является организация и поддержка необходимой аэродинамической структуры газовоздушного потока, которая в свою очередь определяет процессы горения в топке [1].

Одним из промежуточных способов факельного и слоевого сжигания топлива является его сжигание в циркулирующем кипящем слое (ЦКС) [1]. Первый пуск энергетического котла, реализованного на технологии ЦКС, произошёл в Финляндии в 1979 году [2].

Гидродинамика внутритопочных процессов котлов с ЦКС определяет особенности процессов теплообмена внутри контура циркуляции частиц, конструкцию котельного агрегата и его эксплуатацию [2].

Разностороннее развитие технологии с момента первого пуска энергетического котла с ЦКС позволило многократно повысить производимые мощности таких котельных агрегатов, рисунок 1 [3].

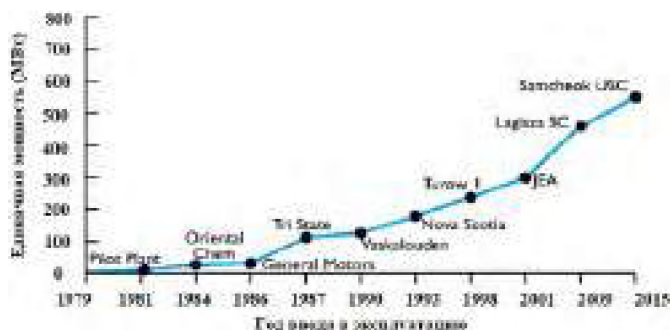


Рис. 1. Повышение единичной мощности котлов с ЦКС

Тем не менее, такой способ организации горения всё ещё не получил повсеместного применения [3]. Процесс проектирования котлов с ЦКС является трудоёмкой задачей, причиной чего является отсутствие доступных публикаций по методике теплового расчёта [2]. Описанные в Нормативном методе теплового расчёта котлов [4] рекомендации могут быть учтены только при расчёте конвективных поверхностей.

Повышенный интерес на такую перспективную технологию обуславливается её уникальными достоинствами [2]:

- “Всеядность” по отношению к применяемым топливам;
- Высокая эффективность сжигания;
- Низкие выбросы NO_x ;
- Приблизительно такие же значения теплонапряжения сечения топки в сравнении с пылеугольными котлами;