

180

Ponjatov, V.A. (Kandidat d. techn. Wiss., Dozent),
Etkin, V.A. (Ingenieur),
Birjukov, V.P. (Ingenieur)

Polytechnisches Institut, Saratov

UNTERSUCHUNG DES WIRKUNGSGRADES VON BINÄREN DAMPTURBINENANLAGEN
MIT NIEDRIGSIEDENDEN SUBSTANZEN

Übersetzung aus:

Izvestija. Vyssie učebnye zavedeniija. Energetika. Minsk,
1970, Nr 12, S. 107 - 111.

Russ.: **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИНАРНЫХ ПАРОТУРБИНЫХ
УСТАНОВОК НА НИЗКОКИПЯЩИХ ВЕЩЕСТВАХ**

Issledovanie ěffektivnosti binarnych paroturbinnych
ustanovok na nizkokipjaščich veščestvach

Das Problem der Herstellung von leistungsstarken einwelligen Turboanlagen, die unter Verwendung niedrigsiedender Substanzen nach dem binären Zyklus (BPTU) arbeiten, ist gegenwärtig von großem Interesse für Forscher in der UdSSR wie auch im Ausland [1, 2]. Der maximale Wirkungsgrad des BPTU kann nur nach umfassender Optimierung der Schaltungen und Kennwerte dieser Anlagen abgeschätzt werden. Damit haben sich einige Arbeiten befaßt, die im Laboratorium für Probleme der Wärmeenergieanlagen am Polytechnischen Institut Saratov durchgeführt wurden [3 - 7]. Die BPTU mit einer Leistung von 1200 - 2000 MW, die im unteren Kreislauf Ammoniak und Freon 21 verwenden, wurden gleichzeitig mit der Optimierung der Kennwerte und durch Auswahl rationellerer Schaltungen konstruktiv verbessert. Daraus ergab sich für Wasser-Freon-Trakte mit 1200 MW Leistung und für Wasser-Ammoniak-Trakte mit 1200 - 1600 MW Leistung die in Abb. 1 dargestellte Schaltung, und für Wasser-Ammoniak-Trakte mit 2000 - 2400 MW Leistung die in Abb. 2 dargestellte; um die Ausgangsverluste des

**Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart**

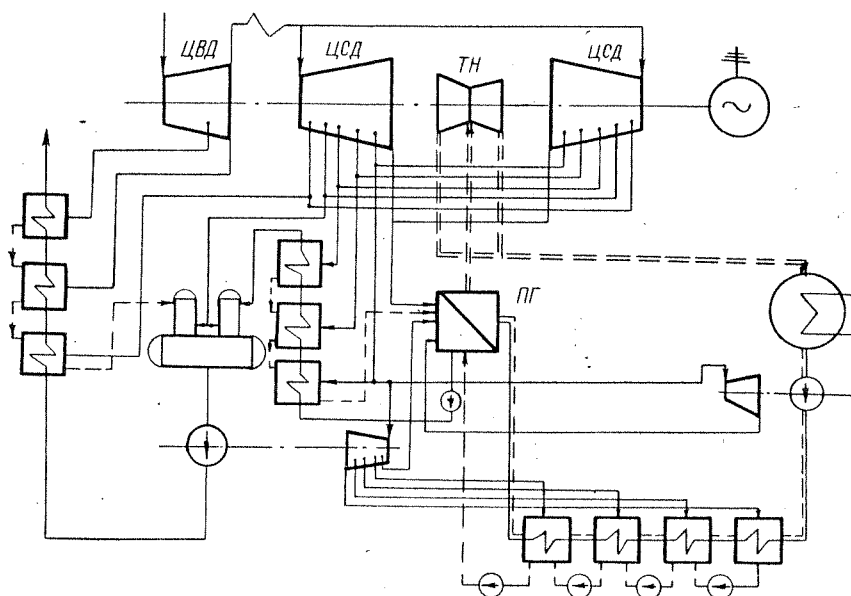


Abbildung 1. Schaltung eines optimierten Wasser-Freon-Trakts mit 1200 MW Leistung und eines Wasser-Ammoniak-Trakts mit 1600 MW Leistung

ЦСД¹⁾ zu senken, wurden im zweiten Fall die drei letzten Stufen in zwei Doppelstrom-ЦНД²⁾ aufgeteilt, wobei die Schauffelllänge der letzten Stufe 960 mm betrug. Die optimalen Kennwerte vergleichbarer binärer und normaler zukünftiger Energieanlagen, die für zwei sowjetische klimatische Brennstoffeinsatzgebiete berechnet wurden, sind in Tab. 1 angegeben. Daraus geht hervor, daß eine beträchtliche Senkung der Anfangs- und Endtemperatur des unteren Kreislaufes, aber auch der Temperaturgefälle im Dampferzeuger ökonomisch von Vorteil ist. Die technischen und wirtschaftlichen Daten vergleichbarer Energieanlagen, die bei optimalen Kennwerten nach der Methode der Abteilung für technisch-wirtschaftliche Untersuchungen des Zentralen I.I. Polsunov-Forschungsinstituts für Kessel- und Turbinenbau³⁾ berechnet wurden, sind in Tab. 2 angegeben. Daraus lassen sich eine Reihe von Schlußfolgerungen ziehen.

1) ЦСД -CSD: wörtlich: Mitteldruckzylinder; hier: Mitteldruckteil, Mitteldruckaggregat (Anm. d. Übers.)

2) ЦНД -CND: wörtlich: Niederdruckzylinder; hier: Niederdruckteil, Niederdruckaggregat (Anm. d. Übers.)

3) СКТИ-Central'nyj naucno-issledowatel'skij i proektno-konstruktorskij kotloturbinnyj institut im I.I. Polzunova. Leningrad (Anm. d. Übers.)

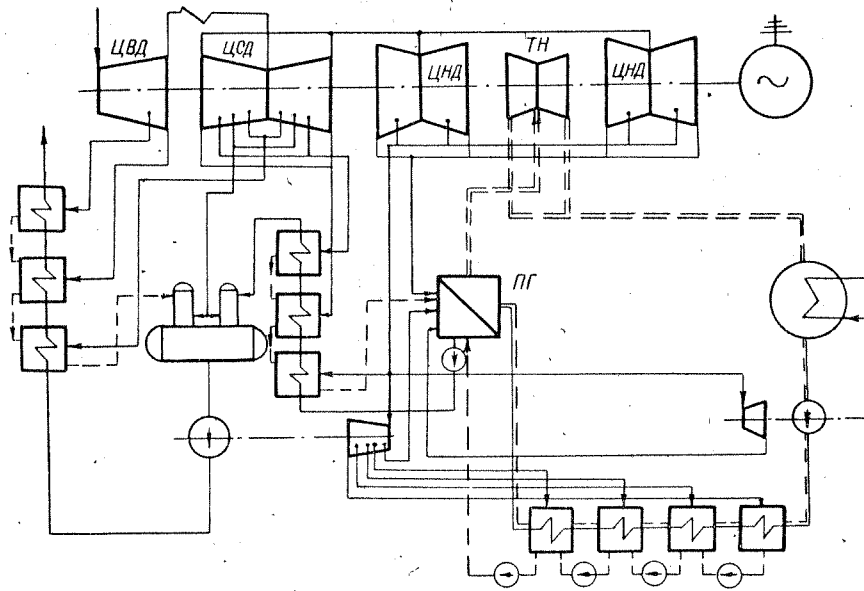


Abbildung 2. Schaltung eines Wasser-Ammoniak-Energetracts mit 2000 - 2400 MW Leistung

1. Durch Optimierung der BPTU-Schaltungen und -Kennwerte lassen sich die aus der Irreversibilität der Wärmezufuhrprozesse zum unteren Kreislauf resultierenden Verluste auf ein ökonomisch vertretbares Minimum reduzieren und die Wirtschaftlichkeit steigern.
2. Die erarbeiteten Varianten an Turboanlagen beweisen den Vorzug von Ammoniak als Arbeitsmittel des BPTU aufgrund der höheren Wärmeübergangskoeffizienten und des höheren inneren Wirkungsgrades der Ammoniakturbinen. Unter den genannten Bedingungen sind Wasser-Freon-Anlagen kaum wirtschaftlich und haben deshalb praktisch keine Zukunftschancen.
3. Durch geringe Zugangs- und Profilverluste der Ammoniakturbinen neben niedriger Wärmeabfuhrtemperatur im BPTU, welche durch zusätzliche Investitionen für Kondensationsvorrichtungen und Wasserkühler gewährleistet werden kann, läßt sich ihr Wirkungsgrad unter den genannten Bedingungen um 1,2 - 1,55 % steigern, verglichen mit gewöhnlichen Turboanlagen. Eine derartige Steigerung kann erreicht werden, wenn man Kühlteiche oder Luftkondensationsanlagen verwendet;

Tabelle 1

OPTIMALE PARAMETER UND CHARAKTERISTIKEN DER TURBOANLAGEN

Bezeichnung des Parameters, der Charakteristik	Dimension	Gewöhnliche Turboanlagen			Turboanlagen, die nach dem binären Kreislauf arbeiten		
		K-800-240-2 560/540	K-1200-240-3 565/565	K-2000-240 (1500 U/min) 565/565	K-1200 (NH ₃) 565/565	K-1600 (NH ₃) 560/540	K-1200 (Φ-21) 565/565
Art des Wasserkühlers		BKY ⁴⁾	Kühlteich	Kühlteich	BKY ⁴⁾	Kühlteich	Kühlteich
Lufttemperatur im Jahresdurchschn.	°C	-4	2,5	2,5	-4	2,5	2,5
Brennstoffkosten , rechnerisch	R/t Wärme	4,5	18	18	4,5	18	18
Zwischenüberhitzungsdruck	bar	37	40	37	47	48	46,5
Dampfdruck nach dem	»	—	—	—	0,37	0,49	0,37
Anfangstemperatur des unteren Kreislaufes	°C	—	—	—	70	77	70
Spezifische Belastung des -Auslasses	kg·m ² /sec	-9,18	-9,18	-9,16	40/500	34/585	34/600
Wärmeabfuhrtemp. im Kreislauf	°C	32,3	34,2	33,4	23,3	26	23
Spez. Kühlwasserverbrauch	m ³ /kWh	0,0465	0,0691	0,0875	0,16	0,127	0,162
Spez. Oberfläche des Wasserkühlers (Anzahl der Elemente des Kühlturms)	m ² /kW	386	3,25	3,725	4,33	4,42	4,40
Spez. Oberfläche des Dampf-erzeugers	»	—	—	—	1088	—	—
Spez. Oberfläche des Kondensators	»	—	0,055	0,054	0,0505	0,064	0,05
					0,0604	0,0544	0,06

4) BKY - VKU - Vozdušno-kondensacionnaja ustanovka: Luftkondensationsanlage (Anm.d.Übers.)

Tabelle 2

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE DATEN DER TURBOANLAGEN

Bezeichnung der Daten	Dimension	Gewöhnliche Turboanlagen			Turboanlagen, die nach dem binären Kreislauf arbeiten			
		K-800-240-2	K-1200-240-3	K-2000-240 (1500 U/min)	K-1200 (NH ₃)	K-1600 (NH ₃)	K-1200 (Φ-21)	K-2000 (NH ₃)
Anzahl der Zylinder ⁵⁾		5	5	5	4	4	4	5
Wirkungsgrad d. Turboanlage, netto	%	44,45	44,85	44,88	46,27	46,01	45,22	46,1
Leistung d. Turboanlage, netto	MW	804,8	1202,4	2020,4	1245,0	1645,1	1211,3	2075
Spez.Kosten d. Turbine	Rubel/kW	3,96	3,71	3,56	2,02	1,645	2,0	1,736
Spez. Kosten d. Kondensators	dasselbe	0,219	1,56	1,53	1,92	0,283	1,8	1,92
Spez. Kosten d. Dampferzeugers	»	—	—	—	0,817	0,535	1,04	0,81
Variabler Anteil an den Investitionen für den Wasserkühler und das Wasserversorgungssystem	»	4,86	2,402	2,415	3,36	6,06	3,32	3,255
Kosten d.Füllmenge, d.Aufbereitung u.Speicherung d. niedrigsiedenden Substanzen	»	—	—	—	0,112	0,164	0,433	0,096
Senkung d.spez. Investitionen für das Turboaggregat	»	0	-1,71	-2,03	-1,57	-0,5	-1,27	-1,94
Spez. Gewicht der Turbine	kg/kW	1,68	1,62	1,55	0,74	0,71	0,76	0,68
Rechner. Einsparung an Verlusten	R/Jahr/kW	0	0,18	0,62	1,77	1,355	0,28	2,345
dasselbe bei zusätzlichem Betrieb im Winter	dasselbe	0	0,16	0,58	2,54	2,90	0,62	2,80

⁵⁾ siehe Anm. 1.

dadurch lassen sich rechnerisch Verluste von 1,9 - 2,34 Rubel/kW·Jahr einsparen, durch Steigerung der zur Verfügung stehenden Leistung des BPTU im Winter sogar bis 2,5 - 2,9 Rubel/kW·Jahr. Damit wird es auch sinnvoll, auf diesem Gebiet weitere wissenschaftliche Untersuchungen und Konstruktionsversuche durchzuführen.

L i t e r a t u r

1. Канаев А. А., Крышев В. В., Ширков Б. А. «Энергомашиностроение», 1967, № 10.
Kanaev, A.A., Kryšev, V.V., Širkov, B.A., Ivanova, Z.B.: Odnovaľ'nye vodo-freonovye turboagregaty bol'soj mošćnosti.
In: Énergomašinstroenie. Leningrad, 13 (1967), Nr 10, S. 30 - 34.
Deutsch: Großes Einwellen-Freon-Wasserturbinenaggregat. - Übersetzung Nr. 77-M/U-35 der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Wissenschaftliche Redaktion der Zentralblätter, Berlin.
2. Eaves P., Hadrill H. Доклад № 146 на 7-й МИРЭК. М., 1968.
Eaves, P.S.K., Hadrill, H.F.J.: Factors Affecting the Application of Binary Cycle Plant to the C.E.G.B. System. - VII Mirovaja énergetičeskaja konferencija/World Power Conference. Sekcija/Section C_I. Doklad/Paper 241. Moskva, 20.-24.8.1968, 21 Seiten.
3. Понятов В. А., Бирюков В. П., Эткин В. А. В сб. «Вопросы оптимизации и расчета паротурбинных блоков большой мощности». Науч. тр. Саратовского политехн. ин-та. Саратов, 1969.
Ponjatov, V.A., Birjukov, V.P., Ètkin, V.A. -
In: Naučnye trudy. Saratovskij politehničeskij institut. Saratov, 1969 (Voprosy optimizacii i račeta paroturbinnych blokov bol'soj mošćnosti).
4. Бирюков В. П. В сб. «Оптимизация параметров и рациональное использование топлива». Доклады обл. конф. молодых ученых. Саратов, 1969.
Birjukov, V.P. -
In: Optimizacija parametrov i racional'noe ispol'zovanie topliva. (Sammelband der)Doklady oblastnoj konferencii molodych učenyh. Saratov, 1969.
5. Эткин В. А. Там же.
Ètkin, V.A. - ebenda.
6. Понятов В. А., Бирюков В. П. В сб. «Материалы к XXXIII н.-техн. конф.». Саратов, 1970.
Ponjatov, V.A., Birjukov, V.P. -
In: Sammelband: Materialy k XXXIII naučno-techničeskoj konferencii. Saratov, 1970.
7. Эткин В. А. Там же.
Ètkin, V.A. - ebenda.

Stuttgart, den 6. Oktober 1978

Übersetzungstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Übersetzt von

Ottmar Pertschi
(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer