

Проблеми при централизираното пароснабдяване през летния период на годината

**Валентин Василев Бобилов, Георги Димов Генчев,
Евелина Илиева Велева**

Намаляването на консумацията на прегрята водна пара от топлофицираните промишлени консуматори създава сериозни проблеми на централизираните топлоизточници при транспортирането ѝ. През ежотопителния период на годината, когато се обслужват единствено технологичните консуматори и системите за битово горещо водоснабдяване /БГВ/, трудностите при транспорта нарастват.

Много от магистралните паропроводи са проектирани и изпълнени с възможност за присъединяване на допълнителни консуматори или нарастване на съществуващите мощности. Намирането на множеството на вариантите решения и оптималните реализации за различните режими на експлоатация е свързано с проучване на следните въпроси:

1. Съществува ли техническа възможност за парозахранване на топлинните консуматори съгласно проектната схема- по паропроводните мрежи?
2. Съществува ли алтернативно решение на задачата, например използване на съществуващата кондензопроводна мрежа?
3. Какви са минималните и оптималните параметри на прегрята водна пара на изхода от ТЕЦ за съществуващите варианти на пароснабдяване?
4. Какви са загубите на топлина по трасето за технически работоспособните реализации?
5. Избор на варианти за използване на топлопреносната мрежа в различни режими на натоварване на консуматорите.
6. Определяне най-изгодните технико-икономически параметри на топлоносителя в режим на съвместна експлоатация на група магистрала.
7. Техническо обезпечаване на алтернативните решения- изграждане на директни връзки и байпасни отклонения, монтиране на допълнителна спирателна и регулираща арматура /при необходимост/, корекции в абонатните станции на консуматорите при нужда: системи за измерване на топлинната енергия,

превключване на колектори и системи за контрол, сигнализации, регистрации и блокировки.

Концепция за експлоатация на Северна парна магистрала на ТЕЦ "Изток"-Русе при намален топлинен товар е изготвена въз основа на разчетна топлинна схема на парозахранване /Фиг.1, работна ситуация и параметри на топлоносителя на вход абонатни станции. Технико-икономическия анализ на проучването формира пет варианта на парозахранване:

- Вариант N^o1: Парозахранване на консуматорите без "ЗАХАР-БИО" посредством кондензопроводите по дължина на цялото съществуващо трасе- от т.1/ТЕЦ/ до т.8/"Родоп" и т.9/"Хлебна мая"/.
- Вариант N^o2: Парозахранване на "ЗАХАР-БИО" по основния паропровод до ст.202, а на всички останали консуматори- по кондензопроводите.
- Вариант N^o3: Парозахранване на консуматорите без "ЗАХАР-БИО" посредством паропроводите по дължина на цялото съществуващо трасе- от т. 1 /ТЕЦ/ до т.8 /"Родоп"/ и т.9 /"Хлебна мая"/- проектно решение.
- Вариант N^o4: Парозахранване на "ЗАХАР-БИО" и всички останали консуматори по основния паропровод- проектно решение.
- Вариант N^o5: Парозахранване на "ЗАХАР-БИО" и всички останали консуматори по основния паропровод /проектно решение/, като след отклонението за "ЗАХАР-БИО" /т.3, ст.202/, прегрятата водна пара се подлага на редуциране.

Всеки един от посочените варианти е проверен посредством компютърна симулация с програмен продукт "TUBE STEAM". В Таблицы 1 и 2 са поместени резултатите от реализацията на Варианти N^o1 и N^o2 като пример.

Съществени в структурата на "TUBE STEAM" са модулите "TRM" и "HEAT", генериращи информация съответно за термодинамичните параметри на прегрятата водна пара и топлинните загуби при преноса на топлоносителя. При определяне термодинамичните параметри на прегрятата водна пара проблемите възникват поради липса на приложни аналитични зависимости за основните величини- енталпия и специфичен обем във функция от налягането и температурата на флуида. Класическа формула е използването на

интерполационни зависимости при богата база таблични данни и непретенциозна точност на крайните резултати в широк диапазон от h-s диаграмата за вода и водна пара [1]. Направените проучвания при формирането на аеродинамичните загуби при транспорта за турбулентен режим на изтичане на топлоносител, както в областта на квадратичния закон /формула на Прандтл-Никурадзе, така и в преходната област формула на Колбрук-Уайт' [2] показват, че пресмятанията могат да се проведат и за топлоносител наситена водна пара за съответния специфичен обем с въвеждане на аналитично пресметнат корекционен коефициент.

Модульт "HEAT" пресмята стъпково топлинните загуби на топлоносител от топлопреминаване и излъчване в околната среда, в зависимост от външната температура, скоростта на вятъра и ефективността на топлината изолация.

Минималните параметри на топлоносител на изхода от ТЕЦ са и оптимални по отношение минимизация на топлинните загуби по транспорта на прегрялата водна пара и ефективността на работа на включените в схемата съоръжения- топлопреносна мрежа и абонатни станции на консуматорите. Поддържането на параметри на топлоносител на изхода на ТЕЦ, по-високи от препоръчаните при симулацията, не се препоръчва. При по-високи температури нарастват топлинните загуби на топлопреноса, а при по-високи налягания съществува опасност от насищане на водната пара в определени участъци от трасето. Препоръката да се има пред вид при настройката на регулиращата арматура, монтирана в т.3 /ст.202/ при Вариант N^o5 /процес на изосenthalпийно спадане на налягането/.

Основни изводи от изследването:

1. В режим на намалена консумация на топлоносител прегрята водна пара, съгласно разчетната схема /Фиг.1/, Северна парна магистрала на ТЕЦ "Изток" практически не може да се експлоатира в проектен режим.
2. Най-добри технико-икономически показатели притежават Варианти N^o1 и N^o2, съответно при неработещ и работещ основен консуматор "ЗАХАР-БИО" /приети за реализация с Протокол N^o1 /05.05.98г. на НЕК клон ТЕЦ - Русе.

3. Параметрите на топлосистема на изход от ТЕЦ следва да се поддържат по определен в изследването алгоритъм, в зависимост от консумацията на абонатите и външните климатични условия.
4. Поддържането на по-високи от предписаните налягания на изхода от ТЕЦ създава предпоставки за насищане на водната пара по трасето и възникване на хидравлични удари.
5. Поддържането на по-високи от предписаните температури на изхода ТЕЦ е допустимо до проектно /или експлоатационно регламентирани стойности, но е свързано с нарастването на топлинните загуби по преноса.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бобилов В., И.Илиев, Я.Дочев, Г.Генчев. Относно определянето на топлинните загуби от паропроводни участъци. Ю.Н.С.'96, ВВВУ "Г.Бенковски", Д.М.,1996.

2.Альтшуль А.,Гидравлические сопротивления. Москва, Недра,1982.

Таблица 1

I ВАРИАНТ: Абсолютно налягане на прегрята водна пара на изход ТЕЦ: $P_3 = 12.5 \text{ bar}$ / $P_4 = 11.5 \text{ bar}$; Температура $T = 250^\circ\text{C}$

Уч-к	масов дебит	дължина	трибопр.	вътр. диам.	скорост	параметри на водната пара				спец. съпр.	съпр. пр.	местни коэф.
						сигнални Н	Върт. енер У	спец.обем v	плътност ρ			
-	m	L	φ	$D_{\text{вътр}}$	w	kJ/kg	kJ/kg	m ³ /kg	kg/m ³	daPa/m	bar	Σσ
-	kg/h	m	mm	mm	m/s	kJ/kg	kJ/kg	m ³ /kg	kg/m ³	daPa/m	bar	-
1-2	17500	369	273/7	259	17.13	2933.26	2702.85	0.1843	5.4251	3.7	0.1364	8.5
2-3	17500	1631	273/7	259	18.00	2915.79	2689.43	0.1841	5.4317	3.9	0.6331	79.0
3-4	17500	621	194/8	178	44.39	2841.59	2632.39	0.1903	5.2548	28.4	1.7631	30.5
4-5	7500	513	194/8	178	23.24	2844.72	2634.78	0.2664	3.7545	7.4	0.3791	21.5
5-6	5400	193	159/4.5	150	24.33	2825.10	2619.71	0.2817	3.5495	9.7	0.1870	6.5
6-7	5400	102	133/4	125	37.45	2818.00	2614.27	0.2896	3.4529	25.3	0.2580	22.0
7-8	3000	110	108/4	100	36.08	2818.50	2614.67	0.3254	3.0729	28.7	0.3152	11.0
8-9	2400	58	89/3.5	82	43.18	2818.50	2614.67	0.3254	3.0729	50.7	0.2941	11.0

Продължение на таблица 1

Уч-к	местни съпр.	общо съпр.	нач. темп.	Спец. темп. паг	темп. паг	кр. темп.	спец. топл. паг	топл. зазуби	кр. пал.
-	Z	R.L+Z	$T_{\text{нач}}$	δT	δT.L	$T_{\text{кр}}$	gT	gT.L	$P_{\text{кр}}$
-	bar	bar	°C	°C/m	°C	°C	W/m	kW	bar
1-2	0.0685	0.2049	250.000	0.02150	7.934	242.066	231.840	85.549	11.2951
2-3	0.6687	1.3018	242.066	0.02076	33.861	208.205	223.842	365.087	9.9933
3-4	1.3479	3.1109	208.205	0.00974	6.049	202.156	105.018	65.216	6.8824
4-5	0.2132	0.5924	202.156	0.01950	10.008	192.148	101.643	52.143	6.2900
5-6	0.0684	0.2554	192.148	0.01940	3.751	188.397	72.910	14.072	6.0346
6-7	0.5133	0.7713	188.397	0.01860	1.900	186.497	69.834	7.123	5.2633
7-8	0.2146	0.5298	186.497	0.02021	2.223	184.274	42.124	4.634	4.7335
8-9	0.3056	0.5997	186.497	0.01818	1.055	185.442	37.295	2.163	4.6636

Таблица 2

ПВАРИАНТ: Абсолютно налягане на прегрята водна пара на изход ТЕЦ: $P_3 = 12 \text{ bar} / P_4 = 11 \text{ bar}$; Температура $T = 250^\circ\text{C}$

Уч-к	масов дебит	дължина	трьбопр.	вътр. диам.	скорост	параметри на водната пара				спец. съпр.	съпр. пр.	местни коэф.
						енг.алния Н	вътр. енер U	спец.обем v	плътност p			
-	m	L	ϕ	$D_{\text{вътр}}$	w	kJ/kg	kJ/kg	m ³ /kg	kg/m ³	daPa/m	bar	-
1-2	57500	369	529/7	515	14.81	2935.190	2704.304	0.1924	5.1974	1.2	0.0429	8.5
2-3	57500	1631	529/7	515	15.14	2922.489	2694.555	0.1914	5.2243	1.2	0.1938	79.0
3-4	17500	621	194/8	178	44.64	2867.896	2652.620	0.1914	5.2243	28.6	1.7731	30.5
4-5	7500	513	194/8	178	23.11	2868.712	2653.178	0.2655	3.7665	7.3	0.3770	21.5
5-6	5400	193	159/4.5	150	24.19	2847.725	2637.078	0.2798	3.5742	9.6	0.1859	6.5
6-7	5400	102	133/4	125	37.15	2840.083	2631.216	0.2871	3.4831	25.1	0.2560	22.0
7-8	3000	110	108/4	100	35.46	2839.875	2631.060	0.3208	3.1175	28.2	0.3098	11.0
8-9	2400	58	89/3.5	82	42.43	2839.875	2631.060	0.3208	3.1175	49.8	0.2890	11.0

Продължение на таблица 2

Уч-к	местни съпр. Z	общо съпр. R.L+Z	нач. темп. $T_{\text{нач}}$	Спец. темп паг δT	тем. паг $\delta T.L$	кр темп. $T_{\text{кр}}$	спец. темп паг gT	тем. загуби gT.L	кр. паг $P_{\text{кр}}$
-	bar	bar	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C/m}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	W/m	kW	bar
1-2	0.0492	0.0921	250.000	0.01549	5.716	244.284	548.780	202.500	10.2466
2-3	0.4675	0.6613	244.284	0.01511	24.637	219.647	535.140	872.816	10.2466
3-4	1.3555	3.1286	219.647	0.01033	6.416	213.231	111.400	69.181	7.1180
4-5	0.2120	0.5898	213.231	0.02070	10.617	202.614	107.820	55.313	6.5290
5-6	0.0680	0.2540	202.614	0.02062	3.979	198.635	77.340	14.927	6.2750
6-7	0.5092	0.7652	198.635	0.01976	2.015	196.620	74.080	7.556	5.5098
7-8	0.2109	0.5207	196.620	0.02144	2.359	194.261	44.680	4.915	4.9891
8-9	0.3003	0.5898	196.620	0.01929	1.119	195.501	39.560	2.295	4.9205