

ЕМИСИЈА И ИМИСИЈА ГАСОВА У АТМОСФЕРИ ОД ТЕРМО ЕЛЕКТРАНЕ У РЕПУБЛИЦИ МАКЕДОНИЈА

ЕМИСИЈА И ИМИСИЈАТА НА ГАСОВИ ВО АТМОСФЕРАТА ОД ТЕРМО ЕЛЕКТРАНИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Вонр. проф. д-р д-р Златко В. Соврески¹
Ред. проф. Антон Чаушевски²
Вонр. проф. д-р Симеон Симеонов³
Ред. проф. д-р Елизабета Христовска¹
Ред. проф. д-р Вангелица Јовановска⁴

Технички факултет – Битола¹,
Универзитет “Св.Климент Охридски” – Битола
Ул. Македонска фаланга 33, Битола Р. Македонија
+389 70 55 76 19
zlatkosovre@yahoo.com

ФЕИТ при Универзитет “Св. Кирил и Методиј” – Скопје²
Машински факултет при Универзитет “Гоце Делчев” – Штип³
Биотехники факултет при Универзитет “Св. Климент Охридски” – Битола⁴

АБСТРАКТ

Во овој труд ќе биде претставена методологија на пресметка на емисијата и имисијата на гасови во атмосферата од ТЕ во Република Македонија во конкретниот случај преку модел за пресметка на концентрација на локално загадување со SO_2 , како и чад и пепел како составен дел на нуспродуктите од согорување на горивото при работа на термо електраните (ТЕ). Ќе го презентираме конкретниот математичкиот модел врз основа на кој се направени програмски кодови во MATLAB и истите искористени на конкретни примери за ТЕ во Република Македонија: ТЕ Осломеј која работи со јаглен и ТЕ Неготино кој работи на мазут како гориво.

Како влезни параметри се дадени хемискиот состав на горивото и техничките податоци за котлите и оџаците за секоја термоцентрала посебно.

Како излез се добива максимална концентрација на SO_2 , чад и пепел и растојание од оџакот каде се појавуваат, како и распределба на истите во просторот (табеларен и графички приказ). Од анализите конкретниот пример на термоцентралите во Република Македонија ќе се добие слика за еколошките последици врз околината како последица од експлоатација на термоенергетските постројки за производство на електрична енергија.

Клучни зборови: емисија на гасови, имисија на гасови, екологија, термо електрани.

1. ВОВЕД

Загадувањето на атмосферата со гасови кои се продукт на согорување е актуелна проблематика за која се потребни решенија за нивно редуцирање. Во трудов како конкретни загадувачи ќе бидат разработени Термо електраните во Република Македонија (ТЕ Осломеј и ТЕ Неготино) и нивните гасови како нивни продукт.

Гасовите кои се исфрлаат во атмосферата и кои ја загадуваат животната средина се: H_2O , SOX , NOX , COX и водена пара како и тврди честички (летечки пепел) со димензии помали од 20 μm . Од сите овие гасови штетно влијаат врз животната средина освен водената пара.

Негативното влијание од гасовите кои се исфрлаат во атмосферата од ТЕ покрај на локално имаат и негативни последици и на глобално ниво. Локалните последици се изразени како кисели дождови кои се многу штетни бидејќи ја уништуваат флората и вршат загадување на почвата и водата а глобалните последици се

изразени преку ефектот на стаклена градина кој влијае врз климата и климатските услови.

Покрај ова ТЕ имаат значително учество во зголемувањето на внатрешната термичка енергија на животната околина. Истите преку кондензаторите во атмосферскиот воздух испуштаат значително количество на топлина со која се зголемува температурата на околина. покрај ова доаѓа до термичко оптоварување на водните токови кои се во непосредна близина на ТЕ.

Летечкиот пепел кој се емитира во атмосфера-та од ТЕ Осломеј во својот состав содржи силикати и честички на тешки метали вклучувајќи и ураниумски состојки кои штетно влијаат непосредно на вработените како и на населението што живее во близина на централата.

Решението на проблемот со летечкиот пепел би се надминало со користење (доколку е тоа можно) со употреба на горива со помала концентрација на пепел или преку дизајнирање на нови котли или модификација на веќе постоечките котли за работа на мазут или земјен гас.

2. ПРЕСМЕТКА НА ЕМИСИЈАТА И ИМИСИЈАТА НА ГАСОВИ ВО АТМОСФЕРАТА ОД ТЕ

Во зависност од типот на технологијата која се користи во ТЕ и индустриските постројки може да се изврши пресметка на емисијата и имисијата на гасовите кои се испуштаат во атмосферата.

Полутантите се нормални продукти на согорување на горивото во ложиштата на парните или вреловодните котли. Како најопасни од продуктите на согорувањето се сметаат: сулфурните и азотните оксиди, чаодот и пепелот, кои се емитираат во атмосферата како предизвикувачи на многубројни бронхијални и посебно опасни канцерогени заболувања.

Приземниот слој на воздухот се загадува со полуантите од оцаците. Тоа загадување се одредува со **емисија** на масата која одговара на матријата што е исфрлена во атмосферата во единица време.

Емисијата, обично се изразува во g/s. Величината која ја карактеризира масата на загадената материја во одреден волумен на воздухот се нарекува **имисија**.

Имисијата се изразува во mg/m² или ppm (концентрација на гасови и пареа на милион делови на воздух, 1ppm=1cm³ гас во 1m³ воздух). Големината на емисијата може да се пресметува врз база на познатите параметри на термо постројки, анализа на горивото и метеоролошките услови во областите во кои се наоѓаат индустриските погони.

2.1. Пресметување на емисијата од оцакот

Како влезни параметри за пресметка на емисијата од оцакот се земаат параметрите на вградените котли и елементарната анализа на горивото.

Постапката за пресметување на емисијата од оцакот [1] е искористена за изработка на програмски код во **MATLAB** кој за дадени влезни податоци (податоци за структурата на горивото и типот на ложиштето-котелот) го дава волуменскиот проток на димни гасови сведен до ситуација која владее на излезот од оцакот изразена во m³/s. Како и количината на SOX, NOX, чаод и пепел изразена во g/s.

Пресметка на количината на SO₂ на излез од оцакот

Количината на SO₂ на излезот од оцакот се пресметува преку равенството:

$$G_{SO_2} = 20 \cdot B \cdot S \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2})$$

каде што:

- B (t/h) е количина на горивото,
- S (%) е согорлив сулфур во горивото,
- η'_{SO_2} е процент на SO₂ кој се содржи во летачкиот пепел,
- η''_{SO_2} процент на SO₂ кој се содржи во сувиот разделувач на честици.

Пресметка на количината на NO₂ на излез од оцакот

Количината на NO₂ на излезот од оцакот се пресметува со следниов израз:

$$G_{NO_2} = K \cdot B \cdot \frac{H_d}{H_{us}} \text{ (kg/h)}$$

каде што:

- K е коефициент кој го карактеризира ослободувањето на азотните оксиди 1 t условно гориво,
- B (t/h) е потрошувачка на гориво (за гасовиот гориво x 10³ m³/h),
- H_d (kJ/kg) е долна топлинска моќ на горивото,
- H_{us} (kJ/kg) е долна топлинска моќ на условното гориво.

Изнесување на летечки пепел и чаод од оцакот

Изнесувањето на летечкиот пепел и чаод од оцакот се пресметува со изразот:

$$G_{P_2} = \frac{10^6 \cdot B}{3600} \left[\left(1 - \frac{\eta_c}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot \frac{A}{100} \cdot \alpha_v + \frac{q_4}{100} \right] \text{ (g/h)}$$

каде што:

- B (t/h) е количина на горивото,
- η_c =60-80% е степен на одвојување на циклонот (усфоено 70%),
- q₄ е губиток на топлина при непотполно механичко согорување, 4q
- A (%) е пепел што се содржи во горивото,
- α_v = 0.3 (усфоено) е дел од пепелот кој излегува заедно со димните гасови

За пресметка на емисијата од оцакот, за индустриските постројки и термоелектрани меродавен е летниот режим на работа, а за индустриските електрани-топлани меродавен е зимскиот режим на работа со проверка на летниот режим на работа.

2.2. Пресметување на имисијата од оцакот

Максималната приземна концентрација на загадување во (mg/m³), кој се исфрла низ оцакот со кружен попречен пресек, при неповолни метеоролошки услови може да се одреди со следново равенство:

$$C_m = \frac{A \cdot G \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}} \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

Максималната концентрација на SO₂+NO_x која може да се означи и со C_{max}, се постигнува на растојание X_{max} од оцакот, т.е по изразот:

$$X_{max} = d \cdot H(m)$$

каде што:

- d е Бездимензионална величина која зависи од критичните вредности на брзината на ветарот.
- Максималната концентрација на чаод и пепел за степен на одделување на уредот на

прочистување поголем од 90 % и F = 2 се одредува преку следново равенство:

$$X_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H(m)$$

Со примена на наведените изрази за C_m и X_m може да се конструира крива на распределба на концентрацијата на загадувачите (SO₂+NO_x) чад и пепел зависно од оддалеченоста од оцакот.

3. ПОДАТОЦИ НА ТЕ ОСЛОМЕЈ И ТЕ НЕГОТИНО ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Податоците потребни за пресметка на површинско т.е. локално загадување од ТЕ Осломеј и ТЕ Неготино во Република Македонија се дадени во следнава табела:

ТЕ	ОСЛОМЕЈ	НЕГОТИНО
Снага - Моќност	1 x 125 MW	1 x 210 MW
Карактеристики на горивото:		
Застапеност на јаглерод C (%)	20.66	85
Застапеност на водород H (%)	0.9	3
Застапеност сулфур S (%)	0.58	2
Застапеност на N+A (%)	0.96	1
Застапеност на влага (%)	52	0
Остаток-пепел A (%)	11.7	0.05
Долна топлинска моќ Hd (%)	6200	40000
Горна топлинска моќ Hus (%)	7200	41000
Карактеристики на котлите:		
Температура на димни гасови на излез од оцакот tg (°C)	180	180
Вишок на воздух во котелот α	1.45	1.45
Потрошувачка на гориво за секој од котлите B (t/h)	200	50
Врска котел-оцак	1k-1o	1k-1o
Максимално производство на пара за секој котел	380	650
Податоци за ТЕ и услови кои владееат во околината:		
Коеф. за брзина на таложење на чест. F (вредности:2, 2.5 и 3)	2	2
Температура на гасови на излез од оцаците Tg (°C)	150	150
Сред. темп. на воздухот Tv (°C)	15	15
Надв. дијаметар на оцак D (m)	6	6
Висина на оцакот H (m)	180	160
Загад. од друг извор C(mg/m ³)	0	0
Метролошки коефициент A	120	120

4. ДОБИЕНИ РЕЗУЛТАТИ ОД ПРЕСМЕТКА НА ТЕ ОСЛОМЕЈ И ТЕ НЕГОТИНО ВО Р. МАКЕДОНИЈА

За ТЕ Осломеј со помош на програмски кодови напишани во програмската алатка MATLAB се добиени следниве резултати:

ТЕ ОСЛОМЕЈ

Според карактеристиките на горивото добиваме:

Вредности на гасовите кои се продукти на согувањето:

V(m ³ /s)	G(g/s)	Gso2(g/s)	Gno2(g/s)	Gp(g/s)
490.9708	2814.1475	644.4444	368.8495	1684.4111

Добиени податоци од распределба на загадувањето во просторот за CO₂+NO₂ (F=1) се:

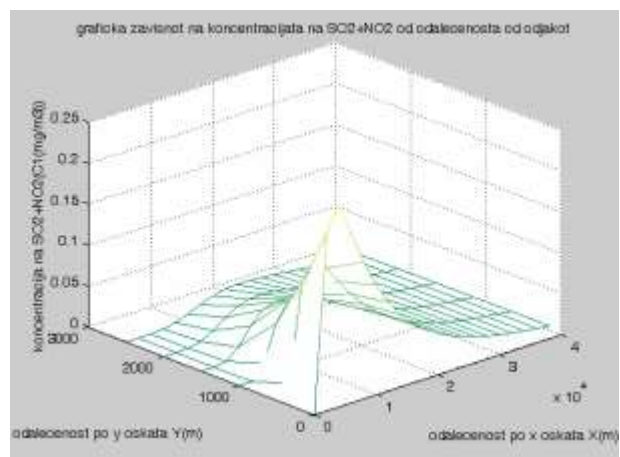
Вредности за големините C_m, U_m и X_{max} за секој од оцаците:

C _m (mg/m ³)	U _m (m/s)	X _{max} (m)
0.2609	5.0177	3286.1207

Табеларен приказ на простирањето на SO₂+NO₂ во просторот C_{xy} =

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.2168	0.0158	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
0.2472	0.1271	0.0180	0.0024	0.0005	0.0001
0.2057	0.1538	0.0612	0.0150	0.0037	0.0011
0.1665	0.1414	0.0856	0.0357	0.0121	0.0042
0.1338	0.1205	0.0879	0.0505	0.0233	0.0098
0.1078	0.1003	0.0807	0.0554	0.0321	0.0163
0.0878	0.0832	0.0709	0.0541	0.0364	0.0217
0.0722	0.0693	0.0614	0.0500	0.0371	0.0250
0.0602	0.0582	0.0529	0.0450	0.0357	0.0262
0.0507	0.0494	0.0457	0.0401	0.0333	0.0261
0.0432	0.0423	0.0396	0.0356	0.0305	0.0250
0.0372	0.0365	0.0345	0.0316	0.0278	0.0235
0.0323	0.0318	0.0303	0.0281	0.0252	0.0219
0.0278	0.0274	0.0263	0.0246	0.0225	0.0199
0.0245	0.0243	0.0234	0.0221	0.0204	0.0184
0.0218	0.0215	0.0209	0.0199	0.0185	0.0169
0.0194	0.0192	0.0187	0.0179	0.0168	0.0155
0.0174	0.0173	0.0169	0.0162	0.0153	0.0142
0.0157	0.0156	0.0153	0.0147	0.0140	0.0131

Графички приказ на загадувањето со SO₂ и NO₂:



Добиени податоци од распределба на загадувањето во просторот за чад и пепел (F=2.5) се:

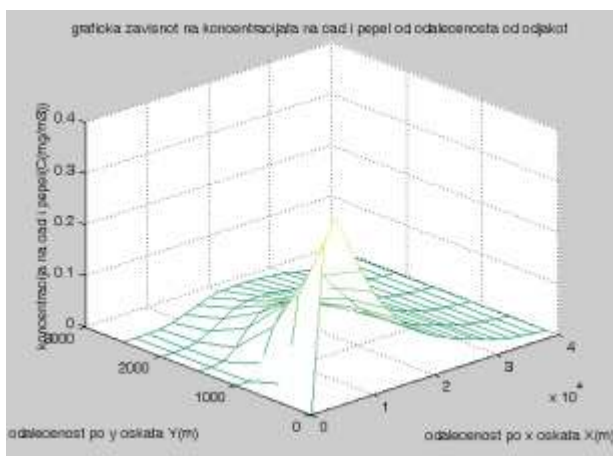
Вредности за големините C_m, U_m и X_{max} за секој од оцаците:

C _m (mg/m ³)	U _m (m/s)	X _{max} (m)
0.3904	5.0177	3286.1207

Табеларен приказ на простирањето на чад и пепел во просторот $S_{xy} =$

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.3244	0.0237	0.0006	0.0001	0.0000	0.0000
0.3699	0.1901	0.0270	0.0036	0.0007	0.0002
0.3078	0.2302	0.0916	0.0225	0.0056	0.0017
0.2492	0.2117	0.1281	0.0535	0.0182	0.0063
0.2002	0.1803	0.1315	0.0756	0.0349	0.0146
0.1614	0.1501	0.1207	0.0829	0.0480	0.0244
0.1313	0.1245	0.1061	0.0809	0.0545	0.0325
0.1081	0.1037	0.0918	0.0748	0.0555	0.0374
0.0900	0.0871	0.0791	0.0673	0.0534	0.0393
0.0759	0.0739	0.0683	0.0600	0.0498	0.0390
0.0646	0.0632	0.0593	0.0532	0.0457	0.0374
0.0556	0.0546	0.0517	0.0472	0.0416	0.0352
0.0483	0.0475	0.0454	0.0420	0.0377	0.0328
0.0372	0.0367	0.0352	0.0330	0.0300	0.0266
0.0298	0.0295	0.0285	0.0269	0.0248	0.0223
0.0248	0.0246	0.0238	0.0226	0.0211	0.0192
0.0211	0.0210	0.0204	0.0195	0.0183	0.0169
0.0184	0.0182	0.0178	0.0171	0.0161	0.0150
0.0162	0.0161	0.0157	0.0152	0.0144	0.0135

Графички приказ на загадувањето со чад и пепел:



ТЕ НЕГОТИНО

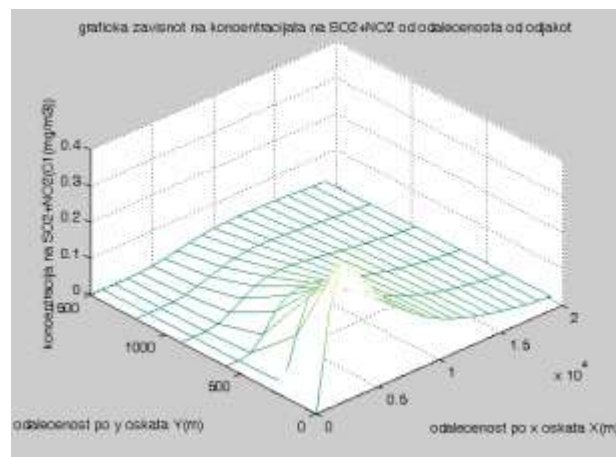
Според карактеристиките на горивото добиваме:

Вредности за големините C_m , U_m и X_{max} за секој од оцаците:

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.1583	0.0116	0.0003	0.0000	0.0000
0.1590	0.0817	0.0116	0.0015	0.0003
0.1277	0.0955	0.0380	0.0093	0.0023
0.1001	0.0851	0.0515	0.0215	0.0073
0.0784	0.0706	0.0515	0.0296	0.0137
0.0619	0.0576	0.0463	0.0318	0.0184
0.0496	0.0470	0.0401	0.0306	0.0206
0.0404	0.0387	0.0343	0.0279	0.0207
0.0333	0.0323	0.0293	0.0249	0.0198
0.0279	0.0272	0.0251	0.0220	0.0183
0.0236	0.0231	0.0217	0.0195	0.0167
0.0199	0.0195	0.0185	0.0169	0.0148

0.0173	0.0170	0.0162	0.0150	0.0135
0.0150	0.0148	0.0143	0.0133	0.0122
0.0132	0.0131	0.0126	0.0119	0.0110
0.0117	0.0116	0.0112	0.0107	0.0099
0.0104	0.0103	0.0101	0.0096	0.0090
0.0094	0.0093	0.0091	0.0087	0.0082
0.0085	0.0084	0.0083	0.0080	0.0076

Графички приказ на загадувањето со SO_2 и NO_2 :



Каде што:

- $C_m(\text{mg}/\text{m}^3)$ е најголема концентрација на загадувачот во одреден дел од просторот,
- $X_{max}(\text{m})$ е растојание од отворот на оцакот во правец на дување на ветрот до местото во кое се јавува максималната концентрација,
- $U_m(\text{m}/\text{s})$ е критична брзина на ветрот
- $V(\text{m}^3/\text{s})$ е волуменски проток на гасови во услови кои владеат на излез од оцакот,
- $G_{SO_2}(\text{g}/\text{s})$ е количина на SO_2 на излез од оцакот,
- $G_{NO_2}(\text{g}/\text{s})$ е количина на NO_2 на излез од оцакот,
- $G(\text{g}/\text{s})$ е вкупна количина на SO_2 и NO_2 на излез на оцакот и
- $G_p(\text{g}/\text{s})$ е количина на чад и пепел на излез од оцакот.

5. ЗАКЛУЧОК

Во овој труд се опишани типовите на локално загадување со гасови кои настануваат како резултат на согорувањето на цврсти и течни горива во ложиштата кај ТЕ во Република Македонија. Представени се некои основни равенства за пресметка на истите. Акцент во пресметките беше ставен на резултатите добиени од пресметка на концентрацијата на загадување на животната средина од Термо Електраните (ТЕ) во Република Македонија (ТЕ Осломеј и ТЕ Неготино).

За пресметка беа користени два програмски кодови напишани во програмската алатка MATLAB.

Со првиот програмски код се пресметуваат волуменскиот проток и количината на гасови за

услови кој владеат на излез од одакот, за што неопходно беа потребни податоците за карактеристиките на горивото и котлите.

Со вториот програмски код се пресметуваат максималната концентрација на загадување и растојанието на кое се јавува истото, како и просторната распределба на загадувањето, за што се користат податоците добиени со првиот програмски код и податоците за карактеристиките на одаците и условите кои владеат во околината.

Од резултатите може да се констатира дека Термо Електраните во Осломеј и Неготино ги задоволуваат условите да загадувањето кое истите го предизвикуваат да биде помало од средната дневна дозволена максимална концентрација ($C_m(\text{SO}_2+\text{NO}_2) < 0,5 \text{ mg/m}^3$, $C_m(\text{чад и пепел}) < 0,5 \text{ mg/m}^3$).

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dorman, G.R, "Dust Control and Air Cleaning".
- [2] Мартин Богнер, Слободан Чирич, "Аерозагадување", Termoenergetika. Beograd
- [3] Anderson, C.L., "The Production Process": Inputs and Wastess, Journal of Environmental Economics and Management14, 1-12
- [4] D.Feretic, Z. Tomic, D. Scanata, N. Cavlina, D. Subasic, Elektrane I okolis, Element, Zagreb 2000
- [5] Златко В. Соврески, докторска дисертација: "Модел за евалуација на еколошките критериуми за енергетски и индустриски постројки", Скопје 2010
- [6] Ракович, Р.А, "Загадување и пречистување на воздухот"