Р У С Е Н С К И У Н И В Е Р С И Т Е Т „ А Н Г Е Л К Ъ Н Ч Е В ”

Факултет: „Електротехника, електроника и автоматика”

маг. инж. Боян Георгиев Рашков

РАЗРАБОТВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОБРАБОТКА НА МАЗУТ

АВТОРЕФЕРАТ

НА
ДИСЕРТАЦИЯ
за придобиване на образователна и научна степен
„Доктор”

Русе
2014г.

маг. инж. Боян Георгиев Рашков

РАЗРАБОТВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОБРАБОТКА НА МАЗУТ

АВТОРЕФЕРАТ

НА ДИСЕРТАЦИЯ

за придобиване на образователна и научна степен **„Доктор”**

научна специалност **Електронизация**

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

проф. д-р инж. Иван Борисов Евстатиев

РЕЦЕНЗЕНТИ:

1.проф. дсн Никола Вичев Колев

2.проф. д-р Анатолий Трифонов Александров

Русе

2014 г.

Дисертационният труд е с обем 193 страници и се състои от съдържание, увод, четири глави, общи изводи, приноси, списък с публикации и 2 броя приложения. Библиографията обхваща 172 заглавия, 11 от които на кирилица, 147 на латиница и 14 линка в интернет. В автореферата всички означения, номерацията на фигурите, таблиците и формулите са според означенията в дисертацията.

Дисертационният труд е обсъден от обединено научно звено, сформирано от членовете на катедра „Електроника" към Русенски университет „Ангел Кънчев" и външни хабилитирани специалисти, и насочен за защита пред научно жури.

Обект на изследване са процесите в инсталация за обработка на мазут.

Изследванията по дисертационният труд са извършени в катедра "Електроника" към факултет "Електротехника, електрониак и автоматика" при Русенски университет „Ангел Кънчев" и на работната площадка на фирма ЕМАКС, гр. Силистра.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на ……..г. от ……...ч. в зала …….на Русенски университет „Ангел Кънчев" на заседание на Научно жури по научна специалност Електронизация, сформирано със заповед на Ректора на Русенски университет „Ангел Кънчев" №697 от 17.04.2014г.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на катедра Електроника.

Автор: маг.инж. Боян Рашков Георгиев

Заглавие: Разработване и изследване на електронна система за управление на инсталация за обработка на мазут

Тираж: 20бр.

Печатна база на Русенски университет „Ангел Кънчев"

ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Дисертационният труд изследва актуален проблем свързан с осигуряването на мониторинг ,автоматизирането и екологичното протичане на процеса обработка на мазут.

Поради намаляването на енергийните ресурси на земята, както и нуждата от съвременни технологии поставя изисквания за безотпадъчна и ефективна технология при производство на петролни продукти. Особено атрактивен става методът за обработката на отпадъчен мазут.

Основната задача в процеса на производство на мазут е качеството на готовата продукция, при нисък разход на енергия и следене на основните параметри на процеса, като се спазват екологичните норми на производство.

От анализа на предимствата и недостатъците на моделите, използвани за описване на процесите при обработка на мазут в разгледаните литературни източници следва, че подходящи за моделиране на процеса сушене са полуемпиричните модели. Тяхното предимство се състои в едновременното използване на аналитични и емпирични физически зависимости, което повишава точността на моделирането.

Предимството на предложената електронна система се състои във възможността за оценка на състоянието на обекта за управление в даден момент от време чрез модел, описващ процеса. Въз основа на оценката се избират подходящи управляващи въздействия, осигуряващи необходимото качество на готовия продукт при намален разход на енергия за неговото производство

Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертацията е да се разработи и изследва електронна система, която усъвършенства управлението на инсталация за обработка на мазут, като се осигурява необходимото качество на готовата продукция при намален разход на енергия.

За постигане на целта е необходимо да се решат следните задачи:

1. Да се разработи модел, описващ кинетиката на процеса в инсталация за обработка на мазут, отчитащ технологичните и конструктивните параметри на инсталацията, даващ възможност за прогнозиране на качеството на готовата продукция и разхода на енергия в зависимост от влиянието на външните фактори и управляващите въздействия.

2. Да се разработи алгоритъм за работа на електронна система за управление на процеса обработка на мазут, която на базата на модела усъвършенства управлението на процеса.

3. Да се разработи електронна система за управление на процеса обработка на мазут, осигуряваща зададеното качество на готовия продукт при намален разход на енергия.

4. Да се проведат експериментални изследвания за проверка работоспособността на разработените модели и осигуряване на необходимите параметри на работа.

Методи за изследване

Методите, използвани за решаването на поставените в дисертационния труд задачи са: теоретичен анализ, симулационни и експериментални изследвания, графична и математична обработка на получените резултати. Симулационните изследвания са извършени в програмна среда специално разработена за изследванията, на базата на създаден модел чрез метода на крайните разлики. За математичната и графична обработка на получените резултати е използвана програмата Excel.

Научна новост на изследването

На основание на разработения модел и на съществуващите знания на процесите в инсталация за обработка на мазут са синтезирани и разработени:

- алгоритми за работата на електронна система, която осигурява необходимото качество на готовия продукт при намален разход на енергия;
- структурна схема на електронна система за управление на процеса в инсталация за обработка на мазут.

Тези приноси се отнасят до използване на съвременни методи за електронно управление на сложни обекти и се прилагат за пръв път в инсталация за обработка на мазут.

Практическа ценност на изследването

Разработената електронна система за мониторинг , както и контролер за управлението на процеса обработка на мазут , позволява да се автоматизита производството , както и да се сведе до минимум загубата на енергия.Контролира се и опазването на околната среда при протичане на целия процес.

Апробация

Резултатите от дисертационния труд са докладвани и обсъждани на:

Научна конференцияна Русенски университет „Ангел Кънчев” 2011 г. , Енергиен форум 13-17 юни 2012, КК "Св.Св.Константин и Елена" - Варна, форум “Energy efficiency and agricultural engineering”.

Публикации по дисертационния труд

Резултатите от дисертационното изследване са публикувани в 5 научни сборника, от които 1 в чужбина.

Обем и структура на дисертационния труд

Дисертационният труд е с обем 219 страници и се състои от съдържание, увод, четири глави, общи изводи, приноси, списък с публикации и 2 броя приложения. Библиографията обхваща 168 заглавия, 7 от които на кирилица и 147 на латиница и 14 линка в интернет. В автореферата всички означения, номерацията на фигурите, таблиците и формулите са според означенията в дисертацията.

ГЛАВА 1. ПРОУЧВАНЕ И АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРОННИТЕ СИСТЕМИ, СВЪРЗАНИ С УПРАВЛЕНИЕТО НА ПРОЦЕСА ОБРАБОТКА НА МАЗУТ

В глава 1 е направено изследване на технологията на процеса обработка на мазут.Изследвани и анализирани са известни системи за управление на процеса на обработка на различни видове горива. Анализирани са съществуващи модели, описващи процеса обработка на горива. Формулирани са следните основни изводи:

1. Намаляването на енергийните ресурси на земята, поставя изисквания за безотпадъчна технология при производство на петролни продукти и прави ефективна обработката на отпадъчен мазут.

2. Анализът на технологиите за обработката на отпадъчен мазут показва, че по време на процеса наобработка е необходимо да се контролира кинетиката на температурата и влажността на обработвания материал, с оглед да се получи готов продукт с необходимото качество при намален разход на енергия.

3. От анализа на предимствата и недостатъците на моделите, използвани за описване на процесите при обработка на мазут в разгледаните литературни източници следва, че подходящи за моделиране на процеса сушене са полуемпиричните модели. Тяхното предимство се състои в едновременното използване на аналитични и емпирични физически зависимости, което повишава точността на моделирането.

4. От анализа на технологията за обработката на отпадъчен мазут следва, че е необходимо да се разработи модел, описващ кинетиката на температурата и влажността. Чрез симулация на кинетичните криви и тяхната оценка може да се правят изводи за крайният резултат от обработката на мазути качеството на готовия продукт. Подобни модели в представените в настоящето изследване литературни източници не са намерени.

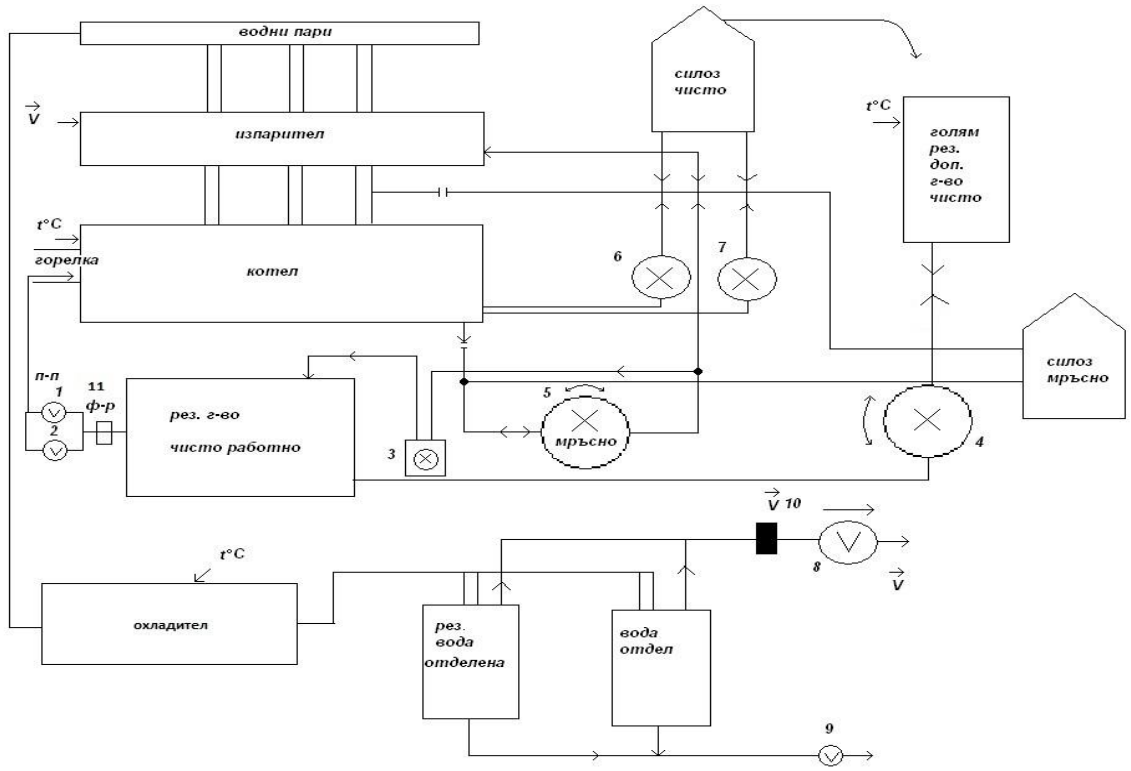
5. За да се намали разхода на енергия при обработката на мазут е необходимо да се търси такова съчетание на управляващи параметри, при което се постига добро качество на готовата продукция и при намален разход на енергия.

6. От анализа на литературните източници следва, че за управлението на процеса обработката на мазут е необходимо създаването на електронни системи, които чрез симулация на процеса с модел, по определени критерии избират управляващи въздействия, осигуряващи необходимото качество на обработения мазут при намален разход на енергия.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА НА ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОБРАБОТКА НА МАЗУТ

2. 1. Анализ на обекта на изследването

Спецификата на технологията за обработка на мазут цели премахването на някой не желани съставки, например голямото количество влага. Едновременно с отделянето на влагата се отделят и някои леки фракции. Схемата на инсталацията е представена на фиг. 2.1.



Фиг. 2.1. Схема на обекта на изследване

Легенда:1, 2–помпи горелка мазут;3–помпа основен резервоар за пълнене;4–помпа допълнителен резервоар за пълнене;5– помпа циркулация и пълнене на мазут;6, 7–Резервиращи помпи за пълнене на мазут;8–вакуум помпа;9-помпа източваща мръсна вода;10-вакуум помпа резервоар вакуум;11-филтър гориво;t-температурни сензори;V-сензор за налягане

Преди да започне обработката, разполагаме с резервоар, в който се съхранява отпадъчен (с голямо съдържание на вода) мазут (приложение фиг.1.1). Обработката му се състои в следните стъпки:



Фиг. 2.2.Схема на обекта на изследване – снимка1



Фиг.2.3.Схема на обекта на изследване-снимка 2

1. От силоз необработен мазут посредством помпа 5 на Фиг.2.1. (5 kW електрическа мощност) се подава мазут в котела (приложение фиг. 1.1.). Помпата е риверсивна (двупосочна) и чрез нея се поддържа постоянна температура и налягане в котела.

2. Задейства се горелката фиг. 2.2. (горелка) и се чака температурата да достигне 85 °C и налягане от над 90 кРа (приложение фиг. 1.12.). При тези параметри започват да се отделят водни пари през изпарителя фиг.2.2. (изпарител) към охладителя фиг. 2.3. (охладител), който е захранен с вода от кладенец, където температурата не трябва да превишава 30 °C, за да няма изтичане на токсични вещества в природната среда. При тази температура парата се втечнява, и се събира чрез вакуум в двата резервоара за отделена вода фиг. 2.3. (резервоар вода отделена). Вакуума се контролира във вакуум точка 10 посредством сензор и се регулира с вакуум помпа 8 на фиг. 2.1.

3. Когато вакуума в изпарителя достигне до стойност 120 кРа и температурата е в диапазона 110-125 °C се поддържа процеса в тази работна среда за около период от 20 до 30 минути за да се до изпари остатъчната вода (приложение фиг.1.12.). След това се изключва горелката (приложение фиг.1.13.), изчаква се няколко часа и се изключва главната вакуум помпа 8 на фиг. 2.1. След което цялата система се оставя без разхерметизация до намаляване на стойността на вакуума под 70 кРа и температурата под 80 °C.

4. Следва източване на обработеното гориво от системата посредством помпи 6 и 7 в силоз чисто гориво на фиг. 2.1, фиг. 2.3. (силоз чисто). Чрез помпи 3 (работна, само за пълнене) и 4 (двупосочна, за регулиране количеството на горивото в резервоара) се източва полученото чисто гориво в голям резервоар чисто гориво.

5. Освен температурни (приложение фиг.1.7, фиг.1.6) и вакуум сензори (приложение фиг.1.8, фиг.1.9) в системата има и сензор следящ външната температура, който спомага за преценка за нужното време за охлаждане и нагряване на системата.

Обработката на мазут е процес свързан с нагряване на материала и отделяне на влага и други фракции. Спецификата на обработка се характеризира с поддържането на температура и налягане, подходящи за изпаряването на определени фракции. Изпарените фракции след охлаждане кондензират и се отвеждат в друг съд. Процесът е енергоемък. За намаляването на енергията за обработка се поддържа понижено налягане, определящо интензивно изпаряване на съответните фракции при по ниска температура. Енергоемкостта на процеса зависи от условията на околната среда и спазването на технологията. За осигуряване на необходимото качество на продукцията и намаляването разхода на енергия е необходимо да се моделира процеса.

2.2.Моделиране на процесите в инсталация за обработка на мазут

2.2.1.Обосновка на използвани приближения и зависимости при моделиране на процесите в инсталация за обработка на мазут

При обосновката на основните приближения се отчита непрекъснатия контрол на параметрите на температурата на дебита на постъпващия за изгаряне мазут, на температурата на изходящите газове и на параметрите на водата за охлаждане. Инсталацията се зарежда циклично с мазут за обработка, като след завършването на цикъла се извежда обработения мазут. За моделирането се приемат следните основни приближения:

-температурата на горещите газове в зоната на котела е еднаква;

-параметрите на обработвания мазут са еднакви за котела и изпарителя. Това приближение може да се приеме поради сравнително добрата циркулация на обработвания мазут;

-в инсталацията се поддържа понижено налягане за да се активизира изпаряването на водата при по-ниски температури.

Топлинната мощност, постъпваща от мазута за изгаряне се формира от неговия дебит, температура на постъпване и специфичен топлинен капацитет [3].

$$Q_{маз}^{изг} = G_{маз}^{изг} t_{маз}^{изг} c_{oil}, \ \mathrm{W}, \qquad (2.\ 1)$$

където $G_{маз}^{изг}$ е масовият дебит на мазута за изгаряне,

$\mathrm{kg.s^{-1}}$;

$t_{маз}^{изг}$ - температурата на постъпващия за изгаряне мазут, K;

c_{oil} - специфичният топлинен капацитет на мазута, $\mathrm{J.kg^{-1}.K^{-1}}$.

Получената топлинна мощност от изгарянето на мазута е

$$P_{изг} = G_{маз}^{изг} c_{изг}, \ \mathrm{W}, \qquad (2.\ 2)$$

където $c_{изг}$ е специфичната топлина на изгаряне на мазута,

$\mathrm{J.s^{-1}}$.

Аналогични са зависимостите за определяне на топлинните мощности на енергийните потоци на входящия въздух, необходим за изгарянето на мазута, на необработения мазут, на димните газове и на обработения мазут.

Мощността на енергийния поток, отделяна от водата за охлаждане се изчислява с [3]

$$Q_{охл} = G_{вода}^{охл} \left(t_{вода}^{изх} - t_{вода}^{вход} \right) c_{вода}, \ \mathrm{W}, \qquad (2.\ 3)$$

където $t_{вода}^{изх}$, $t_{вода}^{вход}$ са температурите на охлаждащата вода, K;

$c_{вода}$ - специфичният топлинен капацитет на водата, $\mathrm{J.kg^{-1}.K^{-1}}$.

Мощността на топлинния поток на загубите в околната среда се изчисляват с [1]

$$Q_{env} = k_{env}.F_{tube}.(t_{mix} - t_{env}),\ \mathrm{W} \qquad (2.4)$$

,където k е коефициент на топлопреминаване,

$\mathrm{W.m^{-2}.K^{-1}}$;

F - площта на стената, $\mathrm{m^2}$;

t_{mix}, t_{env} - температурите съответно на мазута и на

K. околната среда,

Коефициентът на топлопреминаване се изчислява с [1]

$$k = \frac{1}{\frac{\delta_{tube}}{\lambda_{tube}} + \frac{\delta_{ins}}{\lambda_{ins}} + \frac{1}{\alpha_{env}}},\ \mathrm{W.m^{-2}.K^{-1}}, \qquad (2.5)$$

където δ_{tube}, δ_{ins} са дебелините на стената и на изолацията, m;

λ_{tube}, λ_{ins} - коефициентите на топлопроводност на стената $\mathrm{W.m^{-1}.K^{-1}}$; и на изолацията,

α_{env} - коефициентът на топлопредаване между съда и $\mathrm{W.m^{-2}.K^{-1}}$; околната среда.

Отчитането на инерционните свойства на конструкцията, на мазута и на водата е чрез калориметричното уравнение [1]

$$\mathrm{E = m.c_{мат}(t_2 - t_1)},\ \mathbf{J} \qquad (2.6)$$

където m е масата на материала, kg;

$c_{мат}$ - специфичният топлинен капацитет на материала, $\mathrm{J.kg^{-1}.K^{-1}}$;

$\mathrm{t_2}$, $\mathrm{t_1}$ - температурите съответно в началото и края на времевия интервал, K.

Топлообменът между стените на котела и мазута се извършва основно чрез топлообмен при пряк контакт. Условният коефициент на топлообмена при контакт на две тела е [3]

$$\alpha_{\mathrm{tube-oil}} = \frac{2}{\sqrt{\pi}}.\frac{\sqrt{\lambda_{\mathrm{oil}}.c_{\mathrm{oil}}.\rho_{\mathrm{oil}}}}{\sqrt{\tau_c}},\ \mathrm{W.m^{-2}.K^{-1}}, \qquad (2.7)$$

където λ_{oil} е коефициентът на топлопроводност на мазута, $\mathrm{W.m^{-1}K^{-1}}$;

c_{oil} -специфичният топлинен капацитет на мазута, $\mathrm{J.kg^{-1}K^{-1}}$;

ρ_{oil} - плътността на материала, $\mathrm{kg.m^{-3}}$;

τ_c - време на контакт, s.

Топлообменът между газовете в котела и тръбите се изчислява със зависимостта за топлопреминаване през гладка тръба

$$k_{\mathrm{c.sh.-mix}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\mathrm{c.sh.-tube}}.\pi.d_2} + \frac{1}{2\pi\lambda_{\mathrm{tube}}}\ln\frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_{\mathrm{tube-oil}}.\pi.d_1}},\ \mathrm{W.m^{-1}.K^{-1}}, \qquad (2.8)$$

където $\alpha_{\mathrm{c.sh.-tube}}$ е коефициентът на конвективен топлообмен между газовете в пещта и тръбите, $\mathrm{W.m^{-1}.K^{-1}}$. Коефициентът отчита и обменът на енергия чрез лъчист топлообмен;

d_1, d_2 - съответно вътрешен и външен диаметър на тръбите, m.

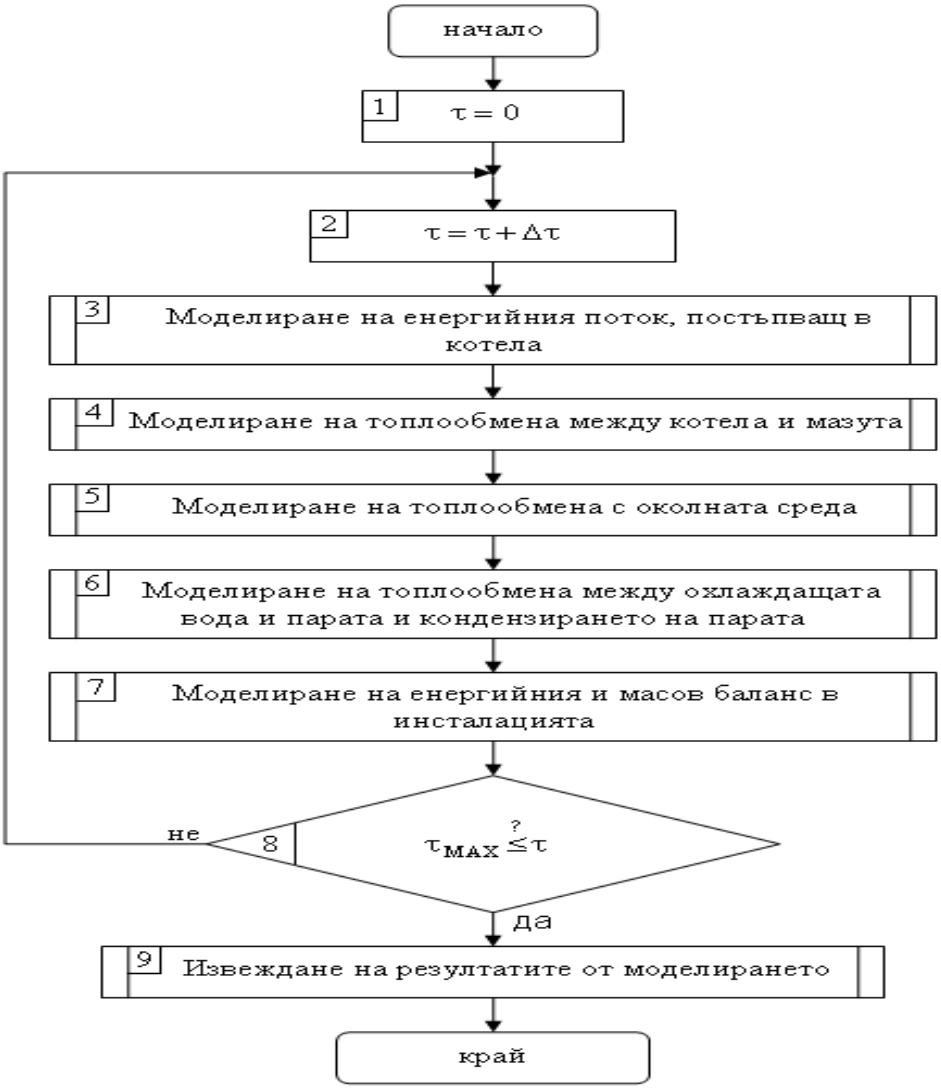
Мощността на топлинния поток между газовете в пещта и мазута се изчислява с

$$Q_{in} = k_{c.sh.-mix}.\frac{F_{tube}}{d_2.\pi}\left(t_{c.sh} - t_{mix}\right), \mathrm{W}\ , \tag{2.9}$$

където $\frac{\mathrm{F_{tube}}}{\mathrm{d_2}.\pi}$ е дължината на тръбата, m .

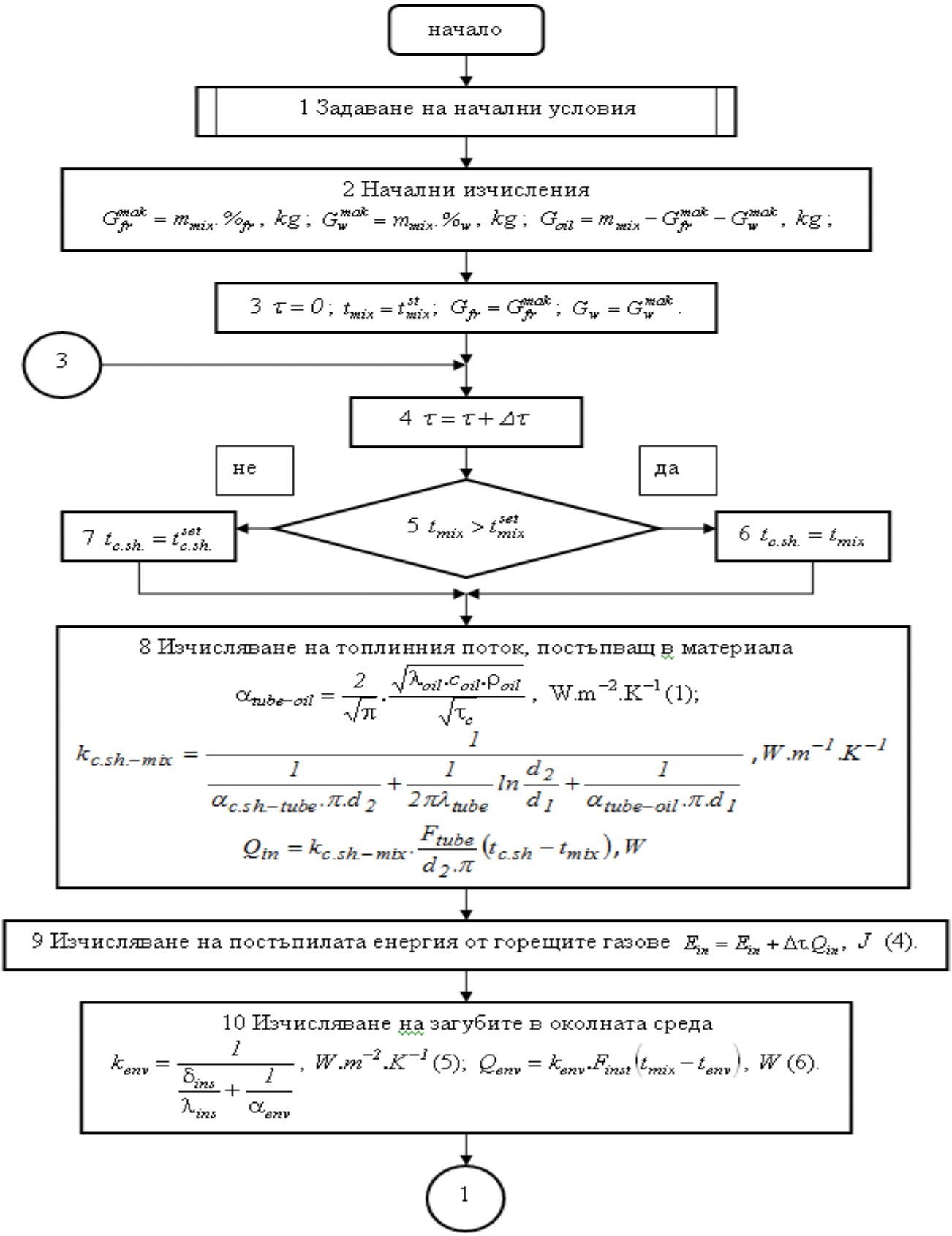
2.2.2 Алгоритъм за моделиране на процесите в инсталация за обработка на мазут

На Фиг.2.4 е показан обобщения алгоритъм на модела на инсталация за обработка на мазут. Деиствието му е описано в т.2.2.2. в дисертационният труд.

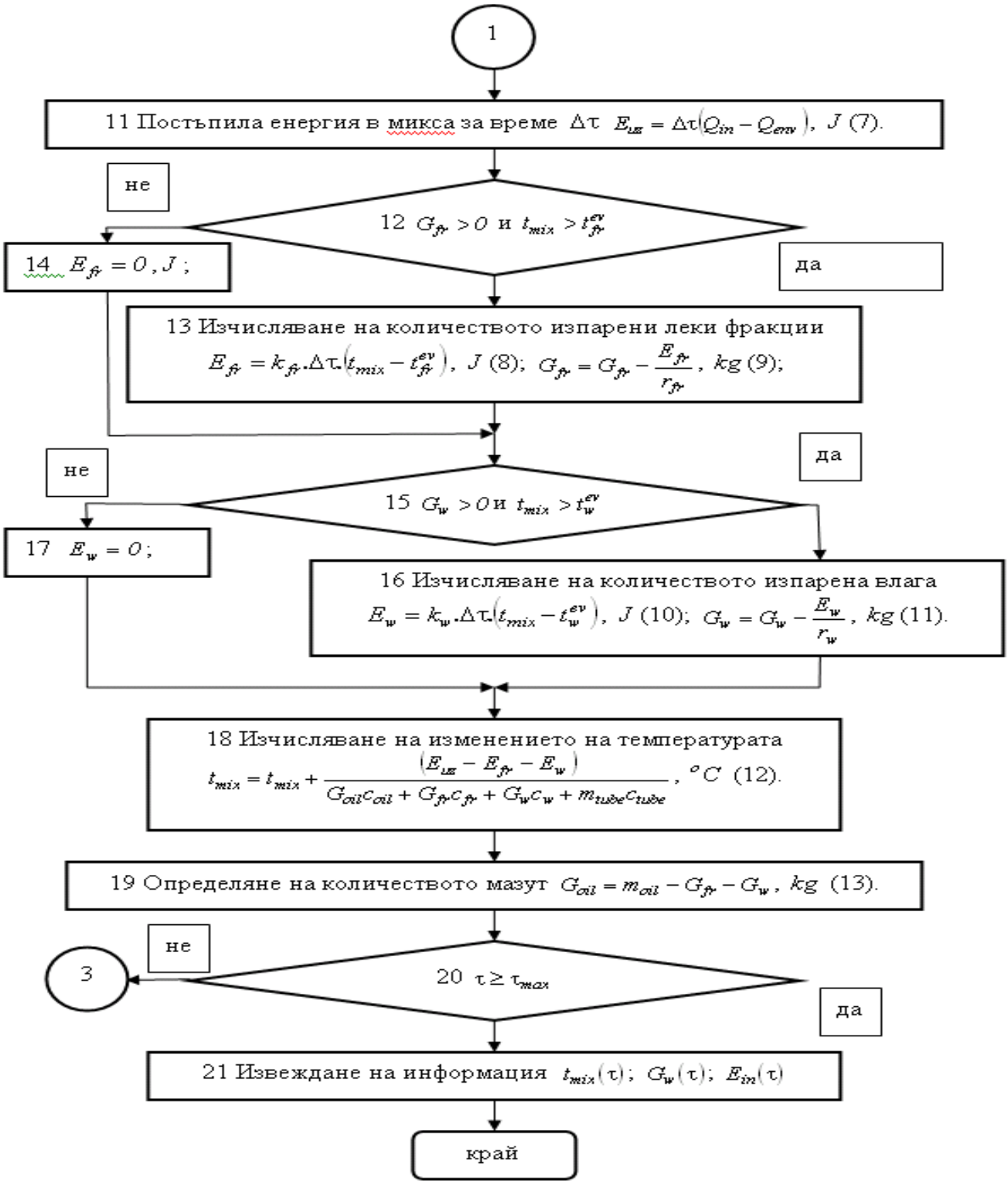


Фиг. 2.4.Общ алгоритъм на модела на инсталация за обработка на мазут

На фиг. 2.5.а и фиг. 2.5.б е показан алгоритъм за моделиране на процесите в инсталация за обработка на мазут.Деиствието му е описано в т.2.2.2. в дисертационният труд.



Фиг.2.5.а.Алгоритъм за моделиране на процесите в инсталация за обработка на мазут



Фиг.2.5.б.Алгоритъм за моделиране на процесите в инсталация за обработка на мазут - продължение

В табл.2.1 в дисертационният труд са пояснени означенията, използвани в изследванията.

2.3.Методика за изследване на адекватността на разработения модел, описващ процесите в инсталация за обработка на мазут

2.3.1.Технически средства, методи и програмни продукти, използвани за изследването

Електронната система за изследване на инсталация за обработка на мазут е базирана на контролер и на персонален компютър. Контролерът е предназначен за събиране на информация от аналогови входове, предварителна обработка на данните, съхраняване на последните обработени стойности в RAM паметта и изпращане на съхранените данни към персонален компютър.

Измерването на температурата в котела, на охладителя и в допълнителния резервоар е изпълнено с сензор LM35.За измерване на налягането са използвани:

-сензор за налягане MPX4250

-сензор за налягане MPX4115

Изходите на сензорите са напреженови и са включени към аналоговите входове на контролера.

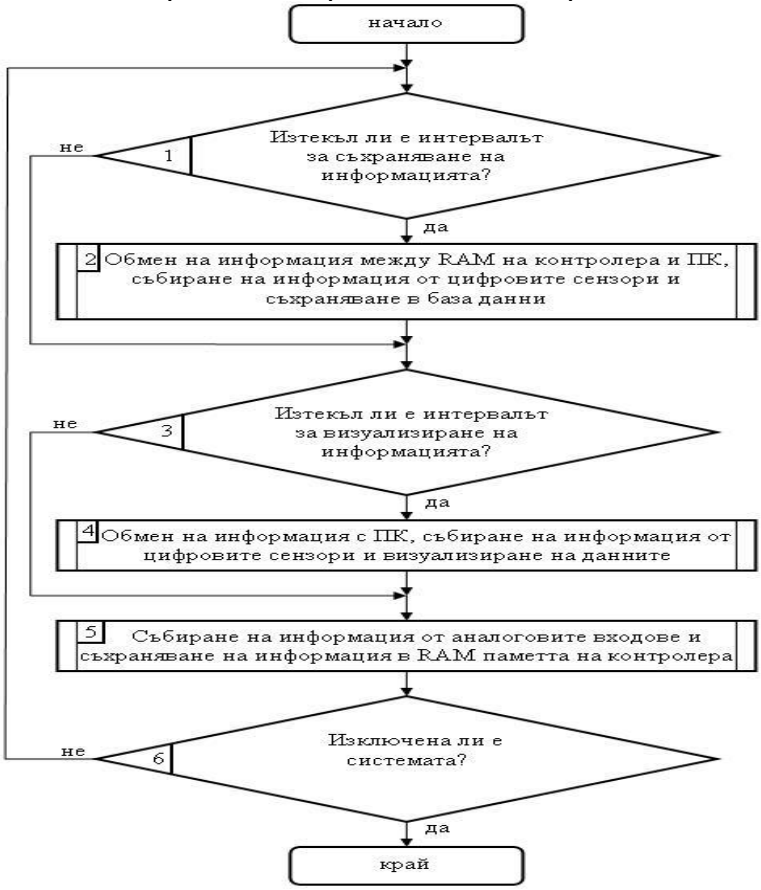
За метод на моделирането е използван методът на крайните разлики [2, 4]. Моделирането се извършва, като времето се разбива на безкрайно малки интервали. За всеки временен интервал е описан енергийният и материален обмен в инсталацията. Разработен е и програмен продукт за моделирането на процесите в инсталация за обработка на мазут.

За обработката на информацията е използван персонален компютър с инсталиран програмен продукт за мониторингова система UniOWMon. Мониторинговата система съхранява получената информация в база данни.

Към персонален компютър, извършващ изчисленията е включен директно чрез адаптер между мрежа μLan и RS232 цифров сензор DS18S20. С него се измерва температурата на въздуха в околната среда.

2.3.1.1.Електронна система за изследване на инсталация за обработка на мазут Алгоритъм за работа

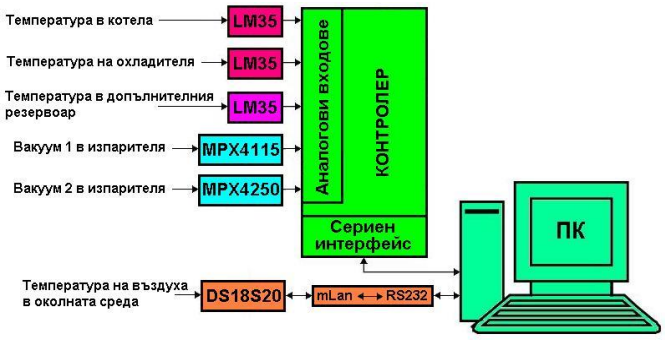
На фиг.2.6 е показан алгоритъма за работа на електронната система за изследване.



Фиг.2.6.Алгоритъм за работа на електронната система за изследване

Деиствието му е описано в т.2.3.1.1. в дисертационният труд.

Структурата на електронната система за изследване е показана на фиг.2.7.



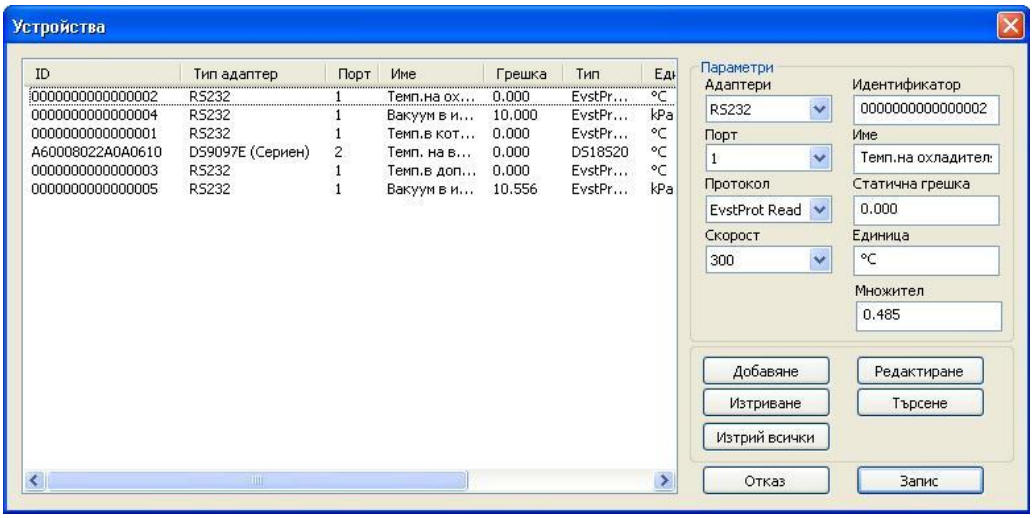
Фиг.2.7.Структура на електронна система за изследване на инсталация за обработка на мазут



Фиг.2.8.Монтиран контролер на обекта за изследване

Електронната система за изследване на инсталация за обработка на мазут е базирана на контролер и на персонален компютър. Контролерът е предназначен за събиране на информация от аналогови входове, предварителна обработка на данните, съхраняване на последните обработени стойности в RAM паметта и изпращане на съхранените данни на ПК.

Персоналният компютър е с инсталиран програмен продукт за мониторингова система UniOWMon. Мониторинговата система съхранява получената информация в база данни. Информацията се извежда във вид на графики. На фиг.2.9 е показано главното меню на мониторинговата система, а на фиг.2.10 фрагмент от графично изведена информация от базата данни.

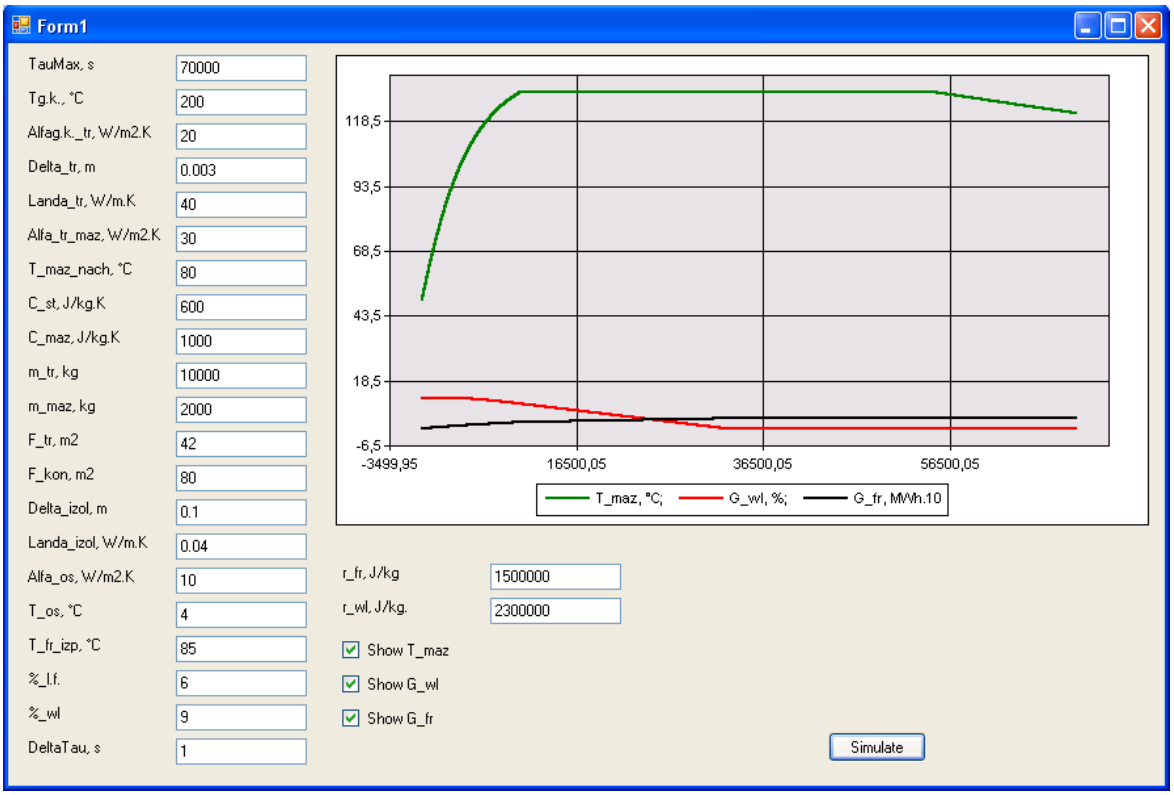


Фиг.2.9.Главно меню на мониторинговата система

Мониторинговата система съхранява данните в база данни и извежда информацията графично за произволно избрани периоди от време. Чрез главния прозорец също се задават протоколите на обмен на информация. Предвидена е възможност за въвеждане коефициенти за уравнение на права.

2.3.1.2.Програмен продукт за моделиране на процесите в инсталация за обработка на мазут

На фиг.2.11 е представен главният прозорец на програмния продукт за моделирането на процесите в инсталация за обработка на мазут, създаден на базата на разработения модел.



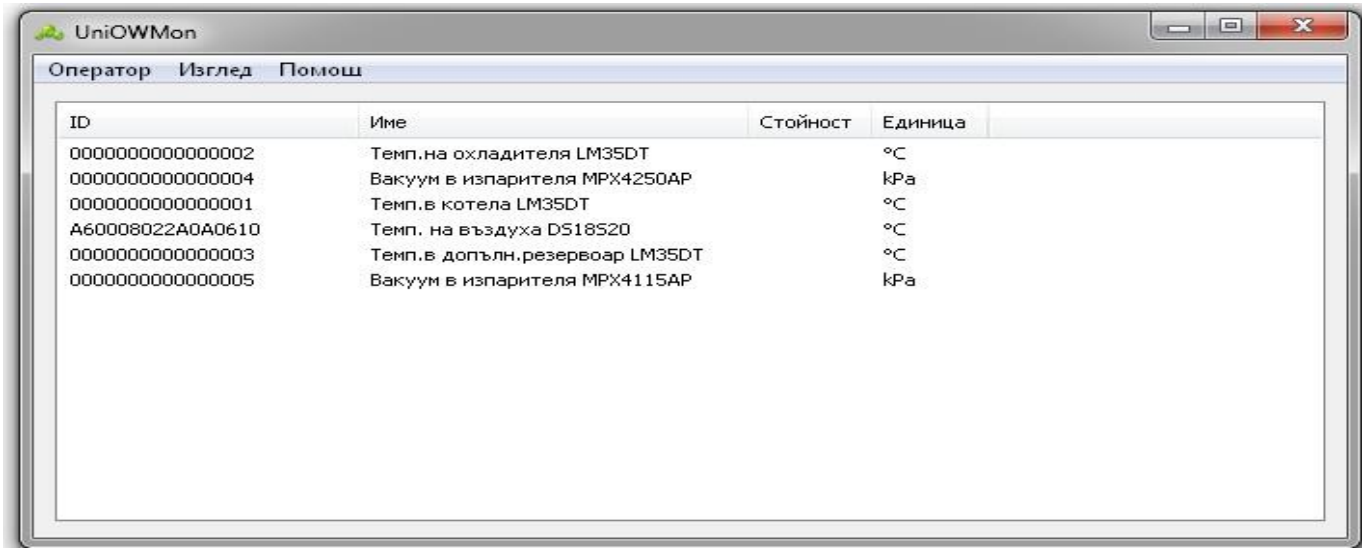
Фиг.2.11.Главен прозорец на програмен продукт за моделирането на процесите в инсталация за обработка на мазут

В табл.2.2 в дисертационният труд са описани параметрите и графиките на главното меню.

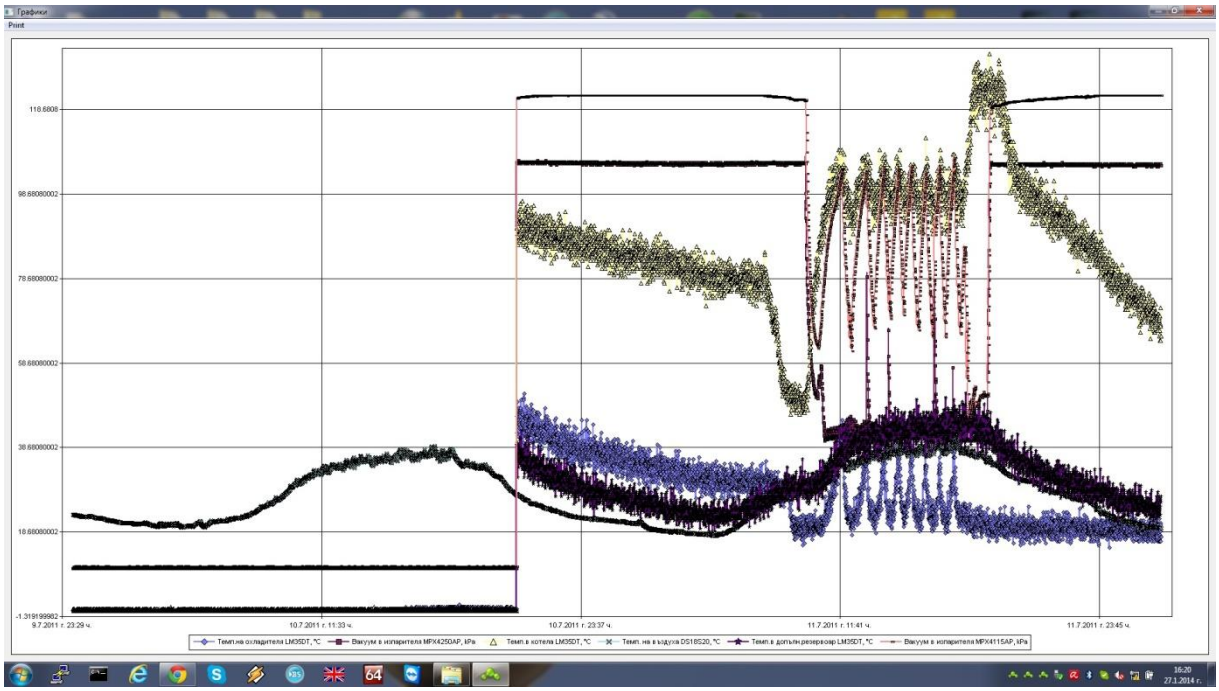
2.3.1.3.Мониторингова система за експериментално изследване на процесите в инсталация за обработка на мазут

За експериментално изследване на процесите в инсталация за обработка на мазут се използва мониторингова система "UniOWMon"- фиг.2.12.

На база събраните данни от сензорите - температура на охладителя, вакуум в изпарителя от двата сензора (MPX4115AP и MPX4250AP), температура в котела, температура в допълнителния резервоар, както и температура на въздуха в околната среда се събират данни за определен времеви период и се анализират получените графики.



Фиг.2.12.Главен прозорец на монитингова система "UniOWMon"



Фиг.2.13.Резултат от експериментални изследвания с монитингова система "UniOWMon"

2.3.2.Методика за оценка работоспособността на разработения модел, описващ процесите в инсталация за обработка на мазут

Цел на методиката е да провери работоспособността на разработения модел.

Съществува недостиг на експериментални дани за процеситев инсталация за обработка на мазут. Това се обяснява със сложността на измерването на температурите и налягането и техните промени по време на процеса. По тази причина е сложно доказването на адекватността на моделите, описващи процесите в инсталация за обработка на мазут. Поради тази специфика изследването на адекватността на разработения модел се извършва на два етапа:

-чрез сравнение с подобни зависимости от литературни източници;

-чрез сравнение на параметрите на изхода на инсталацията, получени от експерименталните изследвания, с изчислените от модела параметри, определени от експеримента.

2.3.2.1.Методика за проверка работоспособността на разработените модели, чрез сравнение с подобни зависимости от литературни източници

Проверката се осъществява, като се сравняват получените графики с известните от литературните източници по форма и числени стойности.

За целта се използва програмен продукт за моделирането на процесите в инсталация за обработка на мазут**,** разработен на базата на модела и представящ графично кривите на процеса. Последователността на работа е следната:

-посредством програмния продукт се изчертават криви на изменението на температурата на мазута, на изменението на масата на водата в микса и масата на леките фракции в микса;

-сравняват се следните характеристики на кривите – форма на кривите, начало и край на кривите, продължителност на процеса.

-анализира се съответствието и се правят изводи.

2.3.2.2.Методика за проверка работоспособността на разработените модели, чрез сравнение на криви, получени от модела с получени от експерименталните изследвания. Методика за обработване на експерименталните данни

2.3.2.2.1.Точкови оценки на числени характеристики

$\bar{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i$; (Average) - средна аритметична стойност

$S = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{Y})^2}$;(Standard Deviation) – средно квадратично отклонение

$\hat{V} = \frac{S}{\bar{Y}}.100\%$; (Coeff. of variation) – коефициент на вариация

$m[\bar{Y}] = \frac{S}{\sqrt{n}}$; (Standarderror) – грешка на средната аритметична стойност

2.3.2.2.2. Сравняване средните стойности на две извадки от две нормално разпределени генерални съвкупности

Сравняването на средните стойности се извършва с проверка на хипотезата - Но: $E[Y_1] = E[Y_2]$.

Хипотезата се проверява чрез процедурата:

$$t' = \frac{|\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2|}{S_{ob}}\sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}, \qquad (2.10)$$

където $\bar{Y}_1 = \frac{1}{n_1}\sum_{i=1}^{n_1} y_{1_i}$ и $\bar{Y}_2 = \frac{1}{n_2}\sum_{i=1}^{n_2} y_{2_i}$ са оценките на средните стойности на съответните стойности на оценките по отделните предмети;

- n_1и n_2са обемите на двете величини;

- S_{ob} – общо средноквадратично отклонение. Определя се по формулата:

$$S_{ob} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}, \qquad (2.11)$$

където $S_1^2 = \frac{1}{n_1 - 1}\sum_{i=1}^{n_1}(y_{1_i} - \bar{Y}_1)^2$ и $S_2^2 = \frac{1}{n_2 - 1}\sum_{i=1}^{n_2}(y_{2_i} - \bar{Y}_2)^2$ са оценките на дисперсиите на двете величини.

Степените на свобода са: $k = n_1 + n_2 - 2$.

Ako $t' < t_{\frac{\alpha}{2};k}$ или $P(t,k) > \alpha \Rightarrow Ho$: не противоречи на опитните данни (средните стойности на двете величини са равни).

Ако $t' \geq t_{\frac{\alpha}{2};k}$ или $P(t,k) < \alpha \Rightarrow Ho$: се отхвърля (средните стойности на двете величини не са равни).

2.3.2.2.3.Проверка за корелираност на извадките

Връзката между стойностите на величината Y_1 и стойностите на величината Y_2 се изучава чрез решаването на следните задачи: определяне точковата оценка $\hat{r}$ на коефициента на корелация; проверка значимостта на коефициента на корелация *r*.

Изчисленията, свързани с определяне точковата оценка на коефициента на корелация $\hat{r}$ се извършват по формулите [7]:

$$\bar{Y_1} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} n_i} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{n_i} y_{1_{i,j}} \quad \bar{Y_2} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} n_i} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{n_i} y_{2_{i,j}} \tag{2.12}$$

$$\hat{K}_{Y_1,Y_2} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} n_i} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{n_i} (y_{1_{i,j}} - \hat{Y}_1)(y_{2_{i,j}} - \hat{Y}_2) \tag{2.13}$$

$$S_{Y_1}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} n_i} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{n_i} (y_{1_{i,j}} - \hat{Y}_1)^2 \quad S_{Y_2}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} n_i} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{n_i} (y_{2_{i,j}} - \hat{Y}_2)^2 \tag{2.14}$$

$$\hat{r} = \frac{\hat{K}_{Y_1,Y_2}}{S_{Y_1} S_{Y_2}} \tag{2.15}$$

Проверката за значимост на коефициента на корелация се извършва с проверка на хипотезата Но : r = 0 чрез критерия на Стюдънт:

$$t = \frac{|\hat{r}| \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{N} n_i \right) - 2}}{\sqrt{1 - \hat{r}^2}} \tag{2.16}$$

Степените на свобода на критерия са $k = \left(\sum_{i=1}^{N} n_i \right) - 2$.

Ако $t' < t_{\frac{\alpha}{2};k}$ или $P(t,k) > \alpha \Rightarrow Ho$: не противоречи на опитните данни, т. е. коефициентът на корелация е незначим (между двата параметъра не съществува връзка).

Ако $t' \geq t_{\frac{\alpha}{2};k}$ или $P(t,k) < \alpha \Rightarrow Ho$: се отхвърля, т. е. коефициентът на корелация е значим (между двата параметъра съществува връзка).

2.3.2.2.4.Сравняване средните стойности на повече от две извадки от нормално разпределени генерални съвкупности

При повече от две случайни величини нулевата хипотеза се формулира така - $Ho: E[Y_1] = E[Y_2] = ... E[Y_m]$. Проверката на тази хипотеза се извършва в следния ред:

Определят се средноаритметичните стойности и коригирани дисперсии на всяка извадка:

$$\overline{Y}_j = \frac{1}{n_j}\sum_{i=1}^{n_j} y_{i;j} \quad , \tag{2.17}$$

$$S_j^2 = \frac{1}{n_j - 1}\sum_{i=1}^{n_j}(y_{i;j} - \overline{Y}_j)^2 \quad , \tag{2.18}$$

където $j = 1, 2, \ldots, m$.

Определя се общата средноаритметична стойност:

$$\overline{\overline{Y}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^{m} n_j}\sum_{j=1}^{m} n_j \overline{Y}_j \; . \tag{2.19}$$

Изчисляват се дисперсиите:

$$\overline{S}^2 = \frac{1}{\sum_{j=1}^{m}(n_j - 1)}\sum\left[(n_j - 1)S_j^2\right], \tag{2.20}$$

$$S_a^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{j=1}^{m}\left[\left(\overline{Y}_j - \overline{\overline{Y}}\right)^2 n_j\right]. \tag{2.21}$$

Изчислява се стойността на критерия:

$$F = \frac{S_a^2}{\overline{S}^2}, \tag{2.22}$$

който при вярна нулева хипотеза има F - разпределение със степени на свобода $k_1 = k_a = m - 1$ и $k_2 = \sum_{j=1}^{m}(n_j - 1)$. Ако получената стойност на F е по-малка от критичната ($F < F_{\alpha;k_1;k_2}$) ил $P(F;k_1;k_2)$ се приема, че нулевата хипотеза не противоречи на опитните данни. В обратния случай нулевата хипотеза се отхвърля. Стойностите за F се вземат от таблица.

Данните са обработени с програма Statgraphics [162].

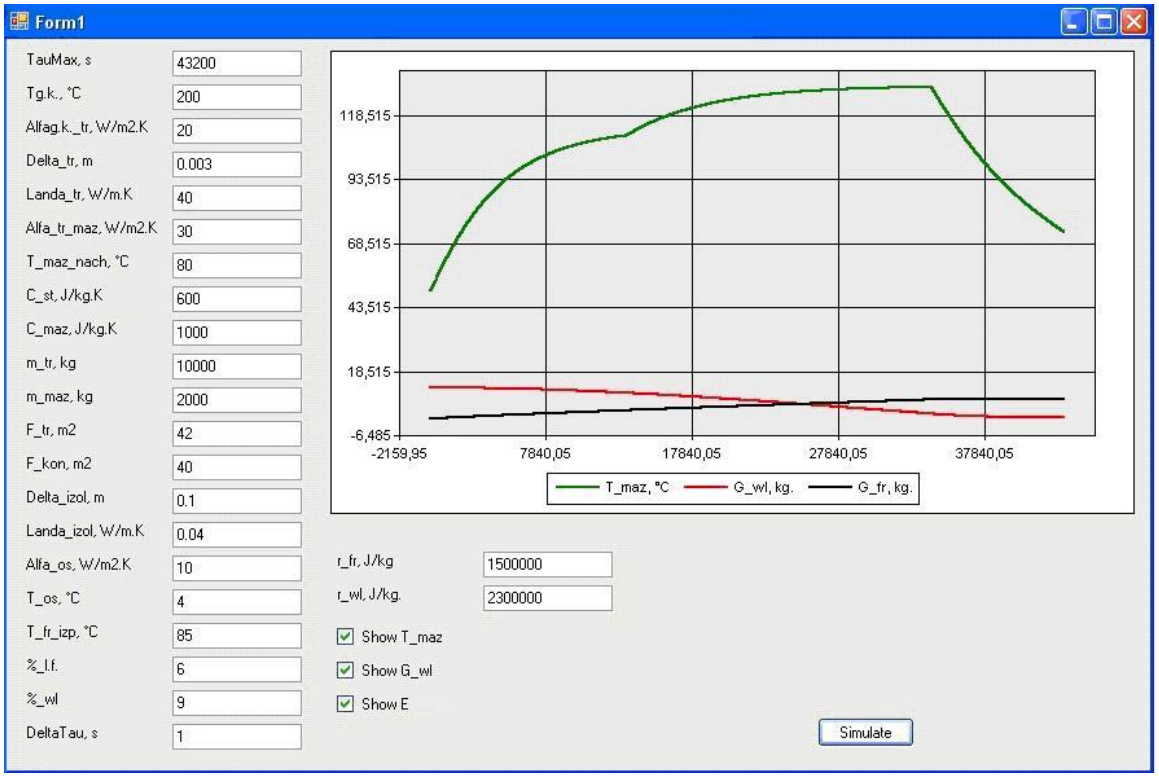
2.3.3.Методика за изследване на енергийните характеристики на инсталация за обработка на мазут на базата на разработения модел

Управлението на инсталация за обработка на мазут е свързано с големи разходи на енергия. За намаляването на експлоатационните разходи е важно да се подберат такива параметри на процеса, при които се осигурява необходимото качество на готовата продукция, като при това се изразходва минимално количество енергия. За процеса обработка на мазут, параметър определящ качеството на обработка се явява остатъчното количество влага.

Върху процеса влияят редица фактори – температура на изгорелите газове след горелката (мощността на горелката), наляганеto в инсталацията, количеството мазут, което се зарежда в инсталацията и др.

Определящ за намаляването на разходите на енергия в инсталацията е режимът на работа на горелката.

За провеждането на изследването се използва програмен продукт „MazutProekt”, създаден на базата на модел на процесите в хибридна в инсталация за обработка на мазут [3]. В главния прозорец на програмния продукт (фиг. 2.14) се задават параметрите на инсталацията и се посочват графични зависимости за изчертаване, представящи резултата от изследването.



Фиг. 2.14. Главен прозорец на програмен продукт „MazutProekt”

Изменението на разхода на енергия за обработка на мазута в зависимост от температурата на газовете е представено графично на фиг.2.14.

Изследването се провежда като се изменят стойностите на температурата на газовете на горелката в котела за нагряване. Тяхната промяна влияе на обмена на енергия между газовете и стените на котела, на скоростта на протичане на процеса, на количеството остатъчна влага в обработения мазут и на други параметри. За оценка на количеството постъпила енергия в инсталацията се следи текущата мощност на топлинния поток от горещите газове към инсталацията, на базата на който се изчислява постъпилата енергия. Приема се, че КПД на обменът на енергия между горещите газове и инсталацията е постоянен.

За съответната температура се променя времето на работа на горелката, така, че след охлаждането на материала в мазута, влагата е между 0,5 % и 0,6 %. За получените графики при съответната температура се определят крайната относителна влажност, периода за подаване на енергия, периода за обработка и разхода на енергия.

В зависимост от графиката на изменение на количеството влага в мазута се определя какъв трябва да бъде периодът на подаване на енергия и на обработката на мазута. При получаването на необходимото качество на готовата продукция се взема от графиката на използваната за процеса енергия какво количество е изразходвано. Строи се зависимост между температурата на газовете и изразходваната енергия за процеса. Резултатът се нанася в табл.2.3.

2. 4. Изводи от ГЛАВА 2

Анализирана е спецификата на процесът на обработка на мазут. В резултат на анализа е обоснована необходимостта от моделиране.

Отчитайки спецификата на обекта, за метод на моделиране е избран методът на крайните разлики. Моделирането се извършва, като съгласно приетите приближения за всеки временен интервал се моделират енергийните потоци на материалния и енергиен баланс на процеса.

Обосновано е приемането на параметрите на обработвания мазут в котела и в изпарителя за еднакви.

Обосновани са основните използвани зависимости при определянето на енергийните потоци в инсталацията.

Разработен е обобщен алгоритъм на модела, описващ процеса на обработка на мазут.

Разработен е алгоритъм за моделиране на процеса в инсталацията. Елементи от алгоритъма моделират постъпващата и разсейвана в околната среда енергия. Моделират се също процесите на изпаряване на леки фракции, влага и промяната на енергийното състояние на микса.

Моделът е необходим за оценка на състоянието на процеса и избор на управляващи въздействия, осигуряващи необходимото качество на готовата продукция и намален разход на енергия при управлението на процеса от електронна система.

Теоретично обоснованият модел на процеса на обработка на мазут е подходящ за моделиране на процесите в апарати за крекинг процеси.

На базата на разработения модел е създаден програмен продукт, извеждащ параметрите на процеса графично във функция от времето.

Създаденият модел е подходящ за управление на процеса. Чрез избор на подходящи управляващи въздействия, с модела може да се намерят решения, осигуряващи необходимото качество на обработения мазут при малък разход на енергия.

Разработена е методика за изследване влиянието на параметрите на процеса (температурата на изгорелите газове) върху разхода на енергия за обработката на мазута. За целта е използван програмен продукт „MazutProekt”, разработен на базата на модел на процеса обработка на мазут.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОЦЕСИТЕ В ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОБРАБОТКА НА МАЗУТ

Управлението на процесите в инсталация за обработка на мазут изисква поддържането на съответни параметри за определено време за да се осигури необходимото качество на готовия продукт. Обектът на управление е енергоемък, което е предпоставка за търсене на такива управляващи въздействия, при които заедно с осигуряването на необходимото качество се използва минимално количество енергия. Тази особеност предполага чрез модел да се отчитат своевременно измененията на промяната на параметрите на околната среда. Това дава възможност на системата своевременно да промени при необходимост управляващите въздействия, като се компенсират тези изменения и се запази качеството на готовия продукт.

Предимство на предлаганото решение е управление, основаващо се на модел, описващ процеса в инсталация за обработка на мазут. Чрез модела се симулира процесът при определени управляващи въздействия за дадени параметри на околната среда. В резултат на симулацията се отчита влиянието на голямо количество взаимно свързани параметри на процеса и се подбира такава комбинация от управляващи въздействия, която осигурява необходимото качество на готовия продукт при намален разход на енергия.

Управляващите въздействия на процеса са постъпваща енергия от горелката, осигуряваща необходимата температура на входа на инсталацията, налягането в инсталацията - дебитът на охлаждащия агент.

3.1.Формулиране на критерии за управление на процесите в инсталация за обработка на мазут

Управляващите въздействия на процеса са постъпващата енергия от горелката, осигуряваща необходимата температура на входа на инсталацията, температурата на микса в инсталацията и дебитът на охлаждащия агент. Дебитът на охлаждащия агент е необходимо да осигури максимално допустимата температура в охладителя. Осигуряването на минимален разход на енергия е чрез определяне на необходимото съотношение между температурата в горивната камера и температурата на микса.

От анализа на процесите в инсталацията следва, че при форсирано нагряване на материала е необходимо по-голямо количество гориво за горелката. Това води до подаването на повече въздух за горене и увеличаването на изгорелите газове, съответно извеждащи по-голямо количество енергия през комина. От друга страна форсираното нагряване води до намаляването на загубите в околната среда.

За да се реализира управление на процеса, осигуряващо необходимото качество на готовия продукт при малък разход на енергия е необходимо да се оценяват кинетичните криви на процеса, симулирани на базата на модела.

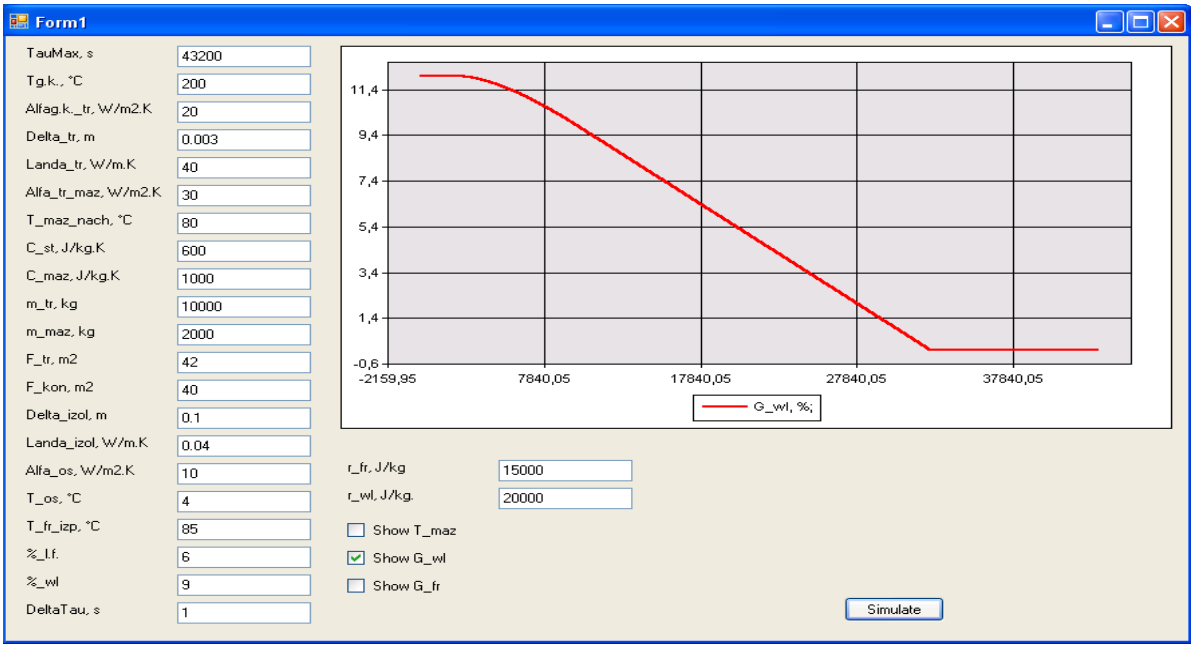
Обосновка на критерии за оценка на кинетичните криви

Критериите за оценка са необходими за да се оцени състоянието на процеса по кинетичните криви, получени чрез симулация с определена комбинация на управляващи въздействия.

Критерий за достигната зададена влажност в обработвания продукт

За гарантирането на необходимото качество на обработения мазут е необходимо в него крайното количество влага да е по-малко от зададената стойност. За различните качества мазут допустимата влага е в диапазона от 0.1% до максимум 1% . Прието е за качествен да се определя мазут с влага около 0.3%.

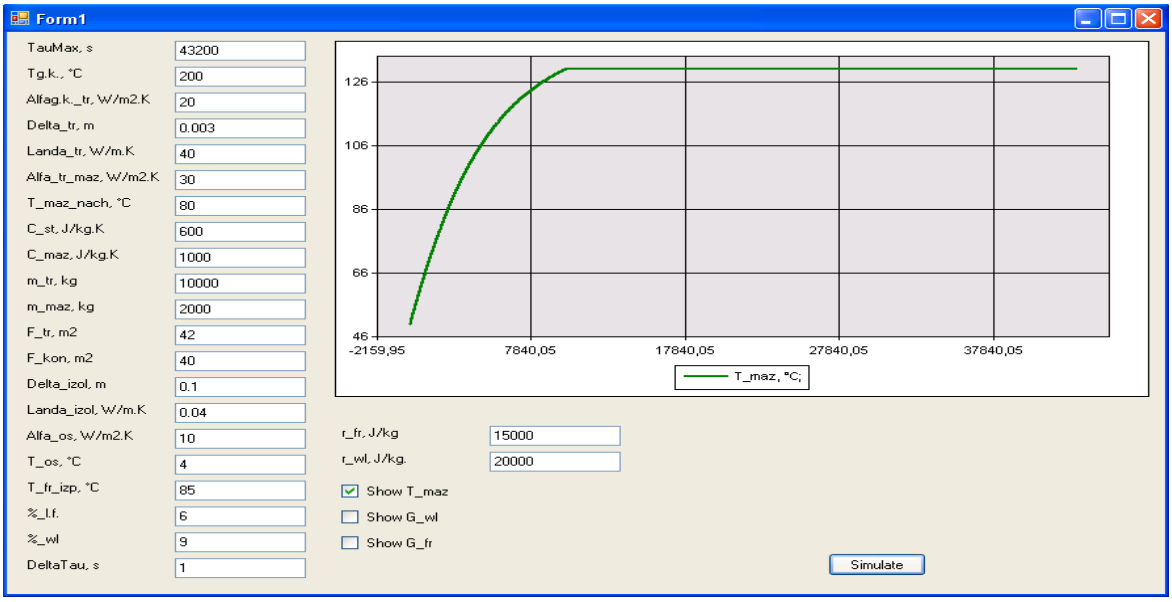
Системата за управление отчита този критерий чрез търсене на заданието за количеството влага в обработвания мазут върху кинетичната крива на фиг.3.1.



Фиг.3.1.Кинетична крива за количеството влага в обработвания мазут

Критерий за достигната зададена максимална температура на нагряване на материала

От анализа на спецификата на обекта за управление следва, че е необходимо ограничение на максималната температура на нагряване на обработвания мазут. За симулиране на достигането на тази температура се следи кинетичната крива на температурата на мазута в инсталацията - фиг.3.2.



Фиг.3.2.Кинетична крива на температурата на мазута в инсталацията

Оценка на разхода на енергия

Дефинира се като разход на енергия, необходим за обработката на единица маса материал

$$K_M = \frac{E_M}{m_M},\ J.kg^{-1}, \qquad (3.1)$$

където E_M е енергията, необходима за обработката на материала, J;

m_M - масата на обработвания материал с енергията E_M, kg.

За инсталацията на обработка на мазут E_M се формира от мощността на горивото за нагряване на пещта

$$E_M = \int_0^t N_M(t)dt,\ J, \qquad (3.2)$$

където N_M е мощността, получавана от изгарянето на горивото в пещта, W.

Текущата мощност, получавана от изгарянето на горивото в пещта се формира от дебита на подаваното гориво $G_{гор}, kg.s^{-1}$ и от топлината на изгаряне $Q_{гор}, J.kg^{-1}$. Моментната мощност получавана от изгарянето на гориво е

$$N_{гор} = G_{гор}Q_{гор},\ W. \qquad (3.3)$$

Енергията получена за период от време t е

$$E_M = \int_0^t N_{гор}dt,\ J. \qquad (3.4)$$

Количеството необходим въздух за изгаряне се изчислява с

$$V_o = 0{,}0889(C + 0{,}375.S) + 0{,}265.H - 0{,}0333.O,\ m^3.kg^{-1}. \quad (3.5)$$

За гориво мазут марка 40 коефициентите са $C = 87{,}5\%;\ H = 11{,}2\%;\ S = 0{,}6\%;$ $O = 0{,}7\%.$

При резервиране $\alpha = 1{,}5$, подаваното количество въздух се определя с израза

$$V_Д = \alpha.V_o,\ m^3.kg^{-1}. \quad (3.6)$$

Температурата на газовете в пещта се формира от постъпващия въздух за единица време и от енергията за единица време, постъпила от горивото.

$$E_{гон} = N_{гор}.\Delta\tau = G_{гор} V_Д.\Delta\tau.\rho_{възд}.c_{възд}.(t_{гор} - t_{ос}), \quad (3.7)$$

където $\rho_{възд}$ - плътността на въздуха, $kg.m^{-3}$;

$c_{възд}$ - специфичният топлинен капацитет на въздуха, $J.kg^{-1}.K^{-1}$;

Δt - изменението на температурата на газовете в камерата, K.

Температурата на газовете се формира от (3.7) и е

$$t_{гор} = \frac{E_{гор}}{G_{гор}.V_Д.\Delta\tau.\rho_{възд}.c_{възд} - G_{гор}.\Delta\tau.\rho_{маз}.c_{маз}} - t_{ос}, \quad (3.8)$$

където $t_{ос}$ е температурата на въздуха в околната среда, ^oC.

3.2.Разработване на алгоритъм зауправление на процесите в инсталация за обработка на мазут

3.2.1.Главен алгоритъмът за работа на електронна система, управляваща процеса в инсталация за обработка на мазут

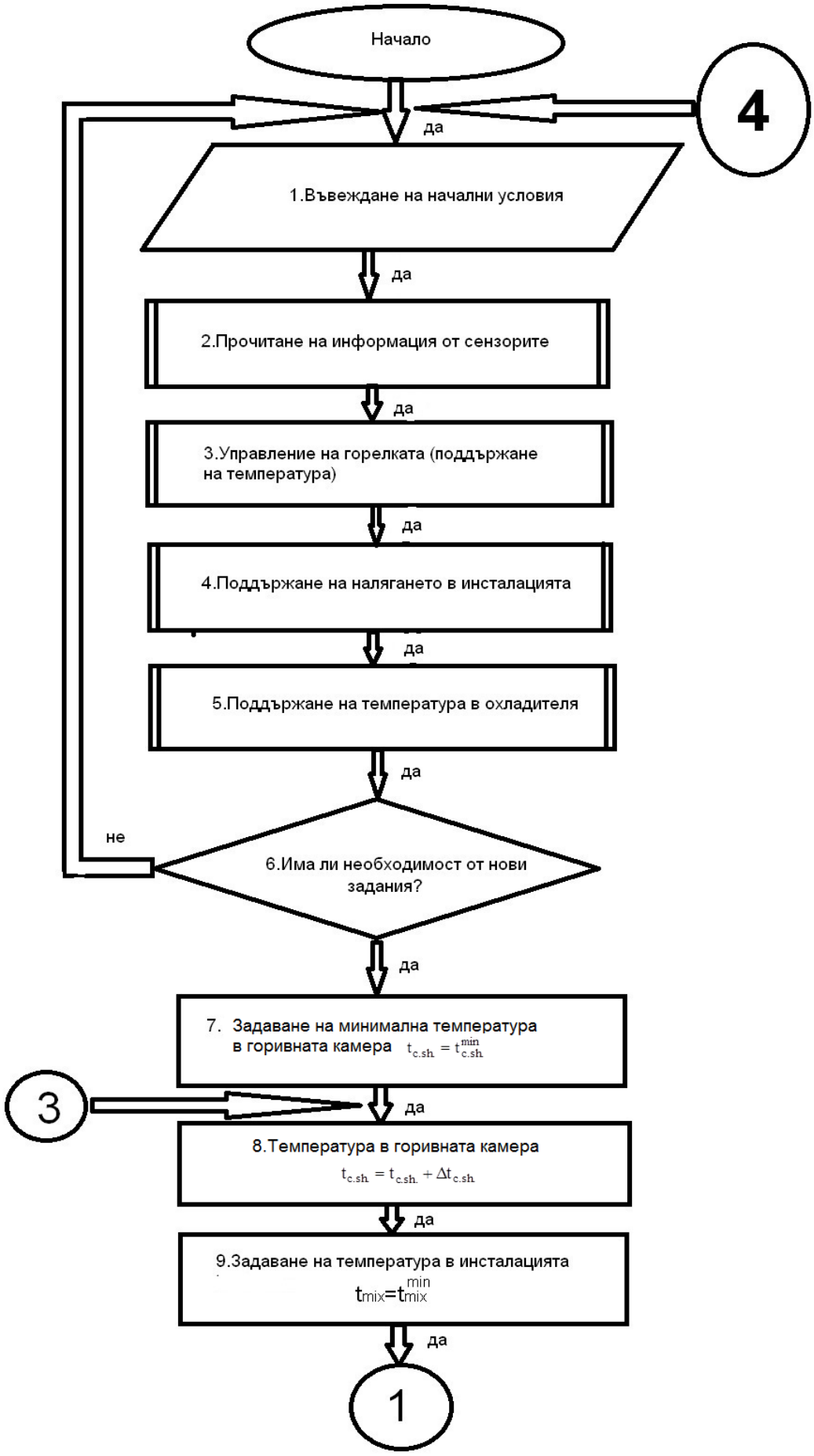
Управлението на инсталация за обработка на мазут се базира на разработения модел, описващ процеса. В зависимост от моментните условия на обкръжаващата среда и параметрите на процеса, на модела се задават съответните входни данни. Моделът изчислява за тези данни кинетичните криви на процеса, като за целта чрез симулация се задават различни стойности на управляващите въздействия. От получените множество кинетични криви на процеса сушене се избират тези, които осигуряват необходимото качество на продукта при по-малък разход на енергия.

Главният алгоритъмът за работа на електронна система, управляваща процеса в инсталация за обработка на мазут чрез симулация с модел на процеса сушене, е показан на фиг.3.3. а) и б)

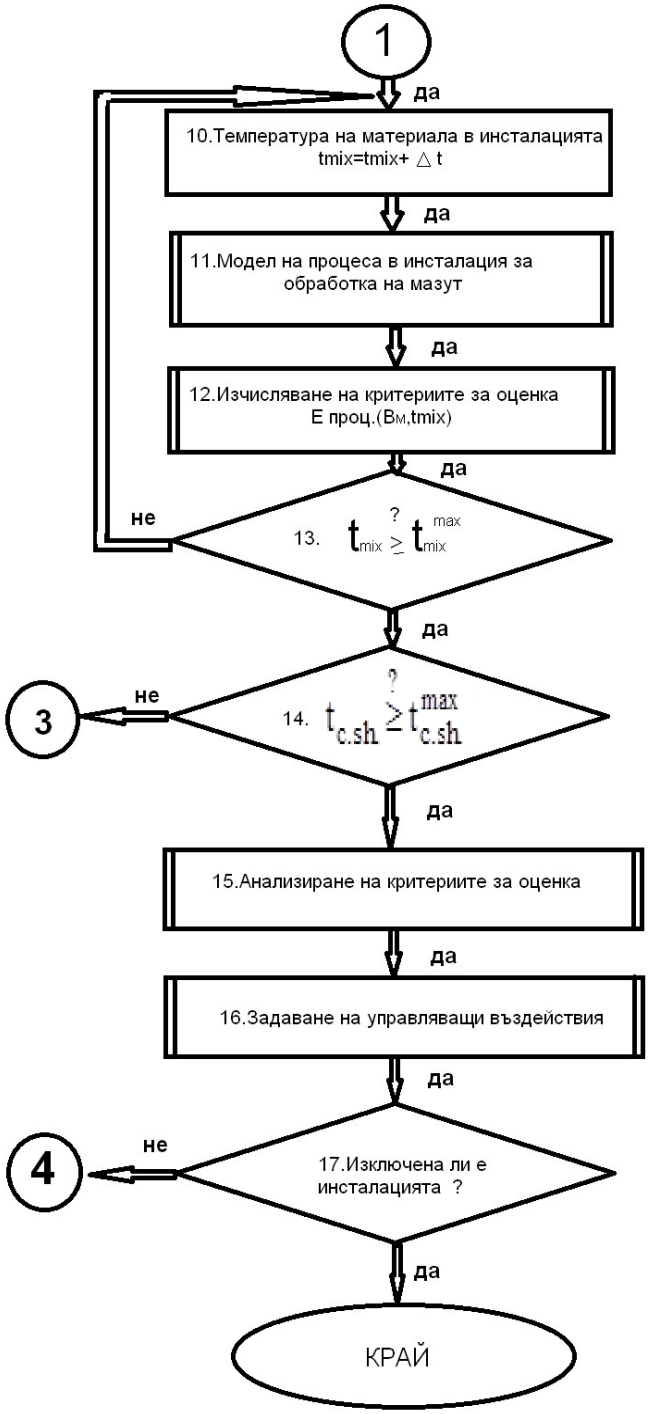
Определящи управляващи въздействия за процеса са:

-температура в горивната камера - $t_{c.sh.}, {}^oC; t_{c.sh.} \overset{?}{\geq} t_{c.sh.}^{max}$

-температура на материала в инсталацията - t, C^o.



Фиг.3.3.а) Главен алгоритъмът за работа на електронна система, управляваща процеса в инсталация за обработка на мазут



Фиг.3.3.б) Главен алгоритъмът за работа на електронна система, управляваща процеса в инсталация за обработка на мазут

Действието на алгоритъма е развито в 3.2.1. в дисертационният труд.

Връзката между температурата в камерата и дебита на подаваното гориво е представена чрез мощността на изгаряното гориво

$$N_{c.sh.} = 1000 . G_{гор.} Q_{c.sh.}, W, \quad (3.9)$$

където $G_{гор.}$ е дебитът на горивото, $kg.s^{-1}$;

$Q_{c.sh.}$ - топлината на изгаряне, $kJ.kg^{-1}$.

Необходимият въздуха за изгаряне се определя с израза

$$V_o = 0{,}0889(C + 0{,}375.S) + 0{,}265.H - 0{,}0333.O,\ m^3.kg^{-1}, \quad (3.10)$$

където C, S, H и O са съставките на работната маса, %.

Подаваният въздух изисква определено резервиране

$$V_Д = \alpha.V_o, m^3.kg^{-1}, \quad (3.11)$$

където α - е коефициентът на излишък на въздуха ($\alpha = 1 \div 2$).

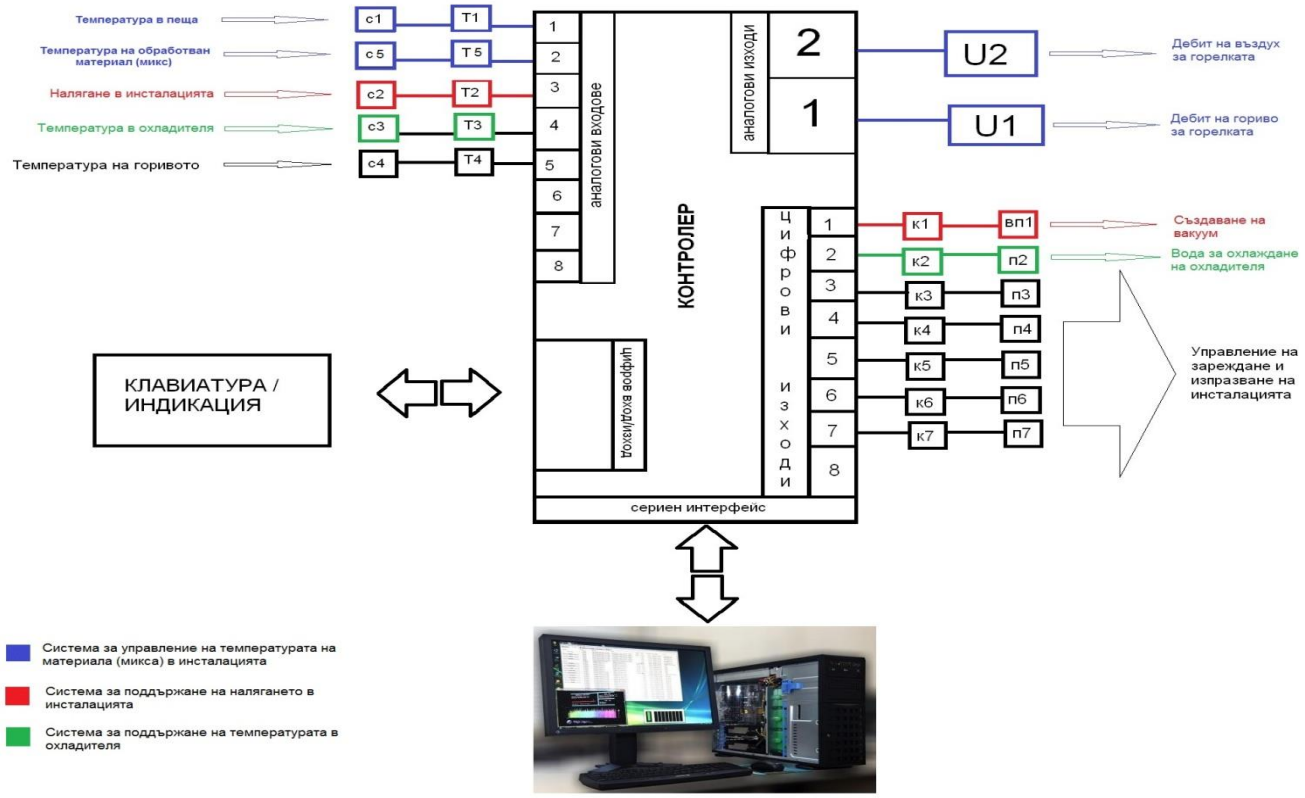
3.2.2.Алгоритъм за анализиране на кинетичните криви на процеса

Определянето на достигната максимална стойност на температурата е чрез търсене на максимум от извадка $t_{mix}^{max} = f[t_{mix}(\tau)]$.

Изчисляването на остатъчната влага е чрез търсене на минимум на кривата $G_{fr}^{min} = f[G_{fr}(\tau)]$.

3.3.Разработване на структура на електронна система за управление на процесите в инсталация за обработка на мазут

Структурата на електронната система за управление на процесите в инсталация за обработка на мазут е представена на фиг.3.4.



Фиг.3.4. Структура на електронна система за управление на процесите в инсталация за обработка на мазут

Инсталацията съдържа три основни системи за управление:

-за управление на температурата на материала (микса) в инсталацията;

-за поддържане на налягането в инсталацията;

-за поддържане на температурата в охладителя.

Система за управление на температурата на материала в инсталацията

Системата съдържа два контура – за управление на температурата в пещта на инсталацията (управление на горелката) и за поддържане на температурата на обработвания материал (микса). Контурът за управление на температурата в пещта на инсталацията (управление на горелката) използва два инвертора – първият е за подаване на гориво към горелката (U1), а вторият (U2) е за подаване на необходимото количество въздух за изгарянето на горивото. Чрез тези два инвертора се осигурява промяна на подаваната енергия в пещта на инсталацията, осигуряваща необходимата температура на обработвания материал. Управлението на инверторите е реализирано с аналогови изходи.

Заданието за температурата в горивната камера се изчислява от модела на процеса и от измерваната температура на газовете в пещта. Измерването се реализира със сензора С1 и трансмитера Т1. Информацията от сензора, преобразувана в стандартен токов сигнал от трансмитера се подава към аналогов вход на контролера. Този контур е по-бързият на системата.

Вторият контур на системата е за поддържане на температурата на обработвания материал (микс). Той включва контрол на температурата на материала, чрез сензора С5 и трансмитера Т5. След достигането на необходимата температура на обработвания материал се изключва подаването на гориво и въздух, чрез инверторите U1 и U2. Съгласно двупозиционния закон за регулиране след понижаването на температурата на материала под долната граница се включва подаването на гориво и въздух в горивната камера.

Система за поддържане на налягането в инсталацията

Системата включва един контур, съдържащ в структурата си вакуумпомпа ВП1, която се включва чрез цифров изход и съответно контактор К1. В контура участва също сензорът за измерване на налягането в инсталацията С2 и трансмитера Т2. Информацията от сензора, преобразувана в стандартен токов сигнал от трансмитера се подава към аналогов вход на контролера. При намаляването на вакуума в инсталацията се включва вакуумпомпата ВП1, която работи до като се получи информация от сензора за налягане в инсталацията, съответстващо на заданието. Системата е изпълнена чрез двупозиционен регулатор с хистерезис.

Система за поддържане на температурата в охладителя

Системата е едноконтурна и включва в структурата си помпа П2, която се включва чрез цифров изход и съответно контактор К2. В контура участва също сензорът за измерване на температурата в охладителя С3 и трансмитера Т3. Информацията от сензора, преобразувана в стандартен токов сигнал от трансмитера се подава към аналогов вход на контролера. При увеличаването на температурата в охладителя над зададената се включва помпата П2, която работи до като се получи информация от сензора за достигане на необходимата температура в охладителя. Системата е изпълнена чрез двупозиционен регулатор с хистерезис.

В системата се предвижда автоматично управление на зареждането и изпразването на инсталацията чрез помпите П3 ÷ П7, включвани от цифрови изходи съответно чрез контактори К3 ÷ К7.

Предвижда се клавиатура/индикация за локално въвеждане на данни и извеждане на информация.

Към сериен интерфейс на контролера е включен персонален компютър. На него е качен програмен продукт за моделиране на процеса в системата. Функция на персоналния компютър е да събира информация от контролера за състоянието на процеса. На базата на тази информация се изпълнява алгоритъма за симулиране работата на процеса (фиг.3.3 а) и фиг.3.3 б)). В резултат на изпълнението на алгоритъма се определят необходимите задания, които се изпращам по серийния интерфейс на контролера.

3.4.Изводи от ГЛАВА 3

Отчитайки спецификата на обекта за управление са обосновани и формулирани критерии за управление на процесите в инсталация за обработка на мазут. Критериите се отчитат на базата на кинетичните криви на процеса, симулирани от разработения модел. Те са „критерий за достигната зададена влажност в обработвания продукт“, „критерий за достигната зададена максимална температура на нагряване на материала“ и „оценка на разхода на енергия“.

Обоснована е зависимост за оценка на разхода на енергия в инсталация за обработка на мазут.

На базата на разработения модел за симулиране на процесите в инсталация за обработка на мазут е разработен алгоритъм за управление на процесите, изпълняван от електронната система.

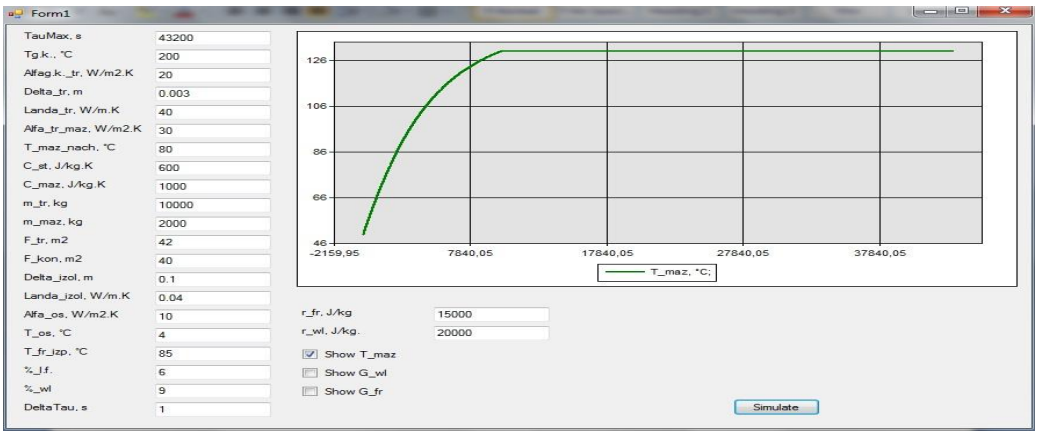
Създадена е структура на електронна система за управление на процесите в инсталация за обработка на мазут, състояща се от персонален компютър, симулиращ процеса чрез модел, и специализиран контролер, свързан със сензори за измерване на параметрите на процеса.

Предимството на предложената електронна система се състои във възможността за оценка на състоянието на обекта за управление в даден момент от време чрез модел, описващ процеса. Въз основа на оценката се избират подходящи управляващи въздействия, осигуряващи необходимото качество на готовия продукт при намален разход на енергия за неговото производство.

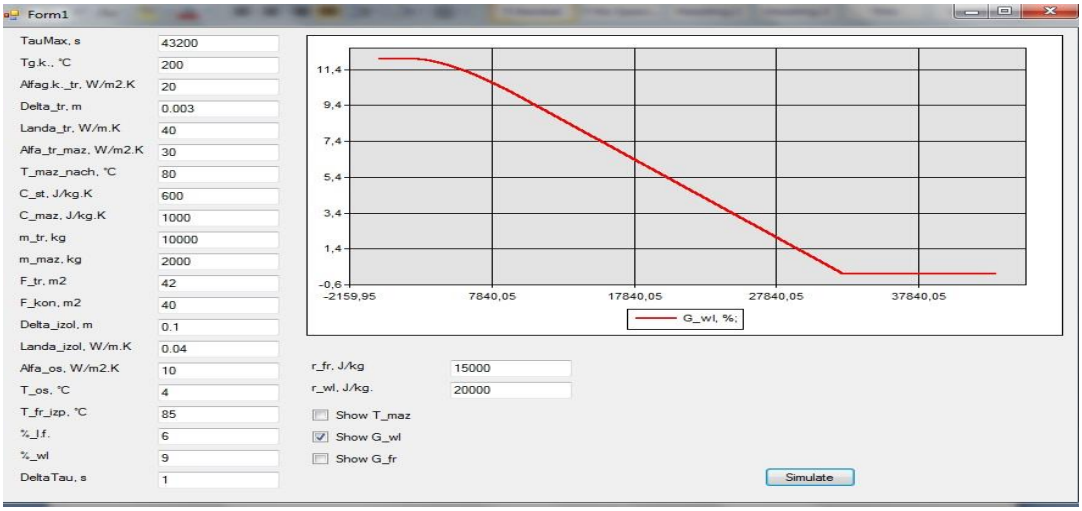
ГЛАВА 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОЦЕСИТЕ В ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОБРАБОТКА НА МАЗУТ

4.1. Изследване адекватността на разработения модел, чрез сравнение на получени от модела кинетични криви на параметрите на процеса с аналогични зависимости от други източници

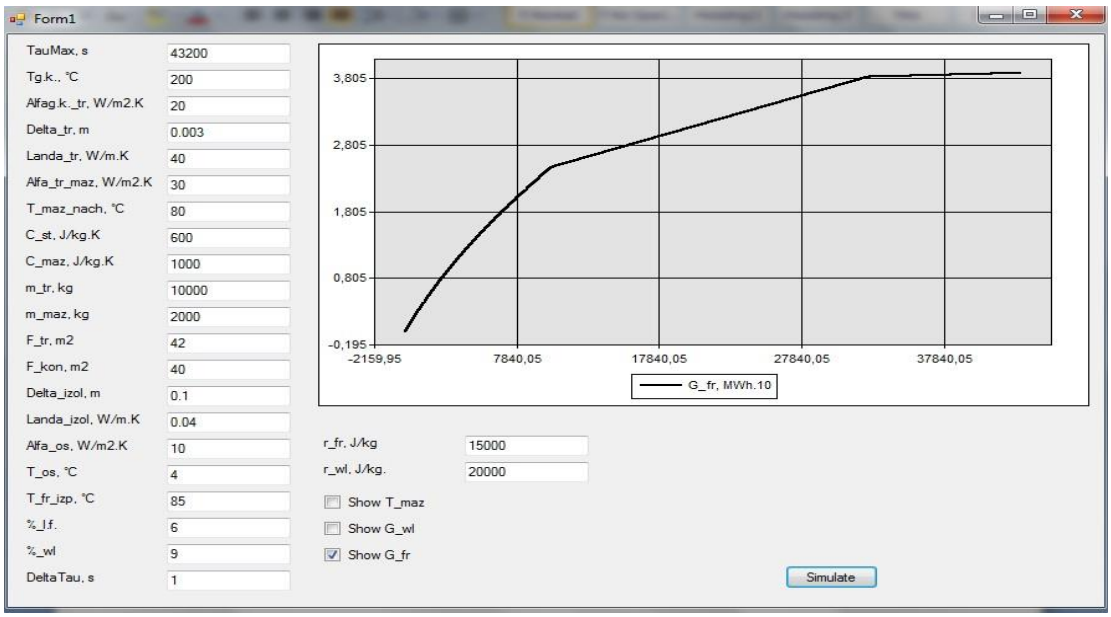
За провеждане на изследването се използва създаденият на базата на разработения модел програмен продукт, представящ графично кинетичните криви на параметрите на процеса в инсталацията за обработка на мазут. Съгласно методиката, чрез програмен продукт на база на зададени данни се построяват експериментални кинетични криви на температурата на мазута фиг.4.1., масата на водата в микса фиг.4.2. и масата на леките фракции в микса фиг.4.3.



Фиг. 4.1. Експериментална кинетична крива на изменението на температурата на мазута



Фиг 4.2.Експериментална кинетична крива на масата на водата в микса



Фиг 4.3. Експериментална кинетична крива на масата на леките фракции в микса

За всичките три кинетични криви продължителността на изследвания процес е около 2 часа. От проведените симулации, както и от резултатите на фиг. 4.1 и 4.2 се стига до извода , че времето необходимо време за започване на процеса на отделяне на водни пари в микса е от порядъка на 20 до 40 минути след задействане на горелката и достигане на температура от 85 C^o. След този интервал от време, в продължение на около час и 30 мин. (в експерименталните изследвания) горелката поддържа температура от около 130 C^o. След изтичането на този интервал, както се вижда от фиг. 4.2 и фиг. 4.3 графиките остават почти с постоянна стойност и процеса се смята за завършен.

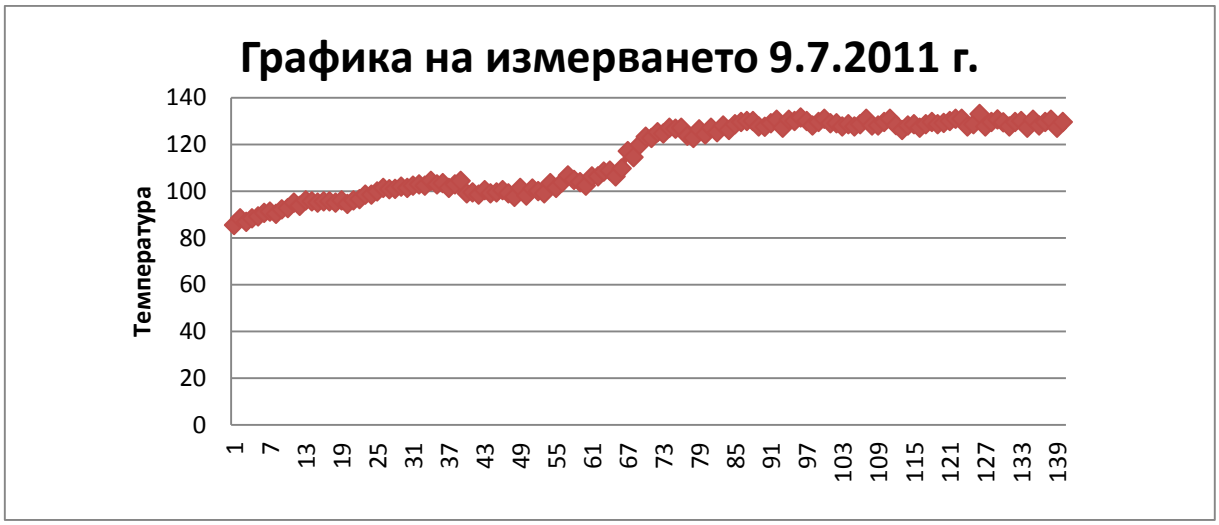
Тези експериментални резултати съответстват на описаните в ГЛАВА 2 теоретични данни за процеса.

4.2. Изследване адекватността на модела чрез сравняване на зависимости получени с модела и експерименталните данни от измерванията

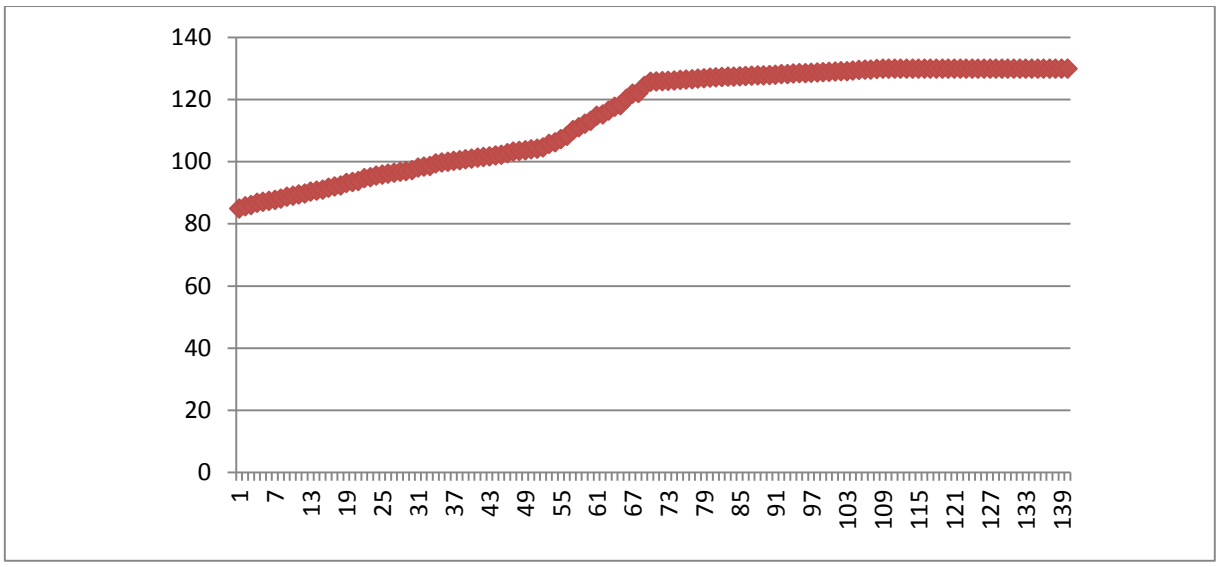
Попълва се табл.4.1 и табл.4.2 , като получените от модела стойностите се изчисляват при съответните входни значения на параметрите от изследването.

За начертаване на графичните зависимости с резултатите от изследването се използва програмен продукт моделиращ изледването, както и софтуерен продукт UniOWMon с който са проведени експерименталните изследвания.Извадките са следните.

Извадка от 09.07.2011 г. – фиг. 4.4 и фиг. 4.5 Таблица 1.1 в **Приложение 2** е попълнена с данни, измерени за периода от 18:00 ч. до 20:00 ч..

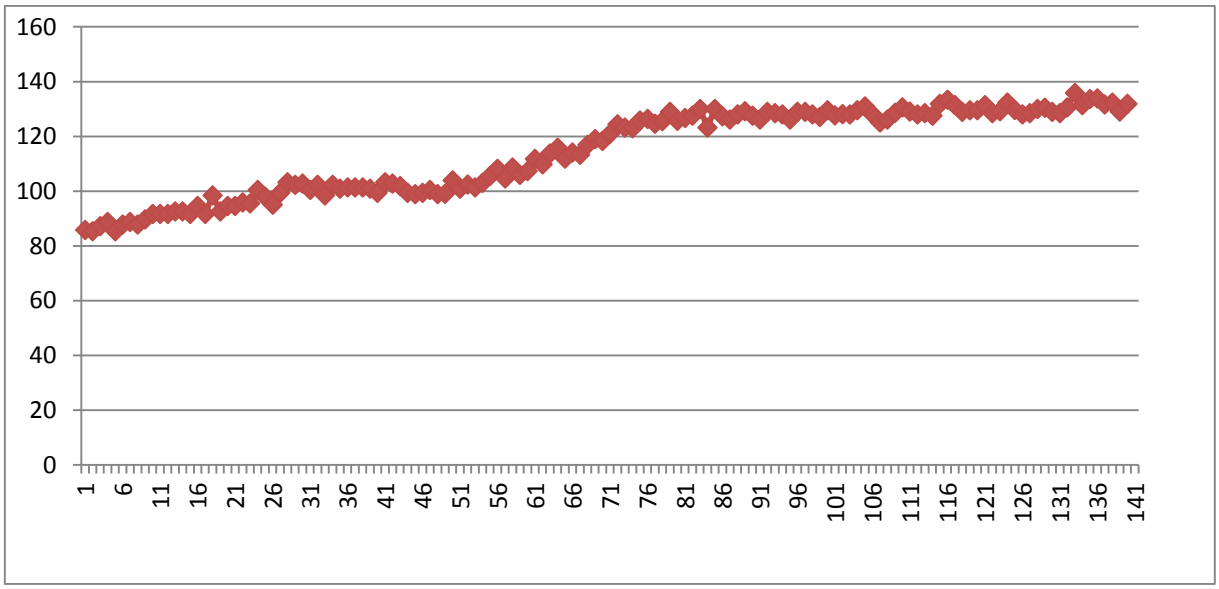


Фиг.4.4. Графика на резултатите от изследването, записано на 09.07.2011 г. със софтуерен продукт UniOWMon

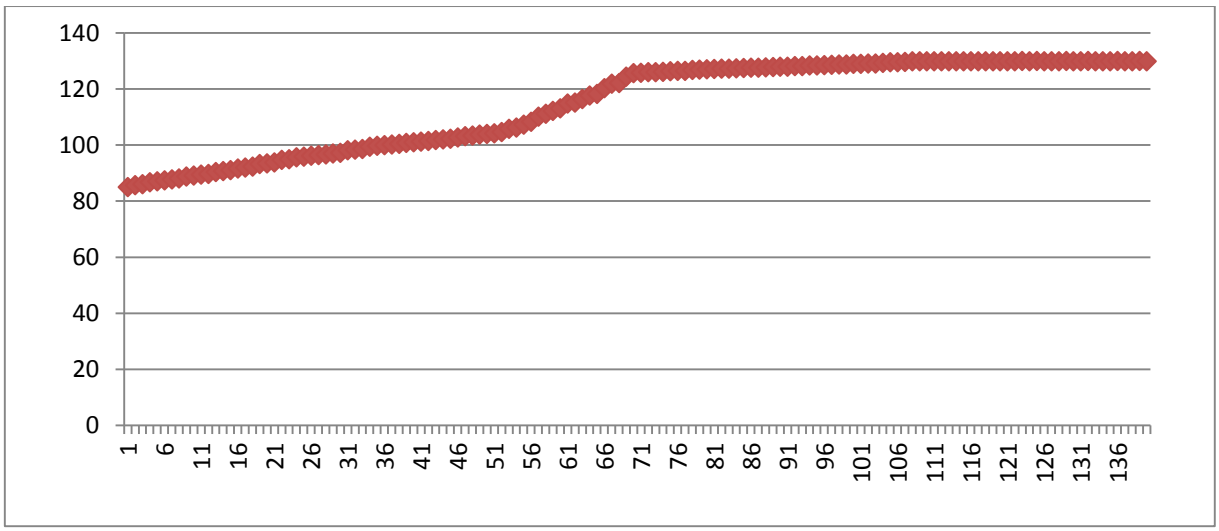


Фиг. 4.5. Извадка на резултатите от изследването, с програмен продукт за моделиране.

За да се потвърди достоверноста на данните е направен втори експеримент на 07.10.2011 г. Графиките от него са поместени във фиг. 4.6 и фиг. 4.7.



Фиг. 4.6. Извадка на резултатите от изследването, записано на 07.10.2011 г. със софтуерен продукт UniOWMon

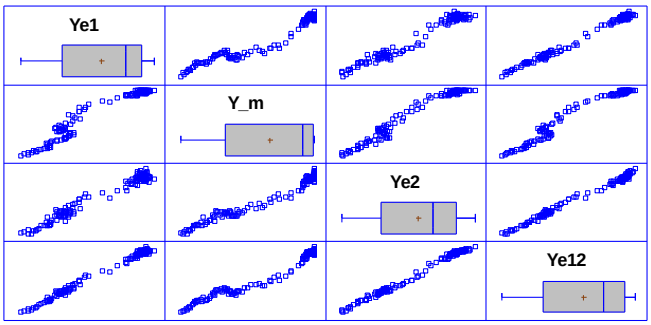


Фиг. 4.7. Извадка на резултатите от изследването, с програмен продукт за моделиране.

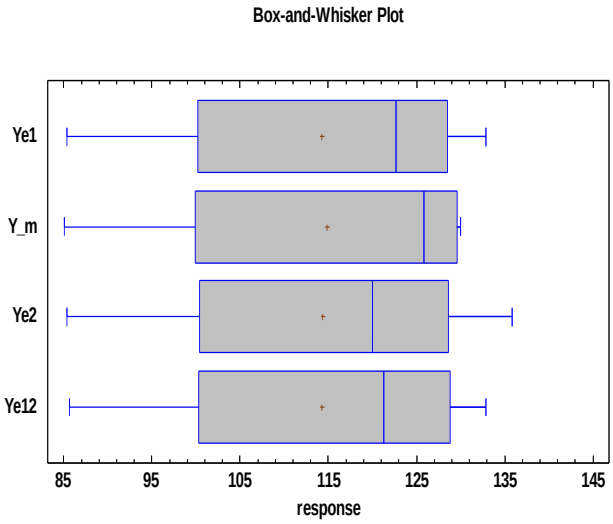
Резултатите от второто изследване са показани в табл. 1.2 в **Приложение 2** за периода от 20:00 ч. до 22:00 ч.

Съгласно методиката се проверява, има ли разлика между средните стойности на температурата на мазута за интервала от време, изчислена от модела и получената от експеримента. Изчисленията са направени на база статистически анализ със софтуерен продукт Statgraphics Centurion XV [162].

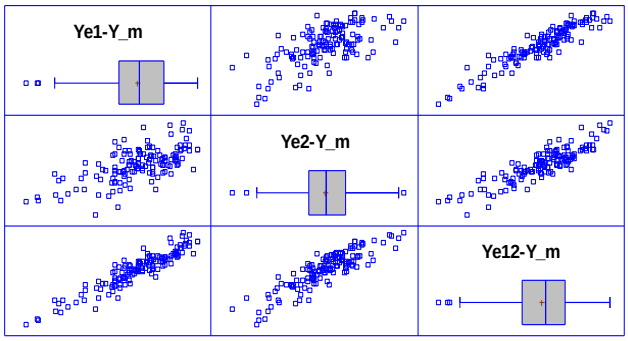
Графиките от изчисленията са следните:



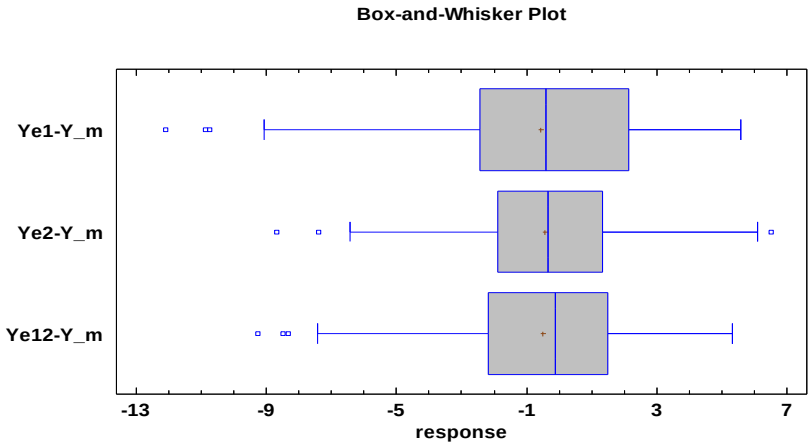
Фиг. 4.8.Краен статистически резултат получен с програмата Statgraphics Centurion XV



Фиг. 4.9.Краен статистически резултат получен с програмата Statgraphics Centurion XV



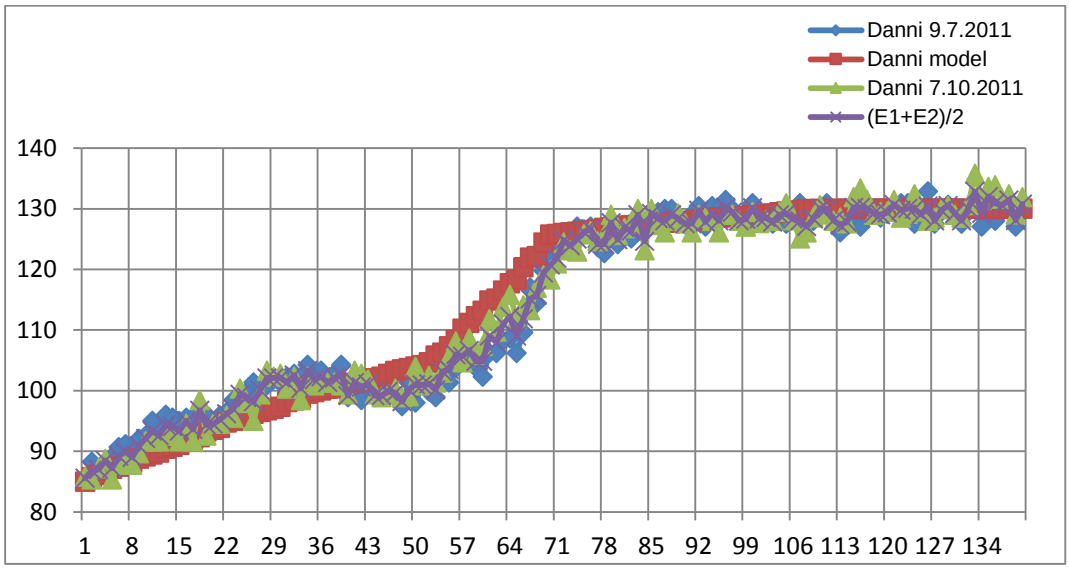
Фиг. 4.10.Краен статистически резултат получен с програмата Statgraphics Centurion XV



Фиг. 4.11.Краен статистически резултат получен с програмата Statgraphics Centurion XV

Резултатите показват, че средните стойности на двете температури може да се приемат за равни. Графиката на разпределението на стойностите на температурата на протичане на процеса от модела и от експерименталните данни показва, че те имат добро съвпадение както се вижда на от фиг.4.8 … фиг.4.11.

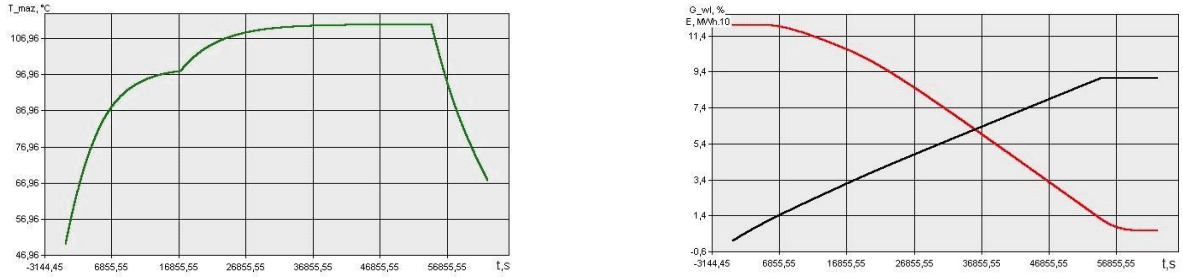
От горните резултати може да се твърди, че моделът описва не само двата експеримента, но и средните аритметични стойности от тях.



Фиг. 4.12.Наслагване на получените графиките от модела и експерименталните резултати.

4.3. Резултати и анализ на енергийните процеси в инсталация за обработка на мазут

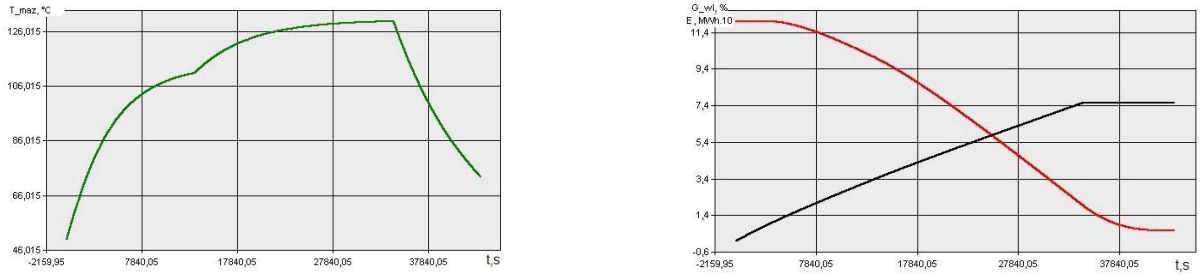
Изследването е извършено за стойности на температурата съгласно табл. 4.3, колона 2. Графиките на изменението на температурата на мазута в инсталацията са показани на фиг. 4.13 а, фиг. 4.14 а, фиг.4.15 а, фиг. 4.16 а, фиг. 4.17 а. Графиките на изменението на влагата в мазута са представени на фиг. 4.13 б, фиг. 4.14 б, фиг. 4.15 б, фиг. 4.16 б, фиг.4.17 б – червената графика. Графиките на изменението на изразходваната енергия са представени на фиг. 4.13 б, фиг.4.14 б, фиг.4.15 б, фиг.4.16 б, фиг. 4.17 б – черната графика.



а) б)

Фиг. 4.13. Графики при температура на горещите газове 220, ^{o}C

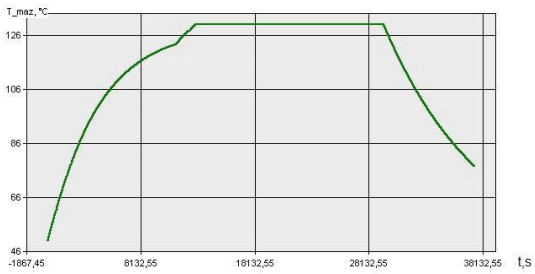
От анализа на графиките на изменението на температурите следва, че с увеличаването на температурата на газовете в котела, температурата на мазута по-бързо достига максималната стойност (130 ^{o}C).

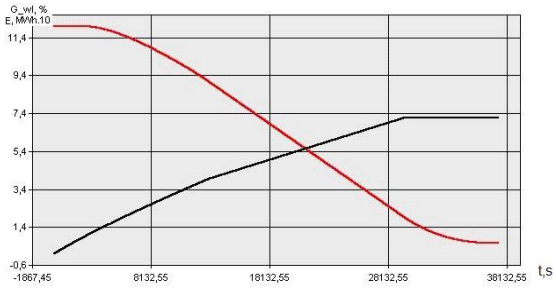


а) б)

Фиг. 4.14. Графики при температура на горещите газове 270, ^{o}C

Увеличението на температурата на газовете в котела, води до по-бързо изпаряване на влагата от мазута.

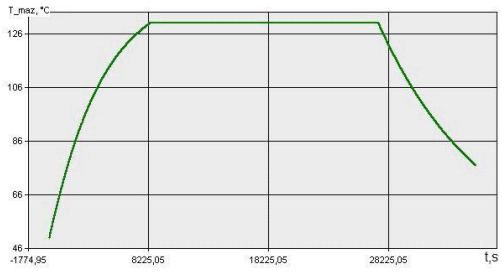


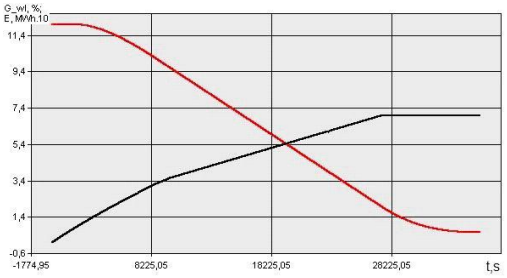


а) б)

Фиг. 4.15. Графики при температура на горещите газове 320, ^{o}C

С увеличението на температурата на газовете в котела се намалява количеството изразходвана енергия за процеса.

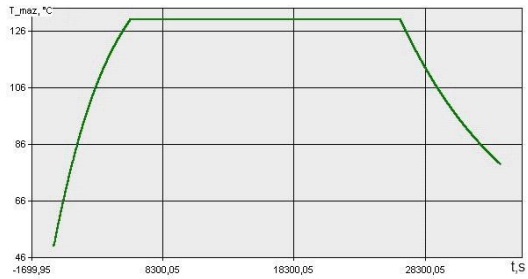


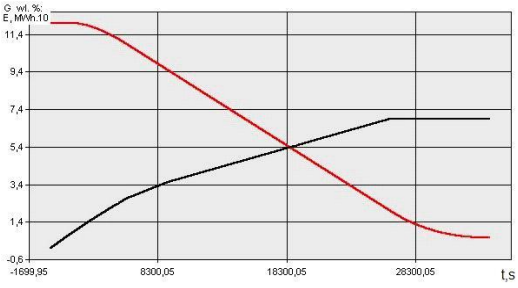


а) б)

Фиг. 4.16. Графики при температура на горещите газове 370, ^{o}C

За да се достигнат необходимите стойности след завършването на процеса на влагата в мазута, с увеличаването на температурата на газовете в котела се намалява периода на нагряване на мазута. Намалява се също времето на обработка на материала.





а) б)

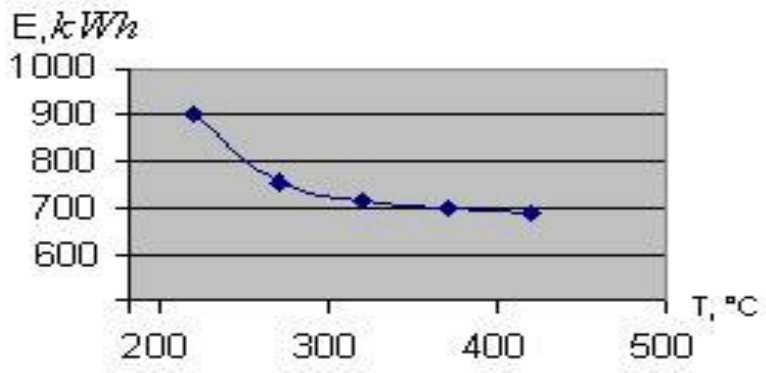
Фиг. 4.17. Графики при температура на горещите газове 420, ^{o}C

Изменението на разхода на енергия за обработка на мазута в зависимост от температурата на газовете е представено графично на фиг. 4.18.

Таблица 4.1. Изследване влиянието на температура на горещите газове върху изразходваната енергия

№	Температура на горещите газове, ^oC	Крайна относителна влажност, %	Период на подаване на енергия, s	Период на обработка на материала, s	Изразходвана енергия за процеса, kWh
1	220	0, 58	54552	60900	904
2	270	0, 57	34200	41250	753
3	320	0, 56	29400	37350	716
4	370	0, 57	27400	35500	699
5	420	0, 56	26430	34000	691

От графиката, както и от Таблица 4.1 следва, че с увеличението на температурата на горещите газове, разходът на енергия за обработката на мазута намалява.



Фиг. 4.18. Изменение на разхода на енергия в зависимост от температурата на горещите газове

С увеличаването на температурата на горещите газове в котела, разходът на енергия, както и времето за обработка намаляват. При температури на горещите газове над $400\,^oC$, темпа на намаляване на разхода на енергия става по-малък.

4.4. Изводи от ГЛАВА 4

Изследвана и доказана е адекватността на разработения модел, описващ процесите в инсталация за обработка на мазут.

В резултат на статистическата обработка на данни за изходните параметри на процеса, получени експериментално и изчислени от модела, е установено, че средните им

стойности са равни. Тези изводи дават основание да се твърди, че разработеният модел, предназначен за електронната система за управление на процеса е адекватен.

Изследвано е влиянието на параметрите на процеса и на околната страна върху обработката на мазут. Изведените зависимости са подходящи за управление на процеса, осигуряващо необходимото качество при минимален разход на енергия.

ОБЩИ ИЗВОДИ:

1.Намаляването на енергийните ресурси на земята, поставя изисквания за безотпадъчна технология при производство на петролни продукти и прави ефективна обработката на отпадъчен мазут.

2.Анализът на технологиите за обработката на отпадъчен мазут показва, че по време на процеса наобработка е необходимо да се контролира кинетиката на температурата и влажността на обработвания материал, с оглед да се получи готов продукт с необходимото качество при намален разход на енергия.

3.От анализа на предимствата и недостатъците на моделите, използвани за описване на процесите при обработка на мазут в разгледаните литературни източници следва, че подходящи за моделиране на процеса сушене са полуемпиричните модели.Тяхното предимство се състои в едновременното използване на аналитични и емпирични физически зависимости, което повишава точността на моделирането.

4.От анализа на технологията за обработката на отпадъчен мазут следва, че е необходимо да се разработи модел, описващ кинетиката на температурата и влажността. Чрез симулация на кинетичните криви и тяхната оценка може да се правят изводи за крайният резултат от обработката на мазути качеството на готовия продукт.

5.Отчитайки спецификата на обекта, за метод на моделиране е избран методът на крайните разлики. Моделирането се извършва, като съгласно приетите приближения за всеки временен интервал се моделират енергийните потоци на материалния и енергиен баланс на процеса.

6.Обосновани са основните приближени и зависимости при моделирането и е разработен алгоритъм, описващ процеса на обработка на мазут.

7.На базата на разработения модел е създаден програмен продукт, извеждащ параметрите на процеса графично във функция от времето.

8.Отчитайки спецификата на обекта за управление са обосновани и формулирани критерии за управление на процесите в инсталация за обработка на мазут. Критериите се отчитат на базата на кинетичните криви на процеса, симулирани от разработения модел. Те са „критерий за достигната зададена влажност в обработвания продукт“, „критерий за достигната зададена максимална температура на нагряване на материала“ и „оценка на разхода на енергия“.

9.На базата на разработения модел за симулиране на процесите в инсталация за обработка на мазут е разработен алгоритъм и структура на електронна система за управление на процесите.

10.Предимството на предложената електронна система се състои във възможността за оценка на състоянието на обекта за управление в даден момент от време чрез модел, описващ процеса. Въз основа на оценката се избират подходящи управляващи въздействия, осигуряващи необходимото качество на готовия продукт при намален разход на енергия за неговото производство.

ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД:

Според автора приносите в настоящия дисертационен труд имат научно-приложен и приложен характер изразяващи се в следното:

Научно-приложни приноси

1.На базата на съществуващи знания е разработен модел на кинетиката на процесите в инсталация за обработка на мазут, предназначен за управление на процеса с електронна система. Моделът е създаден на базата на знанията за обмен на енергия чрез конвекция и топлопроводност между горещи газове и обработван флуид.

Тези приноси имат характера на обогатяване на съществуващи знания.

2. На основание на разработения модел и на съществуващите знания на процесите в инсталация за обработка на мазут са синтезирани и разработени:

- алгоритми за работата на електронна система, която осигурява необходимото качество на готовия продукт при намален разход на енергия;
- структурна схема на електронна система за управление на процеса в инсталация за обработка на мазут.

Тези приноси се отнасят до използване на съвременни методи за електронно управление на сложни обекти и се прилагат за пръв път в инсталация за обработка на мазут.

Приложни приноси

Към приложните приноси могат да се отнесат:

-предложената и приложена методика за изследване на адекватността на създадения модел;

-изследване на влиянието на параметрите на инсталацията и околната среда върху процесите в инсталация за обработка на мазут.

-създадената и приложена електронна система за изследване на инсталация за обработка на мазут.

ПРИЛОЖЕНИЯ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ДИСЕРТАЦИЯТА В НАУЧНО-ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПРОЕКТИ

Проект по фонд „Научни изследвания“ към Русенски университет:
2012-ЕЕА-01 „Изследване и разработване на модел за управление на инсталация за обработка на мазут“.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ

1. Beloev H., Evstatiev I., Rashkov B. Modelling of Energy and Mass Exchange in Plant for Processing Oil. IN: Proceedings of The 23rd International Scientific Conference NAV-MAR-EDU, Constanta, Romania, "Mircea cel Bartran" Naval Academy Publishing House, 2013, pp. 67-75, ISBN ISSN 1454-864X.

2. Евстатиев И., Рашков Б., Теоретична обосновка на модел за управление на инсталация за обработка на мазут. В: Сборник с доклади от "Енергиен форум 13-17 юни 2012, КК"Св.Св.Константин и Елена" - Варна, 2012, стр. 200-206

3. Евстатиев И., Рашков Б., Електронна система за изследване на инсталация за обработка на мазут. В: Научни трудове на Русенския университет - 2011, том 50, серия 3.1, Русе, Русенски университет "Ангел Кънчев", 2011, стр. 159-162

4. Евстатиев И., Рашков Б. Алгоритъм и структура на електронна система за управление на инсталация за обработка на мазут.В: Сборник с доклади от "Енергиен форум 2014, КК"Св.Св.Константин и Елена" - Варна, 2014.

5. Рашков Б. Изследване на влиянието на параметрите на процеса върху разхода на енергия в инсталация за обработка на мазут. В: EE&AE'20013-International Scientific Conference-2013, Rousse, Bulgaria, Сборник с доклади, 2013.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF ELECTRONIC SYSTEM FOR CONTROL THE INSTALLATION FOR PROCESSING HEAVY FUEL OIL

Chapter 1 of the dissertation

Was studied the technology for processing heavy fuel oil.Have been considered in detail the basic properties and components of various fuels, chemical and physical parameters such as their particular attention is drawn to the heavy fuel oil. Studied different types of relationships between temperature and fraction collection in different process.I analyzed the existing models describing similar process. Is justified the need of advanced technology requires the efficient and non-waste of energy technology for the production of petroleum products.

Chapter 2 of the dissertation

The technological process in a plant for processing oil has been analyzed. Reasonable approximations and the used dependencies have been accepted. A model has been created used the finite element method. Algorithm was developed to model the process in the plant. The blocks of the algorithm are describing the incoming and dissipated energy to the environment. The evaporation process of the light fractions, moisture and change of the energy state of the mix is also modeled. Based on the developed model, software is created that displays the process parameters plotted as a function of time.

Chapter 3 of the dissertation

Here are made a theoretical justification of the electronic system and algorithms of the process. Algorithm and the structure of the electronic system for control the installation for processing heavy fuel oil requires the relevant parameters for a certain time in order to ensure the required quality of the final product. The object of algorithm is energy-intensive, which is a prerequisite for seeking such control effects, where together with the provision of the necessary quality using the minimum amount of energy. This feature suggests model by keeping pace with climate changes in parameters of the environment. This allows the system to promptly change when necessary the ruling effect, compensate for these changes and maintain the quality of the final product. In the Chapter 3 of the dissertation are presented an algorithm for operation and structure of an electronic system for processing heavy fuel oil, created on the basis of a model describing the process of the installation.

Chapter 4 of the dissertation

On the basis of software, created in a based of the model , was tested for the influence of process parameters - on energy consumption, temperature control and fraction collection and moisture treatment plant of heavy fuel oil. They are built depends showing the relationship between the process parameters and the temperature conditions and the separation of the fractions and moisture. Examined the change in temperature as functions are of the time. In the final, was made an analyzes of the results.