

До

Наставно-Научниот совет на
МаШински факултет-Скопје

Врз основа на одлуката на Наставно-научниот совет на МаШински факултет-Скопје бр.02-177/4 од 04.06.2009, определени сме за членови Комисија за одбрана на магистерски труд на кандидатот Алма МаШџи Ќ, дипл.маШинж. со наслов:

**АНАЛИЗА И ВЛИЈАНИЕ НА НАДЕЖНОСТА ПРИ
ПРОЕКТИРАЊЕТО И ЕКСПЛОАТАЦИЈАТА НА
ГАСОВОДНИТЕ СИСТЕМИ**

По изврШениот преглед на магистерскиот труд го поднесуваме следниот

ИЗВЕШТАЈ

1. ОпШти податоци

Магистерскиот труд е презентирани на 146 страници, во 5 глави, 36 слики, 46 табели, заклучок и список на користена литература.

Во магистерскиот труд опфатени се следните глави:

1. Основни поими на надежност кај гасоводните распределителни системи, со четири поглавија
2. Статистички податоци за дефекти и откази на распределителните гасни мрежи и нивните опреми, со четири поглавија
3. Метод за пресметка на надежност на распределителни гасни мрежи, со четири поглавија
4. Пресметка на резервата на пропусната способност на кружните гасни мрежи, со пет поглавија
5. Метод за определување на пресметковна потроШувачка на гас за куќните гасоводи со анализа за влијанието на надежноста, со три поглавија
6. Заклучок

2. Содржина на магистерската работа

Во магистерската работа се презентирани методи и пристапи за анализа, проектирање и експлоатација на гасоводните распределителни системи (мрежи) од аспект на нивната надежност.

Во трудот, надежноста на гасоводниот систем (мрежа) како и вградените елементи во него, се оценуваат со веројатно-временски карактеристики за нивната работоспособност. На тој начин се исклучува детерминираната оценка на временска работа на елементот (животен век) и се заменува со веројатностна - закон за распределба на работата во времето. Разработени и применети се специфичните особености на гасоводните распределителни системи кои водат кон неопходна разработка на специјалните специфичности на надежноста, проблеми кои го опфаќаат прашањето на компонирањето, проектирањето, пресметката и организацијата на експлоатацијата на системот за обезбедување на надежност за снабдување со гас на корисниците. Во разработените примери во овој труд во поголема или помала мерка се вклучени решенијата на следните задачи:

- Обезбедување на барано (потребно) ниво на надежност на гасоводниот систем;
- Разработка на показателите на надежност со анализа и оценка на надежноста на системот и на гасоснабдувачките одделни компоненти;
- Образложение на бројната големина на параметарот тек на отказ за елементите на системот со користење на експерименталните и статистички испитувања и прогнозирање;
- Разработка на методите на проектирање и пресметка на надежните гасоводни системи и нивна економска оптимизација;
- Прашања поврзани со структурата на експлоатација, техничкото ниво на експлоатација и обемот на техничките средства со цел обезбедување на надежно снабдување со гас;
- Постапување и разработка на методите, нивото на контрола на квалитетот на машинскиот систем како и состојбата на системот во процесот на експлоатација.

При решавањето на наведените задачи, покрај користената разработена теорија на надежност во техничките системи, која претставува основа за понатамошна разработка и пресметка на надежноста на распределителните гасоводни системи, прикажани се и експериментални докази на можното искористување на разработениот математички модел т.е. примената на математичката теорија на веројатност и статистика.

Пресметуваната големина на параметарот тек на отказ на елементите на системот се базира на статистичка анализа од повеќегодишни податоци на откази на елементите, анализа на техничкиот прогрес во гасоводните системи како и нивна експлоатација.

Во првата глава се изнесени основните поими кои ја дефинираат надежноста кај гасоводните и распределителни системи со посебен осврт кон проблемите на надежноста; карактеристиките на надежноста при што за

определување на веројатноста на случајните величини е користена Бернулиевата формула; во поглавјето ремонтирани елементи и тек на откази покрај прикажаниот математички модел на процесот на функционирање изнесени се основните карактеристики и математички изрази на ремонтирани делови вградени во системот.

Потоа извршена е анализа на квалитетот на функционирање на сложен технички систем (од општ карактер) при што математичкиот модел на функционирање е матрично прикажан, прикажан е граф на состојбата, како и анализа на надежноста во случаите на паралелно и редно поврзување на елементите.

Во втората глава изнесени се статистички податоци за дефекти и откази на распределителни гасни мрежи како и за нивната вградена опрема. За нив се пресметани величините тек на откази, средноквадратната грешка на резултатот како и интервалот на доверба на коефициентите на Стјуарт. Добиените резултати прикажани се во табели и истите се користат при пресметка на надежноста во изнесените примери на гасоводни мрежи.

Во третата глава е прикажан математички модел за пресметка на надежност на распределителна гасна мрежа и тоа од општ карактер, за прикажана шема за помал град и за гасоводна шема за напојување со гас на среден град по големина; потоа е прикажан математички модел за пресметка на надежност на разгранета гасна мрежа, а истото е применето при решавање на конкретен пример. Во примерот се анализирани сите можни хавариски состојби на мрежата. Анализирани се показателите на надежност за разни варијанти на вградена цевна опрема (затворачи) како и показателите на надежност на вака дефинираните гасоводни системи. При тоа се добиени значајни заклучоци т.е. :

- 1) Разгрането може да се проектираат само мали гасоводни системи при кои показателот на надежност да не биде помал од 0,93% и
- 2) При пресметка на надежност на разгранети гасоводи поради отсуство на структурната сигурност не постои задача за определување на резерва на пропуст на способност на мрежата во хавариска ситуација
- 3) Пресметка на надежност на разгранети гасни системи се сведува на определување на показателите на надежност на системот.

Потоа е изнесен пример на пресметка на надежност на кружна гасна мрежа (главната магистрала на мрежата е кружна). Мрежата се состои од два прстена и гранки. Кружноста на мрежата ја зголемува нејзината надежност. Мрежата се наоѓа под дејство на висок притисок. Мрежите со низок притисок исто така се кружни (истите на шемите сл. 18, 19 и 22 не се прикажани). Пресметката на надежноста е вршена за разни состојби на работа на гасната мрежа и тоа:

- 1) Во табела 21 и 22 дадени се резултатите од пресметката при сите хавариски ситуации поврзани на делници и на затворачи - вкупно 69. Добиени се следните заклучоци:
 - вкупната надежност на системот 0,936344, не е поголема од добиената при анализа на разгранет гасоводен систем (0,935569)
 - износот на отказите на делниците е поголем од отказите на затварачите за 1.9 пати.

- 2) За намален број на неповолни хавариски ситуации можно е зголемување на надежноста. Тоа се постигнува со внесување на шест дополнителни затварачи (спрема шемата на сл. 22). На овој начин зголемена е надежноста на системот за $\sim 3\%$.

Од досегашната пресметка може да се заклучи дека надежноста на кружните мрежи на висок и среден притисок со разгранување кон корисниците и секционирање на мрежата на делници не е висок и при пресметковна големина од 10 год. има вредност од $0,95 \div 0,97$.

Понатамошните пресметки покажуваат дека зголемување на надежноста е можна по пат на приклучување на сите гранки кон корисниците по шемите прикажани на сл. 20а. На тој начин надежноста изнесува 0,971471 за пресметување период од 10 години, а при 5 години таа изнесува 0,984213. Понатамошно зголемување на надежноста е можно со компонирање на напочно прстенеста (кружна) мрежа (со исклучување на гранките). Во тој случај се добива надежност 0,992865. Бидејќи полна кружност не се постигнува во праксата, можната надежност изнесува $0,97 \div 0,98$.

Во четртата глава најпрво се анализира методот за пресметка на резерва од гас на пропусната способност на гасните кружни мрежи при лимитирано снабдување со гас. Се укажува дека пресметката на надежност се состои од два дела. Во првиот дел се проектира шематата на мрежата и структурната резерва така што показателот на надежност одговара на нормативен износ. Вториот дел од пресметката ја проектира пропусната способност на кружната мрежа при работа во хавариска ситуација при што се дозволува намалување на квалитетот на системот од аспект на намалена испорака на гас на корисниците т.е. се преминува на лимитирано снабдување со гас. При тоа лимитот на испорачан гас се јавува како втор детерминиран показател на надежноста, а целата пресметковна резерва на пропусната способност на кружната мрежа се состои во тоа да при било која хавариска ситуација корисниците ќе добиваат не помалку од лимитираното количество на гас. При тоа, пресметката на резервниот капацитет се дели на два дела и тоа: пресметка на основниот лимит на снабдување со гас на сите корисници и пресметка на резерва во дијаметарот на кружната мрежа. При хавариски хидрауличен режим количината на гас која е испорачана на корисниците не треба да е помала од некоја зададена големина која е определена со коефициентот на сигурност на корисникот во хавариски услови. За определување на неопходната резерва од гас на пропусната способност на делницата од мрежата, потребно е да се изврши хидраулична пресметка при најнеповолен хавариски режим при што се корегира дијаметарот на делниците на начин при кој корисниците добиваат количина на гас соодветно на големината на коефициентот на сигурност. Намалувањето на испорачаните количини на гас на широките потрошувачи (домовите) е можно само со намалување на притисокот после ГРП (гасно регулациониот пункт). Ова намалување е ограничено со долната граница која е неопходна поради минимално дозволениот притисок на гас пред приборите.

Изнесен е метод на пресметка на резерва на пропусната способност на еднопрестенаста гасна мрежа на висок притисок, а потоа прикажан е математичкиот модел на пресметка на гасоводна мрежа составена од n независни колца (прстени). При тоа:

- распределувањето на протокот при нормален режим на работа се пресметува со методот на итеративни приближувања, а задачата се поставува со користење на Кирхофовите закони.
- разгранетите гранки (доколку ги има во прстенестата мрежа) се пресметуваат аналогно како за единичен прстен.
- задачата за пресметка на распределба на протокот како за пресметковен така и за хавариски режим се решава по методот на аналогна (соодветна) контурна потрошувачка.

Сето предходно искажано изнесено е во пресметковен период т.е. изложен е пример во кој се пресметува резервата на пропусната способност на кружна гасоводна мрежа. При тоа, добиени се интересни заклучоци. Пресметките се прикажани табеларно. Определувани се притисоците, потрошувачката на гас како и дијаметрите на прстените при различни основни претпоставени хавариски состојби.

Претставен е математички приод за определување на оптималниот степен на секционирање на кружен гасовод од аспект на износот на затварачите поставени во колото. Економската анализа е изведена само со капиталните вложувања (материјална карактеристика) бидејќи експлоатационата потрошувачка за сите анализирани варијанти е иста. Резултатите на пресметката се прикажани табеларно од што се воочува следното:

- Со зголемувањето на бројот на делници (n) надежноста се зголемува
- При голем број на делници наголемувањето на надежноста е спора.

Во поглавието компонирање на шема на системот за снабдување со гас со земање во предвид на надежноста се изнесени низа заклучоци за оптимално компонирање на гасоводната мрежа од различни највлијателни аспекти.

Во понатамошните анализи во трудот се укажува дека управувањето на режимот на потребата на гас за комунално - животни потреби кои се приклучени на распределителни мрежи на низок притисок е единно можно само по пат на промената на притисокот на гасот после (позади) регулаторните станици. (ГРП-гасно регулаторен пункт). Предходново се темели со фактот дека помеѓу ГРП и дирекните корисници (потрошувачи) нема уреди за регулирање на притисокот или потрошувачката на гасот, а регулирањето на испорачаната количина гас за поголем број корисници со исклучувачки уреди е практично многу тешко скоро невозможно. Зависноста на големината на потребната испорачана количина на гас од притисокот претставува збирна ф-ја која го покажува режимот на побарувачка на гас (потрошувачка) како и неговото преуредување поврзано со намалувањето на притисокот пред потрошувачите. Понатаму е прикажан изведен експеримент за анализа на деформациите на дневниот график и промената на еквивалентниот отпор на корисниците при намален притисок на излезот од ГРП. При тоа за населено место (составено од 14 двоспратни домови во кои има 260 бојлери и 260 гасни рингли, аптека и училиште) се испитувани дневните графици за потребата од гас при различни почетни притисоци.

Пред почетокот на експериментот е извршена хидраулична пресметка на разгранетата мрежа. Анализите од експериментот се покажани на сликите 27 и 28. Промените се искжани со соодветни математички изрази. Истите ја потврдуваат претпоставката дека при намалувањето на притисокот се намалува еквивалентниот отпор на системот, оваа функционална зависност од промената на притисокот пред корисниците е дадена со изразот 98.

Во главата пет најпрво е констатирано дека режимот на потреба на гас за потрошувачите во становите се јавува како случаен процес и дека се одвива по нормален закон на распределба. Потоа е изнесен математички модел за определување на пресметковна големина на коефициентот на нерамномерност за потреба од гас во населените места. Истиот е неопходен за определување на пресметковната потрошувачка на гас. Sprema изнесениот математички модел изготвен е пресметковен пример за четири микро-реони во голем град. Резултатите од пресметката изнесени се графички и табеларно.

Во поглавјето 5.3 е прикажан математички модел за определување на пресметковни показатели на процесот потреба на гас за потрошувачите со примена на теоријата на случајни процеси. Притоа, нестационарните појави на процесот на потребата од гас при отстапувањата од пресметаната вредност се осреднуваат и се земаат при понатамошна пресметка на веројатносните показатели како стационарни. Стационарниот случаен процес се покажува дека е диференцијабилен. За оваа цел се формира корелациона функција на процесот за потребата за гас за потрошувачите. Паралелно со математичкиот модел се дава и пример на пресметка со дадени во таб. 42, 43, 140 и 150 износи на часовата потрошувачка на гас при припрема на храна и топла вода во часови на максимална побарувачка на гас, кои се добиени експериментално. За овие податоци се определува математичкото очекување и дисперзија. Потоа се извршени пресметки за потрошувачка на гас (потреба на гас за потрошувачите) во функција од однапред зададено ниво на сигурност. Значи со извесно приближување кон процесот на потреба на гас се применува теоријата на случајни отстапувања (процеси). Со вградување на нивото на надежност (сигурност). Добиените параметри на функцијата на распределба на потрошувачка на гас (математичкото очекување и дисперзија) дозволуваат да се определи пресметковна големина на максимално часовата потрошувачка на гас при различни нивоа на надежност. Во табелата 46 се изнесени пресметките за износот на веројатносните показатели при процесот на побарувачка (потреба) на гас во зависност од нивото на сигурност.

Со анализа на добиените графици може да се добие бројот на отстапувања кои се очекуваат да се случат во текот на годината како и износите на отстапувањата над пресметковното ниво на потребата од гас при зададената надежност на системот.

3. Заклучок и предлог

Врз основа на извршениот предлог се заклучува дека магистерскиот труд со наслов „Анализа и влијание на надежноста при проектирањето и експлоатацијата на гасоводните системи” изработен од кандидатот Алма Машовиќ, дипл.маш.инж. претставува темелен и сеопфатен научноистражувачки труд од областа на надежноста во гасоводните распределителни системи. Трудот ги задоволува критериумите за успешно изработена магистерска работа и му предлага на Наставно-научниот совет на Машинскиот факултет да го прифати овој Извештај и да закаже јавна одбрана.

Комисија :

Проф.д-р Методија Мирчевски

Проф.д-р Предраг Поповски

Проф.д-р Марко Серафимов

