



ВАРНЕНСКИ СВОБОДЕН УНИВЕРСИТЕТ “ЧЕРНОРИЗЕЦ ХРАБЪР”
АРХИТЕКТУРЕН ФАКУЛТЕТ

инж. Анета Йорданова Георгиева

**АЛТЕРНАТИВНИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ
ЧРЕЗ ТВЪРДОТЕЛНО МОДЕЛИРАНЕ НА СГРАДНИ
ПРОТИВОПОЖАРНИ ВОДОСНАБДИТЕЛНИ СИСТЕМИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен „доктор”

по научна специалност
02.19.01., „Техника на безопасността на труда и противопожарна техника”
(за отрасли: водоснабдяване и автоматизация на инженерния труд)

Научен ръководител: доц. д-р инж. Александър Киров

Рецензенти: доц. д-р инж. Симеон Радулов
доц. д-р инж. Янко Милев

Варна
2011

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита от катедрен съвет на катедра „Строителство на сгради и съоръжения”, Архитектурен факултет при ВСУ ”Черноризец Храбър”, проведен на 30.06.2011 г.

Данни за дисертационния труд:

- страници - 177
- фигури - 96
- литературни източници - 124
- приложения - 8

Защитата на дисертационния труд пред научно жури ще се състои на 2011 г. отч. в зала на ВСУ ”Черноризец Храбър”.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в стая А240, В.Йончева.

Автор: Анета Йорданова Георгиева

Заглавие: Алтернативни възможности за проектиране чрез твърдотоделно моделиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Увод

В условия на динамично развиващи се в съвременното общество технологии за производство, иновационни методи за проектиране и строителство на сгради и съоръжения, нараства опасността от възникване на пожари в сгради. Както в световен мащаб, така и в нашата страна обществото търпи огромни загуби на човешки и материални ресурси, причинени от пожари.

В резултат на отчитане тенденцията за нарастване на възникналите пожари в сгради през последните години се повишават изискванията за пожарна и аварийна безопасност при проектирането, строителството и експлоатацията на различните видове сгради. На базата на целенасочена многогодишна изследователска и експертна дейност в областта на строителното законодателство в световен мащаб са създадени редица нормативни документи, регламентиращи проектирането на строителни обекти с оглед осигуряване безопасност при пожар.

Членството на страната ни в Европейския съюз наложи въвеждането в проектантската практика на новите европейски стандарти, регламентиращи безопасността при пожар на строителните обекти. За постигане на висока прецизност и качество на изпълнение при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи е необходимо прилагане на съвременни софтуерни продукти. Тенденциите в развитието на САД софтуера за строително проектиране налагат използването на твърдотоделното моделиране на обекти при проектиране на различните видове инженерни системи в т.ч. и противопожарните водоснабдителни системи в сгради.

Актуалност на проблема

Изготвянето на пълна и точна проектна документация, съобразно повишените изисквания на Европейските норми, обуславя правилното и безпроблемно изпълнение и експлоатация на противопожарните водоснабдителни системи и съоръжения, както в сгради така и извън тях.

Проектирането на сградни противопожарни водоснабдителните системи и съоръжения, както и изследване поведението на съществуващите системи и съоръжения е едно от направленията, в които трябва да се достигне висока прецизност и качество на изпълнение. В настоящия момент постигането на тези критерии в проектантската практика е ограничено, поради неспазване на стандартите за графично изобразяване, неефективно използване на софтуерни програми и др. Изпълнение на споменатите критерии може да се постигне с прилагане на съвременни софтуерни продукти, чрез които сградните противопожарни водоснабдителни системи и съоръжения могат да се проектират с твърдотоделни модели, да се генерират 2D и 3D модели, разрези, 3D визуализации, да се изследват системите чрез симулация на

поведението им. Това ще доведе от една страна до вземането на правилни проектни решения, обуславящи оптималното функциониране на системите, от друга страна ще направи проектантския труд по-конкурентноспособен.

Цел и задачи на дисертацията

Целта на дисертационния труд е да се изследват алтернативните възможности за приложение на съвременните софтуерни продукти за проектиране - геометрично моделиране и 3D визуализации на сградните противопожарни водоснабдителни системи, като се обоснове необходимостта от използване на методите за твърдотелно моделиране и се разработи модел в среда на AutoCAD за автоматизирано проектиране чрез твърдотелно моделиране на сградни водоснабдителни системи за пожарогасене.

За постигане на поставената цел в дисертационния труд са формулирани следните **основни задачи**:

1. Анализ на досега прилаганите методи в инвестиционното проектиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи и установяване на нерешените проблеми:

2. Анализ на съвременните софтуерни програми за проектиране, моделиране и 3D визуализация на сградни противопожарни водоснабдителни системи:

3. Разработване на модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи чрез твърдотелно моделиране в среда на AutoCAD;

4. Практическа реализация и оценка на ефективността на разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи чрез твърдотелно моделиране в среда на AutoCAD.

Така поставените задачи са разработени в отделните глави на дисертационния труд.

Приложимостта на съвременните софтуерни продукти за проектиране на противопожарни водоснабдителни системи е разгледана само в контекста на инвестиционното проектиране в областта на строителството на сгради. Тръбни мрежи и съоръжения са обект на проектиране и в други отрасли (машиностроене, химическа промишленост, селско стопанство, енергетика и др.), като в отрасъла строителство най-широко практическо приложение имат при проектирането и изграждането на всички видове сгради (жилищни, общественообслужващи, производствени, селскостопански и др.).

Разглеждането на въпроса за проектиране на този вид тръбни системи от гледна точка на твърдотелното им моделиране определя границите на дисертационния труд, като насочва към търсене на решения относно геометричната конфигурация на системите – първи и основен етап в процеса на проектиране.

Използваната в дисертационния труд терминология „противопожарни водоснабдителни системи” обхваща съвкупността от инсталации и съоръжения, чрез които се осъществява водоснабдяване за пожарогасене.

Обект на изследване

Обект на изследване са софтуерните CAD програми – AutoCAD, Building Systems, C.A.T.S. Professional, Allplan, AutoCAD MEP, AutoCAD Revit, nanoCAD BK, Sprinkcad и възможностите им по отношение на проектиране, моделиране и 3D визуализация на сградните противопожарни водоснабдителни системи.

Методи за решаване на поставените задачи

За решаването на основните задачи, поставени в дисертационния труд са използвани следните методи и средства: метод на сравнителния анализ, статистически метод, анкетни карти, метод на твърдотоделно моделиране, програмен интерпретатор AutoLISP, параметрично дефиниране на обекти, динамични блокове с атрибути и макроси за създаване на нови инструменти.

Апробация

Резултатите от дисертационния труд са докладвани в специализирания печат, на научни сесии и конференции.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд се състои от увод, четири основни глави, заключения, литература и приложения. Разработен е в общ обем от 177 стр. с включени 96 фигури. Използвани са 124 източника на информация, от които 47 са български и 77 чуждестранни. Приложенията са с обем 22 стр. и включват описание на всички конструирани твърдотоделни модели и други допълнително разработени по темата материали. Номерата на фигурите в автореферата съответстват на тези в дисертацията.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава I. АНАЛИЗ НА ПРИЛАГАНИТЕ МЕТОДИ В ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРОЕКТИРАНЕ НА СГРАДНИ ПРОТИВОПОЖАРНИ ВОДОСНАБДИТЕЛНИ СИСТЕМИ

Първа глава се състои от пет параграфа. В нея са разгледани същността, мястото и ролята на инвестиционното проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в инвестиционния процес, като елемент от проектирането по част „Водоснабдяване и канализация” и част „Пожарна безопасност”. Представени са и изискванията за съдържанието на инвестиционните проекти по тези части, съобразно действащата в страната нормативна база. Направен е анализ на използваните досега методи за

проектиране. Въз основа на това са дефинирани основните групи проблеми при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи.

1. Същност на противопожарното водоснабдяване като елемент от част „Водоснабдяване и канализация” и част „Пожарна безопасност” на инвестиционния проект

Един от основните проблеми, пред които е изправено обществото ни в съвременния етап на развитие е тенденцията към нарастване броя на възникващите пожари в сгради, които са причина за огромни загуби на човешки и материални ресурси. Направения в този параграф анализ на статистически данни (по данни на Националния статистически институт) за възникнали пожари в страната, доказва сериозността на проблема „пожарна безопасност в сгради” и е предпоставка за търсене на иновационни методи за проектиране, строителство и експлоатация на този вид обекти с цел, намаляване на рисковете от подобни инциденти.

С направения кратък обзор и анализ на видовете пожарогасителни средства се установява, водещата роля на водата, като огнегасително вещество с най-широко приложение. Това определя противопожарното водоснабдяване на сгради като едно от основните мероприятия на активните мерки по осигуряване на пожарната безопасност в сгради, регламентирано от Наредба № Из-1971/29.10.2009 г. за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар.

Представени са различни видове технически решения на сградни противопожарни водоснабдителни системи и техните елементи, като по-подробно са разгледани двата основни метода с най-широко приложение, чрез които се осъществява пожарогасенето в сгради: система от вътрешни противопожарни водопроводи с противопожарни кранове и стационарни пожарогасителни системи (спринклерни и дренчерни инсталации).

Направеният преглед на системите за противопожарно водоснабдяване показва, че:

➤ те се характеризират с голямо разнообразие по отношение на предназначение, видове, конструктивни особености и приложение. Представяват съвкупност от различни видове устройства и съоръжения, свързани в точно определена последователност и работещи при строго определени условия. Ролята им в осигуряването на активната защита на пожарната безопасност е изключително голяма, което определя и високите изисквания при тяхното проектиране, изпълнение и поддръжка;

➤ при проектирането на сградните противопожарни водоснабдителни системи проектантите трябва да избират устройства и съоръжения от всички предлагани на пазара само тези, които отговарят на съответните стандарти за пожарна безопасност. От друга страна наличието на други видове инженерни инсталации в сградите (ЕЛ, ОВК, канализация, газификация и др.) налага спазване на изисквания за отстояния и безпрепятствено разминаване с тях;

➤ противопожарната водоснабдителна система е пространствен обект и в повечето случаи равнинното ѝ представяне не е достатъчно и създава редица предпоставки за поява на грешки при нейното проектиране.

2.Инвестиционно проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи

Представената в този параграф класификация на видовете обекти според Наредба №1/2003г. за номенклатурата на видовете строежи показва голямото многообразие на видовете строежи по отношение на строителство на сгради, за всеки един от които са характерни специфични изисквания за осигуряване на пожарна безопасност.

Инвестиционното проектиране е един от основните етапи в инвестиционния процес и до голяма степен определя успешното започване и завършване на строителството. С цел да се разгледа въпроса от икономическа гледна точка са изведени основните фактори, обуславящи риска от ниска възвращаемост на инвестициите, поради неопределеност и несигурност в бъдещата ситуация или конюнктура, което от своя страна може да доведе до неизпълнение на поставените задачи и непостигане на очаквания резултат. Факторите, обуславящи инвестиционния риск са:

- многовариантност, стихийност и стохастичност на обществено-икономическите явления и процеси в условията на пазарна икономика, в зависимост от нейната степен на развитие;

- качеството и пълнотата на информацията;

- влианието на научно-техническия прогрес и иновационните процеси;

- причини от субективен (кадрови) характер, основаващи се на недостатъчна професионална квалификация на персонала.

С оглед на това, да се снижи степента на неопределеност и несигурност в бъдеще на вложените инвестиции, а оттам и степента на произтичащия от това инвестиционен риск, е необходимо в етапа на инвестиционното проектиране да се разработват многовариантни проектни решения във възможно най-ранен етап на реализация на инвестицията. При сградните противопожарни водоснабдителни системи многовариантността в решенията е обусловена от наличието на голямо разнообразие на устройства и съоръжения по отношение на предназначение, видове, конструктивни особености, разположение и начин на свързване. Това дава възможност, да се направи технико-икономическа съпоставка и сравнение на всички варианти, и да се избере оптималния в зависимост от поставените приоритети.

Особено внимание в параграфа е отделено на новите изискванията за въвеждане на самостоятелна част „Пожарна безопасност” в инвестиционното проектиране, съгласно Наредба № Из-1971/29.10.2009г. за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар.

Разгледани са обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти в отделните фази на инвестиционното проектиране в съответствие с Наредба №4/21.05.2001г., което дава представа за предназначението и важността на изготвяните проекти в отделните етапи, взаимовръзката на информацията представена в тях, а това съответно обуславя възможността за автоматизиране процеса на проектиране.

На следващо място в параграфа са изведени и систематизирани нормативните изисквания за съдържание на инвестиционния проект на сградни противопожарни водоснабдителни системи в част „Пожарна безопасност” и част „Водоснабдяване” за трите фази на проектиране.

Противопожарните водоснабдителни системи в сгради са вид водоснабдителни системи, което налага при проектирането им да се съблюдават изискванията по част „Водоснабдяване и канализация”. Ето защо са разгледани и изискванията за съдържание на проектната документация на част „Водоснабдяване и канализация”, по отношение само на раздела „Водоснабдяване”, доколкото касае сградните противопожарни водоснабдителни системи.

Съществено изискване на нормативните документи е всяко техническо решение на противопожарната водоснабдителна система да се съгласува с останалите специалности, участващи в изготвянето на проектната документация на обекта.

Представените в този параграф нормативни изисквания по отношение на съдържание и видове проектна документация в отделните фази на инвестиционното проектиране по част „Пожарна безопасност” и по част „Водоснабдяване” показва голямото разнообразие от чертежи и документи, които формират проектната документация на даден строителен обект, както и възможността във всички фази на инвестиционното проектиране да се използват макети, мостри, фотомонтажи, компютърни 3D модели, визуализация, анимация и др..

3. Стандарти и норми при проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи

В резултат отчетената в параграф 1 тенденция за увеличаване на опасността от възникване на пожари, се повишават и изискванията за пожарна и аварийна безопасност при проектирането, строителството и експлоатацията на различните видове сгради.

В основата на европейските нормативни документи в областта на противопожарната защита е Директива 89/106ЕИО, действаща от 1988г., в която като второ съществено изискване е посочено „Пожаробезопасност”, отразено на следващ етап в Тълкувателен документ №2 и Еврокод EN199-1-2. Членството на страната ни в Европейския съюз наложи въвеждането в проектантската практика на новите европейски стандарти, регламентиращи безопасността при пожар на строителните обект.

В този параграф са разгледани стандартите и нормите, регламентиращи проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни, като са класифицирани в две основни групи. Първата група включва нормативните документи, регламентиращи начина на представяне на елементите в чертежа, използването на видовете условни графични означения, оформянето на строителните чертежи, и др., а втората група - стандарти и норми, регламентиращи методите за проектиране, характеристиките на използваните материали, допустими и препоръчителни оразмерителни параметри и др.

Изведени са проблемите свързани с въвеждане на новите стандарти и основните изисквания към проектантите при съставяне на проектната документация, като:

- да използват посочените графични символи за изобразяване на елементите на проектираната система и да оформят чертежите, съгласно съответните стандарти;

- да залагат в проекта продукти, материали и устройства, отговарящи на действащите стандарти;

- да оразмеряват и конструират системите, съгласно предложените методики и указания в съответния стандарт.

През периода до влизането на новите стандарти и норми в действие, проектантите трябва постепенно да усвоят и да започнат да прилагат новите изисквания и формулировки. В някои части на новите стандарти има съществени различия от досега действащите изисквания, например по отношение на изобразяване на елементите на дадена водоснабдителна система, което е представено в параграфа с конкретни примери.

С направения преглед в този параграф на нормативните документи, действащи към момента по отношение на проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи е представено голямото им разнообразие. Поради повишените изисквания за изготвяне на проектната документация и осигуряване на безопасност при пожар, проектантите трябва да усвоят и започнат да прилагат нови, термини, условни означения, принципи и методи за проектиране.

4. Същност на прилаганите методи при проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи

По отношение на начина на изготвяне на проектната документация към настоящия момент в инженерната практика са познати два метода за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи и съоръжения. Първият метод е свързан с използване на чертожни инструменти, материали и техники за ръчно изобразяване на обекти – т.н. метод за чертане “на ръка”. Вторият метод се базира на използването на софтуерни продукти за геометрично изобразяване на обекти - т.н. метод на “компютърно чертане”.

В параграфа са представени двата метода с конкретни примери, като са отчетени предимствата на метода “компютърно чертане”, на което се дължи широкото му използване в проектантската практика. Тази констатация се потвърждават и от проведената за нуждите на дисертацията анкета сред колегията от секция “Водно строителство” при КИИП в гр.Варна.

На базата на резултатите от тази анкета е анализирана степента на използване възможностите на софтуерните програми в проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи и са изведени следните констатации: основния софтуерен продукт, който се ползва от проектантите в момента е AutoCAD; работата с програмата се свежда до създаване само на равнинни чертежи и не се използват много от възможностите ѝ за повишаване ефективността на проектантския процес; слабо се познават и не се използват специализираните софтуерни продукти за проектиране в тази област.

5.Формулиране на проблемите при проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи и насоки за решаването им

Въз основа на извършения анализ в първа глава са формулирани следните проблеми в инвестиционното проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи:

➤ Въвеждането на Европейските норми в проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи налага съществени промени в изобразяването на елементите и съставянето на проектната документация, което обуславя необходимостта от повишаване качеството и ефективността на проектантския труд с оглед на новите реалности и конкуренцията;

➤ Ограничено използване на специализирани софтуерни продукти за цялостно проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи и създаване на обектите основно в 2D чрез работа с базовата програма AutoCAD;

➤ Наличие на неточности, пропуски и грешки в проектната документация и интерпретиране на стандартите за графично изобразяване;

➤ Невъзможност за бързо разработване на многовариантни решения с досега използваните методи;

➤ Липса на 3D визуална възприемчивост и реалистичност при представяне на проекта;

➤ Липса на възможност точно да се преценят и правилно определят местоположението и разминаването на проектираните противопожарни водопроводни елементи с останалите видове системи и съоръжения в обекта.

Тези проблеми, касаещи в настоящия момент инвестиционното проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи са съпоставени с факторите, обуславящи инвестиционния риск, представени в параграф 2 на тази глава. Чрез направената съпоставка се доказва, че решаването на проблемите в инвестиционното проектиране на сградни

противопожарни водоснабдителни системи ще доведе до намаляване на инвестиционния риск, което в голяма степен ще допринесе за успешното приключване на инвестиционния процес на даден обект. Това налага необходимостта от търсене и прилагане на начини за решаване на формулираните по-горе проблеми.

Освен гореизложеното при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи са налице в настоящия момент и някои фактори, имащи отношение към решаването на посочените проблеми, а именно:

➤ Проектирането по част „Водоснабдяване” и част „Пожарна безопасност” имат важно значение в инвестиционния процес за успешната реализация на инвестиционните намерения, възвращаемостта на инвестициите и намаляване на инвестиционния риск;

➤ Предмет на проектиране са много и различни по вид, предназначение и категория строителни обекти, за които се изисква проектиране на водоснабдяване за пожарогасене;

➤ Проектната документация в отделните фази на инвестиционното проектиране се характеризира с голямо разнообразие на видове и съдържание на чертежи и документи. В процеса на изготвянето им е необходимо съгласуване и обмяна на информация с повечето от специалностите, участващи в инвестиционното проектиране на даден обект;

➤ В настоящия момент е налице динамично развитие на софтуерния пазар и разнообразие от софтуерни продукти за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи (разгледани в следващата глава).

Формулираните по-горе проблеми и фактори, характеризиращи процеса на проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи се явяват предпоставки за приложение на софтуерни програми в инвестиционното проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи. При това тяхното приложение може да бъдат разглеждано в две насоки:

- използване на специализирани софтуерни програми;
- търсене на алтернативни възможности за използване с най-широко разпространената в проектантската ни практика базова сиситема за проектиране AutoCAD.

Резултати от направения анализ в първа глава.

➤ На базата на статистически данни е доказана сериозността на проблема „възникване на пожар в сгради” и необходимостта от осигуряване на адекватна защита;

➤ Обоснована е ролята на противопожарното водоснабдяване като едно от основните мероприятия на активните мерки по осигуряване на пожарна безопасност в сгради;

➤ Представено е многообразието от технически решения на сградните противопожарни водоснабдителни системи и изискванията към тях;

➤ Систематизирани са нормативните изисквания за видове и съдържание на проектната документация в отделните фази на инвестиционното проектиране по части „Пожарна безопасност” и „Водоснабдяване” и е представено голямото разнообразие от видове чертежи и документи, които е необходимо да се изготвят в процеса на проектиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи;

➤ Разгледани са стандартите и нормите за проектиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи, действащи към настоящия момент, като е анализирана степента на тяхното прилагане и са изведени новите изисквания;

➤ Анализирани са методите за създаване на проектна документация, като са посочени предимствата и недостатъците им;

➤ Изследвана е степента на използване възможностите на софтуерните програми в проектирането на сградните водоснабдителни системи в секция ВС при КИИП-Варна;

➤ Формулирани са основните групи проблеми при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи и са предложени насоки за решаването им.

Въз основа на изложеното по-горе се налага извода, *че използваните методи в инвестиционното проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в настоящия момент не отговарят на тенденциите в развитието на иновационните технологии в областта на проектирането, на изискванията на потребителите за високо качество на проекта и възвращаемост на инвестициите при намаляване на инвестиционния риск. Необходимо е ефективно използване на софтуерните продукти в процеса на проектиране, чрез което да се решат основните проблеми, съществуващи в настоящия момент при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи.*

Тези изводи обуславят необходимостта от анализ на съвременните софтуерни продукти за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи, което е предмет на разглеждане във втора глава.

С представения материал в тази глава е изпълнена първата от основните задачи, поставени в дисертационния труд - Анализ на досега прилаганите методи в инвестиционното проектиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи и установяване на нерешените проблеми.

Глава II АНАЛИЗ НА СЪВРЕМЕННИТЕ СОФТУЕРНИ ПРОДУКТИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ, МОДЕЛИРАНЕ И 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА СГРАДНИ ПРОТИВОПОЖАРНИ ВОДОСНАБДИТЕЛНИ СИСТЕМИ

Предмет на втора глава е изследване на възможностите на съвременните софтуерни продукти за проектиране на сградни водоснабдителни системи,

като са изведени техните основни характеристики, предимства и недостатъци. В резултат е обоснована възможността за приложимостта им при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи.

1.Обзор на световния софтуерен пазар на системи за автоматизирано проектиране в строителството

Основните софтуерни продукти, които се използват в световен мащаб за автоматизирано проектиране са CAD (Computer Aided Design) системите. Възникнал първоначално като система за автоматизирано проектиране в областта на машиностроенето, CAD софтуера на по-късен етап се развива и в сферата на строителството. В нашата страна прилагането му в строителното проектиране започва в началото на 90-те години на миналия век с разпространението на базовата платформа за проектиране AutoCAD на фирмата Autodesk, като първоначално се е ползвала главно за графично изобразяване на обектите в 2D. Постепенно на пазара навлизат и CAD продуктите на Bentley Systems (MicroStation), Graphisoft (ArchiCAD), Nemechek (Allplan) и др.

Поради повишаващата се роля на тримерното проектиране и свързаните с него 3D визуализации, създателите на CAD продукти в последните няколко години усъвършенстваха своите програми, като добавиха различни модули и направиха модификации, позволяващи проектиране чрез твърдотелно моделиране на обекти в една динамична и интегрирана среда с параметрични компоненти, 3D визуализации, автоматично генериране на спецификации, координиране на работата в екип и др.

Предвид голямото разнообразие от предлагани на пазара софтуерни програми за проектиране, за целите на дисертацията са разгледани само тези от тях, които са най-разпространени и предназначени за проектиране на сградни тръбопроводни системи с оглед на възможността да се прилагат при проектирането на противопожарни водоснабдителни системи в сгради, както и специализирани приложения за проектиране на този вид системи.

2.Софтуерни програми за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи.

В този параграф са анализирани възможностите на някои от най-разпространените софтуерни програми за проектиране на инженерни инсталации в сгради, както и някои специализирани приложения за проектиране на този вид системи. Разгледани са програмите: AutoCAD, Building Systems, Revit Systems, AutoCAD MEP, C.A.T.S. Professional, AX-3000, NanoCAD BK, и специализираното приложение за проектиране на спринклерни системи -SprinkCAD. Повечето от специализираните програми са създадени с възможности за проектиране на различни видове сградни и промишлени инсталации. При разглеждането на програмите е акцентирано върху тази част от функционалните им характеристики, която има отношение

към възможността за проектиране на противопожарни водоснабдителни системи в сгради.

3.Тенденции в развитието на софтуерните системи за проектиране в строителството

Основни тенденции, които се наблюдават в усъвършенстване на възможностите на софтуерните продукти са:

- използване на нов подход в проектирането чрез твърдотолен моделиране на обекти в една интегрирана и динамична среда;
- интегриране на концепцията BIM (Building Information modeling)- Строителен информационен модел;
- създаване на по-удобен потребителски интерфейс и контекстно-чувствителни менюта, които значително опростяват работата;
- CAD системите от среден клас все повече се интегрират с САМ, PDM, GIS и даже с елементи на САЕ;
- все по-често се включват помощни програми за откриване и корекция на най-често срещани грешки при преноса на модел от една система в друга;
- функции за създаване на фотореалистични модели и интелигентни обекти;
- нараства ролята на Интернет като средство за обмен на информация между различните участници в процеса на проектиране, планиране, изпълнение и експлоатация.

4.Заклучение относно възможностите на съвременните софтуерни програми при проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи

В резултат на направения в тази глава подробен обзор и анализ на съвременните софтуерни продукти, за проектиране сградни противопожарни водоснабдителни системи и тенденциите в тяхното развитие се налагат следните предпоставки, обуславящи приложението им в проектантската практика:

- Динамично развиващия се софтуерен пазар предлага софтуерни продукти, приложения и модули за проектиране на водоснабдителни системи и съоръжения, които се характеризират с голямо разнообразие и възможности;
- Софтуерните продукти създават условия за работа в една динамична интегрирана среда, обуславяща възможността за координиране на работата в екип и бързото обменяне на информацията между различните специалисти;
- Двупосочната асоциативност и параметричност при някои от софтуерните продукти прави възможно редактирането на елементи от всякакъв вид, местоположение и по всяко време, което се отразява автоматично във всички части на проекта;

- Използването на софтуерни продукти дават възможност за създаване на точни многовариантни решения за изключително кратко време;
- Улесняват създаването на проектната документация, чрез автоматично генериране на хоризонтални и вертикални разреза, структурни схеми, аксонометрии, спецификации и др.;
- Въвеждането на твърдото телното моделиране в проектирането, дава възможност за лесно и бързо създаване на 3D модели и визуализации, улесняващи възприемането на проектирания обект;
- Възможности за разглеждане на проектирания обект от различни страни, което обуславя правилното и точно определяне местата и начина на разминаване на проектирания елемент спрямо останалите системи и съоръжения в обекта;
- Възможности за използване на допълнителна информация и споделяне на данни чрез on-line връзки;
- Възможности за бързо откриване и коригиране на неточности и грешки;
- Намаляване на времето за разработване на проекта;
- Възможност за прилагане на стандартите за изчертаване, залагане в проекта на стандартни материали и съоръжения.

Тези предпоставки в голяма степен решават проблемите на инвестиционното проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи, представени в първа глава на настоящата разработка.

Въз основа на направена съпоставка на възможностите на някои от разгледаните специализирани софтуерни продукти за проектиране на противопожарни водоснабдителни системи и AutoCAD се вижда, че специализираните CAD системи за проектиране превъзхождат стандартните CAD продукти, каквато е AutoCAD по отношение на функционалност и ефективност на проектантския труд. От друга страна реалното им използване е свързано с някои проблеми като:

- Голямата интерактивност и интуитивност на работа изискват много добро познаване на всички настройки и база данни, с които разполага софтуера;
- Необходимост от обучение за работа със софтуера, което е най-ефективно, когато се извърши от специалисти в конкретната област на приложението му;
- Наличието в някои от тях на модули за проектиране на различни видове инженерни инсталации се явява излишно преимущество за даден проектант, който е специалист в проектирането на конкретен вид система;
- По-високата цена на специализираните софтуерни продукти в сравнение с базовата система за проектиране AutoCAD;
- Липсата на интерфейс на български език.

Посочените тук проблеми създават предпоставки за търсене на алтернативни възможности за използване на вече познатия на повечето

проектанти софтуерен продукт AutoCAD при проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи, в посока повишаване на ефективността на проектантския процес, чрез използване на 3D твърдотелни модели на елементите на тези системи.

Резултати от извършения анализ във втора глава.

➤ На база направения обзор на световния софтуерен пазар са изведени и анализирани най-разпространените и широко използвани съвременни софтуерни продукти за проектиране на сградни тръбопроводни системи, с оглед на възможността да се прилагат при проектиране на противопожарни водоснабдителни системи в сгради, както и специализирани приложения за проектиране на този вид системи;

➤ Посочени са основните тенденции в развитието на софтуерните продукти за проектиране в строителството, с което се обосновава необходимостта от въвеждане на 3D твърдотелното моделиране в проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи;

➤ Изведени са основните предпоставки за приложението на софтуерните програми при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи;

➤ Направена е съпоставка на възможностите на някои от разгледаните специализирани софтуерни програми за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи и AutoCAD, на базата на която е доказана по-голямата ефективност на специализираните CAD системи;

➤ Посочени са основните проблеми при практическото приложение на специализираните софтуерни програми за проектиране, на базата на което е обоснована необходимостта от търсене на алтернативни възможности за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в среда на AutoCAD.

На базата на извършения анализ в тази глава и получените резултатите се налага извода, че **използването на съвременните софтуерни продукти за 3D проектиране и моделиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи до голяма степен решава разгледаните в глава първа, проблеми в инвестиционното проектиране по част „Водоснабдяване и канализация” и част „Пожарна безопасност”. Това обуславя необходимостта от прилагането им в инвестиционния процес. От друга страна посочените проблеми при използването на специализираните продукти за проектиране създават предпоставки за търсене на алтернативни възможности за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в среда на AutoCAD.**

С представения материал в тази глава е изпълнена втората от основните задачи, поставени в дисертационния труд - Анализ на съвременните софтуерни програми за проектиране, моделиране и 3D визуализация на сградни противопожарни водоснабдителни системи.

Глава III МОДЕЛ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА СГРАДНИ ПРОТИВОПОЖАРНИ ВОДОСНАБДИТЕЛНИ СИСТЕМИ ЧРЕЗ ТВЪРДОТЕЛНО МОДЕЛИРАНЕ В СРЕДА НА AUTOCAD

В трета глава са изведени основните принципи и особености при изобразяване на геометрични модели и последователността при създаване на тръбни елементи като 3D твърдотелни модели в AutoCAD. Разработен е модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи чрез твърдотелно моделиране в среда на AutoCAD, като са съставени библиотеката от 3D модели на основни видове тръбни елементи, методология за тяхното създаване и допълнителни инструменти, улесняващи процеса на проектиране.

Всички представени примери на геометрични модели на елементи са създадени от автора за целите на разработката чрез инструментите на програмата AutoCAD 2007. Главата е разработена в пет параграфа, като част от резултатите са представени в приложенията към дисертационния труд.

1. Основни принципи и особености при изобразяване на геометрични модели в AutoCAD

Един от видовете моделиране, който е в основата на инженерната дейност при създаване на моделите на технически обекти е геометричното моделиране. В параграфа са разгледани видовете геометрични модели, които мога да бъдат конструирани, като е акцентирано върху предимствата на 3D модела. Той дава представа за истинската форма на обекта в тримерното пространство, а това от една страна обуславя вземането на най-доброто проектно решение, а от друга дава възможност за представяне на проекта чрез реалистични визуализации и анимации, които по-лесно се възприемат в сравнение с видовете стандартни проекции и разрези.

Чрез конкретни примери са разгледани трите основни метода за геометрично моделиране: контурно, повърхнинно и твърдотелно, всеки от които позволява моделиране на реални обекти с различна степен на реалистичност. Особено внимание е отделено на метода на твърдотелното моделиране, при който се получават най-реалистични модели, съдържащи пълна информация за вътрешните и външните характеристики на обекта. Той се е утвърдил като основен метод за създаване на модели на различни видове обекти и е в основата на съвременните софтуерни CAD програми за проектиране.

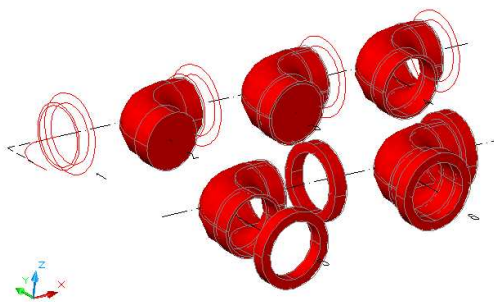
Въз основа на посочените предимства, методът на твърдотелно моделиране на 3D обекти е възприет като основен в настоящата разработка и е използван при създаване на моделите на тръбни елементи на сградните противопожарни водоснабдителни системи.

2. Основни принципи и особености при изобразяване на тръбни елементи като твърдетелни модели в AutoCAD

Противопожарната водоснабдителна система е вид тръбна система, състояща се от: фасонни части (колена, тройници, кръстачи, намалители, муфи, нипели и др.), арматури (спирателен кран, възвратна клапа, измервателни устройства за количество, налягане, ниво и др.) и свързващи ги прави тръбни участъци. Традиционното представяне на елементите в чертежите е равнинно с една или с две линии в зависимост от диаметъра и мащаба на чертежа.

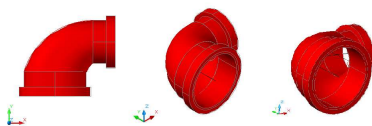
Отчитайки факта, че противопожарната водоснабдителна система представлява пространствен обект, е очевидно че нейното най-реалистично представяне ще се постигне чрез използване на твърдетелни модели на отделните елементи. При това се променя принципа в процеса на самото проектиране, като действията се свеждат до подбиране и подреждане на необходимите елементи и в резултат се получава един общ пространствен модел на системата.

В параграфа е представено геометрично моделиране на твърдетелни 3D модели на основни видове тръбни елементи, като са разгледани различни техники за създаването им и едновременно с това е посочена последователността на конструирането им с конкретни примери. Основните инструменти, които са използвани при създаването на 3D моделите на тръбни елементи са *Extrude*, *Sweep*, *Loft* и *Revolve*, чрез които на база създадени първоначално примитиви в 2D, се получават 3D моделите на съответните обекти.

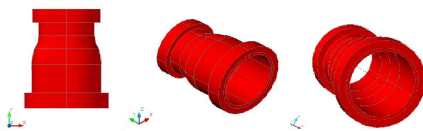


Фиг.4.13. Последователност на построяване на 3D модел на симетрично коляно с диаметър 1”

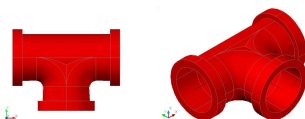
Като изходни данни са използвани геометричните размери на цинкованите тръби и фасонни части за диаметри от ½” до 4”. За нуждите на изследването са създадени 110 броя модели на симетрични и несиметрични колена, муфи, тройници и кръстачи, както и на тръби с дължина 1м, някои от които са представени в следващите няколко фигури.



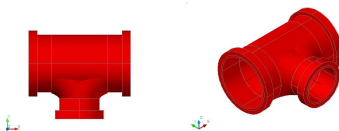
Фиг.4.14. 3D модел на несиметрично коляно с диаметри 1 1/2" / 1"



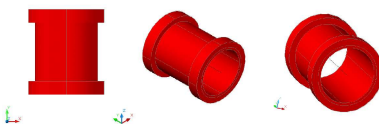
Фиг.4.22. 3D модел на несиметрична муфа с диаметри 1" / 3/4"



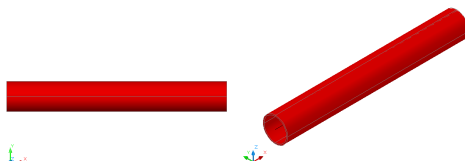
Фиг.4.16. 3D модел на симетричен тройник с диаметър 1"



Фиг.4.17. 3D модел на несиметричен тройник с диаметри 1 1/2" / 1" / 1 1/2"



Фиг.4.21. 3D модел на симетрична муфа с диаметър 1"

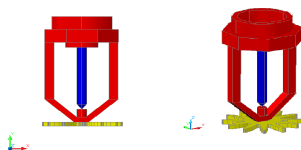


Фиг.4.24. 3D модел на тръба с диаметър 1"

За нуждите на проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи не е необходима по-голяма детайлност при създаване на моделите, тъй като чрез тях ще се проектира конфигурацията на този вид система и ще се формира цялостния ѝ модел, на базата на който ще се съставя проектна документация.

Разгледан е и случаят на създаване на 3D модели на елементи с сложна конструкция, (напр. спринклерна глава), при който е необходимо разглеждания елемент да се раздели на съставни части (модули). Модулите се получат като съставни тела от примитиви, след което се съединяват и обединяват в общ модел. Необходимостта от това обединяване е обусловена от създаването на по-късен етап на динамичен блок на съответния елемент.

Веднъж създадени тези модели могат да се ползват многократно за нуждите на проектирането на тръбни системи в сгради, но при създаване на ефективна организация за работа с тях.



Фиг.4.25. 3D модел на спринклер 1/2”

Представените в този параграф особености и последователност на създаване на 3D модели на най-използваните тръбни елементи в една противопожарна водоснабдителна система, показва:

-възможността за създаване в AutoCAD на твърдетелни модели от различен вид чрез набор от стандартни команди;

-наличие на редица общи стъпки в последователността на построяване на еднотипните елементи с различен диаметър, което дава възможност за създаване на допълнителни команди на база макроси за опростяване и ускоряване процеса на построяване на даден модел.

3.Библиотеки от динамични блокове и организация на работата с тях

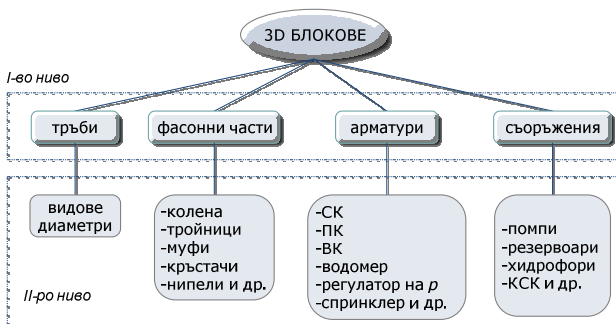
Използването на библиотеки от 3D модели на тръбни елементи в този параграф е разгледано в две направления: чрез създаване на собствена библиотека от блокове и чрез използване на готови библиотеки от елементи, предоставени от производителя или други софтуерни фирми, като са посочени трудностите, които биха възникнали при единия и другия подход на работа.

Многообразието по вид, диаметър и материал на елементите (фасонни части, арматури, тръби и съоръжения), които могат да бъдат част от една противопожарна водоснабдителна система, обуславя необходимостта от групирането им по общи признаци. Това е една от предпоставките да се

улесни процеса на създаване на блоковете, наименуването и използването им по-късно.

В резултат е предложена принципна схема за тяхното групиране с цел, от една страна да се осигури логическа последователност при създаване на всеки един елемент и разполагането му в базата данни, а от друга – да се улесни намирането му в процеса на проектиране на дадена тръбна система.

Като основа на принципната схема е възприета дървовидната структура с две основни нива на групиране: първото - съдържа основните видове групи елементи, които е възможно да има в една противопожарна система (тръби, фасонни части, арматури и съоръжения), а второто ниво включва съответните видове елементи (фиг.4.26.).



Фиг.4.26. Основни групи от елементи

По-детайлизирано групиране на елементите от второто ниво по диаметри, води до сформирването на допълнително трето ниво на групиране.

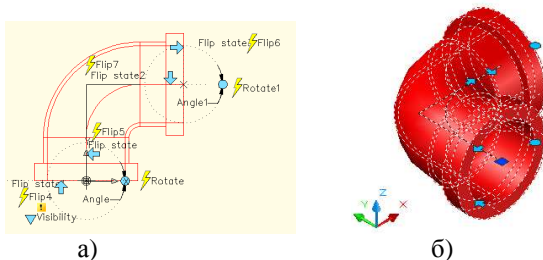
Предложената принципна схема за групиране е приложена за групата от 3D модели на фасонните части, създадени за нуждите на изследването.

Съществен момент от разработката в този параграф е направеното изследване на възможностите за създаване на собствена библиотека на база разработените 3D модели на тръбни елементи, в резултат на което е предложена последователност на работа в процеса на създаване на библиотеката.

След експериментиране на няколко възможности за създаване на тръбна система от 3D модели, конструирани по различен начин (обикновени блокове, динамични блокове, солиди) се установи, че най-ефективен за работа е случаят, когато моделите са създадени като динамични блокове. Това осигурява следните предимства:

- след вмъкването в чертежа всеки блок става част от геометричната база данни на файла, от която по всяко време може да бъде извлечена информацията относно неговите количествени и качествени характеристики;

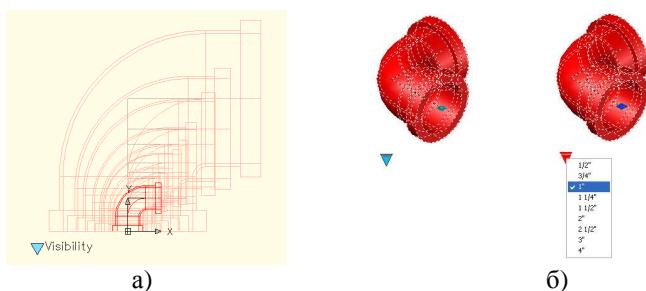
- динамичността на блока дава възможност при вмъкването му в чертежа по-бързо да бъде ориентиран в необходимото пространствено положение.



Фиг.4.28. Динамичен блок на коляно 1” в:
 а) редактора на блокове; б) работното поле;

На фиг.4.28. е представен единичен динамичен блок на коляно в редактора на блокове и в работното поле със зададени параметри и действия.

За да се намали броят на файловете, съдържащи блокове е предложен подход на работа, при който се създават т.н. съставни динамични блокове. При тях цяла група от еднотипни елементи, различаващи се само по диаметър създадени като единични блокове са обединени в един блок.



Фиг.4.29. Съставен динамичен блок на коляно 1” в:
 а) редактора на блокове; б) работното поле;

На фиг.4.29. е представен съставен динамичен блок на коляно, съдържащ описание на всички колена с диаметри от 1/2” до 4” в редактора на блокове и в работното поле.

В предложената последователност за конфигурация на 3D моделите, които ще бъдат част от създаваната библиотека е включена и опцията за задаване на атрибути на всеки един от моделите. Това дава възможност в тях да се съхранява техническа информация за елемента - стандарт, описание,

маса, цена, геометрични, хидравлични и други видове технически характеристики. Тази информация може да бъде извлечена и използвана в електронни таблици, в програми за управление на база данни и в текстообработващи програми.

Предвид необходимостта от хидравлично оразмеряване на следващ етап в процеса на проектиране е необходимо като атрибути да бъдат зададени някои основни хидравлични параметри на отделните модели. Като такива за всеки от моделите в разработената библиотека са зададени:

- за фасонни части и арматури – коефициент на местни съпротивления;

- за тръбните участъци – еквивалентна грапавина и константа за вида и състоянието на тръбата, съгласно БДС EN 12845;

- за спринклери – коефициент на производителност и $K_{\text{фактор}}$, съгласно БДС EN 12259.

Така при създаване на модела на тръбната система всеки от елементите заема определено място и съдържа в описанието си специфичните за него хидравлични характеристики, което позволява много бързо да се премине към следващия етап на проектиране – хидравлично оразмеряване на системата. По този начин в разработения модел за проектиране на геометричната конфигурация на системата е заложена основата за хидравличното ѝ оразмеряване. Самото хидравлично оразмеряване е процес, базиращ се на рутинни пресмятания, съгласно нормативните документи. Основни моменти от хидравличното оразмеряване на автоматичните системи за пожарогасене са представени в Приложение 8 към дисертационния труд.

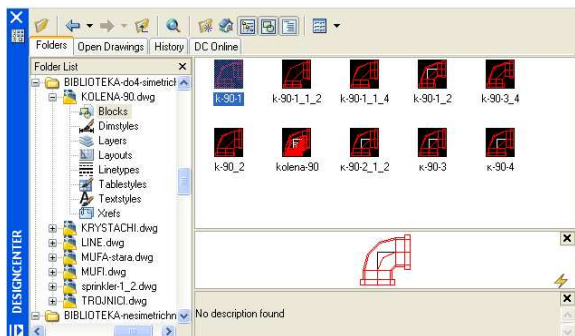
Наличието на 3D библиотека от елементи е необходимо, но недостатъчно условие при проектирането на една тръбна система. За повишаване на ефективността на процеса на проектиране е необходимо да се приеме определен подход на работа за по-бързото намиране на даден елемент и позиционирането му в чертежа. Ето защо е необходимо да се създаде определена организация за работа с библиотеките от 3D модели. В параграфа са изследвани възможностите за организиране на работата с този вид библиотеки на база следните няколко подхода на работа:

а) чрез използване на Design center;

б) чрез създаване на допълнителни елементи в интерфейса на програмата - допълнителни ленти с инструменти и нови инструментални палитри.

Първият подход на работа - използване на инструмента Design center, не изисква допълнителни настройки, но трябва елементите от библиотеката да са групирани по определена принципна схема и да са разположени на точно определено място. При този инструмент търсенето на дадена библиотека и даден елемент става сред всички файлове в AutoCAD, поради което не е много ефективен при по-големи библиотеки. Пример за работа с Design center е представен на фиг.4.32., в който се виждат чрез иконите за

предварителен преглед изображенията на блоковете от групата на симетричните колена.



Фиг.4.32. Изглед на част от библиотеката в Design center

Вторият подход на работа е свързан с използването на функцията Custom User Interface (CUI), чрез която се конфигурира интерфейса на програмата съобразно нуждите на потребителя.

Една от възможностите при този подход, за организиране работата с библиотеките от 3D динамични блокове е да се създадат допълнителни ленти с инструменти (toolbars), съдържащи нови видове команди, чрез които да става непосредствено вмъкване на необходимия елемент. Такива допълнителни ленти с инструменти са създадени за всички групи от блокове от библиотеката за фасонни части към настоящата разработка. На фиг.4.33. са представени няколко ленти с нови команди за вмъкване на създадените блокове на колена, тройници и муфи.

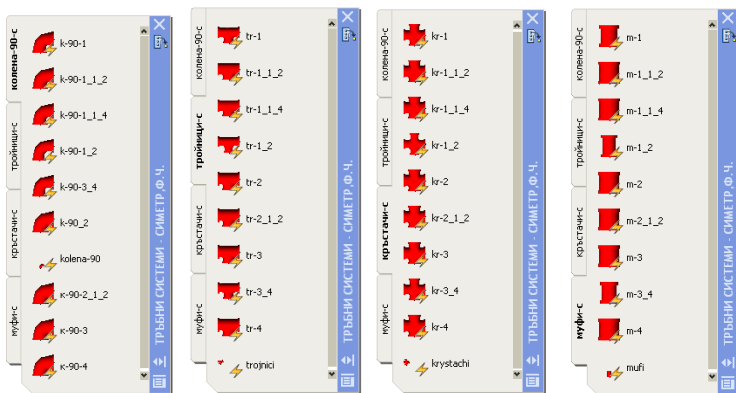


Фиг.4.33. Нови ленти с инструменти

За създаването на нови команди са съставени съответните макроси, които допринасят за автоматизирането на най-често използваните операции при работа с библиотеката.

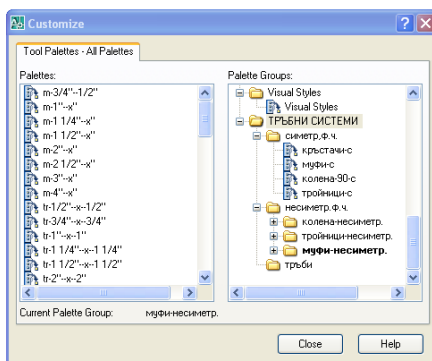
Друга възможност, за организиране работата с библиотеките от 3D динамични блокове е създаването на допълнителни палитри (Palettes) с инструменти, съдържащи нови видове команди, чрез които да става непосредствено вмъкване на необходимия елемент.

За всички групи блокове на фасонни части от библиотеката към настоящата разработка са създадени нови палитри, някои от които са представени на фиг.4.37.



Фиг.4.37. Нови палитри с динамични блокове

При наличие на много на брой инструментални палитри се налага тяхното групиране. Създадените палитри към разглеждания пример са подредени в групи представени на фиг.4.38.



Фиг.4.38. Групиране на инструментални палитри

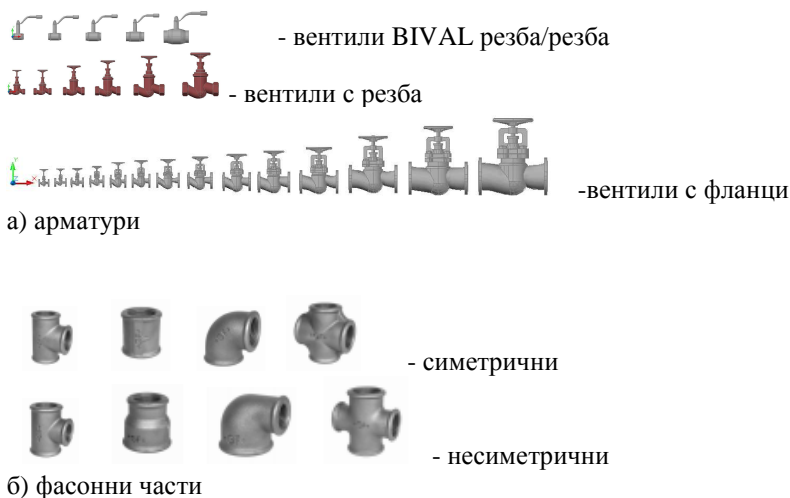
Палитрите могат да се използват и с цел поддържане на определени стандарти при съставянето на чертожната документация, което е използвано в настоящата разработка, като освен палитрите за работа с динамични блокове е създадена и палитра със стилове на оразмерителни линии, текстове, таблици, типове линии.

При проектирането на една тръбна система в проекта се залагат определени видове тръбни елементи, произведени от един или няколко производители. В резултат на конкуренцията между различните фирми през последните години някои от тях се ориентираха към създаване на готови библиотеки на 2D и 3D dwg-моделите на предлаганите от тях елементи. Ето

защо друг аспект, в който е изследвана работата с библиотеки, е използването на готови външни библиотеки от 3D модели на тръбни елементи.

Използването на такива готови модели, от една страна спестява усилията за тяхното създаване, но от друга страна налага допълнителното им оформяне като динамични блокове, съобразно нуждите на даден проектант, тъй като в повечето случаи те не са създадени като такива. Преработване на библиотеката от готови елементи ще се наложи и ако те са създадени в друга измервателна система, различна от метричната. Трябва да се има предвид, че някои от предлаганите библиотеки са платени.

Като пример за използване на готови външни библиотеки в настоящата разработка са разгледани няколко групи от готови модели на арматури на руската фирма „АДЛ” и фасонни части на немската фирма „GEORG FISCHER”, някои от които са представени съответно на фиг.4.40 а) и б), като са изведени особеностите при използването им.



Фиг.4.40. Блокове от готови модели на арматури и фасонни части

За рационалното им прилагане в модела за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в средата на AutoCAD, беше извършено оформяне на елементите като динамични блокове и създаване на съответните инструментални палитри (фиг.4.41).

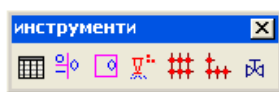
Независимо дали се използват готови или собствени библиотеки при проектирането на тръбни мрежи, е необходимо време за тяхното структуриране и оформяне. Това осигурява по лесното намиране на конкретния елемент и възможността за генериране на спецификации.

В края на параграфа са представени няколко допълнително създадени инструменти за оптимизиране процеса на проектиране.



Фиг.4.41. Инструментални палитри с динамични блокове на арматури

Наличието на еднотипни и повтарящи се действия в процеса на проектиране на дадена тръбна система и съставяне на проектната документация, обуславят необходимостта от създаване на допълнителни инструменти за автоматизирането им. С цел изследване на възможностите в тази посока, в настоящата разработка е създадена допълнителна лента (фиг.4.43) с команди, в които са заложени макроси изпълняващи често използвани задачи - автоматично генериране на спецификации; вмъкване на динамичен блок за създаване на многоредова или едноредова мрежа от спринклери; промяна на броя и вида на изгледите в работното поле и др.

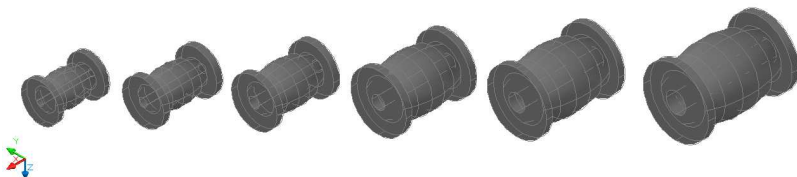


Фиг.4.43. Лента „инструменти”

Допълнителни инструменти, улесняващи проектантския процес могат да бъдат създадени и чрез някой от програмните езици, вградени в AutoCAD. Най-известният от тях е AutoLISP, чрез който освен да се създават нови команди и предефинират вече съществуващи такива, могат да се съставят собствени програми според нуждите на потребителя, което определя голямата адаптивност на програмата.

В последната част от параграфа са представени примери за приложение на AutoLISP, с цел оптимизиране процеса на създаване на 3D модели, чрез програмен код с наименование „sk”- за геометрично моделиране на 3D модели на спирателен кран за диаметри от ф15 до ф200.

Чрез промяна на някои от параметрите в програмния код “sk” се получава нов програмен код за геометрично моделиране на 3D модел на възвратна клапа за същите диаметри с наименование “vk”. На фиг.4.46. са представени някои от елементите, които се генерират при зададените диаметри.



Фиг.4.46. 3D модели на възвратна клапа, създадени чрез командата “vk”

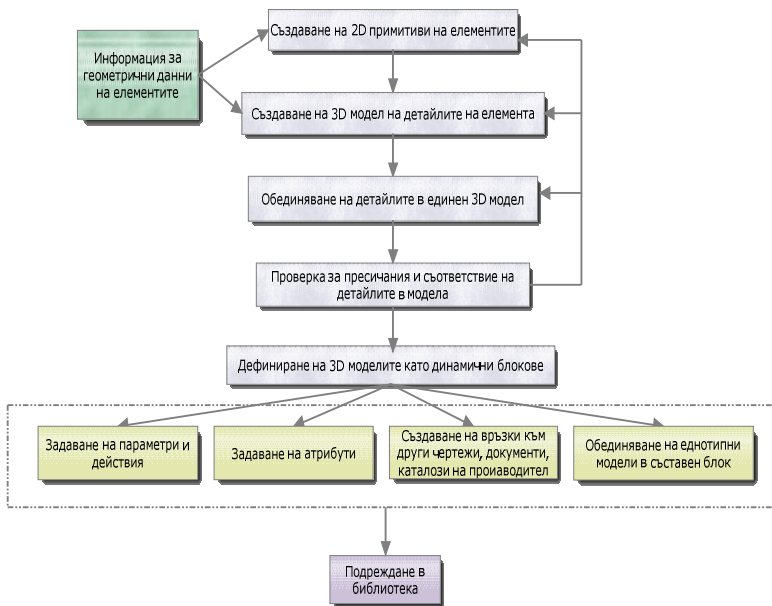
Създадените и представени в този параграф библиотека от собствени динамични блокове от 3D модели и инструменти за работа с тях и с външни библиотеки, както и предложените допълнителни инструменти за създаване на елементи, стилове и документи, формират един алтернативен модел за проектиране в среда на AutoCAD чрез твърдотелни модели, ориентиран към сградните противопожарни водоснабдителни системи.

5. Заключение относно извършеното в трета глава

Въз основа на направения в тази глава преглед и анализ на основните методи и особености при изобразяване на геометрични модели в AutoCAD е възприет методът за твърдотелно геометрично моделиране на 3D обекти като основен в настоящата разработка и е приложен при създаването на модели на тръбните елементи, използвани при проектирането на противопожарни водоснабдителни системи в сгради.

Представените особености и варианти на създаване на 3D модели на най-използваните тръбни елементи в една противопожарна водоснабдителна система, показват възможността за създаване в AutoCAD на твърдотелни модели от различен вид чрез набор от стандартни команди. На базата на представената последователност на конструиране на моделите е предложена методология, която е систематизирана и представена чрез блок-схема на фиг.4.47.

За да могат да се ползват многократно създадените модели на тръбните елементи в различни проекти, са създадени и представени средства, оптимизиращи работата с тях - групиране в библиотеки, конфигуриране на динамични блокове със задаване на атрибути, създаване на нови инструменти с команди и нова конфигурация на работното поле.



Фиг.4.47. Блок-схема на методологията на създаване на 3D модели на тръбни елементи

Резултати от направения анализ в трета глава.

- Обоснована е необходимостта от използването на метода на твърдотоделно моделиране при конструиране моделите на тръбни елементи;
- Съставена е методология за създаване на 3D модели на тръбни елементи с представени конкретни примери, с което е показана възможността за конструиране на твърдотоделни модели от различен вид чрез набор от стандартни команди в AutoCAD;
- Предложена е принципна схема за групиране на 3D моделите, на базата на която са обединени в библиотека;
- Създадена е библиотека от динамични блокове на 3D твърдотоделни модели на цинковани фасонни части – 110 бр.;
- Представена е последователността на създаване на библиотеката и организацията на работа с нея чрез използване на Design center; създаване на

допълнителни елементи в интерфейса на програмата. В тази връзка са създадени допълнителни ленти с инструменти (toolbars) и нови инструментални палитри (Palettes), съдържащи видовете блокове от библиотеката, разпределени по групи и допълнителни команди на база макроси за изпълнение на често повтарящи се действия;

➤ Разгледани са възможностите за използване на външни готови библиотеки от 3D модели на тръбни елементи и са посочени предимствата и недостатъците им;

➤ Като пример за оптимизиране процеса на създаване на 3D модели е представен програмен код, създаден чрез AutoLISP за геометрично моделиране на 3D модел на спирателен вентил.

На базата на анализа и резултатите, представени в тази глава е *предложен модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи чрез твърдотоделно моделиране в среда на AutoCAD, като една алтернативна възможност за работа със софтуерната система с оглед повишаване автоматизацията и качеството на проектантския труд.*

Глава IV ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА РАЗРАБОТЕНИЯ МОДЕЛ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА СГРАДНИ ПРОТИВОПОЖАРНИ ВОДОСНАБДИТЕЛНИ СИСТЕМИ ЧРЕЗ ТВЪРДОТЕЛНО МОДЕЛИРАНЕ В СРЕДА НА AUTOCAD

В четвърта глава е представена практическата реализация на разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи, с което е доказана възможността и ефективността от прилагането му. Предложена е структура на софтуерно приложение за проектиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи.

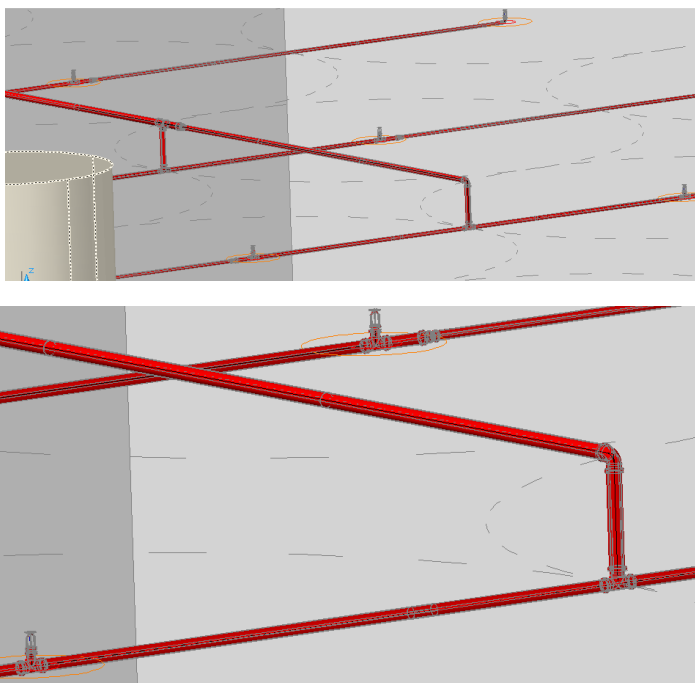
1. Приложение на разработения модел при проектиране на конкретни обекти.

В параграфа е представено приложението на разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в среда на AutoCAD при проектиране на два вида противопожарни системи – спринклерна инсталация в подземен паркинг и система с пожарни кранове в обществена сграда, като работна среда е използвана софтуерната система за проектиране AutoCAD 2007 с допълнително създадени инструменти за работа и библиотека от готови модели.

Първото приложение на разработения модел за проектиране е направено при решение на спринклерната инсталация в подземен паркинг, която представлява елемент от дипломна работа на тема: „Пожарна безопасност на

технически проект - обект: Подземен паркинг, кафе-бар и автомивка в п-л ХХІ кв. 188, гр. Шумен” на дипломант от катедра Строителство на сгради и съоръжения, Архитектурен факултет при ВСУ ”Черноризец Храбър”, випуск 2010 г.

Решението на спринклерната инсталация е направено на база архитектурен проект на подземния паркинг, Наредба №Із-1971/29.10.2009г. за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар и БДС-EN 12845 „Стационарни противопожарни системи. Автоматични спринклерни системи. Проектиране, монтиране и поддържане“

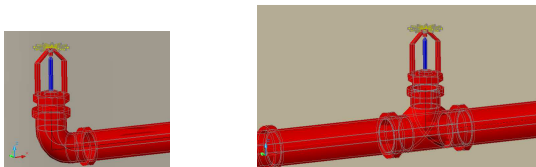


Фиг.5.3. 3D изглед на модела на спринклерната инсталация

Разработването на спринклерната система е извършено в предварително оформен файл-шаблон, който съдържа необходимите настройки, формирани на база създадената допълнително към интерфейса на програмата нова конфигурация на работното поле с наименование „Гръбни системи”, съдържаща нови ленти и палитри с инструменти, отговарящи на стандартите за САD проектиране. При вмъкване на различни видове обекти чрез новосъздадените инструменти, в списъка със слоеве се появява допълнително слой, в който вмъкнатия обект е създаден. Това дава възможност

първоначалния брой на слоевете във файла-шаблон да е малък, с което намалява възможността за поява на неизползваеми слоеве.

Създаден е 3D модел на част от спринклерната система с наличните в разработената библиотеката 3D блокове на тръбни елементи.



Фиг.5.4. Спринклерни глави

При използване на разработения модел за проектиране на системата са необходими основни познания за работа със стандартните команди в тримерното пространство на AutoCAD. Наименованията на новосъздадените инструменти са на български език, което улеснява използването им.

Основните етапи в процеса на построяване на спринклерната система на база 3D архитектурния модела на сградата са:

а) Разполагане на спринклерите - Съобразно конфигурацията на архитектурното разпределение, разполагането на спринклерите може да се изпълни чрез поединично или групово вмъкване на спринклерните глави, използвайки създадените динамични блокове и инструментите за работа с тях. В случаят е използвана новосъздадената команда за вмъкване на динамичен блок за създаване на многоредово разположение на спринклерните глави. Този инструмент е особено ефективен при помещения с по-големи размери, където броят на спринклерните глави е също голям.

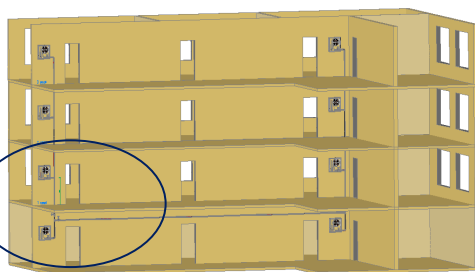
б) Свързване на спринклерите с разпределителни участъци – Изпълнява се на база трасиране на направление, избор на необходимите фасонни части и тръби от библиотеката с 3D модели и разполагането им в съответното положение. Основна роля за бързото позициониране и ориентация на елементите в пространството има динамичността на блоковете, която се базира на начина на тяхното създаване.

в) Решение на главните клонове – местоположение и връзка с разпределителните клонове.

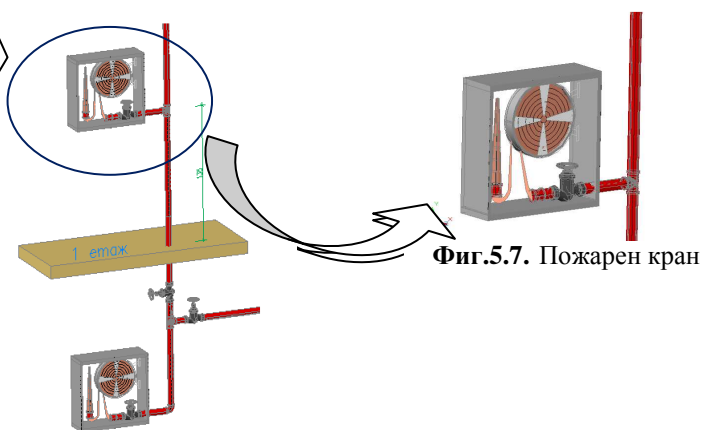
При всеки един от етапите се следи за правилното височинно разполагане и свързване на елементите.

В резултат на извършеното се получава цялостен 3D твърдотелен модел на разглежданата част от спринклерната система, който може да се ползва понататък за генериране на различни видове проектни документи – изгледи, разрези, извличане на данни за спецификации и др.

Друго приложение на разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи е направено за примерно архитектурно решение на обществена сграда, за която е предвидена противопожарна система с пожарни кранове. Противопожарната водоснабдителна система е решена с два вертикални клона с пожарни кранове на всеки етаж (фиг.5.5).



Фиг.5.5. 3D модел на ПП система с ПК



Фиг.5.6.

Фиг.5.7. Пожарен кран

Представените в тази точка примери за приложение на разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи, потвърждават възможността за неговото прилагане и показват ефективността на работа, при създаване на отделните елементи на системите в различните етапи на проектиране.

Включването на разработения модел за проектиране в програмен модул на специализирано софтуерно приложение в тази област, би повишило ефективността от неговото приложение.

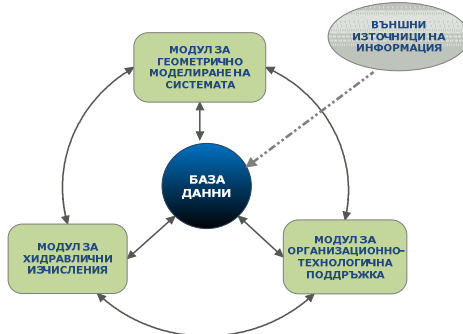
2. Структура на софтуерно приложение за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи

На база разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи е възможно създаването на софтуерно приложение с цел постигане на по-голяма интуитивност в процеса на проектиране на този вид системи. Това софтуерно приложение трябва да отговаря на следните критерии:

- да е приложимо за проектиране на всякакъв вид сградни противопожарни водоснабдителни системи;
- да е разработено на база софтуерната система за проектиране AutoCAD и вградените в нея програмни езици;
- в него да са заложени националните стандарти и норми за проектиране;
- да е с интерфейс на български език;
- да е с отворена структура с възможност за надграждане и развиване;
- да дава възможност за използване на външни източници на информация.

Моделът на софтуерното приложение може да бъде изграден на базата на предложената структура, представена на фиг.5.8., включваща три модула:

- модул за геометрично моделиране на системата – чрез който ще се създава модела на тръбната система;
- модул за хидравлични изчисления – чрез който ще се извършва хидравлично оразмеряване на елементите на системата;
- модул за организационно-технологична поддръжка – чрез който ще се оформя проектната документация и комплектова с необходимите детайли, спецификации, технологични схеми, инструкции и др.



Фиг.5.8. Структура на софтуерно приложение за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи

Модулите са свързани с двупосочни връзки, както помежду си, така и с основно ядро от база данни, съдържащо всички необходими настройки на интерфейса, стилове, библиотеки от 3D и 2D модели на тръбни елементи, материали, детайли и др. Връзката на базата данни с външни източници на информация е необходима за осигуряване на достъп до външни библиотеки с готови елементи и спецификации на производители и др.

Всеки един от модулите би следвало да има три основни части в своята структура (фиг.5.9), съответно лингвистична, информационна и програмна част.



Фиг.5.9. Структура на програмнен модул

Лингвистичната и информационната части обслужват програмната част, която е основна и съдържа програмните кодове за създаване на ползвателски менюта, диалогови прозорци и други нови инструменти за работа.

Представените в тази точка структура на софтуерно приложение и съставящите го програмни модули, определят основните насоки при създаване на специализиран софтуерен продукт за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи на база AutoCAD.

3.Заклучение от извършеното в четвърта глава

Въз основа на разгледаното в тази глава приложение на разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в среда на AutoCAD, могат да бъдат изведени следните резултати:

- Прилагането на разглеждания модел при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи е възможно и значително улеснява процеса на твърдотоделното моделиране на този вид системи;
- Чрез предложения модел за проектиране, тръбната система се създава като цял 3D обект, което дава възможност, да се получат всички необходими проекции, разрези, детайли, спецификации и др.;
- Използването на създадената библиотека за 3D модели на тръбни елементи и допълнителните инструменти за работа, улесняват и ускоряват процеса на създаване на модела на тръбната система;

➤ Заложените в модела настройки на слоеве, текстови и димензионни стилове, типове линии и др., дават възможност да се оформи проектната документация съобразно изискванията на стандартите;

➤ За прилагането на модела при различни решения на тръбни системи, е необходимо допълване на библиотеката с 3D модели на всички елементи, които биха били част от една сградна противопожарна водоснабдителна система;

➤ Въз основа на разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи е възможно създаването на софтуерно приложение в тази насока на база предложената структура.

На базата на анализа и резултатите, представени в тази глава **се потвърждава възможността за прилагане и ефективността на работа с предложения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи чрез твърдотоделно моделиране в среда на AutoCAD, като една алтернативна възможност за работа със софтуерната система с оглед повишаване автоматизацията и качеството на проектантския труд.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изискванията за пожарна безопасност представляват важна част от нормите за строежите в страните от Европейската общност, а вече са част и от нашата нормативна база, което създава нови предизвикателства пред проектантите в страната, както по отношение на сградните противопожарни водоснабдителни системи, така и в останалите направления на строителното проектиране.

За постигане на висока прецизност и качество на изпълнение при проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи е необходимо прилагане на съвременни софтуерни продукти, чрез които да се оптимизира проектантския процес. Алтернативните възможности за проектиране чрез твърдотоделно моделиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи, разгледани в дисертационния труд, подпомагат изготвянето на пълна и точна проектна документация в съответствие с нормативните изисквания и новите тенденции в компютърната графика, като обуславят правилното, безпроблемно изпълнение и експлоатация на този вид системи. Представените в дисертацията анализи се базират на синтез на няколко направления в инженерните науки - автоматизация на проектиране, противопожарна техника и водоснабдяване, което я определя като интердисциплинарна и адекватна на новите реалности.

ОБОБЩАВАЩИ ИЗВОДИ

В дисертационния труд е извършено следното:

1. Направен е обзор на нормативните документи и стандарти, действащи към момента по отношение на проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи и е анализирано реалното им приложение.
2. Анализирани са използваните досега методи за проектиране и въз основа на това са дефинирани основните групи проблеми при проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи.
3. Направен е сравнителен анализ на възможностите на съвременните софтуерни продукти за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи, като са изведени техните основни характеристики, предимства и недостатъци.
4. Разработен е модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в среда на AutoCAD на база:
 - съставена методология за създаване на 3D модели на тръбни елементи като динамични блокове;
 - предложена принципна схема за групиране на 3D моделите;
 - създадена библиотека от 3D твърдотелни модели на основни елементи на сградните противопожарни водоснабдителни системи с възможност за допълване и редактиране;
 - създадени допълнителни инструменти в интерфейса на програмата: допълнителни ленти с инструменти, нови инструментални палитри, съдържащи видовете блокове от библиотеката, разпределени по групи, допълнителни команди на база макроси за изпълнение на често повтарящи се действия.
5. Разгледани са възможностите за използване на външни готови библиотеки от 3D модели на тръбни елементи и са посочени предимствата и недостатъците им.
6. Като пример за оптимизиране процеса на създаване на 3D модел е представен програмен код, създаден чрез AutoLISP, за геометрично моделиране на 3D модел на спирателен кран.
7. Обоснована е възможността за създаване на софтуерно приложение на база разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи и е представена неговата конструкция и структурата на изграждащите го програмни модули.
8. Представена е практическата реализация на разработения модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи чрез приложението му върху конкретни обекти, с което се потвърждава възможността и ефективността от използването му.

Приноси:

1. Научно-приложни

- 1.1. Разработен и приложен е модел за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в среда на AutoCAD.
- 1.2. Създадена е библиотека от 3D твърдетелни модели на основни елементи на сградните противопожарни водоснабдителни системи.
- 1.3. Създадени са нови инструменти в интерфейса на програмата, улесняващи процеса на проектиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи.
- 1.4. Разработена е структура на софтуерно приложение за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи.

2. Методични

- 2.1. Извършен е сравнителен анализ на възможностите на съвременните софтуерни продукти по отношение проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи.
- 2.2. Теоретично е изследван и анализиран процеса на инвестиционно проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи, като са посочени проблемите и предпоставките за тяхното формиране.

Възможности за приложение:

Разработката има теоретичен и практико-приложен характер.

1. Резултатите от нея могат да намерят приложение в учебния процес на ОКС „магистър” на специалности „Противопожарна техника и автоматика” и „Водоснабдяване и канализационни системи и съоръжения” на катедра „Строителство на сгради и съоръжения” при Архитектурен факултет на ВСУ”Черноризец Храбър”.
2. Разработеният модел за проектиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи, след комплектоване на библиотеката с всички необходими 3D модели, може да се използва от проектантите в тази област.
3. На базата на разработената структура на софтуерно приложение може да бъде създадена интегрирана система за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи в среда на AutoCAD.

Насоки за бъдещото развитие:

1. Допълване на библиотеката с всички необходими видове 3D модели на елементи на сградните противопожарни водоснабдителни системи.
2. Разработване на методически ръководства за използване на предложения модел за проектиране чрез твърдотоделно моделиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи в среда на AutoCAD и за създаване на собствени библиотеки и инструменти за работа с тях.
3. Създаване на софтуерно приложение към AutoCAD на база предложения модел за проектиране на сградните противопожарни водоснабдителни системи.

Публикации по дисертационния труд

1. **Георгиева А.**, *Методика за приложение на AutoCAD при проектиране и твърдотоделно 3D моделиране на сградни водоснабдителни инсталации*, Научно-практическа конференция “Архитектура, строителство - съвременност”, V.2007г., с.393-396
2. **Георгиева А., А.Киров**, *Прилагане на европейските стандарти и норми при проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи*, Международна научна конференция „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения и приложение на Еврокодовете DCB 2010 “ IX. 2010 г., Варна, с.68-72
3. **Георгиева А.**, *Възможности за проектиране на сградни противопожарни водоснабдителни системи със съвременни софтуерни продукти*, ВСУ, научен алманах 2010, серия “Архитектура и строителство”, с.153-156
4. **Георгиева А.**, *Аспекти на геометричното твърдотоделно моделиране на тръбни елементи*, 5-та международна научна конференция “Архитектура, строителство - съвременност”, VI.2011г., с.492-498