

Содержание:

1. Введение
2. Блоки с атрибутами как элементы гидравлической схемы
3. Извлечение данных из файла AutoCAD (dwg) в Excel (xls)
4. Обработка данных средствами *MS Excel*
5. Минимизация возможных ошибок при задании данных
6. Варианты по оптимизации расчетного комплекса программ
7. Литература
8. Приложения

Введение

При работе с проектами сложных объектов большого числа проектировщиков достаточно актуальной становится задача оптимизации внесения данных из гидравлической схемы объекта проектирования, выполненной в программе AutoCAD, в специализированные программы составления сметного расчета данных о расходных материалах. Одним из путей реализации этой задачи и задачи составления спецификации чертежа является извлечение атрибутивных данных специально описанных блоков.

Задача передачи данных из одной программы в другую решалась при разработке большого программного комплекса «АПОФЕОС» [1-6], а также при определении экономической эффективности различных расчетных схем в различных программных комплексах [7 - 11].

Цель работы – оптимизация внесения данных в гидравлическую схему в программе AutoCAD с последующим извлечением данных в смету расходных материалов в формате xls.

Гидравлическая схема фреоноводов входит в состав исполнительной документации проекта и относится к пятому разделу 5 «Подраздел 5.3.5. Система холодоснабжения». Примеры гидравлических схем приведены на рис. 1.

Рис. 1. Примеры гидравлических схем приведены

Схема вычерчивается в системе AutoCAD с использованием блоков отдельных элементов. После этого необходимо выполнить подсчет расходных материалов (элементов) схемы, их сортировку и помещение в таблицу спецификации. Затем те же данные вбиваются в «Смету расходных материалов» в файл формата Excel и в дальнейшем корректируются при создании коммерческих предложений (документов). Смета не является спецификацией чертежа, но предлагаемый способ извлечения данных позволяет при необходимости внести их значения и в спецификацию чертежа, выполненную по ГОСТ.

Нами предлагается внести в используемые системой *AutoCAD* блоки специальные поля описания называемые «атрибуты». Это позволяет упростить и систематизировать оформление как самой графической схемы, а также дает возможность в автоматическом режиме получать необходимые данные в табличном виде.

Для извлечения данных из чертежа будем использовать заранее настроенный файл формата “dwg”. В него нужно будет внести расчётную схему путем стандартного копирования данных (нажатие клавиш Ctrl+C или Ctrl+V).

Для запуска процесса используем программу, написанную на внутреннем языке AutoLisp, для удобства интерфейса так же написана программа(dcl) для вывода диалогового окна в AutoCAD.

Блоки с атрибутами как элементы гидравлической схемы.

Элементами схемы в файле формата “dwg” являются динамические блоки с атрибутами. Задание значений атрибутов блока позволяет нам извлекать из чертежа готовую базу данных.

Как правило, на чертеже имеется 6 типов трубопроводов:

- жидкостная труба среднетемпературная. Тэг атрибута - СТ_Ж,
- жидкостная труба низкотемпературная. Тэг атрибута - НТ_Ж,
- труба на всасывание компрессора среднетемпературная. Тэг атрибута - СТ_ВС,
- труба на всасывание компрессора низкотемпературная. Тэг атрибута - НТ_К,
- труба на конденсатор среднетемпературная. Тэг атрибута - СТ_К,

- труба на конденсатор низкотемпературная. Тэг атрибута - НТ_К.

Диаметр трубы может принимать одно из 12 возможных значений диаметра – 10, 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54, 67, 80 и 92.

Для внесения данных используется динамический блок с атрибутами:

Рис. 2. Динамический блок

Это позволяет не только считывать данные из блока, но и изменять положение и угол поворота значений атрибутов «по месту» (рис. 3).

Рис. 3. Изображение динамического блока на схеме

Разный цвет отображения атрибута определяет к какому трубопроводу относится значение (жидкость, всасывание, конденсатор).

Таким образом мы получаем возможность извлечь данные в смету расходных материалов с учетом диаметра и функционального использования трубы.

Используемые типовые блоки схемы

Блок «Труба медная» на схеме обозначается .

Заводится значение диаметра и длина участка трубы в Тэг соответствующий типу трубы.

Пример заполнения атрибутов блока в диалоговом окне на чертеже приведен на рис. 4:

Рис. 4. Пример заполнения атрибутов блока «Труба медная»

Блок «Уголок медный 90» на схеме обозначается

Заводится значение диаметра (16) и количество (2) в Тэг соответствующий типу трубы (рис. 5).

Рис. 5. Пример заполнения атрибутов блока «Уголок медный 90»

Блок «Переходник медный» на схеме обозначается

Блок «Переходник медный» определяется двумя диаметрами и задание их в атрибутах повышает риск ошибки. Для помощи проектировщикам была выбрана дискретная форма ввода значений из окна выбора (рис. 6):

Рис. 6. Окно выбора диаметров блока «Переходник медный»

Создается блок («Переход медный») не содержащий в себе ничего кроме еще одного блока («Переход медный D-D») содержащего только атрибут. В разных отображениях (видимостях) (visibility) блока «Переход медный» внесен один и тот-же блок - «Переход медный D-D» с атрибутом, но с разными значениями атрибута. Это позволяет сохранить один и тот же тэг Tag(СТ_Ж) по которому будут отсортированы результаты, но при этом каждый раз выбрать необходимое значение предлагаемых переходных диаметров.

Рис. 7. Окно задания атрибутов «Переходник медный»

Блок «Виброгаситель» на схеме обозначается , а в качестве атрибута задается значение диаметра трубы и атрибут соответствующий типу трубы виброгасителя (рис. 8).

В диалоговом окне рис.8 для примера задан диаметр среднетемпературной трубы на всасывание равным 12 мм.

Рис. 8. Окно задания атрибутов «Виброгасителя»

Блок «Тройник медный» на схеме обозначается В качестве атрибута задается диаметр.

Блок «Вентиль шаровой» на схеме обозначается Задается значение диаметра в атрибут соответствующий типу трубы.

Блок «Фильтр жидкостной» на схеме обозначается задается значение диаметра.

Блок «Шумоглушитель» , задается значение диаметра.

Блок «Клапан Шредера» на схеме обозначается подсчитывается общее количество (соответствует числу одноименных блоков)

Блок «Клапанный узел TES-2» на схеме обозначается , в качестве атрибута указывается номер клапана

Блок «Клапанный узел TES-5» на схеме обозначается , в качестве атрибута указывается номер клапана

Блок «Электронный расширительный вентиль АКV10» на схеме обозначается , в качестве атрибута указывается номер клапана

Блок «Электронный расширительный вентиль АКV15» на схеме обозначается , в качестве атрибута указывается номер клапана.

Блок «Соленойдный вентиль ERV3» на схеме обозначается , задается значение диаметра трубы.

Блок «Соленойдный вентиль ERV6» на схеме обозначается , задается значение диаметра трубы.

Блок «Регулятор давления кипения KVP» на схеме обозначается , задается значение диаметра трубы.

Готовая схема собирается из этих 16 типовых блоков и сохраняется в новый файл «Расчетный файл.dwg». В нем будет удобно провести извлечение данных «одним нажатием кнопки» так как он заранее для этого настроен.

Файл для извлечения данных (Расчетный файл.dwg) извлекает :

1. Названия блоков.

2. Тэги атрибутов.

3. Значения атрибутов блоков.

Настройки извлечения данных сохранены в файл в формате “dxe”. При использовании команды «_dataextraction» в программе AutoLisp в качестве настроек будет указан файл “IZVL_HIDRA.dxe”:

(command"-dataextraction")

(command"C:\\АвтоРасчетГидравлика\\IZVL_HIDRA.dxe")

(command"YES")

Для удобства запуска программы AutoLisp создана и настроена на запуск программы новая кнопка в меню программы AutoCAD.

Для выбора вариантов работы программы запрограммировано диалоговое окно приведенное на рис. 9.

Рис. 9. Окно задания вариантов работы

При выборе среднетемпературного контура данные извлекаются в файл «ACAD_EXEL_step1.xls».

При выборе низкотемпературного контура в файл «ACAD_EXEL_step1_NIZ.xls».

Установка галочки «Открыть Смету по расходным материалам» автоматически открывает файлы «ACAD_EXEL_step1.xls», «ACAD_EXEL_step1_NIZ.xls», «Смета_по_расходным_материалам.xls».

Эти файлы находятся по одному постоянному адресу (C:\АвтоРасчетГидравлика) и при каждом новом расчете их содержание обновляется.

Обработка данных средствами MS Excel

Файлы «ACAD_EXEL_step1.xls», «ACAD_EXEL_step1_NIZ.xls» -промежуточные файлы извлеченных данных.

Рис. 10. Содержание файлов Excel

Числовые данные (значения атрибутов) извлекаются автокадом как текст и для дальнейшей обработки их требуется преобразовать в числовой формат. Для преобразования всех значений таблицы в числовой формат можно умножить все значения ячеек на 1 (рис. 11).

Рис. 11. Содержание файлов Excel после их нормализации

Эти преобразования сохраняются во вкладке «*Цифра*» файла «Смета_по_расходным_материалам.xls», и происходят автоматически при открытии файла.

В смету расходных материалов данные по длине различных участков трубопровода попадают с использованием функции «СУММЕСЛИМН» условное суммирование с несколькими условиями.

Например ячейка «С8» файла «Смета_по_расходным_материалам.xls» содержит формулу :

```
=СУММЕСЛИМН(цифра!$E$2:$E$10000;[ACAD_EXEL_step1.xls]Summary!$A$2:$A$10000;"медная";цифра!$B$2:$B$10000;"=10")
```

Эта строка означает, что если в файле «ACAD_EXEL_step1.xls» в столбце «А» встречается текст "Труба медная" (название блока), при этом в ячейке «В» (диаметр жидкостного трубопровода) стоит значение 10, то данные ячейки «В» суммируются в ячейку «С8».

Данные для суммирования берутся из вкладки «*Цифра*» - ...
цифра!\$B\$2:\$B\$10000... так как арифметические действия можно проводить только с данными переведенными в числовой формат.

Рис. 12. Пояснения к алгоритму реализации расчета

На участке трубопровода также задается мощность характеризующая тепловое напряжение на участке(3500 Вт), но в смете расходных материалов эти значения не используются.

В строках, где необходим подсчет количества элементов схемы(вентили, клапана, соленойды и.т.д.) используется функция «СЧЁТЕСЛИМН».

На пример:

```
=СЧЁТЕСЛИМН([ACAD_EXEL_step1_NIZ.xls]Summary!$A$2:$A$10000;"Переход медный D-D";[ACAD_EXEL_step1_NIZ.xls]Summary!$E$2:$E$10000;"=54-42")
```

Если в файле «ACAD_EXEL_step1.xls» в строке встречается название блока "Переход медный D-D"(столбец «А»), значения диаметров переходника "54-42" (столбец «Е»), в ячейку «С84» файла «Смета_по_расходным_материалам.xls» прибавляется единица.

Чтобы исключить из конечной сметы формулы и оставить только окончательные результаты в виде числовых значений используем макрос *MS Visual Basic* :

```
Sub схема()
```

```
Application.ScreenUpdating = False
```

```
ActiveSheet.Copy After:=Sheets(Sheets.Count)
```

```
Cells.Copy
```

```
Cells.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues
```

```
ActiveSheet.Move
```

```
Application.ScreenUpdating = True
```

```
End Sub
```

Для удобства запуска макроса назначается горячая клавиша.

В результате получаем файл с цифровыми значениями, без формул в ячейках и связей с другими файлами.

Алгоритм действия при расчете готовой схемы следующий:

1. Копирование схемы в расчетный файл./АВТОКАД/
2. Запуск AutoLisp программы(кнопка в автокаде). /АВТОКАД/
3. Выбор типа схемы в диалоговом окне(среднетемпературная или низкотемпературная). /АВТОКАД, при нажатии ОК средствами AutoLisp открываются файлы Excel/

4. Запуск макроса Excel горячей клавишей. /Exel/.

Полученные данные из сметы формата xls импортируются в программу «1С предприятие» и используются для составления коммерческих документов (например выставление счета клиенту).

Минимизация возможных ошибок при задании данных

Важно понимать, что в ручном методе подсчета, возможность ошибки сосредоточена в механическом подсчете и сортировке данных. Вероятность совершить такую ошибку достаточно высока.

В программном способе обработке данных ошибка подсчета исключается, но сохраняется риск совершить ошибку при задании данных в блоки.

Возможные ситуации:

- *неточно заведены числовые значения*

В данном случае все зависит от аккуратности оператора.

Возможна автоматизированная проверка заведенных значений атрибутов.

- *не все значения атрибутов заведены в схему*

В файле шаблона в атрибутах установлено значение “#”. Его наличие в извлеченных данных отслеживается и в конечном файле сметы появится соответствующее уведомление (рис. 13).

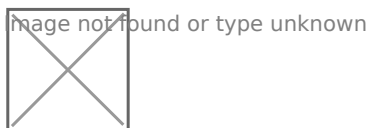


Рис. 13. Уведомление об ошибке

- *в файле присутствуют блоки не входящие в схему.*

Внесение схемы в расчетный файл путем копирования выбранной области исключает появление посторонних блоков с атрибутами.

В условных обозначениях используются не блоки с атрибутами, а их изображение в виде WMF файла.

- промежуточный расчетный файл не обновился при извлечении данных в новый расчет попадут устаревшие данные.

Такая ситуация возможна если промежуточный расчетный файл по каким-то причинам открыт и его перезапись невозможна.

Для того чтобы отследить это в файле «Смета_по_расходным_материалам.xls» справа от рабочей таблицы указывается точное время создания промежуточных файлов, оно должно соответствовать текущему времени расчета.

Это делается с помощью макроса Excel:

Рис. 13. Уведомление об ошибке

Можно отследить время и дату извлеченных данных на которых основан расчет.

Направления оптимизации комплекса программ

Нам видятся два направления оптимизации комплекса. Первый написать подпрограмму отслеживающую возможность заведения в атрибуты только фиксированные значения, на пример для диаметров – {10,12,15,18,22,28,35,42,54,67,80,92}.

Создать маркер подсвечивающий не заведенные значения на схеме, это даст возможность быстрее отыскивать их на схеме.

Второй вариант оптимизации состоит в следующем. Техническое задание по данному проекту предусматривало расчет длин трубопроводов по значению атрибута блока - по заданному числовому значению, (это связано с методикой вычерчивания схемы инженером-холодильщиком), но более перспективным видится возможность считывать длину трубопровода непосредственно с длины 3D-полилиний на чертеже, так как это будет иметь более точную привязку к элементам конструкции здания и позволит избежать возможных ошибок при вводе числовых значений.

Приложения

Код программы для диалогового окна на языке DCL.

```
dia : dialog {  
label = "  Расчет гидравлической схемы";  
fixed_height = true;  
: spacer{height=1;}  
: image {height = 8;width = 17;color = 0;key = "GID";}  
: boxed_column { label = "Выберите рассчитываемый контур";  
: radio_row {  
: radio_button {key = "ST"; label =  
"среднетемпературный"; }  
: radio_button {key = "NT"; label = "низкотемпературный"; }  
: spacer{height=5;}  
}  
}  
  
: radio_row {  
: text {label = "  "; }  
  
: toggle { label = "открыть Смету по расходным материалам"; key = "XLV";  
value = "0"; }  
}  
: spacer{height=2;}  
  
: row {
```

```
ok_button;  
cancel_button;  
}  
}
```

Код программы на AutoLisp

```
(defun C:SHS()  
  
  ;;--- Load the dcl file  
  
  (setq dcl_id (load_dialog "dia.dcl"))  
  
  (setq onof 0)  
  
  ;;--- Load the dialog definition if it is not already loaded  
  (if (not (new_dialog "dia" dcl_id))  
      (progn  
        (exit)  
      )  
    )  
  
  ;;--- If an action event occurs, do this function  
  ;(action_tile "ST" "(setq ddiag 2)(saveVars)(done_dialog)")  
  ;(action_tile "ST" "(setq ddiag 1)(done_dialog)")  
  
  (setq what_next 8)
```

```
(while (< 2 what_next)
```

```
(start_image "GID")
```

```
(setq rix (dimx_tile "GID"))
```

```
(setq riy (dimx_tile "GID"))
```

```
(slide_image 0 0 1000 100 "GG" )
```

```
(end_image)
```

```
(action_tile "ST" "(setq on_rad $key)")
```

```
(action_tile "NT" "(setq on_rad $key)")
```

```
(action_tile "XLV" "(setq onof $value)")
```

```
;(action_tile "accept" "(done_dialog 1) (ok_tab)")
```

```
(action_tile "accept" "(done_dialog)")
```

```
(action_tile "cancel" "(exit)")
```

```
(setq what_next (start_dialog))
```

```
)
```

```
(unload_dialog dcl_id) ; Unload the DCL file
```

```
; (setq relst ret_value1)
```

```
(princ onofxl)
```

```
(if (= on_rad "ST" )
```

```
(progn
  (command"-dataextraction")
  (command"C:\\АвтоРасчетГидравлика\\IZVL_HIDRA.dxe")
  (command"YES")
)
)

(if (= on_rad "NT" )
  (progn
    (command"-dataextraction")
    (command"C:\\АвтоРасчетГидравлика\\IZVL_HIDRA_NIZ.dxe")
    (command"YES")
  )
)

(if (= onOF "1" )
  (progn

    (startapp "C:\\Program Files (x86)\\Microsoft
Office\\Office14\\excel.exe""C:\\АвтоРасчетГидравлика\\ACAD_EXEL_step1.xls
C:\\АвтоРасчетГидравлика\\ACAD_EXEL_step1_NIZ.xls
C:\\АвтоРасчетГидравлика\\Смета_по_расходным_материалам.xls")

  )
)
)
```

Пример заполнения данных