

ИЗСЛЕДВАНЕ ОСОБЕНОСТИТЕ НА ПРЕСИЧАЩИТЕ СЕ ЕЛЕМЕНТИ НА ЦИЛИНДРИЧНА ТРЪБНА МРЕЖА. ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА КОМПЮТЪРНИ ПРОГРАМИ

Зоя Д. Цонева¹, Анелия М. Стоянова²

¹ Технически Университет - Варна
Катедра „Индустириален Дизайн“
Ул. „Студентска“ №1, Варна, България
zoia_tsoneva@abv.bg

² Технически Университет - Варна
Катедра „Технология на машиностроенето
и металорежещи машини“
Ул. „Студентска“ №1, Варна, България
tatuna10@abv.bg

РЕЗЮМЕ — В настоящата статия се разглеждат различни методи за решаване на задачи от пресичането на тръбни елементи с кръгъл профил, чрез методите на инженерната графика и приложената геометрия. Представени са и възможности за използване на програмни продукти.

Ключови думи: инженерна графика, пресичане на цилиндрични повърхнини, приложна дескриптивна геометрия, тръбни мрежи.

STUDY FEATURE OF INTERSECTING ELEMENTS OF THE CYLINDER PIPE NETWORK. POSSIBILITIES FOR APPLICATION OF COMPUTER PROGRAMS

Zoya Tsoneva¹, Anelia Stoyanova²

Technical University of Varna
Department of Industrial Design
„Studentska“ Str. №1, Varna, Bulgaria
zoia_tsoneva@abv.bg

Technical University of Varna
Department of „Mechanical Engineering and
Machine Tools Technology“
„Studentska“ Str. №1, Varna, Bulgaria
tatuna10@abv.bg

ABSTRACT— This article discusses various ways of solving problems of the intersection of tubular elements with a circular profile, by the methods of engineering graphics and applied geometry. There are also opportunities to use software.

Keywords: applied descriptive geometry, crossing the cylindrical surfaces, engineering graphics pipelines.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Често в инженерната практика се налага проектиране на различни видове промишлени и технологични тръбни мрежи, предназначени за транспортиране на флуиди или твърди насипни товари. Изработването на подобни инсталации е свързано със специфичен чертожно-графичен труд, особено когато готовите тръбопроводи и фитинги не са

В настоящата публикация е разгледано пресичането на тръби с кръгъл профил, чиито цилиндрични съставляващи елементи лежат в различни равнини и начините за решаване на така поставената задача чрез методите на инженерната графика и приложната дескриптивна геометрия. Разгледана е и възможността за използване на готови програмни продукти.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

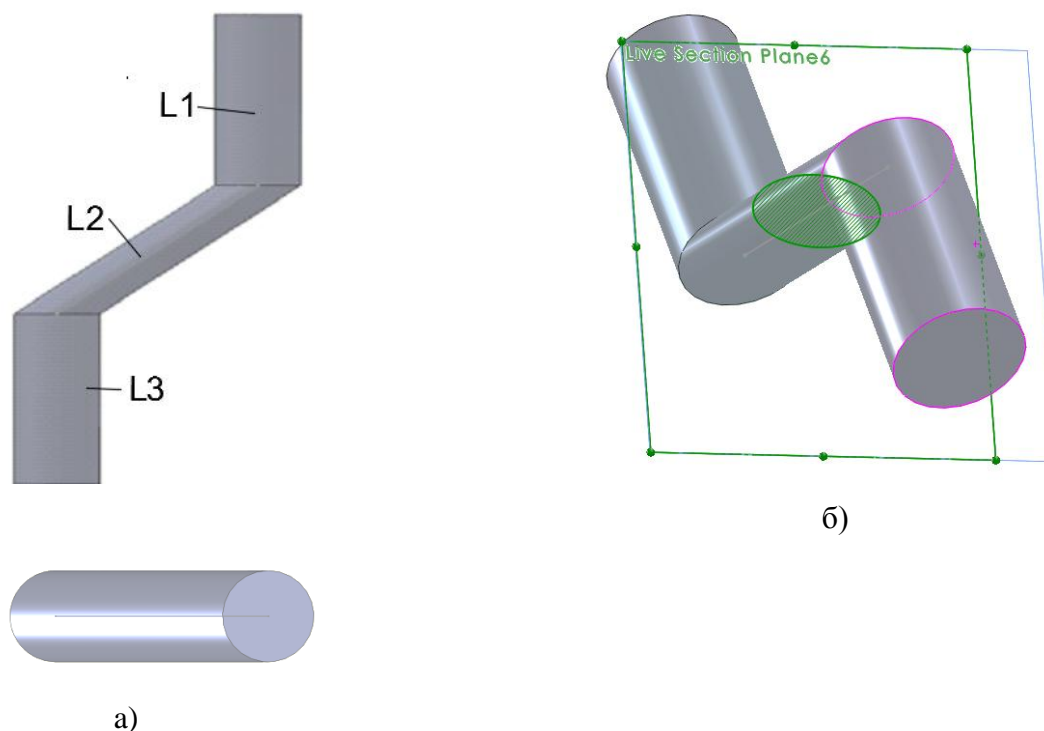
На фиг. 2 е представено пресичането на три цилиндрични елемента, чиито оси лежат в една равнина, а това е очевидно от втората проекция на чертежа (фиг.2а).

Линията на пресичане между всяка двойка цилиндрични елементи може да бъде получена по различни методи от дескриптивната геометрия, но най-общо може да се каже, че: пространствената линия на пресичане между две цилиндрични повърхнини с еднакво напречно сечение е елипса, лежаща в равнина ъглополовящата към ъгъла сключен между осите им, и същевременно перпендикулярна към равнината в която лежат.

Би могло да се добави още, че при ортогонално проектиране, когато пресичащите се цилиндрични елементи са успоредни към някоя от проекционните равнини пространствената линия на взаимното им пресичане се проектира като права линия, отново ъглополовяща към осите им.

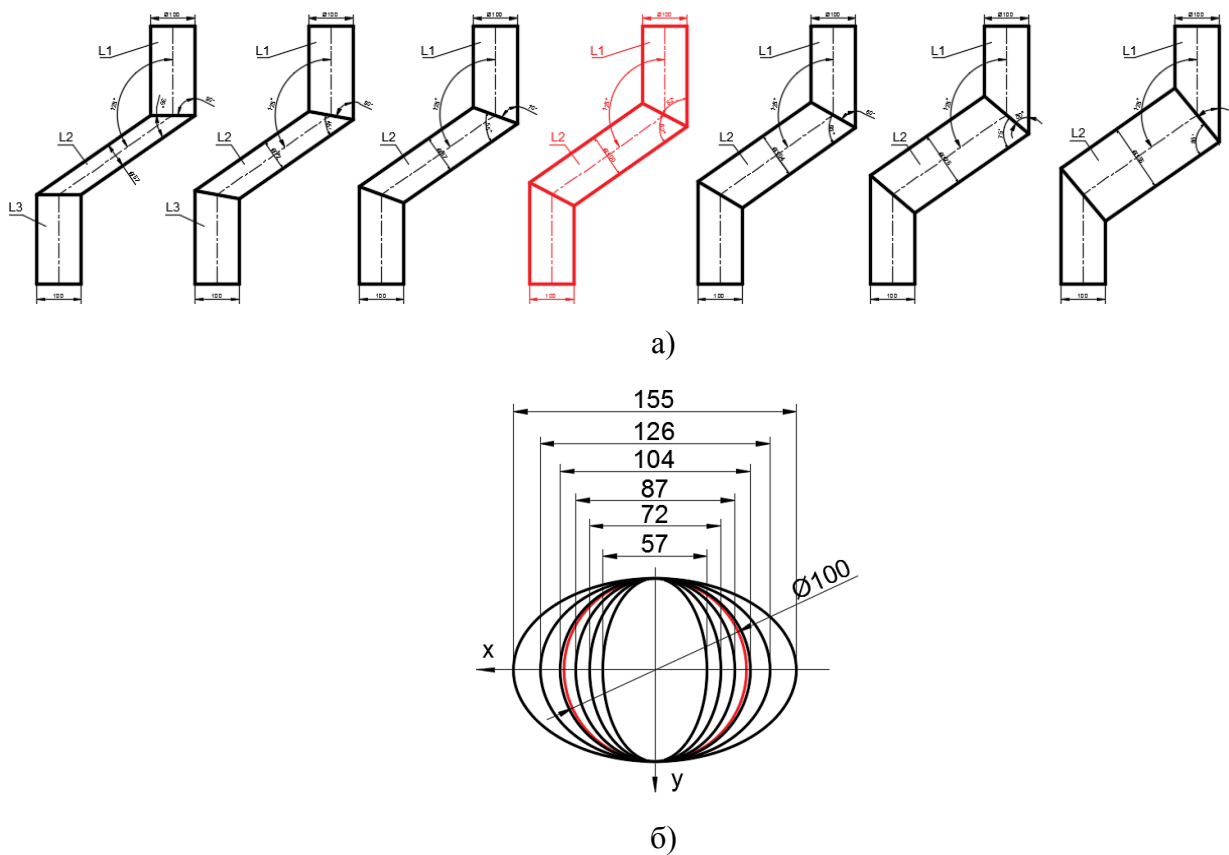
Това определение е подкрепено и от една теорема на Гаспар Монж, която гласи, че: Ако две ротационни повърхнини от втора степен с пресичащи се оси са описани около обща сфера, линията на пресичане се разпада на две равнинни линии от втора степен симетрични по отношение на равнината, определена от осите на двете пресичащи се повърхнини.

Ако това изискване не е спазено то единия от двойката цилиндрични елементи вече не е ротационен, а напречното му сечение се превръща в елиптично. Подобно твърдение е подкрепено и с визуализациите на фиг. 2. На тях е показана фронталната и хоризонталната проекции на три пресичащи се цилиндрични елемента, при които не е спазено изискването, равнината в която лежи пространствената линия на пресичането на елементите от втори род да е „ъглополовяща към ъгъла, който сключват осите им“. Много добре се вижда



Фиг. 2

намаляването на размера по едното направление при средния елемент - L2 във фронталната проекционна равнина на разглеждания чертеж, а на визуализацията на фиг. 2б се вижда формата на напречно сечение, от което се потвърждава, че средният елемент има елиптична форма.



Фиг. 3.

На фиг. 3, е показано проучване върху изменението на размерите на двете оси на елиптичното напречно сечение, в зависимост от ъгъла, сключван между цилиндричните елементи. За проведеното изследване са използвани случайни размери, като L1 и L3 са с диаметър 100мм, а се наблюдават изменението в участъка L2. Ъгълът който сключват участъците помежду си се променя през 10°.

За изходно положение е приет случая в който двете основи на всеки от цилиндричните елементи L1 и L3 сключват ъгъл 90° с оста си. В този случай средният елемент L2 е наклонен кръгов цилиндър с фокална ос на елиптичното си сечение съвпадаща с оста „у“ (фиг. 3б). Тя запазва направлението си до момента, в който напречното сечение стане окръжност, двата фокуса се слоят, а пространствената линия на пресичане между телата лежи в равнина ъглополовящата към осите на цилиндричните елементи. След това сечението отново се превръща в елиптично, но направлението на фокалната ос вече е по оста „x“ (фиг. 3б).

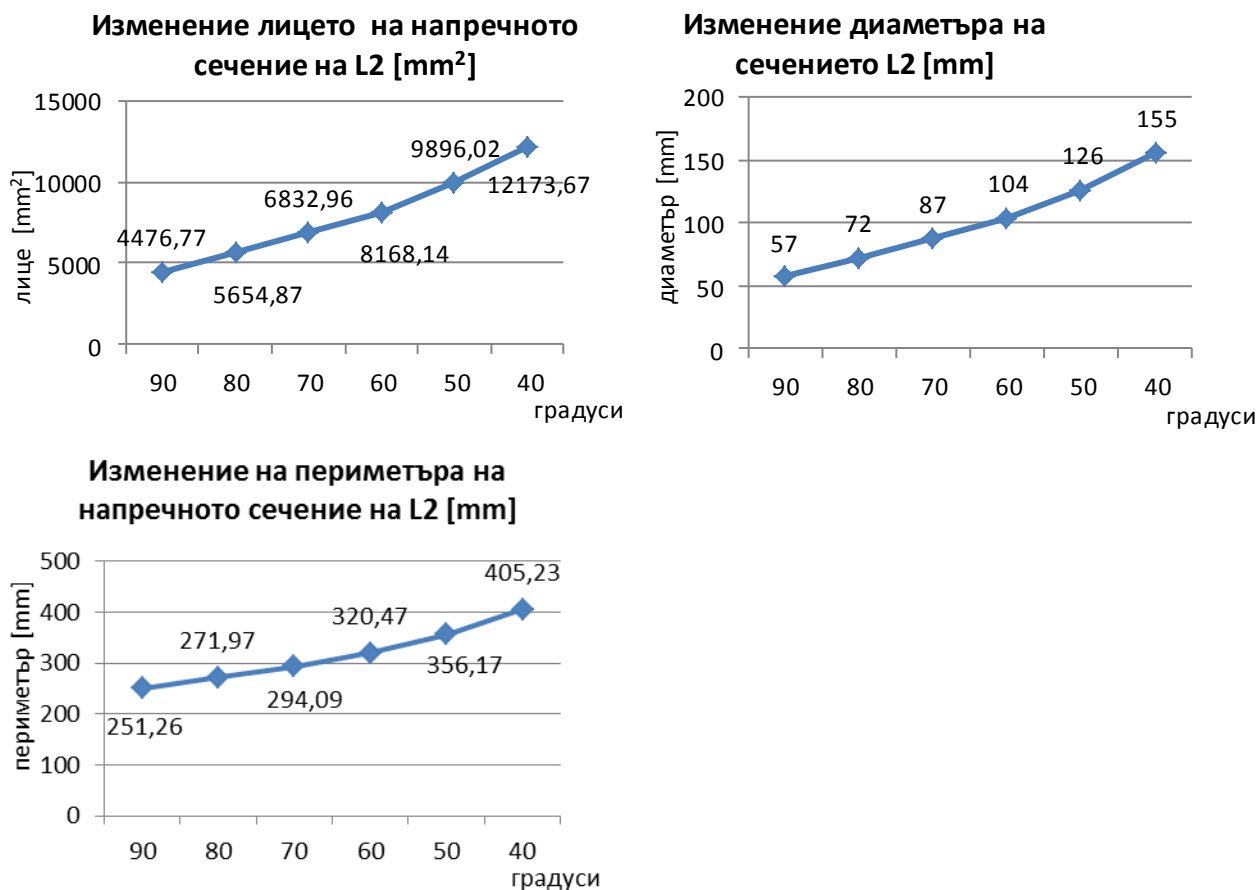
В таблица 1 са представени резултатите от наблюденията върху изменението на размерите на напречното сечение на елемент L2, лицето на напречното сечение и периметъра му. Оптимален е случая, в който сечението се разполага в ъглополовящата към осите на цилиндричните елементи равнина. Тогава сечението на елемент L2, е окръжност, а лицата на сечението и периметъра на всички взаимно пресичащи се цилиндрични елементи са еднакви.

Таблица 1

Съотношение на ъглите м/у L1 и L2 [°]	90°/35°	80°/45°	70°/55°	62°/62°	60°/65°	50°/75°	40°/85°
Общ ъгъл между осите на цилиндричните повърхнини [°]	125°	125°	125°	125°	125°	125°	125°
Изменение дължината на осите (диаметъра) на L2 [mm]	100/57	100/72	100/87	100/100	100/104	100/126	100/155
S лице [mm ²]	4476.77	5654.87	6832.96	7853.98	8168.14	9896.02	12173.67
P периметър [mm]	251.26	271.97	294.09	314.16	320.47	356.17	405.23

Всички получени резултати са представени и графично на фиг. 4.

От таблицата и графиките се вижда, че с увеличаване растежа на ъгъла, елиптичността на напречното сечение на средният елемент сменя посоката на фокалната си ос, докато лицето и периметъра продължават да растат.

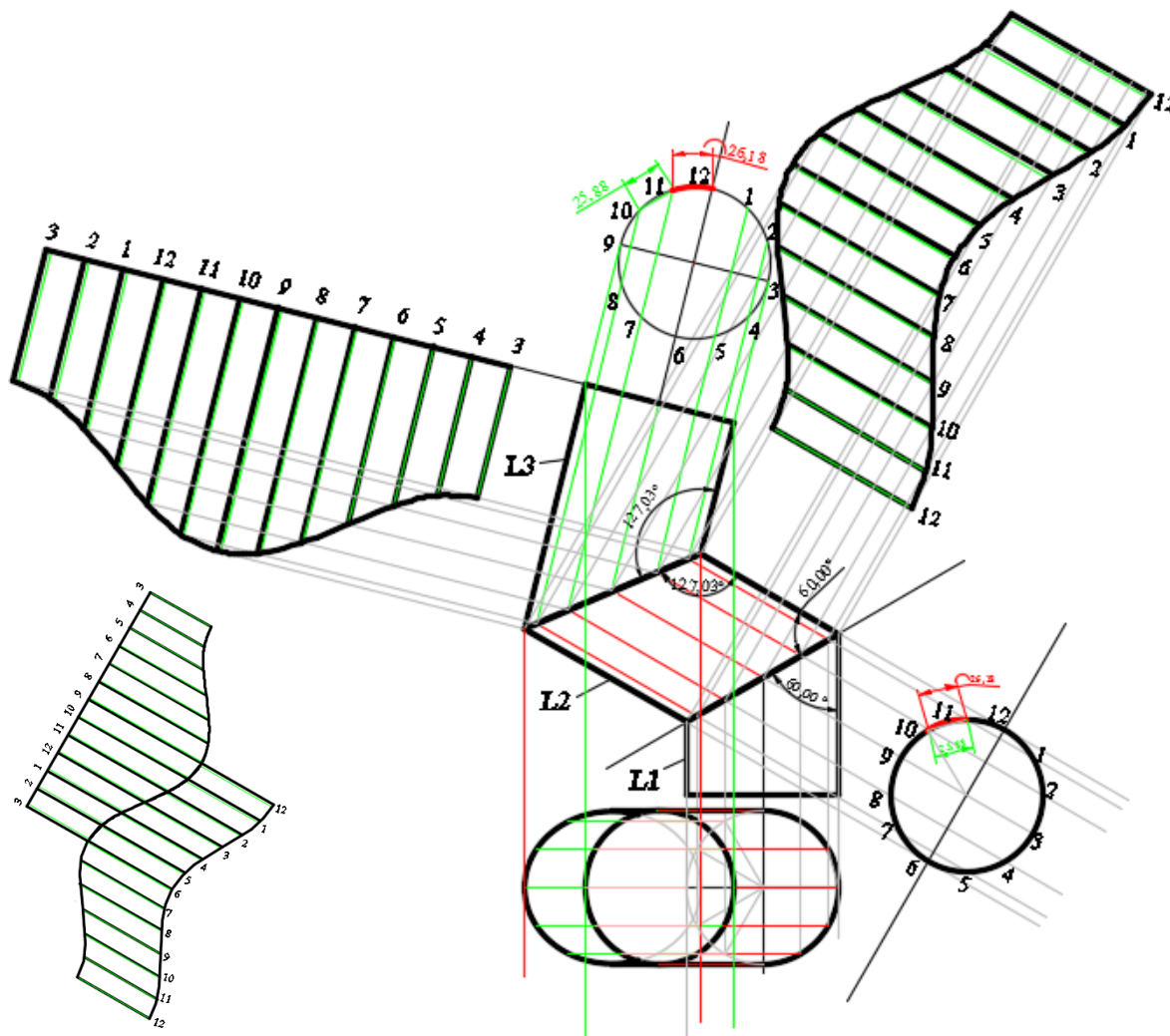


фиг. 4.

Разбира се това проучване беше направено с цел да се установи и докаже нецелесъобразността при проектиране на подобни елиптични напречни сечения на елементите, части от система тръбни мрежи. Нетехнологично е те да се проектират по този начин, тъй като напречното сечение на подобен възел е различно в отделните му участъци и неподходящо за експлоатация, поради възможността от повишаване на

налягането на пренасяния флуид в областите с най-малко напречно сечение и опасност от аварии.

Когато бъде изпълнено „условието на ъглополовящата“ се получават несложни за разгъване повърхнини. На фиг. 5 е показано решението на задача при която е спазено изискването пространствената линия на пресичане (от втори род) да е разположена в равнина ъглополовяща, към пресичащите се оси на цилиндричните елементи, когато последните са разположени успоредно на проекционната равнина, т.е. в частно положение, към някоя от главните проекционни равнини. По този начин решението на задачата се улеснява значително. В този случай всички елементи на този възел са с ротационна форма, а напречно сечение е винаги окръжност.



Фиг. 5

За построяването на разгъвката на околната повърхнина е необходимо да се построят толкова образувателни, че от една страна чертежа да не се претрупа и да е четлив, а от друга образувателните да са достатъчно за построяването на качествена разгъвка. Това се постига прилагайки "Принципа на разумната достатъчност" - ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

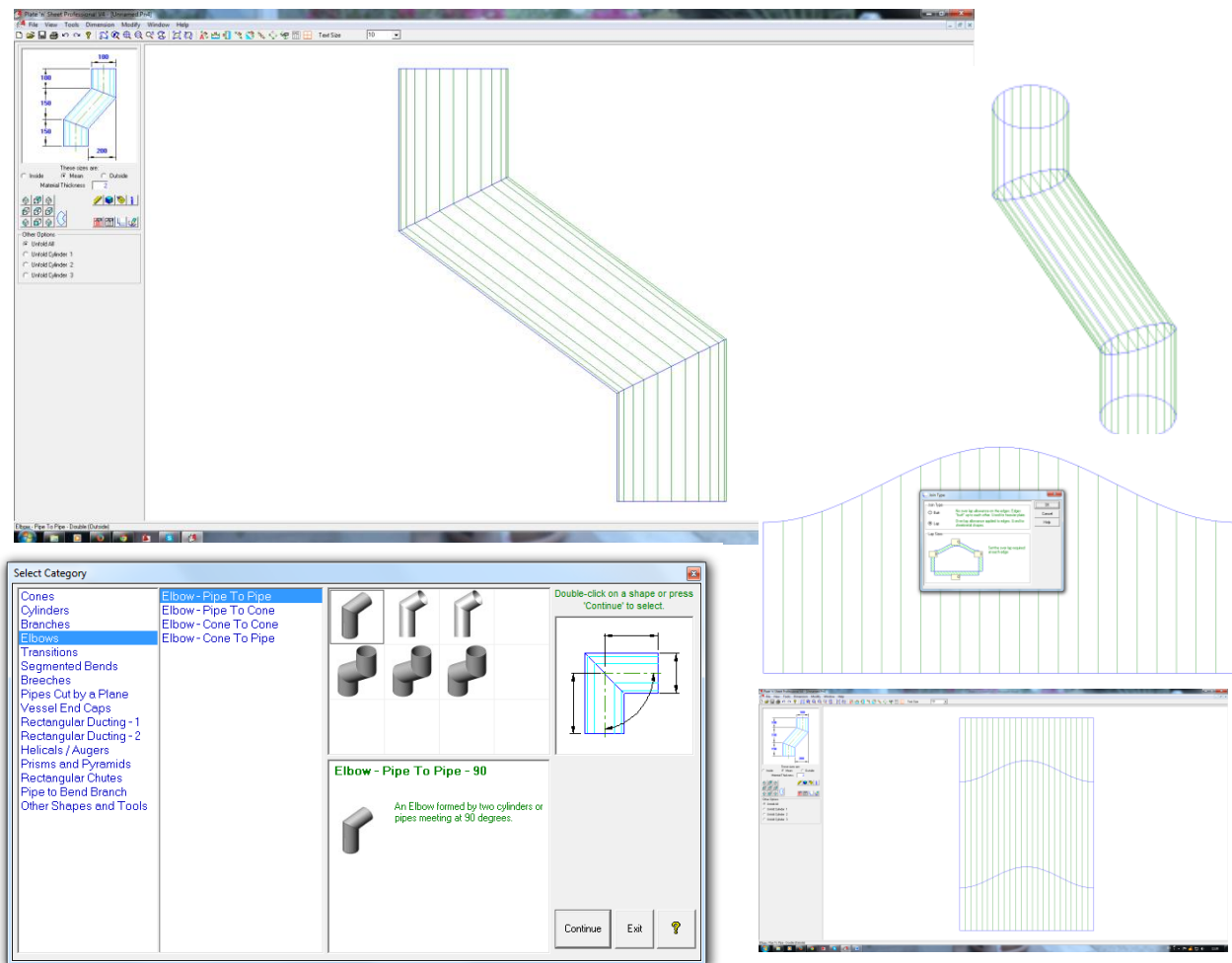
Най-често основата или напречното сечение разделяме на дванадесет равни части, т.е. през 30° . Разбира се не е задължително това изискване да е спазено, но е по-удобно, тъй като при ортогоналното проектиране образувателните по двойки, застават точно една зад

друга и се дублират. В такъв случай отпада необходимостта от определяне на тяхната видимост.

На фиг. 5 е показано как се построяват разгъвките на два от пресичащите се цилиндрични елемента – L2 и L3. Най-често при построяването на разгъвките се използва метода на хордите, тъй като се знае, че всяка окръжност може да се разглежда като многоъгълник, в съответствие с теорията на “пределните групи на симетрия”, където ротационните форми се разглеждат като резултат от безкрайно увеличение на броя на страните на многостени. Например може да се каже, че конусът е произлязъл от пирамида, цилиндърът е произлязъл от призма, а в случая окръжността е произлязла от многоъгълника. Разбира се при този метод се получава скъсяване на обиколката на разгъвката. Изчислената грешка при всеки от дванайсетте сектора за представения случай е 1,1459%. Натрупана към 12-те сектора, грешка е 13,7508%. На чертежа в черно и зелено е показано нагледно как изглежда това скъсяване. Следователно, колкото повече са образователните, толкова по-точна ще стане разгъвката на околната повърхнина.

В същност тази грешка е доста голяма и никак не е за пренебрегване но е разумно използването на метода за образователни цели.

Голямо улеснение при работа с програми за компютърно проектиране като AutoCAD, е възможността да се измери не само дължината по хордата, но лесно може да бъде измерена и дължината на дъгата. По този начин ще се получават точни решения при построяване разгъвката на околната повърхнина.



Фиг. 6

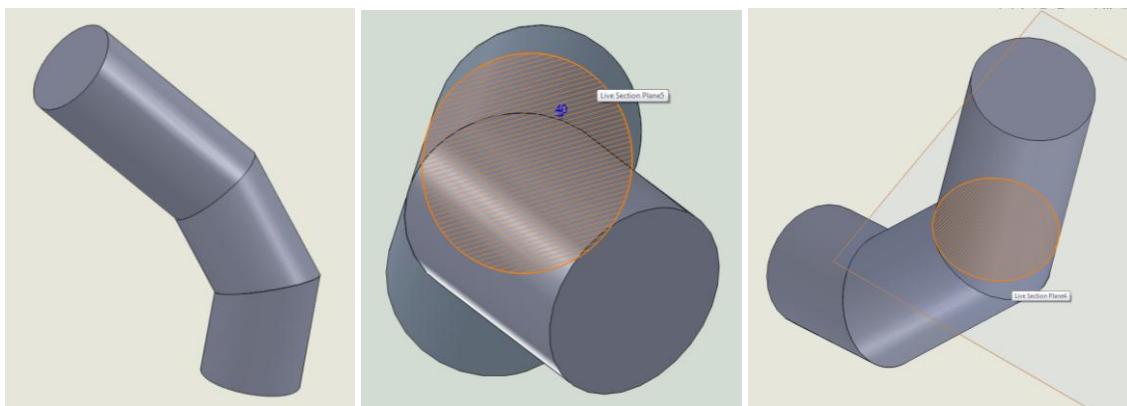
Въпреки всичко казано до тук се вижда, че при проектиране дори и на най-простия вариант от пресичането на подобни цилиндрични повърхнини и построяване на разгъвка се отделя твърде много време, и са необходими специфични знания.

Решението на подобна задача може да бъде получено лесно чрез софтуер за проектиране разгъвки на често използвани форми, от листов материал - Plate 'n' Sheet Professional. Фиг. 6

В дясната част на екрана се задават изходните параметри на пресичащите се елементи, като техния вид се избира предварително от менюто. Програмата дава възможност проектирания възел да се огледа от всички страни и във всички проекции. Само с едно натискане на бутона за разгъвки, системата извежда готовата такава на един от посочените елементи или на всичките. По желание на проектанта, броят на образувателните може да бъде променен.

Готовата разгъвка може да се експортира като DXF файл в машина с ЦПУ или в друг CAD софтуер [3].

В разгледания до момента пример трите пресичащи се елемента лежат в една равнина. Нерядко в практиката се случва, осите на отделните елементи на мрежата да лежат в различни равнини. Такъв е и показаният на фиг. 7 пример. Въпреки, че всички пресичащи се елементи са с кръгло напречно сечение, частно положение в което да бъде поставен възел няма. Решението на поставената задача чрез методите на приложната геометрия е показано на фиг. 8а. Възелът е разположен така, че поне едната двойка оси да са разположени в частно положение, към фронталната проекционна равнина – в случая L1 и L2. Тогава L3 остава в общо положение и намирането на линията на пресичане между елементите L2 и L3 става доста трудоемко.

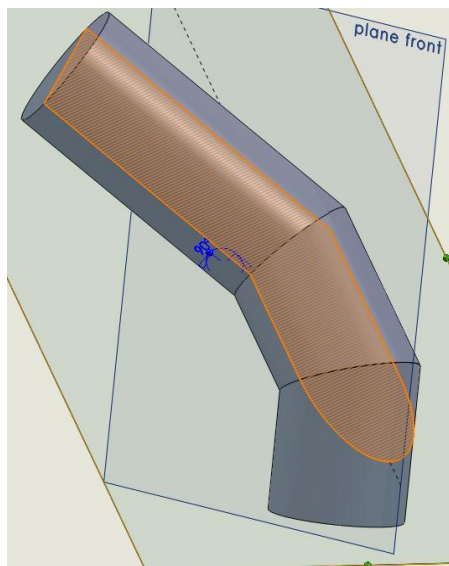
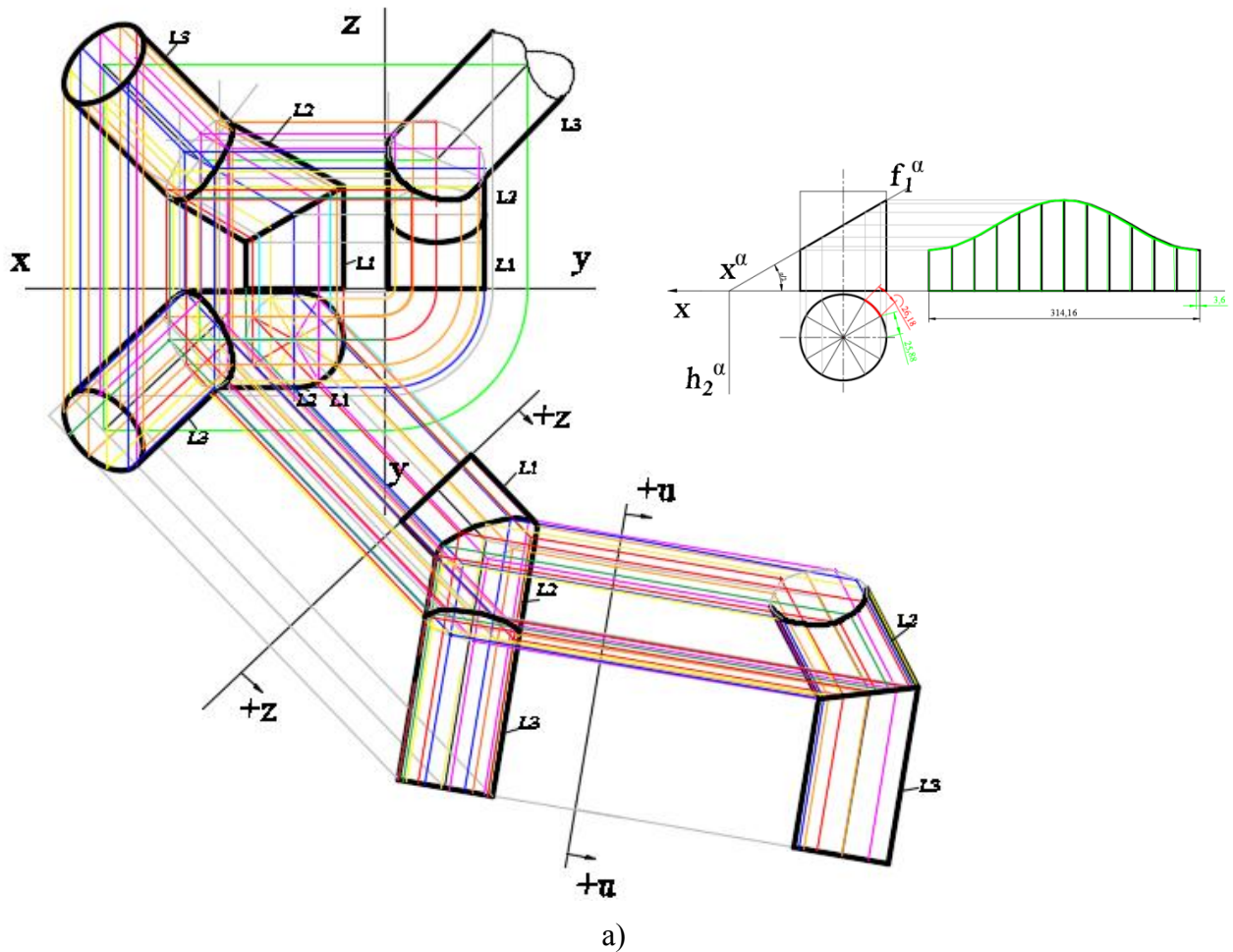


Фиг.7

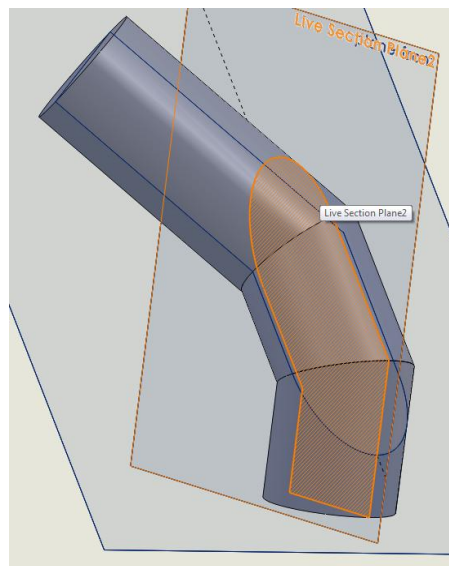
В разгледания пример, тази пространствена линия е намерена чрез двойна трансформация. Визуализации показват и разгледаната ситуация представена триизмерно (фиг. 7 и фиг. 8б,в). Разбира се след като са намерени линиите на пресичане между отделните елементи, получаването на разгъвката на околната повърхнина, вече няма да е трудно, още повече, че вече построените образувателни ще бъдат използвани при проектирането ѝ. За съжаление, образувателните са само 12, а чертежът, както се вижда е доста претрупан. Това може да доведе до грешки в крайните решения. Особеност е, че участъкът L2, в нито една от проекциите не е в напълно частно положение. Ако сечението при едната основа, към L1 е в частно положение във фронталната проекционна равнина, то другата основа, т.е. тази към L3 е в общо положение, и обратно, ако сечението при основата към L3 е в частно положение при двойната трансформация, то сечението към L1 е в общо положение.

За съжаление в този случай предложената програма Plate 'n' Sheet Professional е избор който не би могъл да даде напълно задоволителен отговор на поставената задача. Разбира

се решение ще може да бъде получено, но ще трябва задачата да се реши на два тура, т.е. първо едната, после другата двойка пресичащи се цилиндрични елементи. Програмата не предлага възможност за избор на подобни ситуации от 3 пресичащи се елемента, чиито оси лежат в различни равнини.



б)



в)

Фиг. 8

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От проучване в статията могат да се направят следните изводи:

- Пространствената линия на пресичане между две цилиндрични повърхнини с еднакво напречно сечение е елипса, лежаща в равнина ъглополовящата към ъгъла сключен между осите им, и същевременно перпендикулярна към равнината в която лежат;
- При неспазване на горното правило поне единия от взаимно пресичащите се елементи придобива елиптично напречно сечение;
- При отклонение на пространствената линия на пресичане между две цилиндрични повърхнини с еднакво напречно сечение от нормалното ѝ положение (лежащо в равнина ъглополовящата към ъгъла сключен между осите им, и същевременно перпендикулярна към равнината в която лежат), в посока намаляване на ъгъла, ексцентрицитета на елиптичното напречно сечение започва да нараства, а едната от елиптичните оси да намалява. Лицето и периметъра на напречното сечение намаляват. Ако ъгълът започне да нараства, ексцентрицитета също нараства, но вече по другата ос на получаващото се елиптично напречно сечение. Тоест фокалната ос се сменя. Лицето и периметъра на напречното сечение се увеличават прогресивно;
- Нетехнологично е напречното сечението на тръбни мрежи, да се прави различно в отделните участъци.
- Програмата Plate 'n' Sheet Professional не предлага решение на задачата за 3 пресичащи се цилиндрични елемента, чиито оси лежат в различни равнини.

4. ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Даков, Д. , Тръбни стоманени профили, Справочник - Университет по Архитектура Строителство и Геодезия, стр. 11, София 2003г.
- [2] <<http://montage-engineering.com/bg>> 23.11.2015г. (снимки)
- [3] <<http://www.plate-n-sheet.com/>> 04.02.2016 г.