Содержание

Введение

Задание

Расчет сложного трубопровода

Расчет дополнительного контура

Список используемой литературы

Введение

Простым трубопроводом называют трубопровод без ответвлений.

Сложный трубопровод в общем случае представляет собой совокупность последовательных, параллельных соединений простых трубопроводов и их разветвлений.

Разветвленным трубопроводом называется совокупность нескольких простых трубопроводов, имеющих одно общее сечение – место разветвления (или смыкания) труб. Жидкость движется по трубопроводу в результате того, что его энергия в начале трубопровода больше, чем в конце.

Одной из основных задач по расчету разветвленного трубопровода является следующая: известен потребный напор в узловом сечении А, все размеры ветвей, давления в конечных сечениях и все местные сопротивления; определить расход в сечении А и расходы в отдельных трубопроводах. Возможны и другие варианты постановки задачи, решаемой с помощью системы уравнений и кривых потребного напора.

Расчет сложных трубопроводов часто выполняется графоаналитическим способом, т. е. с применением кривых потребного напора или характеристик трубопроводов. Характеристикой трубопровода называется зависимость гидравлических потерь в трубопроводе от расхода

Задание

Определить расходы воды в ветвях разветвленного трубопровода (без дополнительного контура), напоры в узловых точках А, Б, В и диаметр участка 8 при следующих исходных данных:

1. Напор жидкости на выходе из насоса, Н=60, м.
2. Подача насоса Q=60, л/c.
3. Длина участков трубопроводов

, , , , ,

, , , , , , , , км.

1. Диаметр участков трубопровода

, , , , , , , , , , м.

1. Геометрическая высота конечного сечения участков трубопровода

, , , м.

1. Давление на выходе из участков трубопровода

, , , МПа.

Каким должен быть напор насоса дополнительного контура, если трубопровод 1 закрыт, движение воды происходит по дополнительному контуру, расходы воды в трубопроводах 3, 5, 6 остались прежними?

При расчете принять расходы воды , температуру воды, равной 80 (), эквивалентную шероховатость трубопроводовм и коэффициент сопротивления задвижки . кроме задвижек, указанных на схеме сети, на каждые 200 м трубопроводов в среднем установлено по одному сальниковому компенсатору и сварному колену с суммарным коэффициентом сопротивления .

1. Расчет сложного трубопровода
2. Разбиваем сложный трубопровод на 8 простых трубопроводов.
3. Для трубопровода 1 определяем скорость движения жидкости ,число , отношение , значение комплекса

.

 м/c;

;

;

.

1. По значению комплекса  устанавливаем область сопротивления. При



- квадратичная зона сопротивления.

1. По формуле  определяем коэффициент потерь на трение .

.

1. Находим суммарный коэффициент местных потерь  в трубопроводе 1. . Значение  округляем до ближайшего целого значения.

;

.

1. Определяем гидравлические потери в трубопроводе 1

.

1. Напор жидкости в узловой точке А находим как 

м.

1. Рассчитываем и строим кривые потребного напора трубопроводов 3, 5,6

.

Методика расчета представлена в таблице 1.

Таблица 1 Расчет кривых потребного напора трубопроводов 3, 5, 6

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Расчетная формула | Числовое значение | | | | |
| 1. Расход жидкости , | Принимаем | 0 | 5⋅10-3 | 10⋅10-3 | 15⋅10-3 | 20⋅10-3 |
| 2. Скорость движения жидкости , |  | 0 | 0,28 | 0,57 | 0,85 | 1,13 |
| 3. Число Рейнольдса |  | 0 | 116068 | 234246 | 349315 | 464384 |
| 4. Относительная шероховатость |  |  | | | | |
| 5. Комплекс |  | 0 | 38,7 | 77,3 | 116,3 | 154,6 |
| 6. Область сопротивления | - | - | Докв. | Кв. | Кв. | Кв. |
| 7. Коэффициент потерь на трение |  | 0 | 0,028 | 0,026 | 0,026 | 0,026 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8. Суммарный коэффициент местных потерь,  в трубопроводе 3  в трубопроводе 5  в трубопроводе 6 |  |  | | | | |
| - | 3,5 | | | |
| - | 3,5 | | | |
| - | 3,5 | | | |
| 9. Гидравлические потери, м  в трубопроводе 3  в трубопроводе 5  в трубопроводе 6 |  |  | | | | |
| 0 | 0,35 | 1,358 | 2,86 | 5,3 |
| 0 | 0,27 | 1,06 | 2,25 | 4,18 |
| 0 | 0,23 | 0,91 | 1,95 | 3,61 |
| 10. Потребный напор, м  в трубопроводе 3  в трубопроводе 5  в трубопроводе 6 |  |  | | | | |
| 48,59 | 48,94 | 49,94 | 51,44 | 53,88 |
| 45,19 | 45,46 | 46,25 | 47,44 | 49,37 |
| 47,04 | 47,27 | 47,95 | 48,99 | 50,65 |

9. Рассчитываем и строим характеристики трубопроводов 2 и 4 по той же методике (пункты 1 – 9 таблицы 1).

Таблица 2 Расчет характеристики трубопровода 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Расчетная формула | Числовое значение | | | |
| 1. Расход жидкости , | Принимаем | 10⋅10-3 | 20⋅10-3 | 30⋅10-3 | 40⋅10-3 |
| 2. Скорость движения жидкости , |  | 0,30 | 0,59 | 0,89 | 1,19 |
| 3. Число Рейнольдса |  | 170137 | 334603 | 504740 | 674877 |
| 4. Относительная шероховатость |  |  | | | |
| 5. Комплекс |  | 411 | 809,7 | 1221,5 | 1633 |
| 6. Область сопротивления |  | Докв. | Кв. | Кв. | Кв. |
| 7. Коэффициент потерь на трение | переходная область | 0,025 |  |  |  |
| квадратичная область |  | 0,024 | 0,024 | 0,024 |
| 8. Суммарный коэффициент местных потерь ,  в трубопроводе 4 |  | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| 9. Гидравлические потери , м  в трубопроводе 4 |  | 0,35 | 1,37 | 3,11 | 5,56 |

Таблица 3 Расчет характеристики трубопровода 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Расчетная формула | Числовое значение | | | |
| 1. Расход жидкости , | Принимаем | 15⋅10-3 | 30⋅10-3 | 45⋅10-3 | 60⋅10-3 |
| 2. Скорость движения жидкости , |  | 0,43 | 0,86 | 1,29 | 1,72 |
| 3. Число Рейнольдса |  | 248575 | 497151 | 745726 | 994361 |
| 4. Относительная шероховатость |  |  | | | |
| 5. Комплекс |  | 589 | 1178 | 1767 | 2356 |
| 6. Область сопротивления | - | Кв. | Кв. | Кв. | Кв. |
| 7. Коэффициент потерь на трение | квадратичная область | 0,024 | 0,024 | 0,024 | 0,024 |
| 8. Суммарный коэффициент местных потерь , в трубопроводе 2 |  | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 9. Гидравлические потери , м  в трубопроводе 2 |  | 0,81 | 3,25 | 7,31 | 13,0 |

10. Строим кривую потребного напора разветвленного участка, состоящего из трубопроводов 5 и 6. Для этого суммируем абсциссы кривых потребного напора (расходы ) трубопроводов 5 и 6 при одинаковых ординатах (напорах ).

11. Строим кривую потребного напора для участка, состоящего из трубопроводов 4, 5 и 6 путем сложения ординат характеристики трубопровода 4 (гидравлические потери ) и кривой потребного напора разветвленного участка трубопроводов 5 и 6 (потребных напоров ) при одинаковых абсциссах (расходы ).

12. Строим кривую потребного напора для участка, состоящего из трубопроводов 3, 4, 5 и 6. С этой целью суммируем абсциссы кривых потребного напора (расходы ) трубопровода 3 и разветвленного участка трубопроводов 4, 5 и 6 при одинаковых ординатах (напорах ).

13. Строим суммарную кривую потребного напора разветвленного участка, состоящего из трубопроводов 2, 3, 4, 5 и 6 путем сложения ординат характеристики трубопровода 2 (гидравлические потери ) и кривой потребного напора разветвленного участка трубопроводов 3, 4, 5 и 6 (потребных напоров ) при одинаковых абсциссах (расходы ).

14. По определенному ранее напору жидкости в узловой точке А с помощью суммарной кривой потребного напора определяем расход жидкости в трубопроводе 2.

Напоры жидкости в узловых точках Б и В и расходы в отдельных трубопроводах рассматриваемого разветвленного участка определяем с помощью кривых потребных напоров соответствующих трубопроводов.

 м; .

 м;  ;  .

 м;  ;  .

15. Находим расход жидкости в параллельно соединенных трубопроводах 7 и 8.

 ;

16. Рассчитываем гидравлические потери в трубопроводе 7.

Для трубопровода 7 определяем скорость движения жидкости ,число , отношение ,значение комплекса .

 ;

;

;

.

По значению комплекса  устанавливаем область сопротивления. При =1049 > 500 - квадратичная зона сопротивления.

По формуле  определяем коэффициент потерь на трение .

.

Определяем суммарный коэффициент местных потерь в трубопроводе 7. Значение  округляем до ближайшего целого значения.

;

.

Определяем гидравлические потери в трубопроводе 7

 м.

17. Определяем суммарный коэффициент местных потерь в трубопроводе 8. Значение округляем до ближайшего целого значения.

;

.

18. Из этого уравнения находим диаметр методом последовательных приближений: принимаем в первом приближении  м, тогда

, , , , .

 м.

Т. к. принимаем во втором приближении  по ГОСТ 28338-89  м.

Определяем скорость движения жидкости ,число , отношение , значение комплекса .

 ;

;

;

;

По значению комплекса  устанавливаем область сопротивления. При  > 500 - доквадратичная зона сопротивления.

По формуле  определяем коэффициент потерь на трение .

;

Определяем гидравлические потери в трубопроводе 8

 м.

Принимаем окончательно  м.

1. Расчет дополнительного контура

1. Разбиваем сложный трубопровод на 5 простых трубопроводов.

2. Рассчитываем и строим характеристики трубопроводов 9, 10, 11, 12 и 13.

Методика расчёта представлена в таблицах 4 (для трубопровода 9), 5 (для трубопровода 10), 6 (для трубопроводов 11 и 13) и 7 (для трубопровода 12).

Таблица 4 Расчет характеристики трубопровода 9

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Расчетная формула | Числовое значение | | | |
| 1. Расход жидкости , | Принимаем | 10⋅10-3 | 20⋅10-3 | 30⋅10-3 | 40⋅10-3 |
| 2. Скорость движения жидкости , |  | 0,19 | 0,38 | 0,57 | 0,76 |
| 3. Число Рейнольдса |  | 134822 | 269644 | 404466 | 539288 |
| 4. Относительная шероховатость |  |  | | | |
| 5. Комплекс |  | 260 | 521 | 781 | 1041 |
| 6. Область сопротивления |  | Докв. | Кв. | Кв. | Кв. |
| 7. Коэффициент потерь на трение | переходная область | 0,024 |  |  |  |
| квадратичная область |  | 0,023 | 0,023 | 0,023 |
| 8. Суммарный коэффициент местных потерь  в трубопроводе 9 |  | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 |
| 9. Гидравлические потери , м  в трубопроводе 9 |  | 0,92 | 3,53 | 7,96 | 14,15 |

Таблица 5 Расчет характеристики трубопровода 10

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Расчетная формула | Числовое значение | | | |
| 1. Расход жидкости , | Принимаем | 10⋅10-3 | 20⋅10-3 | 30⋅10-3 | 40⋅10-3 |
| 2. Скорость движения жидкости , |  | 0,13 | 0,26 | 0,39 | 0,51 |
| 3. Число Рейнольдса |  | 112192 | 224384 | 336575 | 440137 |
| 4. Относительная шероховатость |  |  | | | |
| 5. Комплекс |  | 178 | 356 | 534 | 699 |
| 6. Область сопротивления |  | Докв. | Докв. | Кв. | Кв. |
| 7. Коэффициент потерь на трение | переходная область | 0,024 | 0,024 |  |  |
| квадратичная область |  |  | 0,022 | 0,022 |
| 8. Суммарный коэффициент местных потерь  в трубопроводе 10 |  | 42,5 | 42,5 | 42,5 | 42,5 |
| 9. Гидравлические потери , м  в трубопроводе 10 |  | 0,397 | 1,589 | 3,3 | 5,65 |

Таблица 6 Расчет характеристики трубопроводов 11 и 13

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Расчетная формула | Числовое значение | | | |
| 1. Расход жидкости , | Принимаем | 10⋅10-3 | 20⋅10-3 | 30⋅10-3 | 40⋅10-3 |
| 2. Скорость движения жидкости , |  | 0,3 | 0,59 | 0,89 | 1,19 |
| 3. Число Рейнольдса |  | 170137 | 334603 | 504740 | 674877 |
| 4. Относительная шероховатость |  |  | | | |
| 5. Комплекс |  | 411 | 808 | 1219 | 1630 |
| 6. Область сопротивления |  | Докв. | Кв. | Кв. | Кв. |
| 7. Коэффициент потерь на трение | переходная область | 0,025 |  |  |  |
| квадратичная область |  | 0,024 | 0,024 | 0,024 |
| 8. Суммарный коэффициент местных потерь,  в трубопроводе 11  в трубопроводе 13 |  |  | | | |
| 35 | | | |
| 26 | | | |
| 9. Гидравлические потери , м  в трубопроводе 11  в трубопроводе 13 |  |  | | | |
| 2,65 | 9,88 | 22,49 | 40,22 |
| 1,94 | 7,25 | 16,51 | 29,52 |

Таблица 7 Расчет характеристики трубопровода 12

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Расчетная формула | Числовое значение | | | |
| 1. Расход жидкости , | Принимаем | 10⋅10-3 | 20⋅10-3 | 30⋅10-3 | 40⋅10-3 |
| 2. Скорость движения жидкости , |  | 0,29 | 0,57 | 0,86 | 1,14 |
| 3. Число Рейнольдса |  | 167644 | 329507 | 497151 | 659014 |
| 4. Относительная шероховатость |  |  | | | |
| 5. Комплекс |  | 397 | 781 | 1178 | 1562 |
| 6. Область сопротивления |  | Докв. | Кв. | Кв. | Кв. |
| 7. Коэффициент потерь на трение | переходная область | 0,025 |  |  |  |
| квадратичная область |  | 0,024 | 0,024 | 0,024 |
| 8. Суммарный коэффициент местных потерь,  в трубопроводе 12 |  | 29 | 29 | 29 | 29 |
| 9. Гидравлические потери , м в трубопроводе 12 |  | 2,05 | 7,64 | 17,4 | 30,58 |

3. Для участка состоящего из трубопроводов 9 и 10, строим кривую гидравлических потерь путем сложения ординат характеристик трубопроводов 9 и 10 (гидравлические потери ) при одинаковых абсциссах (расходы ).

4. Для участка состоящего из трубопроводов 9, 10 и 11, строим кривую гидравлических потерь. С этой целью суммируем абсциссы кривых гидравлических потерь (расходы ) трубопровода 11 и участка трубопроводов 9 и 10 при одинаковых ординатах (напорах).

5. Для участка состоящего из трубопроводов 12 и 13, строим кривую гидравлических потерь путем сложения абсцисс характеристик трубопроводов 12 и 13 (расходы ) при одинаковых ординатах (гидравлические потери ).

6. Находим гидравлические потери в дополнительном контуре.

м.

7.;

 м.

Список используемой литературы

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник/ Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 423с.

2. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию/ И.В. Белянкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов и др.; Под ред. Н.К. Громова, Е.П. Шубина. – Энергоатомиздат, 1988. – 376 с.