# Гидравлика

# Задача 1

На рис.1.1 и 1.2 показаны расчетные схемы. На них изображены плоские прямоугольные поверхности ABMN, находящиеся под давлением воды слева. Ширина стенок и затворов .

Требуется:

1. Определить абсолютное и избыточное давление в точке, указанной в табл.1.1.

2. Построить эпюру избыточного давления.

3. Определить силу избыточного давления на указанную в табл.1.1 часть смоченной поверхности.

Расчеты и построения выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл.1.1 и 1.2.

Исходные данные:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | Последняя цифра номера зачетной книжки | Исходные данные | Предпоследняя цифра номера зачетной книжки | Рисунок |
| 3 | 1 |
| Расстояния: |  | Ширина,, м | 8 |  |
| , м | 1,8 | Углы |  |
| , м | 1,6 | , град | 90 |
| , м | 1,2 | , град | 45 |
| Точка | M | , град | 90 |
| Поверхность | MN | Номер рисунка | 1.1 |

Решение:

1. Выполняем расчетную схему плоской поверхности ABMN согласно исходных данных (рис.1). Абсолютное давление в точке  определяем, используя основное уравнение гидростатики:

,

где - давление на поверхности воды, она равно в данном случае атмосферному давлению Па [1, табл.2.1];

 - избыточное давление в точке , которое определяется по формуле

,

где - удельный вес жидкости; для воды принимаем Н/м3 [2, табл.1.1] при температуре С;

 - высота погружения точки  в воде; из рис.1 имеем

м.

Таким образом, избыточное давление в точке  будет равно

Па.

Абсолютное давление

Па.

2. Строим эпюру избыточного давления на поверхность ABMN. Для этого строим эпюры на каждом отдельном участке поверхности.

Поскольку резервуар открыт, то эпюра избыточного давления на прямоугольную стенку AB будет представлять собой прямоугольный треугольник с высотой м и основанием Па. Строим данный треугольник, используя масштаб (рис.1).

Эпюра избыточного давления на наклонную прямоугольную стенку BM будет представлять собой трапецию с основаниями Па и Па и высотой, равной м. Строим эпюру избыточного давления на участке BM.

Эпюра избыточного давления на вертикальную прямоугольную стенку MN будет представлять собой также трапецию с основаниями Па и Па и высотой, равной м. Строим эпюру избыточного давления на участке MN.

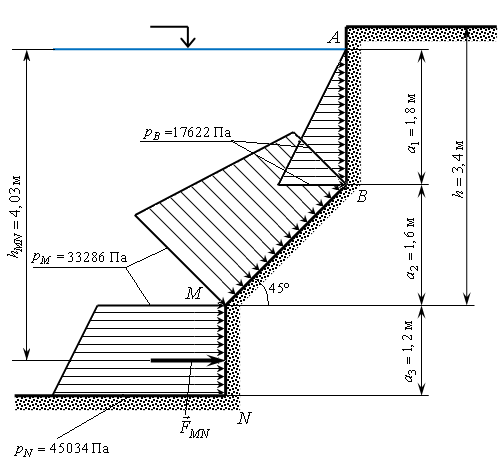


Рис.1. Расчетная схема к задаче 1 и эпюра избыточного давления.

3. Силу избыточного давления на указанную участок MN смоченной поверхности определим с помощью формулы [1, с.30]

,

где - площадь соответствующей эпюры давления;

 - ширина стенки.

Площадь эпюры давления  определяем по формуле площади трапеции

.

Тогда искомая сила будет равна

НкН.

При этом высоту точки приложения этой силы от поверхности воды можно определить по формуле [1, с.32]

м.

Ответ: Па; Па;

кН.

# Задача 2

Для подачи воды из резервуара, в котором поддерживается постоянный уровень, предусмотрен короткий трубопровод, состоящий из труб разного диаметра, соединенных последовательно (рис.2.1 и 2.2). Над горизонтом воды в резервуаре поддерживается внешнее давление .

Требуется:

1. Выяснить режим движения на каждом участке короткого трубопровода.

2. Определить напор  с учетом режима движения. В случае турбулентного режима движения для определения коэффициента  использовать универсальную формулу А.Д. Альтшуля, справедливую для всех зон сопротивления этого режима, формула имеет вид

.

Высота эквивалентной шероховатости  для технических труб задана в таблице исходных данных.

Расчет выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл.2.1 и 2.2.

Исходные данные:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | Последняя цифра номера зачетной книжки | Исходные данные | Предпоследняя цифра номера зачетной книжки |
| 3 | 1 |
| Расход , л/с | 10 | Длина, , м | 150 |
| Внешнее давление , Па∙105 | 1,05 | Длина, , м | 100 |
| Диаметр , мм | 75 | Эквивалентная шероховатость , мм | 0,45 |
| Диаметр , мм | 100 | Температура воды , °С | 13 |
| Номер рисунка | 2.2 | Номер рисунка | 2.2 |

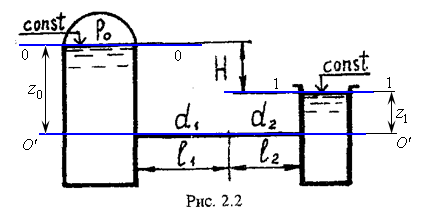


Рис.2. Расчетная схема к задаче 2

Решение:

Рассмотрим установившееся движение воды в заданном трубопроводе (рис.2).

1. Составляем уравнение Бернулли в общем виде для сечений 0-0 и 1-1 (сечение 0-0 совпадает со свободной поверхностью воды в левом резервуаре, сечение 1-1 - со свободной поверхностью правого резервуара):

, (1)

где  и  - расстояние от произвольно выбранной горизонтальной плоскости сравнения до центра тяжести живых сечений 0 и 1;

 и  - давление в центрах тяжести живых сечений 0 и 1;

 и  - средняя скорость движения жидкости в живых сечениях 0 и 1;

 и  - коэффициент Кориолиса. Для турбулентного режима движения жидкости ;

 - суммарные потери напора на преодоление сил сопротивления при движении потока в заданном трубопроводе;

 - удельный вес жидкости. Для воды при  принимаем Н/м3 [1, табл.1.2].

2. Намечаем горизонтальную плоскость сравнения. В качестве таковой берем плоскость , совпадающей с осью трубопровода.

Выясняем значения отдельных членов, входящих в уравнение (1) относительно плоскости сравнения :

;  (расчет производим для избыточного давления);

. (2)

3. Подставляя (2) в (1), получаем расчетное уравнение для определения искомой величины :



Или . (3)

4. Определяем скорость движения воды в трубопроводе:

на участке 

м/с;

на участке 

м/с.

5. Определяем режим движения воды на участках трубопровода. Для этого вычисляем число Рейнольдса по формуле

,

где м2/с - коэффициент кинематической вязкости воды при °С [1, табл.1.13].

Тогда будем иметь:

;

.

Поскольку имеем  и , где для круглых труб критическое число Рейнольдса , то режим движения воды в трубопроводе - турбулентный.

6. Определяем потери напора . Имеем

. (4)

где  - потери напора по длине трубопровода;

 - местные потери при перемещении воды в системе.

Суммарные потери по длине трубопровода равны сумме потерь на каждом из участков, то есть

. (5)

Потери по длине на каждом участке определяем по формуле Дарси

, (6)

где  - коэффициент гидравлического трения.

Для определения коэффициента  используем универсальную формулу А.Д. Альтшуля, справедливую для всех зон сопротивления турбулентного режима

.

Имеем

;

.

Находим потери по длине

м;

м;

м.

Потери напора в местных сопротивлениях вычисляем по формуле Вейсбаха

, (6)

где  - средняя скорость за данным сопротивлением;  - коэффициент местного сопротивления.

Находим потери на вход в трубопровод

м,

где - коэффициент сопротивления при входе в трубопровод, считая, что вход прямой, заделанный заподлицо в стенку [1, с.83].

Находим потери при внезапном расширении трубопровода с диаметра  до диаметра . При этом для определения потерь воспользуемся формулой Борда [1, с.85]

м.

Определяем потери при выходе воды из трубы в правый резервуар под уровень

м.

Определяем суммарные местные потери

м.

Находим суммарные потери напора в трубопроводе

м.

7. Используя уравнение (3), вычисляем необходимый напор

м.

Знак минус свидетельствует о том, что уровень воды в правом резервуаре расположен выше уровня воды в левом резервуаре.

Ответ: м.

# Задача 3

На рис.3.1 и 3.2 показаны резервуары, в оболочке которых сделаны круглые отверстия, к которым присоединены внешние цилиндрические насадки диаметром  Отметки уровня воды в резервуарах, центра отверстий, дна указаны в табл.3.1 и 3.2.

Скорость в резервуарах . Отметка уровня воды держится постоянной. Длину насадка принять равной .

Требуется:

1. Определить расход , вытекающий через внешний цилиндрический насадок.

2. Определить скорость в сжатом сечении насадка .

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл.3.1 и 3.2.

Исходные данные:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | Последняя цифра номера зачетной книжки | Исходные данные | Предпоследняя цифра номера зачетной книжки |
| 3 | 1 |
| Внешнее давление , Па∙105 | 1,09 | Отметка А, м | 10 |
| Диаметр , см | 7 | , м | 7,6 |
| Температура воды , °С | 19 | , м | 7,6 |
|  |  | Номер рисунка | 3.2 |

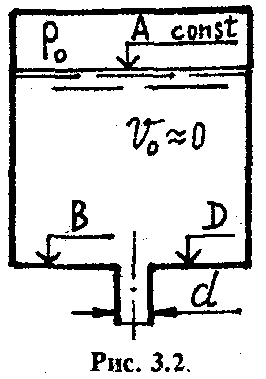


Рис.3. Расчетная схема к задаче 3

Решение:

Определяем расчетный напор, используя формулу 6.4 [1, с.101]

,

где - напор над центром насадка;

 - избыточное давление на поверхности воды в резервуаре;

Н/м3 - удельный вес воды при С [1, табл.1.2].

Имеем:

м.

м.

Далее находим число Рейнольдса по формуле [1, с.106]

,

гдем2/с - кинематическая вязкость воды при С [1, табл.1.13].

Тогда получим

.

Определяем коэффициент расхода внешнего цилиндрического насадка, используя эмпирическую формулу [1, с.106]

.

Определяем расход , вытекающий через внешний цилиндрический насадок по формуле [1, с.104]

,

где - площадь выходного сечения.

Таким образом, получаем

м3/с.

Скорость в сжатом сечении насадка  определим по формуле [1, с.104]

,

где - коэффициент скорости. Для внешнего цилиндрического насадка



где - коэффициент сжатия для внешнего цилиндрического насадка.

Тогда  и находим

м/с

Ответ: м3/с; м/с.

# Задача 4

Из напорного бака с постоянным уровнем вода подается потребителям по трубопроводу, состоящему из двух последовательно соединенных участков гидравлически длинных труб (рис.4).

Требуется:

1. Определить расчетный расход на каждом участке.

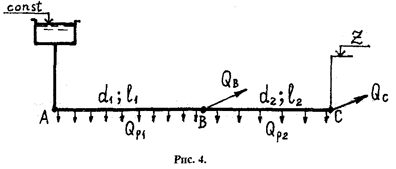
2. Определить потери напора на каждом участке, пользуясь таблицами для гидравлически длинных труб.

3. Определить отметку воды в напорном баке.

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл.4.1 и 4.2.

Исходные данные:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | Последняя цифра номера зачетной книжки | Исходные данные | Предпоследняя цифра номера зачетной книжки |
| 3 | 1 |
| Расход , л/с | 50 | Длина , м | 480 |
| Расход , л/с | 0 | Длина , м | 500 |
| Расход , л/с | 20 | Отметка пьезометрической линии в конце системы , м | 0 |
| Диаметр , мм | 200 |
| Диаметр , мм | 150 | Вид трубы | новые стальные |



Решение:

Выполняем схему трубопровода согласно исходным данным (рис.4)

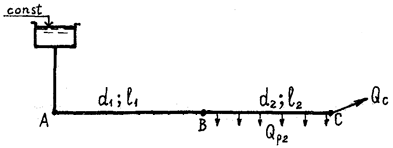


Рис.4. Расчетная схема к задаче 4

1. Поскольку участки трубопровода 1 (AB) и 2 (BC) соединены последовательно, то имеем

,

где  - расчетный расход на первом участке;

 - расчетный расход на втором участке.

Расчетный расход на втором участке определяем по формуле 8.26 [1, с.131]

избыточное давление эпюра трубопровод

;

л/с.

Таким образом,

л/с.

2. Потери напора на каждом участке определим по формуле 8.25 [1, c.131]

,

где - длина участка;

 - расходная характеристика трубопровода;

 - расчетный расход на данном участке трубопровода.

Для первого участка имеем м, мм, л/с (табл.8.1 [1, с.116]) для новых труб. Тогда

м.

Аналогично для второго участка получаем: м, мм, л/с

м.

3. Определяем отметку воды в напорном баке. Поскольку по условию , то отметка в напорном баке будет равна сумме гидравлических потерь, то есть

м.

Ответ: л/с; м; м;

м.

# Список использованной литературы

1. Некрасов Б.Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Мн.: Высшая школа, 1985.

2. Альтшуль А.Д. Примеры расчетов по гидравлике. М.: Стройиздат, 1977.