

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### *Гидравлика*

Код, направление подготовки	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Промышленное и гражданское строительство
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Строительные технологии и конструкции
Выпускающая кафедра	Строительные технологии и конструкции

## Типовые задания для контрольной работы:

---

### Расчетно-графическая работа по разделу «Гидростатика»

#### Сила гидростатического давления на плоскую поверхность

---

Цель работы – получить навыки расчета гидростатического давления, построения эпюр давления, расчета силы гидростатического давления на плоскую поверхность.

Расчетные схемы заданий показаны на рисунках 1 и 2. На них изображены плоские прямоугольные поверхности АВМN, находящиеся под давлением воды слева. Ширина стенок и затворов равна  $b$ .

Пользуясь расчетной схемой и исходными данными вариантов необходимо:

1. Определить абсолютное и избыточное давление в точке, указанной в исходных данных.
2. Построить эпюры избыточного давления, действующего на каждую плоскую поверхность (на одном чертеже и в одном масштабе).
3. Определить силу избыточного давления на часть смоченной поверхности, указанную в исходных данных. Требуется найти значение силы, сначала аналитическим способом, а затем проверить значение силы графоаналитическим способом.
4. Найти центр давления на смоченную поверхность, указанную в исходных данных.

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы.

---

#### Аналитический способ

- 1) Определение силы избыточного давления  
Сила давления, действующая на плоскую поверхность, равна

$$F_p = p_c S$$

где  $p_c$  – давление в центре тяжести рассматриваемой поверхности;  
 $S$  – площадь этой поверхности.

Если требуется определить силу избыточного давления, то в расчете следует использовать значение избыточного давления в центре тяжести поверхности.

- 2) Определение центра давления.  
Координата центра давления  $Z_D$  рассчитывается по формуле

$$Z_D = Z_C + \frac{I_c}{Z_C \cdot S}$$

где  $Z_C$  – координата центра тяжести поверхности, на которую ищется сила давления;  
 $S$  – площадь этой поверхности;

$I_c$  – момент инерции поверхности относительно оси, проходящей через центр тяжести перпендикулярно плоскости чертежа.

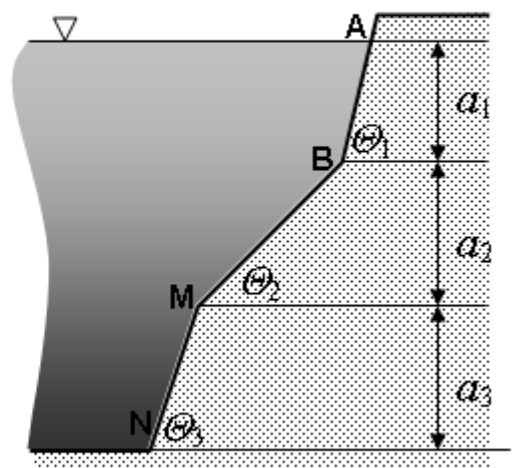
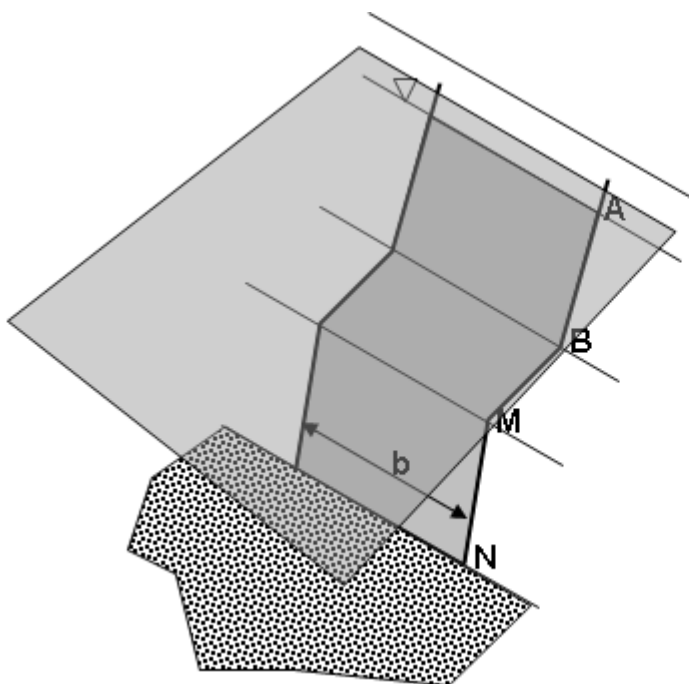
#### Графоаналитический способ.

Этот способ требует построения в масштабе эпюры избыточного гидростатического давления.

- 1) Определение силы избыточного давления  
Сила избыточного давления, действующая на 1 м ширины смоченной поверхности, численно равна площади эпюры, определенной в выбранном масштабе. Сила давления на всю поверхность будет равна площади эпюры, умноженной на ширину смоченной поверхности.
- 2) Определение центра давления.  
Центр давления есть точка приложения суммарного вектора силы давления, распределенной по смоченной поверхности. Вектор силы давления проходит через центр тяжести эпюры давления перпендикулярно смоченной поверхности.

Исходные данные к расчетно-графической работе

№ варианта	a1	a2	a3	точка	пов-сть	b	Θ1	Θ2	Θ3
1	1	2	6	N	AB	8	90	45	90
2	1,4	4	4	B	BM	2	60	60	30
3	1,8	1,6	2,4	M	MN	7	90	60	45
4	2	3	5,2	N	BM	1	30	90	45
5	2,4	3,2	2	M	MN	6	45	60	90
6	3	3	6	B	AB	4	60	90	45
7	3,8	5	4,8	N	MN	10	60	30	45
8	4	4,6	5,6	M	BM	5	45	30	90
9	4,6	3,4	10	B	AB	9	45	90	60
10	5	6	8	N	BM	3	90	60	90
11	1,5	2	3	B	MN	1	60	90	60
12	2,1	4	2	M	AB	6	60	45	60
13	2,7	1,6	1,2	N	MN	4	45	60	45
14	3	3	2,6	M	BM	10	45	90	30
15	3,6	3,2	1	B	AB	5	90	45	45
16	4,5	3	3	N	BM	9	90	45	60
17	5,7	5	2,4	M	AB	3	60	30	90
18	6	4,6	2,8	B	BM	8	45	45	60
19	6,9	3,4	5	N	MN	2	30	60	90
20	7,5	6	4	B	BM	7	45	60	45
21	1	3	3	M	MN	10	60	90	60
22	1,4	6	2	N	AB	5	90	60	60
23	1,8	2,4	1,2	M	MN	9	60	90	45
24	2	4,5	2,6	B	BM	3	90	30	90
25	2,4	4,8	1	N	AB	4	45	90	30
26	3	4,5	3	M	BM	6	60	45	90
27	3,8	7,5	2,4	B	MN	1	90	30	60
28	4	6,9	2,8	N	AB	7	90	45	60
29	4,6	5,1	5	B	MN	2	30	45	90
30	5	9	4	M	BM	8	30	60	45



# Расчетно-графическая работа по разделу «Расчет трубопроводов»

## Расчет простого трубопровода

Цель работы – получить навыки расчета трубопровода переменного диаметра, определения потерь напора и построения пьезометрической и напорной линий потока.

По простому трубопроводу переменного диаметра происходит истечение в атмосферу (см. рис). Длина и диаметр первой и второй труб равны, соответственно  $l_1, d_1$  и  $l_2, d_2$ . Трубопровод присоединен к резервуару под прямым углом. На одном из участков имеется задвижка. Открытие задвижки равно  $a$ .

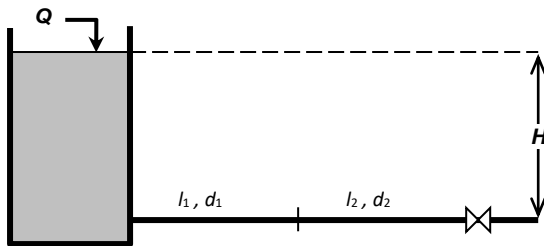


Схема истечения

Кинематический коэффициент вязкости принять равным  $1.006 \cdot 10^{-2}$  Ст. В случае турбулентного режима для определения коэффициента Дарси использовать универсальную формулу Альтшуля. Высота абсолютной шероховатости  $\Delta$  приведена в таблице исходных данных

Требуется:

- 1) найти напор  $H$ , необходимый для пропуска заданного расхода  $Q$ . При расчете учесть режимы движения жидкости
- 2) построить в масштабе пьезометрическую и напорную линии.

### Часто встречающиеся значения коэффициентов местного сопротивления

Наименование местного сопротивления	$\xi$
Вход в трубу при нескругленных кромках	0.50
Вход в трубу со скругленными кромками	~0.20
Резкое расширение трубы ( $D_2 > D_1$ )	$\left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1\right)^2$
Резкое сужение трубы ( $D_2 < D_1$ )	$0.5 \left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_1}\right)$
Переходный расширяющийся конус (при $D_2 \approx 2D_1$ )	~5.0
Переходный сужающийся конус (при $D_2 \approx 0.5D_1$ )	~0.20
Резкий поворот трубы на $90^\circ$	~1.20
Плавный поворот трубы на $90^\circ$ (при $D/2R_0 = 0.2 - 0.6$ )	~0.15
Задвижка при полном открытии	0.15

### Значения $\xi_3$ для простой задвижки, перекрывающей круглоцилиндрическую трубу

$a/D$	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
$\xi_3$	-	35.0	10.0	4.6	2.06	0.98	0.44	0.17	0.06

Таблица исходных данных.

№ вар	Вход в трубопровод *	Диаметр $d_1$ , мм	Длина $l_1$ , м	Диаметр $d_2$ , мм	Длина $l_2$ , м	$a$ , мм	$\Delta z$ , мм	Расход $Q$ , л/с
1	СК	75	150	50	100	40	0.45	3.8
2	НСК	100	100	75	70	50	0.7	8,5
3	СК	50	80	75	100	25	0.35	7,8
4	НСК	120	110	150	150	30	0.4	18,3
5	СК	100	50	75	100	20	0.65	9,3
6	НСК	150	100	120	75	100	0.5	16,3
7	СК	75	60	50	40	15	0.55	5,3
8	НСК	50	50	75	100	50	0.3	6,3
9	СК	100	75	120	50	50	0.6	15,0
10	НСК	50	125	75	100	35	0.5	5,2
11	СК	32	150	40	100	30	0.55	2.2
12	НСК	40	100	50	70	40	0.3	4.6
13	СК	75	80	40	100	35	0.6	5.6
14	НСК	50	110	75	150	35	0.5	5.6
15	СК	75	50	100	100	30	0.55	5.6
16	НСК	120	100	50	75	10	0.3	12.2
17	СК	75	60	50	40	15	0.6	8.0
18	НСК	40	50	25	100	5	0.5	1.6
19	СК	40	75	32	50	10	0.45	1.5
20	НСК	50	125	75	100	30	0.7	3.4
21	СК	100	100	75	150	45	0.55	10.5
22	НСК	50	70	75	100	60	0.6	8.4
23	СК	75	100	50	80	25	0.35	3.8
24	НСК	50	150	75	110	30	0.4	2.5
25	СК	75	100	100	50	55	0.3	4.8
26	НСК	120	75	100	100	75	0.55	8.2
27	СК	100	40	120	60	90	0.3	15.0
28	НСК	100	100	75	50	60	0.6	6.3
29	СК	50	50	75	75	25	0.5	9.4
30	НСК	50	100	40	125	25	0.3	8.5

\* варианты входа в трубопровод из напорного бака:

СК – со скругленными кромками,

НСК – с нескругленными кромками

## Типовые вопросы к экзамену:

---

### Общие вопросы. Физические свойства жидкостей.

1. Что изучает гидравлика?
2. Основные физические свойства капельных жидкостей.
3. В чем отличие капельных жидкостей от твердых тел и газов?
4. Какая связь существует между удельным весом, плотностью и ускорением силы тяжести?
5. Размерность удельного веса в Международной системе единиц (СИ)
6. Что такое вязкость жидкости и что она характеризует?
7. Связь между динамическим и кинематическим коэффициентами вязкости и их размерность.
8. Какими приборами определяется вязкость жидкости?

### Гидростатика

1. Что такое гидростатическое давление? Его основные свойства.
2. Гидростатическое давление и сила гидростатического давления.
3. Виды гидростатического давления.
4. Основное уравнение гидростатики.
5. Что такое пьезометрическая высота?
6. Закон Паскаля.
7. Что такое гидростатический парадокс?
8. Что такое центр давления?
9. Когда центр давления совпадает с центром тяжести смоченной поверхности стенки?
10. Как определяется суммарное давление жидкости на криволинейные стенки?
11. Что такое положительное и отрицательное тела давления?
12. Что такое выталкивающая сила? Где находится точка ее приложения?
13. Закон Архимеда.
14. Условия плавания тел.

### Гидродинамика

1. Что такое живое сечение потока, средняя скорость и расход жидкости?
2. Как связаны средняя скорость и площадь живого сечения потока?
3. Чем отличается реальная жидкость от идеальной?
4. Какое движение жидкости называется установившимся? Где его можно наблюдать?
5. Что такое равномерное и неравномерное движения?
6. Что такое гидравлический радиус и как его значение связано с диаметром трубы?
7. Что такое уравнение Бернулли?
8. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
9. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
10. При каких условиях можно использовать уравнение Бернулли?
11. Принцип работы водомера Вентури. Для чего он используется?
12. Чем вызвана неравномерность распределения скорости течения по сечению потока и как она учитывается?
13. Что такое гидравлический уклон? Когда он совпадает с пьезометрическим уклоном?

### Гидравлические сопротивления

1. В чем состоит закон вязкости Ньютона?
2. Какие движения жидкости называют ламинарным и турбулентным?
3. В каких практических случаях наблюдается ламинарное движение жидкости?
4. Что такое число Рейнольдса?
5. Виды гидравлических сопротивлений.
6. Как определяются потери напора на трение при ламинарном движении?
7. Формула Блазиуса.
8. Что такое пульсация скорости?
9. Что такое абсолютная и относительная шероховатость?
10. От каких факторов зависит коэффициент гидравлического трения при турбулентном движении?
11. Формула Дарси-Вейсбаха.
12. Какие трубы называются гидравлически гладкими?
13. Что такое область квадратичного сопротивления?
14. Формула Шези. Размерность коэффициента Шези.
15. Что такое местные сопротивления? По какой формуле определяются местные потери напора?

## 16. Формула Вейсбаха.

### Истечение из отверстий и насадков

1. Малое отверстие в стенке. Его признаки.
2. Что такое коэффициент сжатия струи.
3. Что такое коэффициент скорости?
4. От чего зависит коэффициент расхода?
5. Связь между коэффициентами расхода, скорости, сжатия струи и сопротивления при истечении из отверстия.
6. Как изменяются расход и скорость при истечении жидкости через внешний цилиндрический насадок по сравнению с истечением из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
7. Какие факторы влияют на дальность полета струи, вытекающей из насадка?
8. Как влияет на расход затопление отверстия?

### Гидравлический удар

1. По какой формуле находится повышение давления в трубе при внезапном закрытии задвижки?
2. Скорость распространения волны гидравлического удара.
3. Основные меры борьбы с гидравлическим ударом.

### Задачи.

1. В вертикальной стенке резервуара находится люк диаметром  $D$ . Верхний край отверстия находится на уровне свободной поверхности жидкости, где давление воздуха равно атмосферному. Как и во сколько раз изменится сила избыточного давления на крышку люка, если уровень жидкости поднимется на расстояние  $D$ ?
2. По горизонтальной трубе диаметром 20 мм движется вода с расходом 1 л/с. Манометр показывает давление  $p_{ман} = 3.3 \text{ кгс/см}^2$ . Определить гидродинамический напор в трубе относительно ее оси.
3. Поток воды движется по напорному трубопроводу диаметром  $d = 40$  мм с расходом  $Q=0.7$  л/с. Определить среднюю скорость потока при переходе на диаметр вдвое меньший.
4. Кинематический коэффициент вязкости жидкости равен  $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ . Какой режим движения воды будет в круглой напорной трубе диаметром 40 мм, если расход равен 0.4 л/с?
5. По напорной трубе диаметром 100 мм движется вода. Кинематический коэффициент вязкости жидкости составляет  $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ . При каком расходе (л/с) наступает смена режима движения?
6. По прямолинейному участку напорной трубы диаметром 100 мм длиной 1 км движется нефть со скоростью 1 м/с. Кинематический коэффициент вязкости составляет  $0.2 \text{ см}^2/\text{с}$ . Определить потерю напора на участке.
7. В середине прямолинейного участка напорной трубы диаметром 100 мм и длиной 200 м установлена задвижка с коэффициентом сопротивления  $\zeta_{завдв}=4$ . Расход жидкости в трубе составляет 10 л/с, а коэффициент гидравлического трения  $\lambda=0.04$ . Найти общую (суммарную) потерю напора на участке.
8. Гидравлический уклон горизонтального напорного трубопровода длиной 20 м равен 0.11. Определить потерю напора в трубопроводе.
9. В воду полностью погружено тело объемом  $V$  и плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$ . Найти равнодействующую силу архимедовой силы и силы тяжести.
10. Вода глубиной  $H$  удерживается вертикальной стенкой. У дна расположено стеклянное окно (иллюминатор) квадратной формы со стороной  $a$ . Найти силу давления воды на иллюминатор.
11. На поверхности воды плавает тело объемом  $V$  и плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$ . Какая часть объема тела находится над поверхностью воды.