МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры
«Санитарно-технические системы»
«12» января 2021 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой
_____ Р.А. Ковалев

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

«Гидравлика трубопроводов»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
08.03.01 – "Строительство"

с профилем
"Водоснабжение и водоотведение"

Форма(ы) обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-02-21

Тула 2021 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Разработчик(и):

Белоусов Р.О., доцент, к.т.н., доцент _____
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) *(подпись)*

1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

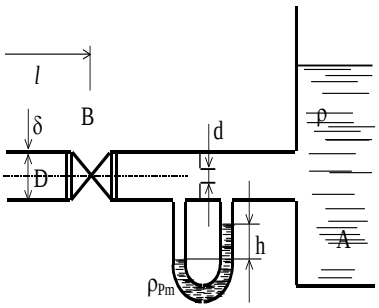
Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)

1. Понятие о коротких трубопроводах.
2. Понятие о длинных трубопроводах.
3. Понятие и формула определения коэффициента сопротивления короткого трубопровода.
4. Понятие и формула определения напора самотечной трубы.
5. Понятие и формула определения коэффициента расхода самотечной трубы.
6. Определение производительности самотечной трубы.
7. Определение потерь напора в самотечной трубе.
8. Определение диаметра самотечной трубы.
9. Понятие о сифонной трубе.
10. Определение максимальной высоты сифона.
11. Определение максимальной высоты всасывания насоса.
12. Расчет потоков в длинных трубопроводах
13. Понятие и формула удельного сопротивления трубопровода.
14. Определение удельного сопротивления с помощью таблиц
15. Определение потерь напора в дырчатых трубопроводах.
16. Определение общих потерь напора при последовательном сопротивлении труб.
17. Сложение характеристик участков при их последовательном соединении.
18. Распределение общего расхода по участкам параллельно соединенных труб.
19. Сложение характеристик участков при их параллельном соединении.
20. Принцип расчета и построения напорной линии потока в тупиковой сети.
21. Принцип расчета и построения напорной линии потока в кольцевой среде.
22. Понятие о гидравлическом ударе в трубах.
23. Фаза гидравлического удара.
24. Понятие о прямом, непрямом и обратном гидравлическом ударе.
25. Факторы, влияющие на величину гидравлического удара.

3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)

Задача 1



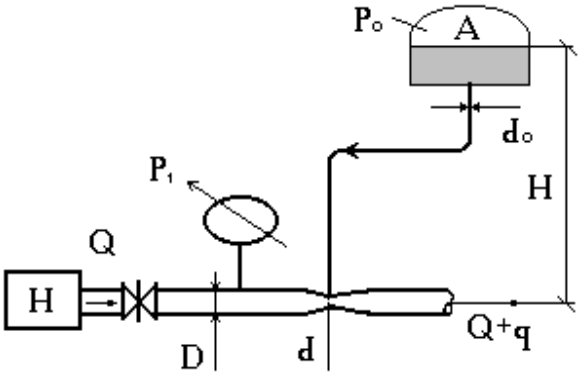
Вода (ρ = 1000 кг/м^3, $\beta_р = 5\cdot10^{-10}$ 1/Па) подается по трубе длиной l, внутренним диаметром D, толщиной стенок δ, выполненной из материала с модулем упругости E_m. Расход воды, поступающей в резервуар, замеряется с помощью водомерной шайбы с диаметром отверстия d, коэффициентом расхода μ и ртутного ($\rho_{РТ}$ = 13600 кг/м^3) дифманометра, показание которого равно h. В конце трубы установлена задвижка B, которая способна перекрывать все сечения трубы за интервал времени t.

Определить величину дополнительных напряжений σ в стенках трубы при гидравлическом ударе, возникающем при перекрытии сечения трубы задвижкой B.

Исходные данные

Величина	Единица измерения	Вариант				
		1	2	3	4	5
l	км	6,2	6,4	7,5	8,0	8,3
D	мм	300	350	400	450	500
δ	мм	10	12	12	14	15
E_m	кПа	$96x10^6$	$80x10^6$	$60x10^6$	$02x10^6$	$10x10^6$
d	мм	100	120	250	300	350
μ	-	0,75	0,77	0,79	0,74	0,76
h	см	20	25	22	24	23
t	с	15	20	12	18	22

Задача 2



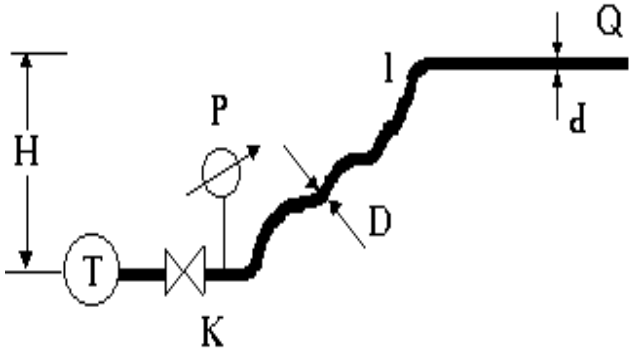
Насос *H* подает воду ($\rho_в$=1000кг/м^3) в трубопровод с внутренним диаметром *D* под давлением p_1 в количестве *Q*. В напорном бачке *A*, расположенном навысоте *H* под давлением p_0 находиться раствор реагента ($\rho_р$ = 1010 кг/м^3) , который должен подаваться в трубопровод в количестве *q*. Для этого в трубопроводе устроено сужение до диаметра *d*, в горловину которого подсоединена труба внутренним диаметром d_0 от напорного бачка *A*, ее коэффициент расхода равен $\mu_{кт}$.

Определить давление p_0 в напорном бачке *A*, необходимое для подачи требуемого количества реагента.

Исходные данные

Величина	Единица измерения	Вариант				
		1	2	3	4	5
Q	л/с	70	130	35	52	80
q	л/с	0,5	0,8	0,4	0,5	0,6
D	мм	300	350	200	250	300
d	мм	100	150	80	80	100
d_0	мм	25	32	20	25	32
p_1	мПа	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24
$\mu_{кт}$	_	0,45	0,48	0,42	0,44	0,46
H	м	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0

Задача 3



Пожарный прорезиненный рукав внутренним диаметром *D* и длинной *l* подсоединен к напорному трубопроводу *T* через задвижку *K*, давление после которой *p* замеряется манометром Рукав заканчивается насадкой (стволом) диаметром на выходе *d*, коэффициентом сжатия струи ε и коэффициентом сопротивления ζ; он поднят над точкой подсоединения к трубопроводу на высоту *H*. Под действием давления из пожарного ствола вылетает струя воды (ρ = 1000 кг/м^3).

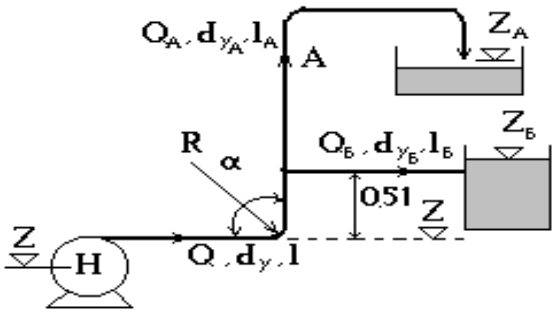
Определить расход *Q* струи, вылетающей из пожарного ствола.

Исходные данные

Величина	Единица измерения	Вариант				
		1	2	3	4	5

D	мм	50	66	77	89	50
l	м		130	125	140	110
d	мм	20	40	40	50	30
ζ	_	30	0.15	0.1	0.14	0.16
ε	_	0.2	0.98	1.0	0.94	0.96
H	м	0.95	12	14	16	20
p	кПа	10	850	900	950	1000
		800				

Задача 4



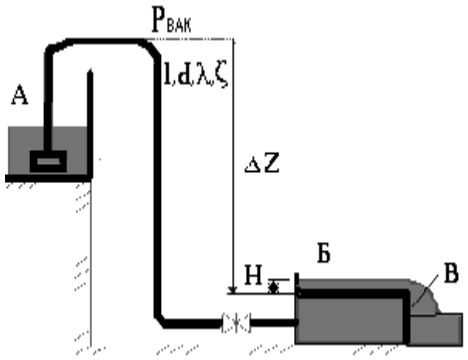
Насос *H* расположенный на отметке *z* подает воду (ρ =1000кг/м^3) по тупиковой системе труб в резервуар *А* свободной струей (расход Q_A) и в резервуар *Б* - под уровень (расход $Q_Б$). Трубы новые стальные электросварные, диаметры их по участкам d_y , d_{yA} и $d_{yБ}$, а длины участков соответственно *l* , l_A и $l_Б$.

В середине начального участка *А* расположено колено трубопровода под углом $\alpha=\pi/2$. Сила давления воды на него *R* зависит от давления *p* в данном сечении потока. Определить силу *R*, если объемным способом замерено, что в бак *А* за интервал времени *t* поступает объем *W* воды.

Исходные данные

Величина	Единица Измерения	Вариант				
		1	2	3	4	5
d_y	мм	200	250	300	300	250
d_{yA}	мм	50	60	75	80	60
$d_{yБ}$	мм	100	125	150	175	150
l	м	400	450	420	440	430
l_A	м	52	56	48	46	44
$l_Б$	м	100	110	116	114	120
z	м	74	76	78	77	72
z_a	м	98	97	102	105	96
$z_б$	м	87	85	91	94	88
W	л	200	210	190	200	180
t	с	102	80	45	38	85

Задача 5



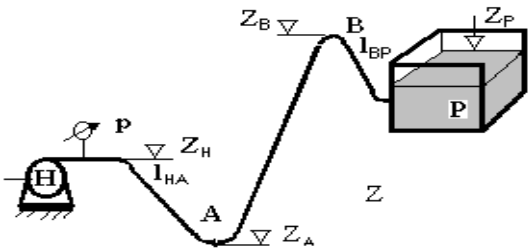
Вода (ρ = 1000 кг/м^3) перекачивается из резервуара *А* в резервуар *Б* сифонной трубой внутренним диаметром *d*, разряжение в верхнем сечении которой равно $p_{вак}$. Длина нисходящей ветви сифонной трубы равна *l*, гидравлические сопротивления ее характеризуются коэффициентами λ и $\Sigma\zeta$. Для измерения расхода *Q* принят мерный треугольный водослив *В* с углом выреза $\theta = \pi/2$. Напор над гребнем водослива равен *H*. Превышение верхнего сечения сифонной трубы над гребнем водослива равно Δz.

Определить в процентах величину разряжения $p_{вак}$, если атмосферное давление равно $p_{атм}$.

Исходные данные

Величина	Единица измерения	Вариант				
		1	2	3	4	5
d	мм	100	125	150	125	100
l	м	15	16	18	17	14
λ	_	0,029	0,027	0,025	0,026	0,028
Σζ	_	3,4	3,2	3,1	3,5	3,9
Δz	м	4,1	4,3	3,8	3,9	4,2
H	см	12	14	15	13	11
$p_{атм}$	мм рт.ст	735	740	745	750	755

Задача 6



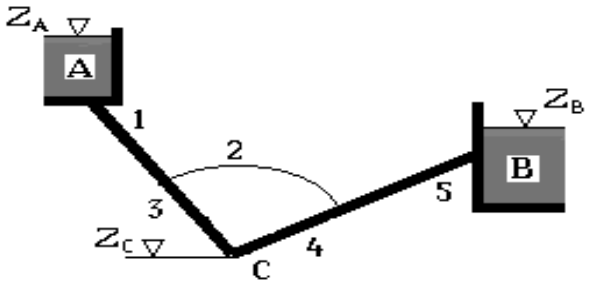
Насос *Н*, расположенный на отметке $z_н$, создавая давление $p_н$, подает жидкость плотностью по напорному трубопроводу постоянного диаметра длиной *L* в приемный резервуар *Р*, уровень жидкости в котором расположен на отметке z_p, а манометрическое давление ее паров p_p. Ось трубопровода имеет наинизшую отметку z_a в точке *А*, расположенной от насоса расстоянии $l_{на}$, а наивысшую $z_в$ - в точке *В*, расположенной от резервуара на расстоянии $l_{вр}$.

Определить абсолютные давления (в кПа) в точках *А* и *В*, если атмосферное давление $p_{атм}$.

Исходные данные

Величина	Единица измерения	Вариант				
		1	2	3	4	5
$Z_н$	м	74	82	66	88	76
$P_н$	ат	5,6	5,8	6,2	6,4	6,6
L	м	850	860	870	880	900
z_p	м	86	98	78	99	85
p_p	мм рт.ст.	70	72	71	74	73
z_A	м	52	63	45	74	63
$l_{НА}$	м	140	150	160	170	180
z_B	м	98	110	90	111	94
$l_{ВР}$	м	210	220	230	240	250
ρ	кг/м^3	950	960	970	980	990
$p_{атм}$	м вод. ст.	10.1	9.9	9.8	10.2	10.3

Задача 7



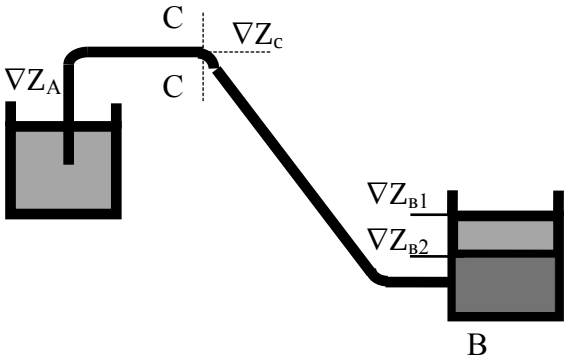
Вода (ρ = 1000 кг/м^3) из резервуара А подается в резервуар В по системе труб, состоящей из пяти участков длиной l_i из не новых стальных водопроводных труб диаметром d_i .Отметки уровней воды в резервуарах z_A и z_B, отметка наинизшего сечения трубопровода на стыке 3-го и 4-го участков z_C .

Определить манометрическое давление воды p_C в наинизшем сечении трубопровода.

Исходные данные

Вели-чина	Единица измерения	Вариант				
		1	2	3	4	5
z_A	м	118	122	126	130	140
z_B	м	72	74	81	88	92
z_C	м	61	65	70	72	80
$d_{3,4}$	мм	100	150	200	250	100
$d_{1,2,5}$	мм	150	200	250	300	150
l_1	км	0,2	0,22	0,21	0,24	0,23
l_2	км	0,82	0,81	0,79	0,83	0,85
l_3	км	0,41	0,44	0,43	0,45	0,48
l_4	км	0,52	0,56	0,57	0,51	0,53
l_5	км	1,40	1,29	1,31	1,09	1.18

Задача 8



Вода (ρ = 1000 кг/м, ν = 0,01 Ст) из резервуара с постоянным уровнем на отметке z_A подается в резервуар с переменным уровнем на отметке от z_{B1} до z_{B2}, с помощью сифонной трубы, верх которой расположен на отметке z_C. Сифонная труба имеет внутренний диаметр d, шероховатость $\Delta_Э$, общую длину L, длину головной части (до сечения с-с) $l_г$. Повороты трубы на углы π/2 и π/4 выполнены радиусом R=2d. Труба оборудована краном К в виде прямоточного вентиля.

Определить интервал изменения абсолютного давления в сечении с-с при атмосферном давлении $p_{атм}$

Исходные данные

Величина	Единица измерения	Вариант				
		1	2	3	4	5
Z_A	м	110	115	117	120	125
Z_{B1}	м	108	113	115	118	123
Z_{B2}	м	104	109	111	114	119
Z_C	м	111,2	116,3	118,4	121,5	126,8
d	мм	100	80	40	80	100
$\Delta_Э$	мм	0,09	0,1	0,08	0,07	0,11
L	м	15	16	17	18	19
$l_г$	м	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
$p_{атм}$	мм рт.ст.	730	735	740	745	750

4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы (проекта)) по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)

Задание: вода из точки водозабора насосом подается в бак, из которого перетекает по сложным трубопроводам в точку водразбора.

Требуется определить: не заданные значения отметок и давлений; расходы воды на всех участках водоводов (как до бака, так и после него) и режимы движения воды в них; увеличение давления в водоводе при аварийной остановке насоса.

Проверяется:

- соответствие выполненной работы заданию

- определение геодезических отметок узлов сети
- определение давлений
- определение потерь напора
- определение расходов простых и сложных трубопроводов
- определение параметров гидравлического удара

Пример задания:

Вода из точки водозабора насосом подается в бак, из которого перетекает в точку «К».

Исходные данные для соответствующего варианта приведены в таблице

Требуется определить:

- Те величины, которые в таблице обозначены знаком вопроса. Величины давлений определить в тех единицах, которые указаны в таблице.
- Расходы воды на **всех** участках водоводов (как до бака, так и после него) и режимы движения воды в них.
- Определить увеличение давления в водоводе 2 при аварийной остановке насоса

3. Исходные данные

- Исходные данные приведены в таблице.
- В таблице использованы следующие сокращения: “м. рт. ст.” – метры ртутного столба; “м. в. ст.” – метры водяного столба; “ман” – манометрическое давление; “вак” – вакуметрическое давление, “абс” – абсолютное давление.
- Считать уровень воды в баке постоянным, (то есть сколько воды поступает по водоводу 2 в бак, столько и отводится по водоводу 3).
- Плотность: воды – 1000 кг/м^3. Атмосферное давление: 0,755 м. рт. ст.
- Коэффициент кинематической вязкости воды: $1{,}3\cdot10^{-6}$ м^2/с
- Абсолютная эквивалентная шероховатость водоводов ($\Delta_{экв}$):

Диаметр, мм	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
$\Delta_{экв}$, мм	0,3				0,5			0,6		0,7		0,8		0,9		1,0		

- Модуль упругости воды E: 2^x10^9 Па
- Толщина стенки трубы, мм

Диаметр, мм	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
Толщина стенки , мм	2,5				3			3,5		4		5		6		6,5		

- Потери напора на местные сопротивления считать равными 20% потерь напора по длине. Потерями напора в баке и насосе пренебречь.

Z_0 , м	100
Z_1 , м	?
Z_2 , м	93
Люк	∅ 0,5 м
$h_л$, м	0,3
β, град	45
P_0	ман
	32 КПа
P_1	вак
	0,1 ат
P_2	абс
	? Бар
$Z_н$, м	50
$Z_в$, м	?
$P_н$, ман, ат	7
$V_{ас}$, вак, ат	0,4
Водовод 1: Диаметр, мм / Длина, м	32 / 80
Водовод 2: Диаметр, мм / Длина, м	25 / 150
Водовод 3: Диаметр, мм / Длина, м	100 / 80
Водовод 4: Диаметр, мм / Длина, м	300 / 100
Водовод 5: Диаметр, мм / Длина, м	50 / 300
$Z_к$, м	?
$P_к$, абс, ат	1,5
$h_к$, м	3

Схема «бака»

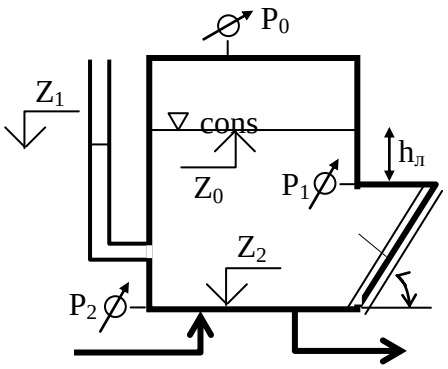


Схема «от точки водозабора до бака»

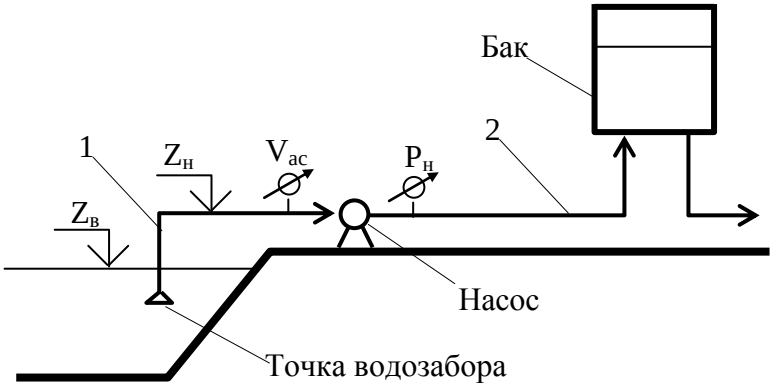
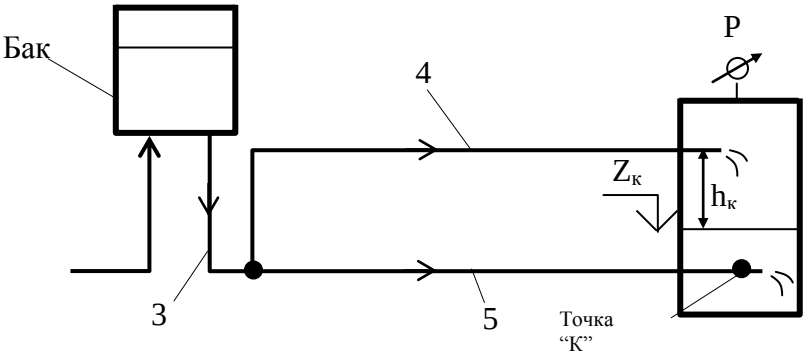



Схема «от бака до точки “К”»