

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

**РАССМОТРЕНО:**

На заседании методического совета  
Протокол № 1 от « 06 » апреля 2021г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор ПОУ «Региональный  
нефтегазовый колледж»

О.А. Бекеров

Приказ № 2-А от « 07 » апреля 2021г.



**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации  
обучающихся по профессиональному модулю  
ПМ.01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования  
по специальности  
21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ  
по программе подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)  
на базе основного общего образования  
форма обучения: очная, заочная**

Фонд оценочных средств по профессиональному модулю ПМ.01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС) по специальности 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» среднего профессионального образования (далее - СПО), утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ от 12 мая 2014 г. №484.

Квалификация - техник.

**Организация-разработчик:** ПОУ «Региональный нефтегазовый колледж»

**Разработчик:** ПОУ «Региональный нефтегазовый колледж»

СОГЛАСОВАНО

Работодатель

ООО «Каспетролсервис»

Главный инженер

 Эфендиев М.Ш.

Адрес: РД, г. Махачкала, ул. Каммаева, д. 13



СОГЛАСОВАНО

Работодатель

ООО «Газпром трансгаз Махачкала»

Заместитель Генерального директора

 Умалатова Л.Х.

Адрес: г. Махачкала, туп. Хаджи Булача 1-й, 13



## Оглавление

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной образовательной программы.....	4
2. Описание перечня оценочных средств и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.....	5
3. Описание шкал оценочных средств и критерия оценивания компетенций на различных этапах их формирования .....	6
4. Оценочные материалы для оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной образовательной программы.....	7
5. Процедура оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций.....	46

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной образовательной программы

Основной задачей оценочных средств является контроль и управление процессом приобретения студентами необходимых знаний и умений, определенных стандартом. Оценочные средства для контроля знаний и умений, формируемых профессиональным модулем ПМ.01 «Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования» оцениваемые компоненты компетенций отражены в таблице.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
	<b>Раздел 1</b> Основы нефтегазового производства.		
1	<b>Тема 1.1</b> Эксплуатация нефтяных и газовых скважин	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
2	<b>Тема 1.2</b> Переработка нефти, газа и газоконденсата	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
3	<b>Тема 1.3</b> Нефтяное товароведение	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
4	<b>Тема 1.4</b> Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
	<b>Раздел 2</b> Машины и оборудования газонефтепроводов и газонефтехранилищ		
5	<b>Тема 2.1</b> Машины и оборудование для перемещения и сжатия газов	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
6	<b>Тема 2.2</b> Машины и оборудование для перемещения и сжатия жидкостей.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
7	<b>Тема 2.3</b> Машины для сооружения, эксплуатации и ремонта линейной части газонефтепроводов.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
8	<b>Тема 2.4</b> Машины и оборудование для очистки внутренней полости и испытания линейной части газонефтепроводов.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
	<b>Раздел 3</b> Газотурбинные установки.		
9	<b>Тема 3.1</b> Принципиальные схемы и циклы ГТУ.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
10	<b>Тема 3.2</b> Основы термодинамического расчета ГТУ.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
11	<b>Тема 3.3</b> Осевые турбомашин.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
12	<b>Тема 3.4</b>	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты

	Конструктивные особенности ГТУ, их эксплуатационные характеристики при работе на газопроводах.		Практические задания
	Раздел 4 Техническая диагностика на объектах транспорта, хранения газа, нефти и нефтепродуктов		
13	<b>Тема 4.1</b> Основы технической диагностики.	<b>ПК 1.1</b>	Тесты Практические задания
14	<b>Тема 4.2</b> Техническая диагностика трубопроводных систем (ТС).	<b>ПК 1.1</b>	Тесты Практические задания
15	<b>Тема 4.3</b> Техническая диагностика объектов хранения и распределения газа, нефти и нефтепродуктов.	<b>ПК 1.1</b>	Тесты Практические задания
16	<b>Тема 4.4</b> Техническая диагностика оборудования компрессорных станций.	<b>ПК 1.1</b>	Тесты Практические задания

## 2. Описание перечня оценочных средств и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
2	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
3	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Тестирование	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и	Фонд тестовых заданий

### 3. Описание шкал оценочных средств и критерия оценивания компетенций на различных этапах их формирования

#### Критерии оценки зачета:

«зачтено» - при наличии у студента глубоких, исчерпывающих знаний, грамотном и логически стройном построении ответа по основным вопросам дисциплины; при наличии твердых и достаточно полных знаний, логически стройном построении ответа при незначительных ошибках по направлениям, перечисленным при оценке «отлично» при наличии твердых знаний, изложении ответа с ошибками, уверенно исправленным: после наводящих вопросов по изложенным выше вопросам.

«незачтено» - при наличии грубых ошибок в ответе, непонимании сущности излагаемого вопроса, неуверенности и неточности ответов после наводящих вопросов по вопросам изучаемой дисциплины.

Оценка выставляется в экзаменационно - зачетной ведомости.

#### Критерии оценки коллоквиумов (докладов):

Оценка - «зачет» выставляется студенту, если он показал знание теории, хорошо осмысление основных вопросов темы, умеет при этом раскрывать понятия на различных примерах.

Оценка - «незачет» выставляется, если студент не владеет (или владеет незначительной степени) основным программным материалом в объеме, необходимым для профессиональной деятельности

#### Критерии оценки контрольной работы:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если ответ полностью соответствует данной теме.

- Оценка «хорошо» ставится студенту, если ответ верный, но допущены некоторые неточности;

- Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, если ответ является неполным и имеет существенные логические несоответствия;

- оценка «неудовлетворительно» если тема не раскрыта.

#### Критерии оценки тестирования:

Оценка - «зачет» выставляется студенту, если большая часть ответов (больше 60%) верна.

Оценка - «незачет» выставляется студенту, если большая часть ответов (больше 60%) неверна

#### Критерии оценки реферата:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если ответ аргументирован, обоснован дана самостоятельная оценка изученного материала;

- Оценка «хорошо» ставится студенту, если ответ аргументирован, последователен, допущены некоторые неточности;

- Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, если ответ является неполным имеет существенные логические несоответствия;

- Оценка «неудовлетворительно» если в ответе отсутствует аргументация, тема не раскрыта.

## Критерии и шкала оценивания уровней освоения компетенций

Шкала оценивания	Уровень освоенности компетенции	Результат освоенности компетенции
отлично	высокий	обучающийся, овладел элементами компетенции «знать», «уметь», проявил всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоил основную и дополнительную литературу, обнаружил творческие способности в понимании, изложении и практическом исполнении усвоенных знаний.
хорошо	достаточный	обучающийся овладел элементами компетенции «знать» и «уметь», проявил полное знание программного материала по дисциплине, освоил основную рекомендованную литературу, обнаружил стабильный характер знаний и умений и проявил способности к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.
удовлетворительно	низкий	обучающийся овладел элементами компетенции «знать», проявил знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, изучил основную рекомендованную литературу, допустил неточности в ответе на экзамене, но в основном обладает необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.
неудовлетворительно	Компетенции не сформированы	Обучающийся не овладел ни одним из элементов компетенций, обнаружил существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустил принципиальные ошибки при применении теоретических знания, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

### 4. Оценочные материалы для оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной образовательной программы

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ

1. Что такое жидкость?

а) физическое вещество, способное заполнять пустоты;

\*б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил; в) физическое вещество, способное изменять свой объем;

г) физическое вещество, способное течь.

2. Реальной жидкостью называется жидкость а) не существующая в природе;  
\*б) находящаяся при реальных условиях;  
в) в которой присутствует внутреннее трение; г) способная быстро испаряться.
3. Какие силы называются массовыми?  
\*а) сила тяжести и сила инерции;  
б) сила молекулярная и сила тяжести; в) сила инерции и сила гравитационная; г) сила давления и сила поверхностная.
4. Жидкость находится под давлением. Что это означает? а) жидкость находится в состоянии покоя;  
б) жидкость течет;  
\*в) на жидкость действует сила; г) жидкость изменяет форму.
5. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют: а) давление вакуума;  
б) атмосферным; в) избыточным;  
\*г) абсолютным.
6. Какое давление обычно показывает манометр? а) абсолютное;  
\*б) избыточное; в) атмосферное;  
г) давление вакуума.
7. Давление определяется  
\*а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия;  
б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия;  
в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость; г) отношением разности действующих усилий к площади воздействия.
8. Текучестью жидкости называется  
а) величина прямо пропорциональная динамическому коэффициенту вязкости;  
\*б) величина обратная динамическому коэффициенту вязкости;  
в) величина обратно пропорциональная кинематическому коэффициенту вязкости; г) величина пропорциональная градусам Энглера.
9. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой  
\*а)  $\nu$ ;  
б)  $\mu$ ;  
в)  $\eta$ ;  
г)  $\tau$ .
10. Гидростатическое давление - это давление присутствующее а) в движущейся жидкости;  
\*б) в покоящейся жидкости;  
в) в жидкости, находящейся под избыточным давлением; г) в жидкости, помещенной в

резервуар.

11. Первое свойство гидростатического давления гласит

- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
- \*б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;
- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

12. Основное уравнение гидростатики позволяет

- а) определять давление, действующее на свободную поверхность; б) определять давление на дне резервуара;
- \*в) определять давление в любой точке рассматриваемого объема;
- г) определять давление, действующее на погруженное в жидкость тело.

13. Закон Паскаля гласит

- \*а) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково;
- б) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики;
- в) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности;
- г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жидкости.

14. Течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением называется

- а) безнапорное;
- \*б) напорное;
- в) неустановившееся;
- г) несвободное (закрытое).

15. Установившееся движение характеризуется уравнениями

- а)  $v = f(x, y, z, t); P = \varphi(x, y, z)$
- б)  $v = f(x, y, z, t); P = \varphi(x, y, z, t)$
- в)  $v = f(x, y, z); P = \varphi(x, y, z, t)$
- \*г)  $v = f(x, y, z); P = \varphi(x, y, z)$

16. При неустановившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной называется

- а) траектория тока; б) трубка тока;
- в) струйка тока;
- \*г) линия тока.

17. Уравнение неразрывности течений имеет вид а)  $\omega_1 v_2 = \omega_2 v_1 = \text{const}$ ;  
\*б)  $\omega_1 v_1 = \omega_2 v_2 = \text{const}$ ; в)  $\omega_1 \omega_2 = v_1 v_2 = \text{const}$ ;  
г)  $\omega_1 / v_1 = \omega_2 / v_2 = \text{const}$ .

18. Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь меж- ду

а) давлением, расходом и скоростью;  
б) скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса;  
\*в) давлением, скоростью и геометрической высотой; г) геометрической высотой, скоростью, расходом.

19. Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает  
а) разность между уровнем полной и пьезометрической энергией; б) изменение пьезометрической энергии;  
в) скоростную энергию;  
\*г) уровень полной энергии.

20. Линейные потери вызваны

\*а) силой трения между слоями жидкости; б) местными сопротивлениями;  
в) длиной трубопровода; г) вязкостью жидкости.

21. На участке трубопровода между двумя его сечениями, для которых записано уравнение Бернулли можно установить следующие гидроэлементы

а) фильтр, отвод, гидромотор, диффузор; б) кран, конфузор, дроссель, насос;  
\*в) фильтр, кран, диффузор, колено;  
г) гидроцилиндр, дроссель, клапан, сопло.

22. Ламинарный режим движения жидкости это

а) режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода;  
б) режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно;  
\*в) режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц;  
г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только у стенок трубопровода.

23. Турбулентный режим движения жидкости это

а) режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (двигаются послойно);  
\*б) режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно;  
в) режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно;  
г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода.

24. От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?

\*а) от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;  
б) от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;

- в) от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;  
 г) от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости.

25. Критическое значение числа Рейнольдса равно

- \*а) 2300;  
 б) 3200;  
 в) 4000;  
 г) 4600.

26. Кавитация это

- а) воздействие давления жидкости на стенки трубопровода;  
 б) движение жидкости в открытых руслах, связанное с интенсивным перемешиванием;  
 в) местное изменение гидравлического сопротивления;  
 \*г) изменение агрегатного состояния жидкости при движении в закрытых руслах, связанное с местным падением давления

27. Укажите в порядке возрастания абсолютной шероховатости материалы труб. а) медь, сталь, чугун, стекло;

- \*б) стекло, медь, сталь, чугун; в) стекло, сталь, медь, чугун; г) сталь, стекло, чугун, медь.

28. что такое сопло?

- а) диффузор с плавно сопряженными цилиндрическими и коническими частями; б) постепенное сужение трубы, у которого входной диаметр в два раза больше выходного;  
 \*в) конфузор с плавно сопряженными цилиндрическими и коническими частями;  
 г) конфузор с плавно сопряженными цилиндрическими и параболическими частями.

29. Для чего служит номограмма Колбрука-Уайта? а) для определения режима движения жидкости;

- б) для определения коэффициента потерь в местных сопротивлениях; в) для определения потери напора при известном числе Рейнольдса;  
 \*г) для определения коэффициента гидравлического трения.

30. Для чего служит формула Вейсбаха-Дарси? а) для определения числа Рейнольдса;

- б) для определения коэффициента гидравлического трения;  
 \*в) для определения потерь напора;  
 г) для определения коэффициента потерь местного сопротивления.

31. Кавитация не служит причиной увеличения а) вибрации;

- б) нагрева труб;  
 \*в) КПД гидромашин;  
 г) сопротивления трубопровода.

32. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие буквой Н обозначают

- а) дальность истечения струи; б) глубину отверстия;

- в) высоту резервуара;
- \*г) напор жидкости.

33. В каком случае скорость истечения из-под затвора будет больше?  
\*а) при истечении через незатопленное отверстие; б) при истечении через затопленное отверстие;  
в) скорость будет одинаковой;  
г) там, где истекающая струя сжата меньше.

34. Напор  $H$  при истечении жидкости при несовершенном сжатии струи определяется  
а) разностью пьезометрического и скоростного напоров;  
\*б) суммой пьезометрического и скоростного напоров;  
в) суммой геометрического и пьезометрического напоров; г) произведением геометрического и скоростного напоров.

35. Диаметр отверстия в резервуаре равен 10 мм, а диаметр истекающей через это отверстие струи равен 8 мм. Чему равен коэффициент сжатия струи?  
а) 1,08;  
б) 1,25;  
в) 0,08;  
\*г) 0,8.

Что такое длинный трубопровод?

- а) трубопровод, длина которого превышает значение  $100d$ ;
- б) трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают  $5 \dots 10\%$  местных потерь напора;
- \*в) трубопровод, в котором местные потери напора меньше  $5 \dots 10\%$  потерь напора по длине;
- г) трубопровод постоянного сечения с местными сопротивлениями.

36. На какие виды делятся длинные трубопроводы? а) на параллельные и последовательные;  
\*б) на простые и сложные;  
в) на прямолинейные и криволинейные; г) на разветвленные и составные.

37. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости называется  
\*а) гидравлическим ударом; б) гидравлическим напором; в) гидравлическим скачком; г) гидравлический прыжок.

38. Гидравлическими машинами называют  
а) машины, вырабатывающие энергию и сообщаемые ее жидкости;  
\*б) машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам;  
в) машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода;

г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.

39. Гидропередача - это

а) система трубопроводов, по которым движется жидкость от одного гидроэлемента к другому;

\*б) система, основное назначение которой является передача механической энергии от двигателя к исполнительному органу посредством рабочей жидкости;

в) механическая передача, работающая посредством действия на нее энергии движущейся жидкости;

г) передача, в которой жидкость под действием перепада давлений на входе и выходе гидроаппарата, сообщает его выходному звену движение.

40. Гидравлический КПД насоса отражает потери мощности, связанные

а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;

б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;

\*в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;

г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

## Задачи

### ЗАДАЧА № 1. Физические свойства жидкости.

Вязкость нефти, определенная по вискозиметру Энглера, составляет  $8,5 \text{ }^0\text{E}$ .  
Определить динамическую вязкость нефти, если ее плотность  $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$ .

Дано:

$8,5 \text{ }^0\text{E}$

Найти:

$\mu$ -?

Решение:

Находим кинематическую вязкость по формуле Убеллоде:

$$\nu = \left( 0,0731 \cdot \text{ }^0\text{E} - \frac{0,0631}{\text{ }^0\text{E}} \right) 10^{-4};$$

$$\nu = (0,0731 \cdot 8,5 - 0,0631/8,5) \cdot 10^{-4} = 6,14 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с};$$

находим динамическую вязкость нефти

$$\mu = \nu \cdot \rho; \mu = 6,14 \cdot 10^{-5} \cdot 850 = 0,052 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

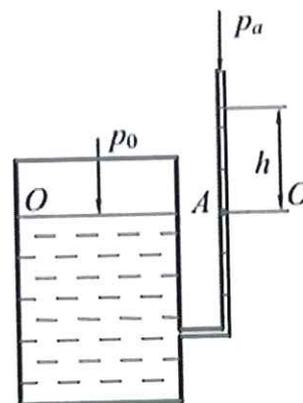
с. ОТВЕТ:  $\mu = 0,052 \text{ Па} \cdot \text{с}$ .

### ЗАДАЧА № 2. Гидростатика

Найти давление на свободной поверхности воды  $p_0$  в замкнутом резервуаре, если уровень жидкости в открытом пьезометре выше уровня жидкости в резервуаре на  $h = 2,0 \text{ м}$ .

*Решение.* Из основного уравнения гидростатики, формула (2.2), следует, что давление в точках, находящихся на одном уровне, одинаково. Значит, абсолютное гидростатическое давление в точке  $A$  равно давлению на свободной поверхности воды в данном резервуаре. Тогда можно записать:

$$p_0 = p_a + \rho gh = 9,81 \cdot 10^4 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 2,0 = 117\,720 \text{ Па} = 117,72 \text{ кПа} \approx 0,12 \text{ МПа}.$$



*Абсолютное (или полное) гидростатическое давление  $p_A$  в данной точке по основному уравнению гидростатики равно*

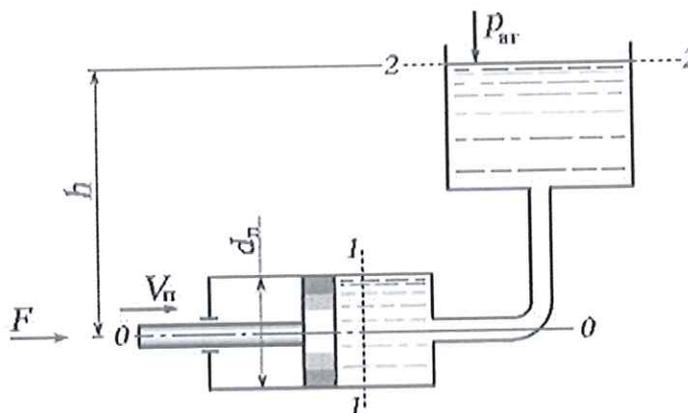
$$p_A = p_0 + \rho g h_A, \quad (2.2)$$

где  $p_0$  – *поверхностное давление* (давление на свободной поверхности жидкости);  $\rho g h_A$  – *весовое давление* (вес столба жидкости высотой  $h_A$  с площадью поперечного сечения, равной единице);  $\rho$  – *плотность жидкости*;

$g$  – *ускорение свободного падения*;  $h_A$  – *глубина погружения данной точки под свободную поверхность*

### ЗАДАЧА № 3. Гидродинамика

Поршень диаметром  $d_p = 8$  см перемещается со скоростью  $V_p$  под действием силы  $F = 0,4$  кН. Жидкость плотностью  $\rho = 870$  кг/м<sup>3</sup> под действием поршня из правой части гидроцилиндра перемещается в бак, открытый в атмосферу. Определить скорость перемещения поршня  $V_p$ , если высота  $h = 9,4$  м.



#### Решение:

Плоскость сравнения  $0 - 0$  выбираем по оси гидроцилиндра. Сечение  $1 - 1$  выбираем по живому сечению жидкости в гидроцилиндре, причём параметры уравнения, относящиеся к этому сечению, относятся к центру тяжести сечения. Сечение  $2 - 2$  выбираем по свободной поверхности жидкости, где давление – только атмосферное (избыточное  $p_{изб} = 0$ ), скорость жидкости  $V_2 \approx 0$ . Составим уравнение Бернулли, где давление будем учитывать в *избыточной системе отсчёта*.

Для сечения  $1 - 1$ :

- геометрическая высота  $z_1 = 0$ , так как центр тяжести сечения совпадает с плоскостью сравнения;
- избыточное давление создаётся силой  $F = p_1 S_p$ , откуда

$$p_1 = \frac{F}{S_n} = \frac{4F}{\pi d_n^2} = \frac{4 \times 400}{3,14 \times 0,08^2} = 80 \text{ кПа};$$

- жидкость в сечении движется с той же скоростью, что и поршень ( $V_1 = V_n$ ), поэтому скоростной напор запишем как  $\frac{V_n^2}{2g}$ .

Для сечения 2 - 2:

- геометрическая высота  $z_2 = h$ ;
- избыточное давление  $p_2 = 0$ ;
- скорость  $V_2 = 0$ .

Составим уравнение Бернулли:

$$0 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_n^2}{2g} = h + 0 + 0, \text{ откуда}$$

$$V_n = \sqrt{2gh - \frac{2p_1}{\rho}} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 9,4 - \frac{2 \times 80000}{870}} = 0,576 \text{ м/с.}$$

#### ЗАДАЧА № 4. Гидравлические сопротивления

По напорному трубопроводу переменного сечения подаётся жидкость с объёмным расходом  $Q_{10} = 0,6$  л/с. Кинематический коэффициент вязкости жидкости  $3,2 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Определите диаметр, при котором произойдёт смена режима движения.

**Дано:**

$$Q_{10} = 0,6 \text{ л/с} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}; \nu = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

**Решение:**

Смена режима движения происходит при  $Re_{кр} = Re_{кр}''$  для цилиндрических напорных труб:

$$Re_{кр} = \frac{v \cdot d}{\nu} = 2000 \dots 2320,$$

где  $v$  - средняя скорость в поперечном сечении потока м/с;  $d$  - диаметр трубопровода, м;  $\nu$  - кинематический коэффициент вязкости - м<sup>2</sup>/с.

Среднюю скорость течения жидкости выразим из уравнения неразрывности течения

$$Q = v \cdot \omega:$$

$$v = \frac{Q}{\omega},$$

где  $\omega$  – площадь живого (поперечного) сечения потока,  $\text{м}^2$ .

Для круглого напорного трубопровода площадь живого сечения потока равна:

$$(II) = \frac{\pi \cdot d^2}{4}.$$

Тогда

$$v = \omega \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}.$$

Подставляем это выражение в формулу для определения числа Рейнольдса:

$$Re_{кр} = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{4 \cdot Q \cdot d}{\pi \cdot d^2 \cdot \nu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu}.$$

Отсюда диаметр, при котором происходит смена режима течения, равен:

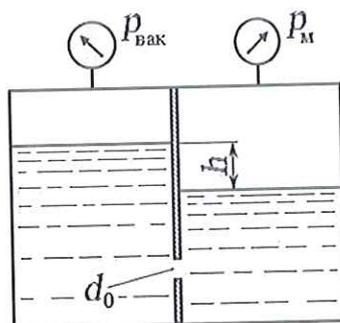
$$d = \frac{4 \cdot Q}{Re_{кр} \cdot \pi \cdot \nu}.$$

Принимаем, что критическое значение числа Рейнольдса равно  $Re_{кр} = 2320$ . Тогда

$$d = \frac{4 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}}{2320 \cdot 3,14 \cdot 3,2 \cdot 10^{-6}} = 0,1 \text{ (м)}.$$

### ЗАДАЧА № 5. Истечение жидкости из отверстий и насадков.

Определить направление истечения жидкости с плотностью  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  через отверстие диаметром  $d_0 = 5 \text{ мм}$  и расход, если разность уровней  $h = 2 \text{ м}$ , показание вакуумметра соответствует  $147 \text{ мм. рт. ст.}$ , показание манометра  $p_m = 0,25 \text{ МПа}$ , коэффициент расхода  $\mu_p = 0,62$ .



#### Решение:

Разность избыточного давления между баками равна:

$$\Delta p = p_m - (\rho g h - p_{вак}) = 0,25 \cdot 10^6 - (1000 \cdot 9,8 \cdot 2 - 147 \cdot 133,3)$$

Поскольку давление в правой части бака больше, чем в левой, то направление течения жидкости будет направлено в левую часть емкости (ответ получили со знаком «+»,  $p_m > \rho g h - p_{вак}$ ).

Тогда расход жидкости через отверстие с диаметром  $d_0$  будет равен:

$$Q = \mu_p S_0 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = 0,62 \times \frac{3,14 \times 0,005^2}{4} \sqrt{\frac{2}{1000} \times 250000} = 0,27 \text{ л/с.}$$

### ЗАДАЧА № 6. Движение жидкости в напорных трубопроводах

По трубопроводу диаметром  $d = 10$  мм и длиной  $L = 10$  м подаётся жидкость вязко- стью  $\nu = 0,0001$  м<sup>2</sup>/с под действием перепада давления  $\Delta p = 4$  МПа, плотность жид- кости  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Определить режим течения жидкости в трубопроводе.

#### Решение:

Определим расход жидкости в трубопроводе. Поскольку потери в трубопроводе бу- дут равны разности пьезометрических высот, то с учётом формулы Пуазейля:

$$h_{\text{дл}} = \frac{128 \nu L}{\pi g d^4} Q = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = \frac{\Delta p}{\rho g}, \text{ откуда}$$

$$Q = \frac{\Delta p \pi d^4}{128 \nu L \rho} = \frac{4\,000\,000 \times 3,14 \times 0,01^4}{128 \times 0,0001 \times 10 \times 1000} = 0,98 \text{ л/с.}$$

Теперь определим критический расход  $Q_{\text{кр}}$  при критическом значении числа Рей- нольдса  $Re = 2300$ :

$$V = \frac{Q}{S_{\text{пр}}} = \frac{4Q}{\pi d^2}, \text{ откуда}$$

$$Q_{\text{кр}} = \frac{\pi d \nu Re_{\text{кр}}}{4} = \frac{2300 \times 3,14 \times 0,01 \times 0,0001}{4}$$

$$= 1,8 \text{ л/с.}$$

Поскольку  $Q < Q_{\text{кр}}$ , значит, режим течения жидкости - ламинарный.

### ЗАДАЧА № 7. Безнапорное движение жидкости. Водосливы

Вывести уравнение равномерного движения жидкости в открытом канале.

#### Решение:

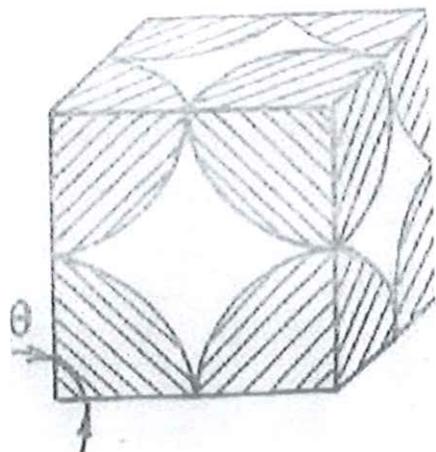
Равномерное движение возможно лишь в том случае, когда результирующая сила, действующая на любую частицу или фиксированный объем жидкости равна нулю. Движущей силой в открытом потоке является сила тяжести, а противодействующей ей при движении сила трения; в данном случае они равны. Если равнодействующая сила равна нулю, то равна нулю её проекция на любые направления; удобно в дан- ном случае выбрать ось, совпадающую с направлением движения потока. К отсеку длиной  $L$  приложены силы: вес жидкости  $G = S \cdot L \cdot \rho \cdot g$  и сила сопротивления  $T = \tau_{\text{см}} \cdot \chi \cdot L$ , где  $S$  – площадь сечения потока,  $\rho$  – плотность жидкости,  $\chi$  – смоченный пе- риметр сечения,  $\tau_{\text{см}}$  – среднее касательное напряжение на поверхности отсека. Силы давления  $F_1$  в сечении 1 и  $F_2$  в сечении 2 равны между собой, направлены противо- положно и их динамический эффект равен нулю. Тогда в проекции на ось канала получаем уравнение

$$G \sin \alpha - T = 0 \text{ или } \rho g R i = \tau_{\text{см}},$$

где  $R$  – гидравлический радиус,  $i$  – уклон дна канала.

### ЗАДАЧА № 8. Движение жидкости в пористой среде.

Определить пористость ячейки фиктивного грунта по Слихтеру в случае, когда угол грани ромбоэдра  $\theta = 90$



#### Решение:

При заданной укладке частиц фиктивного грунта, объем скелета пористой среды в пределах выделенного элемента равен объему одной частицы

$$\tau_v = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi d^3}{6}, \text{ а объем ячейки } \tau_{\text{обр}} = d^3.$$

Поэтому пористость фиктивного грунта по Слихтеру при  $\theta = 90$  будет

$$m = \frac{\tau_{\text{пор}}}{\tau_{\text{обр}}} = 1 - \frac{\pi d^3}{6d^3} = 1 - \frac{\pi}{6} = 0.476 = 47.6\%.$$

### ЗАДАЧА № 9. Элементы технической термодинамики

Определите, на сколько масса воздуха в комнате объемом  $60 \text{ м}^3$  зимой при температуре  $290 \text{ К}$  больше, чем летом при температуре  $27^\circ \text{С}$ . Давление зимой и летом равно  $10^5 \text{ Па}$ .

Решение:

Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT.$$

Из этого уравнения выразим массу газа:

$m = \frac{pVM}{RT}$ , где  $T$  принимает значения  $T_1$  и  $T_2$  — температуры воздуха зимой и летом. Молярная масса воздуха  $M = 0,029 \text{ кг/моль}$ . Температура воздуха летом  $T_2 = 27^\circ \text{С} + 273^\circ \text{С} = 300 \text{ К}$ .

Таким образом,

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{pVM}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = 2,4 \text{ кг.}$$

### ЗАДАЧА № 10. Законы термодинамики

Рассчитайте изменение внутренней энергии гелия (одноатомный идеальный газ) при изобарном расширении от 5 до 10 л под давлением 196 кПа.

#### Решение:

Процесс расширения газа протекает изобарно, следовательно, изменение внутренней энергии идеального газа определяется по первому закону термодинамики:

$$\Delta U = Q_p - p\Delta V = nC_p(T_2 - T_1) - p(V_2 - V_1).$$

Начальная и конечная температуры в соответствии с уравнением состояния идеального газа определяются соотношениями

$$T_1 = \frac{pV_1}{nR}; \quad T_2 = \frac{pV_2}{nR}.$$

Молярная теплоемкость идеального газа при постоянном объеме для одноатомных молекул

$$C_V = \frac{3}{2}R, \text{ а } C_p = C_V + R = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R.$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } \Delta U &= n \cdot \frac{5}{2}R \cdot \left( \frac{pV_2}{nR} - \frac{pV_1}{nR} \right) - p(V_2 - V_1) = \\ &= \frac{5}{2}p(V_2 - V_1) - p(V_2 - V_1) = \frac{3}{2}p(V_2 - V_1), \text{ т.е.} \end{aligned}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 196 \cdot 10^3 \cdot (10 - 5) \cdot 10^{-3} = 1470 \text{ Дж.}$$

Ответ: 1470 Дж.

### Задание. Рассчитайте режимы работы технологического оборудования

1 Центробежным насосом НМ 5000-210 по магистральному нефтепроводу перекачивается 4985 м<sup>3</sup>/ч нефти плотностью 0,9 т/м<sup>3</sup>. Геометрическая высота всасывания насоса 2,2 м, геометрическая высота нагнетания 45 м, потери напора во всасывающем трубопроводе 1,1 м, потери напора в нагнетательном трубопроводе 160 м, напор в конце нагнетательного трубопровода 1 м. КПД электродвигателя 0,942.

Определить требуемый напор насоса и мощность двигателя к нему.

2 Центробежный насос подает воду в количестве 90 м<sup>3</sup>/ч из колодца в напорный бак с полной высотой подъема 36 м. Диаметр трубопровода 150 мм. Суммарный коэффициент сопротивления трубопровода  $\Sigma \zeta_{\text{сист}} = 11$ .

Определить полный коэффициент полезного действия насоса, если мощность на его валу составляет 14 кВт

3 Определить величину теоретического напора, развиваемого центробежным насосом, при следующих данных: абсолютная скорость входа воды в колесо 4,2 м/с,

диаметр внутренней окружности колеса 150 мм, угол входа  $75^\circ$ , скорость вращения  $1450 \text{ мин}^{-1}$ . Абсолютная скорость выхода воды из колеса  $24,6 \text{ м/с}$ , диаметр наружной окружности колеса 350 мм, угол выхода лопатки  $12^\circ$

4 Центробежный насос со скоростью вращения  $1450 \text{ мин}^{-1}$  и подачей  $42 \text{ л/с}$  развивает напор  $90 \text{ м}$ . Определить коэффициент кавитации и максимально возможную высоту всасывания для этого насоса, если температура перекачиваемой воды  $25^\circ\text{C}$  и потери напора во всасывающей линии  $0,6 \text{ м}$ . Коэффициент  $C$  в формуле Руднева С.С. принять равным  $800$

5 Определить полный напор центробежного насоса при следующих данных: подача насоса  $120 \text{ л/с}$ , диаметр всасывающего патрубка насоса  $200 \text{ мм}$ , диаметр напорного патрубка  $150 \text{ мм}$ , показание манометра  $40 \text{ кгс/см}^2$ , показание вакуумметра  $0,5 \text{ кгс/см}^2$ , расстояние между точками измерения давления и вакуума  $500 \text{ мм}$ . Перекачиваемая жидкость – нефть плотностью  $850 \text{ кг/м}^3$

6 Установить тип центробежного насоса НМ 2500-230

7 Привести схему включения трех насосов НМ 3600-230, работающих последовательно.  
Построить их суммарную характеристику (Q - H)

8 Привести схему включения трех насосов НМ 125-550, работающих параллельно. Построить их суммарную характеристику (Q - H)

9 Определить кавитационный запас центробежного насоса при следующих данных: давление на входе в насос  $0,5 \text{ ат}$ , скорость жидкости  $1,45 \text{ м/с}$ . Перекачивается нефть плотностью  $860 \text{ кг/м}^3$

10 Определить вакуумметрическую высоту всасывания центробежного насоса при следующих данных: давление на входе в насос  $0,1 \text{ ат}$ , скорость жидкости  $1,52 \text{ м/с}$ , атмосферное давление  $750 \text{ мм рт. ст.}$ . Перекачивается нефть плотностью  $825 \text{ кг/м}^3$

11 Определить диаметры рабочего колеса центробежного насоса НМ 10000-210 на входе и выходе (наружный)

12 Определить ширину лопатки рабочего колеса центробежного насоса НМ 7000-210 на входе и выходе

13 Выбрать уплотнительный элемент (набивку) и рассчитать размеры сальникового уплотнения центробежного насоса, диаметр вала которого  $80 \text{ мм}$

14 Выбрать шпильки сальникового уплотнения центробежного насоса при следующих данных: давление уплотняемой среды  $7 \text{ ат}$ , толщина набивки  $19 \text{ мм}$ , диаметр вала  $90 \text{ мм}$ . Определить силу, необходимую для затяжки сальниковой набивки

15 Рассчитать торцовое уплотнение центробежного насоса. Конструктивные

размеры ра- бочих колец (втулок):  $d1 = 134$  мм,  $d2 = 126$  мм,  $d0 = 130$  мм.  
Давление уплотняемой среды  $25$  кгс/см<sup>2</sup>

16 Выбрать насос для подачи масла для смазки двух насосных агрегатов, в состав которых входят насосы НМ 10000-210. Для смазки подшипников используется масло с плотностью  $905$  кг/м<sup>3</sup>. Температура масла на входе в подшипник  $35^{\circ}\text{C}$ , на выходе –  $48^{\circ}\text{C}$

17 Определить теоретический напор, создаваемый рабочим колесом центробежного нагнетателя. Абсолютная скорость газа на выходе из нагнетателя  $200$  м/с, на входе –  $90$  м/с. Угол входа газа  $80^{\circ}$ , выхода –  $15^{\circ}$ . Наружный диаметр колеса  $780$  мм, диаметр внутренней окружности колеса –  $300$  мм. Частота вращения ротора нагнетателя  $6000$  мин<sup>-1</sup>

18 Определить мощность привода и диаметр вала ротора центробежного нагнетателя Н- 196-1,45, подача которого равна  $300$  м<sup>3</sup>/мин, объемный к п д –  $0,92$ , гидравлический к п д –  $0,95$ , механический к п д –  $0,9$

19 Определить диаметр входного отверстия рабочего колеса центробежного нагнетателя и его наружный диаметр, если его подача равна  $272$  м<sup>3</sup>/мин, частота вращения ротора нагнетателя  $6150$  мин<sup>-1</sup>.

20 Определить величину затраченной работы для сжатия  $1$  кг газа до  $51$  ат при политроп- ном сжатии с показателем политропы  $1,28$ . Давление всасывания  $1$  ат, температура всасывания га- за  $15^{\circ}\text{C}$ , газовая постоянная  $400$  Дж/(кг · град). Число ступеней сжатия –  $3$

21 Ступенчатым поршневым компрессором требуется подавать сжатый воздух при давлении  $150$  ат. Начальное давление – атмосферное. Распределить давление между ступенями сжатия

22 Определить мощность на валу одноступенчатого поршневого компрессора, если его производительность  $60$  м<sup>3</sup>/мин; абсолютное давление всасывания  $0,08$  МПа, нагнетания  $0,16$  МПа. Механический коэффициент полезного действия компрессора  $0,8$ . Сжатие происходит по полит- ропе с показателем  $1,3$ . Определить подачу компрессора, если начальная температура газа  $20^{\circ}\text{C}$

23 Определить производительность и подачу газомотокомпрессора 10ГКН-1-17/35 при политропном сжатии (показатель политропы  $1,2$ ). Относительная величина вредного пространства  $13,8$  %. Температура газа на всасывании  $30^{\circ}\text{C}$

24 Определить потребляемую газомотокомпрессором 10 ГКНА-1-25/55 мощность при политропном сжатии (показатель политропы  $1,25$ ). Температура газа на всасывании  $10^{\circ}\text{C}$

25 Определить коэффициент подачи одноступенчатого поршневого компрессора двойного действия, техническая характеристика которого следующая: диаметр цилиндра  $300$  мм, диаметр штока поршня  $60$  мм, ход поршня  $160$  мм, число

оборотов вала  $600 \text{ мин}^{-1}$ , производительность компрессора  $8 \text{ м}^3/\text{мин}$ .

26 На компрессорной установке нужно получить газ под абсолютным давлением  $1,6 \text{ ат}$ , при производительности  $45 \text{ м}^3/\text{мин}$ . Абсолютное начальное давление  $0,8 \text{ ат}$ . Сжатие происходит по политропе с показателем  $1,35$ . Температура газа на всасывании  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить потребляемую поршневым компрессором мощность, если механический коэффициент полезного действия равен  $0,9$

27 Пересчитать характеристику насоса НМ 1250-260 с воды на нефть. Вязкость перекачиваемой нефти  $53,2 \text{ сСт}$

28 Подобрать электродвигатель для привода насоса НМ 1250-260, который подает в магистральный нефтепровод  $1160 \text{ м}^3/\text{ч}$  нефти плотностью  $860 \text{ кг/м}^3$  и создает напор  $250 \text{ м}$

29 Подобрать электродвигатель для привода вентилятора Ц 13-50 №6 при следующих данных: производительность вентилятора  $16200 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напор (давление)  $140 \text{ кгс/м}^2$ , КПД  $61 \%$ , число оборотов вала  $1000 \text{ мин}^{-1}$

30 Рассчитать освещение насосного зала длиной  $36 \text{ м}$ , шириной  $6 \text{ м}$  со средней окраской стен и средней окраской потолка

31 По нефтепроводу из стальных труб диаметром  $200 \text{ мм}$  и длиной  $1,6 \text{ км}$  перекачивается  $35 \text{ дм}^3/\text{с}$  нефти, кинематическая вязкость которой равна  $2,6 \text{ сСт}$ . Определить потерю напора по длине нефтепровода

32 Установить режим движения нефти и зону трения во всасывающем нефтепроводе из новых стальных труб, диаметр которого  $250 \text{ мм}$ . Перекачка нефти вязкостью  $5,2 \text{ сСт}$  осуществляется насосами НМ 500-300

33 Определить силу избыточного давления нефти на крышку люка-лаза резервуара, если уровень нефти над центром крышки  $8 \text{ м}$ , диаметр крышки  $40 \text{ см}$ , плотность нефти  $836 \text{ кг/м}^3$ .

34 Объем газа в нормальных условиях равен  $200 \text{ м}^3$ . Определить объем газа при температуре  $32^\circ\text{C}$  и избыточном давлении  $18 \text{ кгс/см}^2$

35 Вычислить необходимый диаметр трубопровода для подачи  $15 \text{ т/ч}$  нефти плотностью  $900 \text{ кг/м}^3$ , абсолютной вязкостью  $3,2 \text{ сП}$  со средней скоростью  $1,2 \text{ м/с}$ . Определить режим движения нефти и зону трения

36 По трубопроводу, внутренний диаметр которого  $158 \text{ мм}$  за сутки перекачано  $1200 \text{ т}$  нефти плотностью  $860 \text{ кг/м}^3$ . Определить среднюю скорость, режим движения нефти и зону трения

##### **5. Процедура оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования

компетенций по профессиональному модулю осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля. Текущий контроль организуется в формах: собеседования, тестирования.

Промежуточный контроль осуществляется в форме дифференцированного зачета. Каждая форма промежуточного контроля должна включать в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения студентами знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на следующих принципах:

периодичности проведения оценки, многоступенчатости оценки по устранению недостатков, единства используемой технологии для всех обучающихся, выполнения условий сопоставимости результатов оценивания, соблюдения последовательности проведения оценки.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля для оценки компетенций обучающихся включает:

**доклад, сообщение** - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Подготовка осуществляется во внеурочное время. На подготовку дается одна неделя. Результаты озвучиваются на втором занятии, регламент- 7 минут на выступление. В оценивании результата наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

**устный опрос** - устный опрос по основным терминам может проводиться в начале/конце лекционного или семинарского занятия в течение 15-20 мин. Либо устный опрос проводится в течение всего семинарского занятия по заранее выданной тематике.

**тест** - проводится на заключительном занятии. Позволяет оценить уровень знаний студентами теоретического материала по дисциплине. Осуществляется на бумажных носителях по вариантам. Количество вопросов в каждом варианте- 20. Отведенное время на подготовку – 60 мин.

**зачет** - проводится в заданный срок согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в устной форме в виде собеседования по вопросам итогового контроля. При выставлении результата по зачету учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практикоориентированными заданиями. Аудиторное время, отведенное студенту на подготовку – 15-20 мин.