

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых  
производств»

**Оценочные материалы по дисциплине**

Б.1.1.33 «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика»

направления подготовки

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

профиль

«Эксплуатация и обслуживание технологических объектов  
нефтегазового производства»

Энгельс 2024

## 1. Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» должны сформироваться компетенции: ОПК-1, ПК-3

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Способен решать технологические задачи химических и нефтегазовых производств, задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических системах используя естественнонаучные и общеинженерные знания	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачета, тестовые задания

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p>Знает: распределение давления в покоящейся жидкости; основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.; законы движения неньютоновских жидкостей; устройство и принцип действия центробежных, осевых и вихревых насосов; устройство и принцип действия поршневых и роторных насосов.</p> <p>Умеет: проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки нефти и газа к транспорту; проводить расчеты пропускной способности и скорости жидкости в нефтепроводах; проводить расчеты оптимального диаметра трубопровода; проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки; использовать знания общеинженерных наук при изучении основ проектирования и</p>

	<p>эксплуатации оборудования химических и нефтегазовых производств; проводить практические расчеты объемной производительности, напора, КПД и потребляемой мощности лопастных насосов; определять производительность и коэффициент неравномерности подачи поршневых насосов различных типов.</p> <p>Владеет: методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем; методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин; методами расчета насосных установок; методами расчета центробежных, осевых и вихревых насосов; методами моделирования лопастных насосов; методами расчета поршневых и роторных насосов.</p>
<p>Повышенный (хорошо)</p>	<p>Знает: в достаточной степени распределение давления в покоящейся жидкости; основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.; законы движения неньютоновских жидкостей; устройство и принцип действия центробежных, осевых и вихревых насосов; устройство и принцип действия поршневых и роторных насосов.</p> <p>Умеет: в достаточной степени проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки нефти и газа к транспорту; проводить расчеты пропускной способности и скорости жидкости в нефтепроводах; проводить расчеты оптимального диаметра трубопровода; проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки; использовать знания общинженерных наук при изучении основ проектирования и эксплуатации оборудования химических и нефтегазовых производств; проводить практические расчеты объемной производительности, напора, КПД и потребляемой мощности лопастных насосов; определять производительность и коэффициент неравномерности подачи поршневых насосов различных типов.</p> <p>Владеет: в достаточной степени методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем; методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин; методами расчета насосных установок; методами расчета центробежных, осевых и вихревых насосов; методами моделирования лопастных насосов; методами расчета поршневых и роторных насосов.</p>
<p>Пороговый (базовый) (удовлетворительно)</p>	<p>Знает: частично распределение давления в покоящейся жидкости; основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.; законы движения неньютоновских жидкостей; устройство и принцип действия центробежных, осевых и вихревых насосов; устройство и принцип действия поршневых и роторных насосов.</p>

	<p>Умеет: на минимально приемлемом уровне проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки нефти и газа к транспорту; проводить расчеты пропускной способности и скорости жидкости в нефтепроводах; проводить расчеты оптимального диаметра трубопровода; проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки; использовать знания общинженерных наук при изучении основ проектирования и эксплуатации оборудования химических и нефтегазовых производств; проводить практические расчеты объемной производительности, напора, КПД и потребляемой мощности лопастных насосов; определять производительность и коэффициент неравномерности подачи поршневых насосов различных типов.</p> <p>Владеет: на минимально приемлемом уровне методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем; методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин; методами расчета насосных установок; методами расчета центробежных, осевых и вихревых насосов; методами моделирования лопастных насосов; методами расчета поршневых и роторных насосов.</p>
--	--

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-3	Способен обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации, инструкций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Способен обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации, инструкций по гидравлике и нефтегазовой гидромеханике	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачета, тестовые задания

#### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p>Знает: требования нормативно-технической документации, инструкций по распределению давления в жидкости; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.; законы движения неньютоновских жидкостей.</p> <p>Умеет: обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации при расчете различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки нефти и газа к</p>

	<p>транспорту.</p> <p>Владеет: навыками работы с нормативно-технической документацией для проведения гидравлических расчетов гидродинамических систем; методов оптимизации гидродинамических процессов; методов расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>
Повышенный (хорошо)	<p>Знает: в достаточной степени требования нормативно-технической документации, инструкций по распределению давления в жидкости; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.; законы движения неньютоновских жидкостей.</p> <p>Умеет: в достаточной степени обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации при расчете различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки нефти и газа к транспорту.</p> <p>Владеет: в достаточной степени навыками работы с нормативно-технической документацией для проведения гидравлических расчетов гидродинамических систем; методов оптимизации гидродинамических процессов; методов расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p>Знает: частично требования нормативно-технической документации, инструкций по распределению давления в жидкости; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.; законы движения неньютоновских жидкостей.</p> <p>Умеет: на минимально приемлемом уровне обеспечивать выполнение требований нормативно-технической документации при расчете различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки нефти и газа к транспорту.</p> <p>Владеет: на минимально приемлемом уровне навыками работы с нормативно-технической документацией для проведения гидравлических расчетов гидродинамических систем; методов оптимизации гидродинамических процессов; методов расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>

## **2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО**

### **2.1 Оценочные средства для текущего контроля<sup>1</sup>**

#### **Вопросы для устного опроса**

<sup>1</sup> Перечень оценочных средств, рекомендованных к использованию при формировании оценочных материалов представлены в Приложении 2.

## **Тема 1. Реологические свойства нефтей. Нефтяные эмульсии.**

1. Сведения о составе нефтей, отличающихся аномалиями вязкости.
2. Высокомолекулярные парафины. Состав, строение, свойства.
3. Нефтяные смолы. Состав, свойства и роль в структурообразовании.
4. Нефтяные асфальтены. Состав, строение, свойства.
5. Ньютоновские жидкости. Закон вязкого течения Ньютона.
6. Неньютоновские жидкости и их классификация.
7. Бингамовские пластики. Уравнение течения, линия консистентности и зависимость вязкости от напряжения сдвига.
8. Упругопластические жидкости. Уравнение течения, линия консистентности и зависимость вязкости от напряжения сдвига.
9. Вязкопластические жидкости. Уравнение течения, линия консистентности и зависимость вязкости от напряжения сдвига.
10. Дилатантные жидкости. Уравнение течения, линия консистентности и зависимость вязкости от напряжения сдвига.
11. Аномально вязкие нефти. Линия консистентности и зависимость эффективной вязкости от напряжения сдвига.
12. Параметры, характеризующие реологические свойства аномально вязких нефтей.
13. Сверх аномально вязкие нефти. Линия консистентности и зависимость эффективной вязкости от напряжения сдвига.
14. Параметры, характеризующие реологические свойства сверх аномально вязких нефтей.
15. Зависимость эффективной вязкости от напряжения сдвига. Пояснить, как определяются параметры, входящие в нее.
16. Методы изучения реологических свойств аномальных нефтей.
17. Лабораторные методы исследования аномальных нефтей.
18. Какие основные примеси встречаются в нефтях?
19. Каковы причины формирования нефтяных эмульсий? Почему их следует разрушать?
20. Эмульсии каких типов встречаются при нефтедобыче?
21. Каков принцип действия эмульгаторов? Соединения каких классов к ним относятся?
22. Перечислите основные способы деэмульгирования.
23. Основные способы механического и термического разрушения эмульсий.
24. Каков принцип электрического способа разрушения эмульсий?
25. Какие операции подготовки рекомендуется осуществлять непосредственно на промыслах?
26. Почему на нефтеперерабатывающих заводах проводят доочистку нефти?
27. Как определяют фракционный состав нефтей?
28. Перечислите основные фракции нефти.
29. Чем определяется фракционный состав нефтей?
30. Что такое мазут, гудрон, полугудрон?

31. Методы первичной переработки нефти (основные способы перегонки, ректификация).

32. Продукты первичной переработки нефти.

33. Чем отличается зимний бензин от летнего?

34. По каким показателям сырая нефть отличается от товарной?

35. Какие существуют факторы, затрудняющие добычу и транспортировку нефти?

36. В чем заключается промысловая подготовка нефти?

37. В чем заключается подготовка нефти к переработке на НПЗ?

38. Какие нефти предпочтительнее для дальнейшей переработки?

39. На какие классы, типы делятся нефтяные эмульсии?

40. Назовите основные причины образования нефтяных эмульсий.

41. Перечислите основные физико-химические свойства нефтяных эмульсий.

42. Что понимают под "инверсией"? При каком содержании воды в эмульсии происходит этот процесс?

43. Назовите природные эмульгаторы, влияющие на устойчивость эмульсий.

44. Почему целесообразно осуществлять обезвоживание, нефти на промыслах?

45. Какое оборудование входит в состав установок промысловой подготовки нефти?

46. С какой целью применяют деэмульгаторы и какие требования к ним предъявляют?

47. Как происходит процесс подготовки нефти в термохимических установках?

48. На чем основана работа электрообессоливающей установки? Опишите схему ее работы.

49. Как устроены электродегидраторы? Почему на электрообессоливающей установке могут установить два, три электродегидратора?

50. Назовите основные требования к качеству подготовки нефти.

## **Тема 2. Технологический расчет промысловых трубопроводов.**

1. По каким параметрам классифицируют трубопроводы?

2. Какие параметры отражаются в сортаменте труб?

3. Какие способы соединений труб вы знаете? Как проверяются трубопроводы на механическую прочность, на герметичность соединений?

4. Что понимается под «коррозией»? Какие факторы ускоряют коррозию стальных трубопроводов?

5. К чему сводится гидравлический расчёт трубопроводов?

6. Какую систему уравнений называют уравнениями Эйлера?

7. Какую систему уравнений называют уравнениями Лагранжа?

8. Может ли кинематика одного и того же потока изучаться как методом Эйлера, так и методом Лагранжа?

9. Каким образом связаны друг с другом координаты Эйлера и Лагранжа?

10. Какие движения называются установившимися и неустановившимися?

11. Какие движения называются равномерными и неравномерными?

12. Что такое живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус,

средняя скорость потока?

13. Дайте определение понятиям линия тока, трубка тока.
14. Запишите уравнение линии тока.
15. Какой метод кинематического исследования преимущественно используется на практике?
16. Проявлением какого закона сохранения является уравнение неразрывности?
17. Какой вид имеет уравнение неразрывности для неустановившегося и установившегося движения несжимаемой среды?
18. Запишите обобщенную форму уравнения неразрывности.
19. На основании какого закона динамики исследуется кинематика потоков жидкости и газа?
20. Какой баланс сил рассматривается при выводе уравнения движения вязких жидкостей?
21. Запишите пространственную форму уравнения движения вязких жидкостей.
22. Как выглядит уравнение Бернулли (одномерная форма уравнения Эйлера) для вязкой жидкости при равенстве скоростей в каждой точке проходного сечения?
23. Как выглядит уравнение Бернулли для потока вязкой среды?
24. Что такое коэффициент Кориолиса?
25. Гидравлические сопротивления?

### **Тема 3. Гидравлические машины.**

1. Краткие сведения из истории развития гидравлических машин.
2. Роль гидравлических машин в технологии бурения скважин и добыче нефти.
3. Определение и классификация гидравлических машин?
4. Как осуществляется выбор насоса для конкретных условий применения?
5. Назовите параметры, характеризующие работу насосов.
6. Схема насосной установки.
7. Напор и высота всасывания насоса.
8. Центробежные насосы. Устройство и принцип действия центробежного насоса.
9. Классификация центробежных насосов.
10. Треугольники скоростей. Основное управление центробежных машин Эйлера.
11. Подобие лопастных машин. Законы пропорциональности.
12. Характеристики центробежных насосов. Универсальная характеристика.
13. Работа центробежного насоса на сеть. Рабочая точка. Регулирование производительности.
14. Совместная работа центробежных насосов.
15. Осевая сила и ее разгрузка. Кавитация.
16. Поршневые насосы. Область применения.
17. Классификация поршневых насосов.
18. Основные схемы поршневых насосов и формулы их производительности.



19. Графики подачи поршневых насосов. Коэффициент неравномерности подачи.
20. Потери энергии в насосах объемного типа. К.п.д. насоса.
21. Основные положения о правилах эксплуатации поршневых и плунжерных насосов.
22. Устройство и принцип действия шестеренных насосов. Основные зависимости.
23. Устройство и принцип действия винтовых насосов. Основные зависимости.
24. Лопаточные насосы. Устройство, принцип действия и функции главных органов.
25. Устройство и принцип действия воздушных колпаков.
26. Роторные насосы. Область применения.
27. Устройство, принцип действия и формулы их производительности.
28. Влияние плотности и вязкости жидкости на основные параметры работы насоса.
29. Пересчет характеристики насоса с воды на вязкую жидкость.
30. Выбор типоразмера насоса для заданных условий эксплуатации. Правила эксплуатации лопаточного насоса, меры безопасности.

### Практические задания для текущего контроля

#### Тема 2. Технологический расчет промышленных трубопроводов.

Задание 1. Определить статический напор при течении несжимаемой жидкости в трубе постоянного сечения (рис. 1).

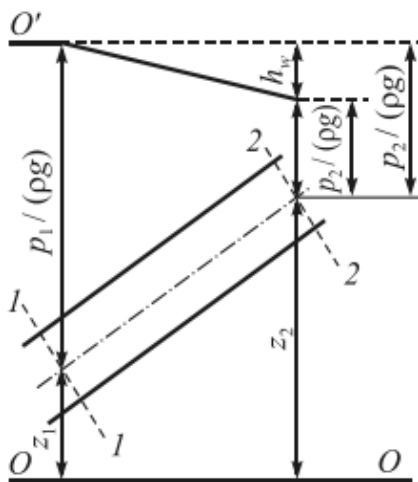


Рис. 1

Задание 2. Определить скорость течения жидкости по показанию дифференциального манометра (трубки Пито – Прандтля – рис. 2).

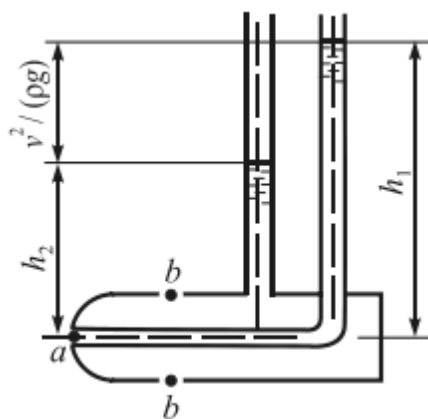


Рис. 2

Задание 3. Через трубопровод переменного сечения прокачивается теплоноситель ( $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ ) с расходом  $G=2,5 \text{ кг/с}$ . Характеристики трубопровода (рис. 3):  $D=80 \text{ мм}$ ,  $d=40 \text{ мм}$ ,  $L=5 \text{ м}$ ,  $l=1 \text{ м}$ . В расчетах коэффициента трения по формуле Никурадзе принять значение абсолютной шероховатости труб  $\Delta=0,05 \text{ мм}$ . Определить полный перепад давлений в трубопроводе  $\Delta P_{\Sigma}$ , связанный с преодолением сил трения и местных сопротивлений (эффекты на входе и выходе трубопровода не учитывать).

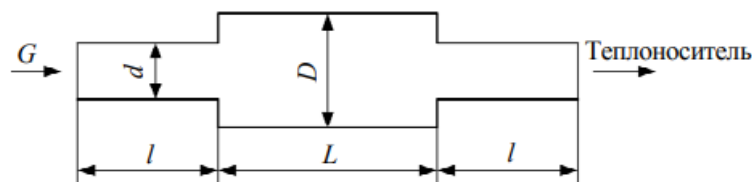


Рис. 3

Задание 4. Жидкость с заданными свойствами ( $\rho$ ,  $\mu$ ) должна перетекать из верхнего резервуара в нижний (уровни в которых считаются постоянными) с заданным расходом  $Q=2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$  по трубопроводу с известными параметрами  $l=15 \text{ м}$ ,  $d=0,04 \text{ м}$ , где  $d$ ,  $l$  – внутренний диаметр и длина трубопровода (рис. 4). Давления  $p_1$  и  $p_2$  на свободных поверхностях жидкости известны и равны, например, атмосферному давлению:  $p_1=p_2=p_a$ . Высоты уровней верхнего и нижнего резервуаров поддерживаются постоянными. Определить требуемый нивелирный напор  $\Delta p_{\text{нив}}$  самотечного трубопровода и разность уровней свободных поверхностей жидкости, исходя из условия, что потери напора в местных сопротивлениях малы по сравнению с потерями напора на трение по длине трубопровода.

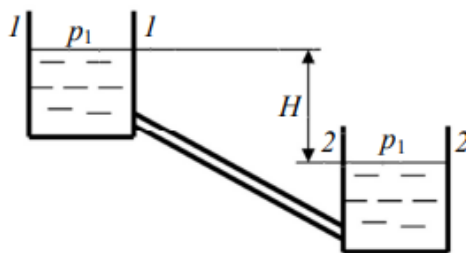


Рис. 4

Задание 5. Трубопроводная система состоит из  $n=20$  параллельных труб переменного диаметра, конструкция которых представлена на рисунке 3. Суммарный расход рабочей среды  $G_{\Sigma}=50 \text{ кг/с}$ . В расчетах принять условия и

допущения задания 3. Определить полный перепад давлений  $\Delta p_{\Sigma}$  в трубопроводной системе.

Задание 6. На рисунке 5, показан всасывающий трубопровод гидросистемы. Длина трубопровода  $\ell = 1$  м, диаметр  $d = 20$  мм, расход жидкости  $Q = 0,314$  л/с, абсолютное давление воздуха в бачке  $p_0 = 100$  кПа, высота  $H = 1$  м, плотность жидкости  $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>. Определить абсолютное давление перед входом в насос при температуре рабочей жидкости  $t = 25^\circ\text{C}$  ( $\nu = 0,2 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с). Как изменится искомое давление в зимнее время, когда при этом же расходе температура жидкости упадет до  $-35^\circ\text{C}$  ( $\nu = 10 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с).

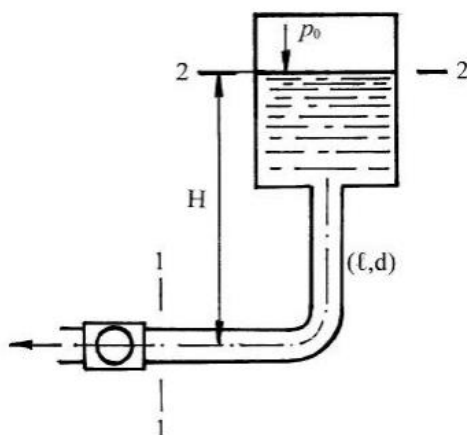


Рис. 5

Задание 7. По трубопроводу диаметром  $d=10$  мм и длиной  $\ell=10$  м подается жидкость с вязкостью  $\nu=0,0001$  м<sup>2</sup>/с под действием перепада давления  $\Delta p = 4$  МПа; плотность  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Определить режим течения жидкости в трубопроводе.

Задание 8. Определить потребный напор, который необходимо создать в сечении О-О для подачи в бак воды с вязкостью  $\nu=0,008$  м<sup>2</sup>/с, если длина трубопровода  $\ell = 80$  м; его диаметр  $d = 50$  мм; расход жидкости  $Q = 15$  л/с; высота  $H_0 = 30$  м; давление в баке  $p_2 = 0,2$  МПа; коэффициент сопротивления крана  $\zeta_1 = 5$ ; колена  $\zeta_2 = 0,8$ ; шероховатость стенок трубы  $\Delta = 0,04$  мм (рис. 6).

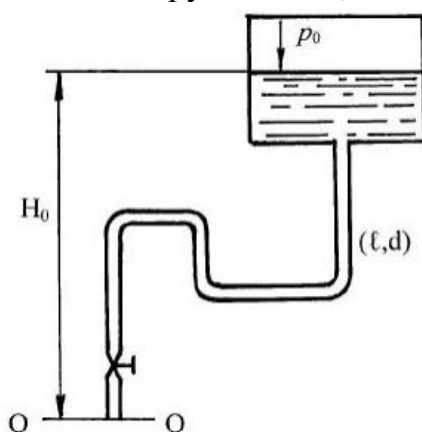


Рис. 6

Задание 9. Определить расход в трубе для подачи воды (вязкость  $\nu = 0,01$  Ст) на высоту  $H=16,5$  м, если диаметр трубы  $d=10$  мм, ее длина  $\ell=20$  м, располагаемый напор в сечении трубы перед краном  $H_{расп}=20$  м, коэффициент сопротивления крана  $\zeta_1 = 4$ , колена  $\zeta_2 = 1$ . Трубу считать гидравлически гладкой (рис. 7).

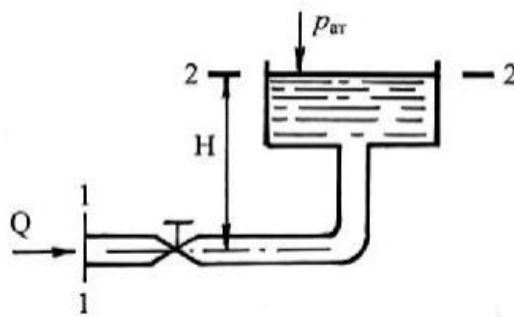


Рис. 7

Задание 10. При каком диаметре трубопровода подача насоса составит  $Q=1$  л/с, если на выходе из него располагаемый напор  $H_{расп}=9,6$  м; длина трубопровода  $\ell=10$  м; эквивалентная шероховатость  $\Delta=0,05$  мм; давление в баке  $p_0=30$  кПа; высота  $H_0=4$  м; вязкость жидкости  $\nu=0,015$  Ст ( $0,0000015$  м<sup>2</sup>/с); плотность  $\rho=1000$  кг/м<sup>3</sup>? Местными гидравлическими сопротивлениями в трубопроводе пренебречь. Учесть потери при входе в бак (рис. 8).

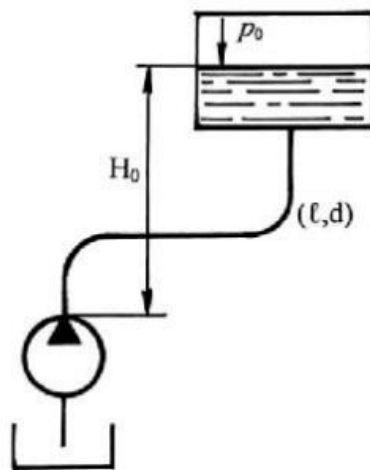


Рис. 8

Задание 11. Трубопровод с расходом жидкости  $Q=0,32$  л/с в точке М разветвляется на два трубопровода: первый размерами  $\ell_1=1,0$  м;  $d_1=10$  мм; второй размерами  $\ell_2=2,0$  м;  $d_2=8$  мм. В точке N эти трубопроводы смыкаются. Во втором трубопроводе установлен фильтр  $\Phi$ , сопротивление которого эквивалентно сопротивлению в трубе длиной  $\ell_3=200d_2$ . Определить расход и потерю давления в каждом трубопроводе при  $\rho=900$  кг/м<sup>3</sup>;  $\nu=1$  Ст (рис. 9).

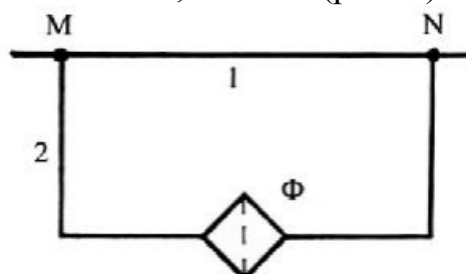


Рис. 9

Задание 12. Расход в основной гидролинии  $Q=3$  л/с. Определить расходы  $Q_1$  и  $Q_2$  в параллельных одинаковых по длине и диаметру трубах ( $\ell=1$  м,  $d=10$  мм), если в одной из них установлен дроссель D с коэффициентом сопротивления  $\zeta=9$ . Коэффициент сопротивления трения  $\lambda_1=\lambda_2=0,03$  (рис. 10).

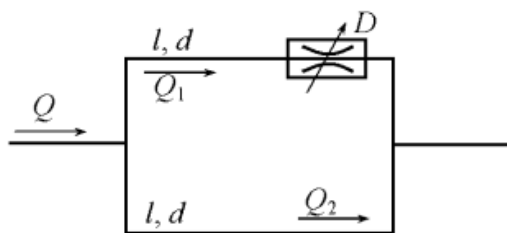


Рис. 10

Задание 13. Два резервуара с постоянными и одинаковыми уровнями воды соединены системой труб, приведенные длины которых  $l_1 = 400$  м,  $l_2 = 180$  м,  $l_3 = 50$  м,  $l_4 = 400$  м и диаметры  $d_1 = d_2 = d_3 = 100$  мм,  $d_4 = 200$  мм (рис. 11).

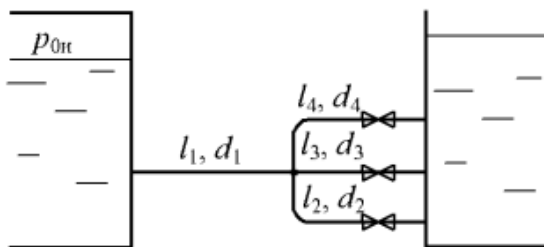


Рис. 11

Задание 14. Определить необходимую разность напоров в начале и в конце стального водопровода диаметром  $d = 150$  мм, и длиной  $l = 200$  м для пропуска транзитного расхода  $Q_T = 15$  л/с и удельного путевого расхода  $q_0 = 0,06$  л/(с·м). Трубы - стальные бывшие в употреблении.

Задание 15. Вода из бака 1 (рис. 12) поступает с расходом  $Q_1 = 20$  л/с по трубе приведенной длины  $l_1 = 600$  м и диаметром  $d_1 = 150$  мм к разветвлению (точка А), от которого по трубе приведенной длины  $l_2 = 500$  м и диаметром  $d_2 = 125$  мм поступает в бак 2, а по трубе приведенной длины  $l_3 = 400$  м и диаметром  $d_3 = 100$  мм - в резервуар 3. Определить избыточное давление в резервуаре 1, если  $H_1 = 8$  м,  $H_2 = 2$  м,  $H_3 = 2$  м. Трубы стальные, бывшие в употреблении.

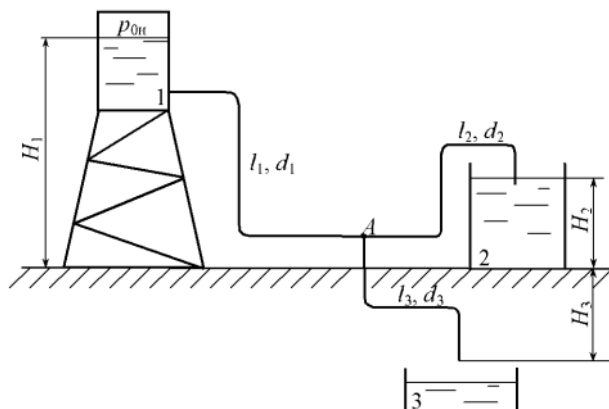


Рис. 12

### Тема 3. Гидравлические машины.

Задание 1. Определить теоретический напор, создаваемый рабочим колесом центробежного насоса. Частота вращения  $n = 1000$  об/мин, если внутренний и внешний диаметры колеса соответственно  $d_1 = 130$  мм,  $d_2 = 300$  мм, а углы входа и выхода воды с лопатки составляют  $\beta_1 = 30^\circ$  и  $\beta_2 = 50^\circ$ . Относительные скорости воды

на входе и выходе считать одинаковыми, подвод воды без закрутки, т.е.  $= 90^\circ$ .

Задание 2. Центробежный насос перекачивает воду из колодца с уровнем воды на 2,5 м ниже центра насоса в бак с уровнем воды на 10 м выше центра насоса. Определить напор, создаваемый насосом. Диаметры и длины всасывающей и нагнетательной труб соответственно равны -  $d_1 = 75$  мм,  $d_2 = 50$  мм,  $l_1 = 10$  м,  $l_2 = 20$  м. Коэффициент сопротивления сетки на всасывающей трубе  $\zeta_1 = 4$ . Коэффициент сопротивления вентиля на нагнетательной трубе  $\zeta_2 = 5$ . Коэффициент гидравлического трения труб  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,025$ , подача насоса  $Q_H = 2,8$  л/с, избыточное давление в баке  $p_n = 10 \cdot 10^5$  Па.

Задание 3. Рассчитать основные размеры шестеренного насоса с рабочим объемом  $q = 16$  см<sup>3</sup>, частотой вращения  $n = 25$  с<sup>-1</sup> при давлении  $p = 10$  МПа.

Задание 4. Центробежный насос с заданной характеристикой (рис. 13) перекачивает воду по трубопроводу диаметром  $d = 150$  мм и приведенной длиной  $L = 500$  м. Определить мощность на валу насоса, если геометрическая высота подъема жидкости  $H_T = 25$  м, а свободный напор на выходе  $h_{CB} = 20$  м. Коэффициент гидравлического трения трубопровода  $\lambda = 0,025$ .

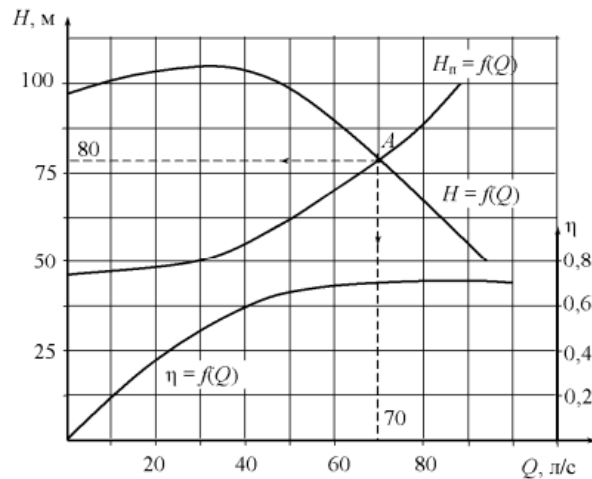


Рис. 13

Задание 5. Рассчитать основные размеры пластинчатого насоса однократного действия с рабочим объемом  $q = 63$  см<sup>3</sup>, частотой вращения  $n = 20$  с<sup>-1</sup> при давлении  $p = 6,3$  МПа.

Задание 6. Показание вакуумметра, установленного на всасывающем патрубке диаметром  $d_1 = 60$  мм,  $p_{\text{вак}} = 0,4 \cdot 10^5$  Па. Показание манометра, установленного на нагнетательном патрубке диаметром  $d_2 = 50$  мм,  $p_M = 5,8 \cdot 10^5$  Па. Причем ось нагнетательного патрубка располагается на  $z = 0,6$  м ниже центра манометра и на  $z = 0,4$  м выше оси всасывающего патрубка. Определить КПД центробежного насоса, если бак вместимостью  $2,4$  м<sup>3</sup> заполняется при работе насоса за 9 мин, а мощность потребляемая электродвигателем  $N_э = 5,0$  кВт при КПД электродвигателя  $\eta_{э.д} = 0,93$ .

Задание 7. Центробежный насос откачивает воду из сборного колодца в резервуар с постоянным уровнем  $H = 12$  м по трубопроводам с размерами  $l_1 = 8$  м,  $d_1 = 100$  мм и  $l_2 = 16$  м,  $d_2 = 75$  мм (рис. 14).

1. На какой глубине  $h$  установится уровень воды в колодце, если приток в него  $Q = 8$  л/с, а частота вращения насоса  $n = 1450$  мин<sup>-1</sup>;

2. Вычислить мощность на валу насоса, принимая во внимание потери во

всасывающей и напорной трубах. При расчетах принять коэффициенты сопротивления трения  $\lambda_1 = 0,03$  и  $\lambda_2 = 0,035$ , а также суммарные коэффициенты местных сопротивлений в трубопроводах  $\zeta_1 = 6$  и  $\zeta_2 = 10$ . Характеристики насоса при  $n = 1450 \text{ мин}^{-1}$ .

$Q_H, \text{ л/с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$H_H, \text{ м}$	22,0	22,4	22,6	22,4	21,5	20,0	18,0	15,0	11,0
$\eta, \%$	0	37	58	71	75	74	68	56	37

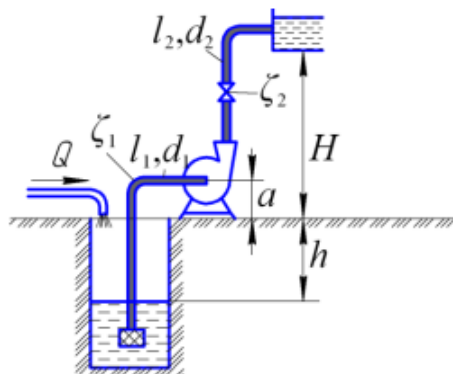


Рис. 14

Задание 8. Трехпоршневой насос перекачивает жидкость с плотностью  $1080 \text{ кг/м}^3$  из открытой емкости в сосуд под давлением 1,6 бара с расходом  $2,2 \text{ м}^3/\text{час}$ . Геометрическая высота подъема жидкости составляет 3,2 метра. Полезная мощность, расходуемая на перекачивание жидкости, составляет 4 кВт. Необходимо найти величину потери напора.

Задание 9. Реальная производительность винтового насоса составляет  $1,6 \text{ м}^3/\text{час}$ . Геометрические характеристики насоса: эксцентриситет – 2 см; диаметр ротора – 7 см; шаг винтовой поверхности ротора – 14 см. Частота вращения ротора составляет 15 об/мин. Необходимо определить объемный коэффициент полезного действия насоса.

Задание 10. Необходимо рассчитать напор, расход и полезную мощность центробежного насоса, перекачивающего жидкость (маловязкая) с плотностью  $1020 \text{ кг/м}^3$  из резервуара с избыточным давлением 1,2 бара. А резервуар с избыточным давлением 2,5 бара по заданному трубопроводу с диаметром трубы 20 см. Общая длина трубопровода (суммарно с эквивалентной длиной местных сопротивлений) составляет 78 метров (принять коэффициент трения равным 0,032). Разность высот резервуаров составляет 8 метров (рис. 15).

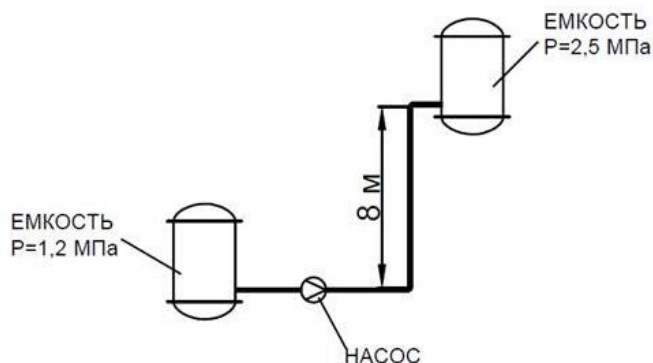


Рис. 15

Задание 11. Определить коэффициент подачи шестеренчатого насоса. Геометрические характеристики насоса: площадь поперечного сечения пространства между зубьями шестерни  $720 \text{ мм}^2$ ; число зубьев 10; длина зуба шестерни 38 мм. Частота вращения составляет 280 об/мин. Реальная подача шестеренчатого насоса составляет  $1,8 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Задание 12. Насос, имеющий КПД 0,78, перекачивает жидкость плотностью  $1030 \text{ кг/м}^3$  с расходом  $132 \text{ м}^3/\text{час}$ . Создаваемый в трубопроводе напор равен 17,2 м. Насос приводится в действие электродвигателем с мощностью 9,5 кВт и КПД 0,95. Необходимо определить, удовлетворяет ли данный насос требованиям по пусковому моменту.

Задание 13. Центробежный насос перекачивает жидкость плотностью  $1130 \text{ кг/м}^3$  из открытого резервуара в реактор с рабочим давлением 1,5 бар с расходом  $5,6 \text{ м}^3/\text{час}$ . Геометрическая разница высот составляет 12 м, причем реактор расположен ниже резервуара. Потери напора на трение в трубах и местные сопротивления составляет 32,6 м. Требуется определить полезную мощность насоса.

Задание 14. Насос перекачивает воду. Манометр во всасывающем тракте показывает разрежение 0,05 атм, манометр на нагнетательном тракте – избыточное давление 0,85 атм. Расстояние между манометрами по вертикали 30 см. Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаковы. Определить развиваемый насосом напор.

Задание 15. Требуется подать воду на высоту  $h=14 \text{ м}$  по водопроводу диаметром  $d=100 \text{ мм}$  и длиной  $l=650 \text{ м}$ . Необходимо обеспечить при отборе воды свободный напор  $h_{\text{св}}=4 \text{ м}$ . На трубопроводе имеется одна задвижка с коэффициентом местного сопротивления  $\zeta_3=0,44$  с высотой перекрытия  $a/b=0,3$  и три резких поворота на  $90^\circ$  с  $\zeta_{\text{п}}=1,1$ . Скорость движения воды  $0,82 \text{ м/с}$ . Коэффициент гидравлического трения по длине  $\lambda=0,25$ . Определить полный напор насоса  $H$  и требуемую мощность электродвигателя насоса, если КПД насоса 0,65, подача  $Q=2,8 \text{ л/с}$ .

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля<sup>4</sup>

### Вопросы к зачету

1. Виды трубопроводов. Основные расчетные формулы при движении жидкости в напорных трубопроводах.
2. Расчет трубопроводов с последовательным соединением.
3. Гидравлический расчет тупиковых и параллельно-разветвленных трубопроводов.
4. Гидравлические характеристики трубопроводов.
5. Гидравлический расчет коротких трубопроводов и сифонов. Предельная высота всасывания.
6. Гидравлическая характеристика трубопровода.
7. Расчет диаметра трубопроводов. Экономически наиболее выгодная скорость движения жидкости в трубопроводах.



8. Гидравлический удар в напорных трубопроводах.
9. Скорость распространения ударной волны. Периоды гидравлического удара.
10. Прямой и не прямой гидравлический удар.
11. Неньютоновские жидкости. Классификация и кривые течения неньютоновских жидкостей.
12. Реологические характеристики высоковязких и тяжелых нефтей.
13. Нефтяные эмульсии. Классификация нефтяных эмульсий.
14. Устойчивость нефтяных эмульсий. Природные стабилизаторы нефтяных эмульсий. Броневые оболочки.
15. Обессоливание нефти.
16. Методы разрушения нефтяных эмульсий.
17. Классификация промысловых трубопроводов.
18. Гидравлические расчеты нефтепроводов.
19. Гидравлический расчет трубопроводов вязкопластичных нефтей.
20. Гидравлический расчет трубопроводов для нефтяных эмульсий.
21. Особенности расчета газопроводов.
22. Определение и классификация гидравлических машин.
23. Параметры, характеризующие работу насосов. Производительность и напор насоса.
24. Мощность и КПД насоса.
25. Схема насосной установки. Напор насоса.
26. Высота всасывания.
27. Устройство и принцип действия центробежного насоса.
28. Классификация центробежных насосов.
29. Треугольник скоростей в центробежном насосе.
30. Основные уравнения центробежных машин Эйлера.
31. Влияние формы лопаток рабочего колеса на величину напора.
32. Подобие лопастных машин.
33. Законы пропорциональности.
34. Характеристики центробежных насосов. Универсальная характеристика.
35. Определение режима работы центробежного насоса и регулирование его производительности.
36. Параллельная работа центробежных насосов.
37. Последовательная работа центробежных насосов.
38. Осевое давление и способы его разгрузки.
39. Коэффициент быстроходности.
40. Кавитация в центробежных насосах. Кавитационный запас.
41. Осевые насосы, устройство и принцип действия. Характеристики осевых насосов.
42. Вихревые насосы, устройство и принцип действия.
43. Устройство и принцип действия поршневых насосов.
44. Классификации поршневых насосов.
45. Основные схемы поршневых насосов и формулы их производительности.
46. График подачи и коэффициент неравномерности подачи насоса простого

действия.

47. График подачи и коэффициент неравномерности подачи насоса двойного действия.

48. График подачи и коэффициент неравномерности подачи насоса тройного действия.

49. Устройство и принцип действия шестеренчатого насоса.

50. Устройство и принцип действия пластинчатого насоса.

51. Устройство и принцип действия аксиально-поршневого насоса.

52. Устройство и принцип действия радиально-поршневого насоса.

53. Устройство и принцип действия винтового насоса.

### Практические задания для проведения зачета

Задание 1. Вода из одного бассейна в другой подается по новой стальной трубе диаметром 50 мм длиной 120 м с расходом 12 л/с. На трубе имеются местные сопротивления два колена с углом поворота  $90^\circ$  и полностью открытая задвижка. Определить разность уровней воды в резервуарах. (рис. 1)

Задание 2. По стальному трубопроводу, длиной 32 м и диаметром 50 мм, бывшему в эксплуатации, перекачивается 2900 кг/ч 28%-го раствора метилового спирта при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Определить потери напора на трение в трубопроводе.

Задание 3. Из цистерны, установленной на высоте 0,9 м, по трубе диаметром 40 мм, на которой установлен кран, сливается дизельное топливо, уровень топлива в цистерне 1,4 м. В верхней части цистерны имеет место вакуум 73,5 мм. рт. ст., радиус колена 100 мм, потерями на трение пренебречь. Определить расход дизельного топлива. (рис. 2)

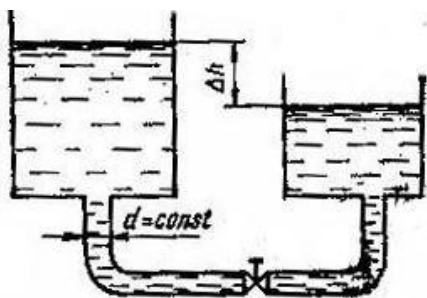


Рис. 1

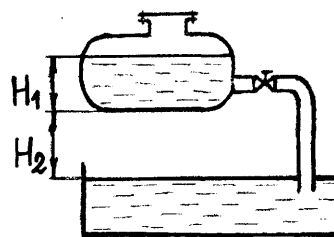


Рис. 2

Задание 4. Из напорного бака с избыточным давлением 0,35 МПа, перетекает вода в открытый резервуар по короткой трубе диаметром 30 мм, с расходом 4,1 л/с. Уровни соответственно в напорном баке и резервуаре 1,2 и 2,9 м, потерями на трение пренебречь. Определить коэффициент сопротивления крана. (рис. 3)

Задание 5. По стеклянному трубопроводу диаметром 50 мм и длиной 15 м, в охладитель большого объема подается стерилизованное молоко при температуре  $75^\circ\text{C}$  со скоростью 1,2 м/с. На трубопроводе установлен прямооточный вентиль и два колена с углом поворота  $90^\circ$  и отношением  $R_0/d = 6$ . Определить гидравлическое сопротивление трубопровода. Физические свойства молока принять равными свойствам воды при той же температуре.

Задание 6. Из напорного бака, давление в котором 12 кПа вода перетекает в резервуар по трубе длина и диаметр которой, соответственно 3 м и 30 мм. Бак установлен на высоте 2,2 м, уровень жидкости в нем 1,7 м. На трубе имеется прямооточный вентиль и два колена с углом поворота  $90^\circ$  и  $R_0/d = 2$ , коэффициент трения 0,025. С учетом всех видов потерь, необходимо определить расход воды. (рис. 4)

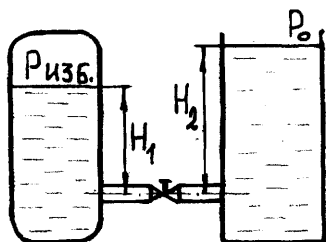


Рис. 3

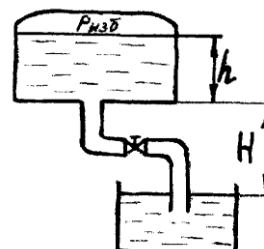


Рис. 4

Задание 7. Вода транспортируется и выливается наружу из трубопровода диаметром 35 мм, который состоит из трех участков с длинами соответственно 12, 3, и 5 м. Показание манометра 4,5 бар, коэффициент потерь напора по длине 0,05. Определить расход воды в трубопроводе. (рис. 5).

Задание 8. Определить требуемый диаметр горизонтального трубопровода длиной 186 м, по которому подается  $13,5 \text{ м}^3/\text{ч}$  керосина, допустимая потеря напора 17 м, коэффициент трения 0,027.

Задание 9. Определить, при какой разности уровней скорость движения воды в бетонной самотёчной трубе диаметром 350 мм и длиной 110 м будет равна 1,7 м/с. Коэффициент сопротивления сетки принять  $\zeta_{\text{сетки}} = 7,0$ . (рис. 6)

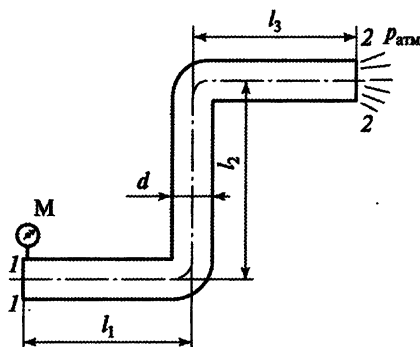


Рис.5.

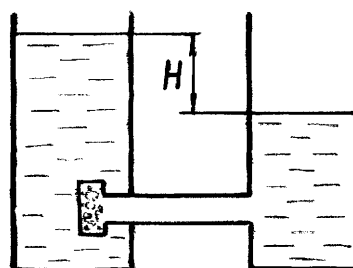


Рис.6.

Задание 10. Из рефлюксной емкости, установленной на высоте 6,3 м по медному трубопроводу длиной 47 м, диаметром 40 мм, при температуре  $40^\circ \text{C}$ , течет 50%-ный глицерин. На трубопроводе располагается три колена с углом поворота  $90^\circ$  и отношением  $R_0/d = 4$  и пробковый кран, давление в колонне атмосферное, коэффициент трения предварительно принять равным 0,025. Найдя скорость спирта, уточнить значение коэффициента трения. Определить скорость течения глицерина.

Задание 11. Из холодильной установки в конденсатор перекачивается холодильный рассол - 20%-й раствор  $MgCl_2$ , диаметр трубопровода  $32 \times 2,5$  мм, общая длина 120 м, стальные трубы имеют незначительную коррозию. Определить мощность на валу насоса, расходуемую при перекачке  $5,2 \text{ м}^3/\text{ч}$  хладагента при температуре  $-10^\circ\text{C}$ . Конденсатор, расположен над ректификационной колонной на высоте 18 м, на линии установлены два прямооточных вентиля и 5 отводов (колена) под углом  $90^\circ$  с радиусом закругления  $R_0/d = 4,0$ , коэффициент полезного действия насоса 0,76.

Задание 12. Определить предельно допустимую высоту всасывания при перекачке 12 л/с воды с температурой  $26^\circ\text{C}$ , если потери напора во всасывающем трубопроводе 1 м, диаметр всасывающего трубопровода 120 мм, атмосферное давление 746 мм рт. ст.

Задание 13. По горизонтальному стальному трубопроводу, бывшему в эксплуатации, диаметром 80 мм и длиной 160 м, насос перекачивает хлорбензол при температуре  $20^\circ\text{C}$  со скоростью 1,7 м/с. Коэффициент полезного действия насоса 0,7; коэффициент полезного действия передачи 0,94; коэффициент полезного действия электродвигателя 0,9. Определить установочную мощность электродвигателя насоса.

Задание 14. Определить мощность на валу насоса и его напор, если подача насоса 1,2 л/с, перекачивается концентрированная серная кислота. Потери напора в нагнетательном трубопроводе – 3,6 м, во всасывающем 1,4 м, коэффициент полезного действия насоса 0,73. Жидкость перекачивается из открытого резервуара, расположенного на высоте 12 м над насосом, в контактный аппарат с абсолютным давлением 3 ат.

Задание 15. Из колодца глубиной 3,7 м в водонапорную башню на высоту 25 м поршневой насос тройного действия подает воду. Подача воды идет по трубопроводу диаметром 80 мм и длиной 80 м, при следующих характеристиках насоса: число оборотов  $n = 20$  об/мин, диаметр цилиндра насоса 150 мм и ход поршня  $S = 200$  мм. Определить мощность на валу насоса, если КПД насоса 0,7, на трубопроводе установлена задвижка, расходомерная диафрагма с отверстием 35 мм, и 2 отвода (колена) под углом  $90^\circ$  с радиусом закругления  $R_0/d = 3$ , коэффициент трения 0,025.

Задание 16. Определить предельно допустимое число оборотов вала насоса, если высота всасывания поршневого насоса простого действия составляет 6 м, диаметр цилиндра 300 мм и ход поршня 250 мм. Всасывающий трубопровод имеет диаметр 200 мм и длину 7 м, коэффициент трения 0,03. Вода перекачивается при температуре  $27^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении 755 мм рт. ст. Коэффициенты местных сопротивлений: сетки 7; обратного клапана 4.

Задание 17. Необходимо определить напор и коэффициент полезного действия насоса, если мощность на валу электродвигателя 3,5 кВт, жидкость перекачивается насосом с расходом  $39 \text{ м}^3/\text{ч}$ , ее относительная плотность 1,2. Показания вакуумметра на всасывающем трубопроводе  $0,8 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , манометра на нагнетательном трубопроводе  $2,3 \text{ кгс}/\text{см}^2$ . Установлен манометр выше точки установки вакуумметра на 0,75 м. Причем диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаковы.

Задание 18. Высота всасывания центробежного насоса 5,0 м, абсолютное давление во всасывающей трубке насоса 0,45 ат. Диаметр всасывающего трубопровода 50 мм, длина 55 м. Определить подачу насоса, если вода перекачивается при температуре 22°C. Принять атмосферное давление 760 мм рт. ст., коэффициент трения 0,025, суммарный коэффициент местных сопротивлений 9.

Задание 19. Определить напор насоса, если он перекачивает по новому стальному трубопроводу с внутренним диаметром 100 мм и длиной 97 м, бензол в закрытый резервуар в количестве 43 м<sup>3</sup>/ч. Резервуар, расположен на высоте 7,5 м над погружным насосом. На трубопроводе имеются нормальный вентиль и четыре колена 90° с радиусом закругления  $R_0/d=2,0$ . Избыточное давление в резервуаре 0,2 МПа, температура 22°C.

Задание 20. Насосом из реактора перекачивается тетрахлорметан, в количестве 18 т/ч, при температуре 35°C в котором поддерживается разрежение 200 мм рт. ст., в напорный бак с избыточным давлением 0,2 кгс/см<sup>2</sup>. Определить мощность, потребляемую насосной установкой, если общий КПД установки 0,78, трубопровод выполнен из стальных труб с незначительной коррозией диаметром 80 × 4 мм, длиной 47 м. На трубопроводе установлены четыре отвода (колена) под углом 90° с радиусом закругления  $R_0/d = 3$  и три крана. Геометрическая высота подъема жидкости 12 м.

Задание 21. Пластинчатый насос имеет 12 пластин толщиной 2 мм и шириной 36 мм, диаметр внутренней поверхности статора 100 мм, эксцентриситет  $e = 10$  мм, частоту вращения 1400 об/мин и давление на выходе 4,5 МПа, коэффициент полезного действия насоса 0,9. Определить мощность, потребляемую насосом.

Задание 22. Поршневой насос двойного действия наполняет бак диаметром 4 м и высотой 1,3 м. Частота вращения 80 об/мин, объемный коэффициент полезного действия 0,86. Диаметр плунжера насоса 250 мм, диаметр штока 50 мм, радиус кривошипа 200 мм. Время наполнения бака?

Задание 23. Определить число оборотов ротора радиально–поршенькового гидромотора и крутящий момент на его валу, если расход подводимой жидкости 16 л/мин, давление жидкости на входе в гидромотор 17 МПа, диаметр поршеньков 12 мм, число поршеньков  $z = 8$ , эксцентриситет  $e = 12$  мм, механический коэффициент полезного действия 0,92, объемный коэффициент полезного действия гидромотора 0,84.

Задание 24. Из резервуара длиной 2,6 м, шириной 1,8 м и высотой 1,4 м шестеренчатым насосом откачивается масло. Частота вращения  $n = 600$  об/мин, число зубьев шестерен 16, ширина зуба 28 мм, площадь сечения зуба 8,5 см<sup>2</sup>, объемный коэффициент полезного действия 0,75. За какое время можно откачать масло из резервуара?

Задание 25. Определить подачу и напор центробежного насоса, если  $H_0 = 7,2$  м,  $K_1 = K_2 = 0,05 \cdot 10^6$  с<sup>2</sup>/м<sup>5</sup>. Его характеристика описывается уравнением  $H_n = H_0 - K_1 Q^2$ . Насос нагнетает жидкость в трубопровод, гидравлическая характеристика которого описывается уравнением  $H_{тр} = K_2 Q^2$ . Какими будут подача насоса и его напор, если частота его вращения возрастет вдвое и вдвое возрастет сопротивление трубопровода, т.е.  $K_2 = 0,1 \cdot 10^6$  с<sup>2</sup>/м<sup>5</sup>?

Задание 26. Центробежный насос с рабочим колесом, диаметр которого 300 мм, при частоте вращения 1750 об/мин создает напор 10 м и подает 5,2 л/с воды. Необходимо определить диаметр колеса насоса и частоту вращения, причем насос при подобном режиме работы создает напор 16 м и обеспечивает подачу 8,6 л/с.

Задание 27. Центробежный насос имеет следующую характеристику:

расход воды, м <sup>3</sup> /ч:	12	18	24	30
создаваемый напор, м:	38	36	32	26

Определить подачу и напор насоса при работе на трубопровод диаметром 70 мм и расчетной длиной (собственная длина плюс эквивалентная длина местных сопротивлений) 350 м. Геометрическая высота подъема 5 м. Коэффициент трения 0,03.

Задание 28. Определить необходимое давление создаваемое насосом и его подачу, чтобы создать усилие на штоке силового гидроцилиндра 16 кН и скорость перемещения поршня  $v_{п} = 0,21$  м/с, диаметр поршня  $D = 150$  мм (рис. 7).

Задание 29. Определить мощность гидромотора и крутящий момент на его валу, если диаметр поршеньков аксиально–поршенькового гидромотора 20 мм, число поршеньков 10, диаметр окружности, на которой расположены оси поршеньков в роторе 100 мм, угол наклона диска  $\gamma = 15^\circ$ , число оборотов ротора  $n = 1450$  об/мин, давление жидкости, подаваемой насосом 17 МПа, объемный коэффициент полезного действия 0,92.

Задание 30. Длина всасывающего трубопровода гидросистемы 1,9 м, диаметр 25 мм, расход жидкости 0,42 л/с, абсолютное давление воздуха в бачке 125 кПа,  $H = 1$  м. Определить абсолютное давление перед входом в насос при температуре машинного масла  $t = + 25^\circ$  С, как изменится давление в зимнее время, когда при этом же расходе температура машинного масла упадет до  $- 35^\circ$  С (кинематическая вязкость масла при вышеуказанных температурах соответственно 0,2 и 10 Ст) (рис. 8).

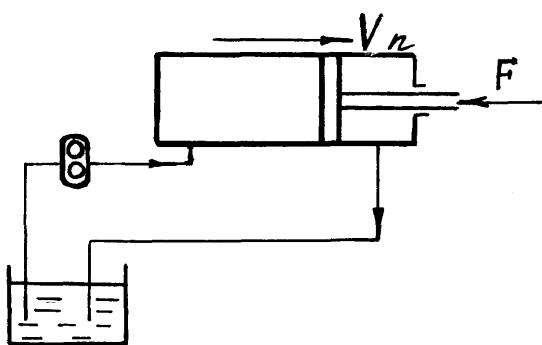


Рис.7

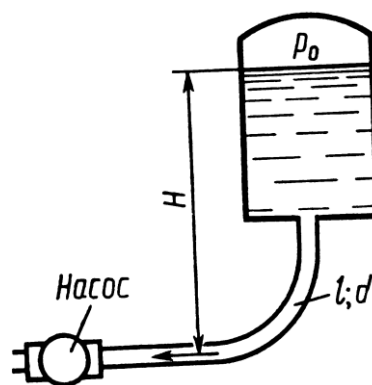


Рис. 8

## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

Компетенции<sup>2</sup>:

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.		Реология – это... а) наука о тепловых эффектах химических реакций; б) наука о деформациях и текучести веществ; в) учение о высокораздробленном состоянии вещества; г) наука, изучающая закономерности взаимного превращения одних веществ в другие.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
2.		Элементарный состав нефти: а) углерод, водород, кислород, азот, сера; б) углерод, фтор, кислород, азот, фосфор; в) углерод, водород, хлор, кислород, фтор.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
3.		Жидкости, которым свойственно постепенное структурообразование при сдвиговых деформациях называются: а) вязкопластичными; б) реопектическими; в) дилатантными; г) псевдопластичными.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
4.		Способность структур после их разрушения в результате какого-нибудь механического воздействия самопроизвольно восстанавливаться во времени называется: а) релаксацией;	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>

<sup>2</sup> Перечислить все компетенции, формируемые учебной дисциплиной

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		б) тиксотропией; в) капиллярной конденсацией; г) синерезисом.		
5.		Реологическая модель упругого тела является выражением закона: а) Ньютона; б) Гука; в) Сен-Венана; г) Дарси.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
6.		Деэмульгаторы – это вещества: а) вызывающие разрушение эмульсий; б) способствующие образованию эмульсий; в) ускоряющие течение адсорбционных процессов.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
7.		Подготовка нефти осуществляется следующими методами: а) химическим; б) тепловым; в) фильтрационным; г) гравитационным; д) верно 1, 2; е) верно 1, 2, 4; ж) все верно.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
8.		Гидравлическими машинами называют... а) машины, вырабатывающие энергию и сообщающие 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	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>



Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		сообщением им механической энергии привода; г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.		
9.		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.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
10.		Насос, в котором жидкость перемещается под действием центробежных сил, называется... а) лопастной центробежный насос; б) лопастной осевой насос; в) поршневой насос центробежного действия; г) дифференциальный центробежный насос.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
11.		Осевые насосы, в которых положение лопастей рабочего колеса не изменяется называется... а) стационарно-лопастным; б) неповоротно-лопастным; в) жестколопастным; г) жестковинтовым.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
12.		В поворотно-лопастных насосах поворотом лопастей регулируется... а) режим движения жидкости на выходе из насоса;	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		б) скорость вращения лопастей; в) направление подачи жидкости; г) подача жидкости.		
13.		Для обезвоживания и обессоливания нефти используют: а) гравитационный отстой; б) горячий отстой нефти; в) термохимические методы; г) электроразряды; д) электрообессоливание; е) электрообезвоживание; ж) микровзрывы.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
14.		Эксплуатация насосов запрещается при... а) отсутствии или неисправности средств автоматизации, контроля и системы блокировок; б) обратного клапана и манометра; в) разрешения руководителя объекта; г) разрешения Ростехнадзора.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
15.		Поршневые насосы по типу вытеснителей классифицируют на: а) плунжерные, поршневые и диафрагменные; б) плунжерные, мембранные и поршневые; в) поршневые, кулачковые и диафрагменные; г) диафрагменные, лопастные и плунжерные.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
16.		Объемный КПД насоса – это... а) отношение его действительной подачи к теоретической; б) отношение его теоретической подачи к действительной; в) разность его теоретической и действительной подачи;	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		г) отношение суммы его теоретической и действительной подачи к частоте оборотов.		
17.		Теоретическая подача поршневого насоса простого действия: а) $Q_T = F\ell n\eta_o$ ;      б) $Q_T = \frac{F\ell}{n}$ ; в) $Q_T = \frac{\ell n}{F}$ ;      г) $Q_T = F\ell n$	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
18.		В поршневом насосе простого действия одному обороту двигателя соответствует... а) четыре хода поршня; б) один ход поршня; в) два хода поршня; г) половина хода поршня.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
19.		В поршневом насосе двойного действия одному ходу поршня соответствует... а) только процесс всасывания; б) процесс всасывания и нагнетания; в) процесс всасывания или нагнетания; г) процесс всасывания, нагнетания и снова всасывания.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
20.		В поршневом насосе простого действия одному ходу поршня соответствует... а) только процесс всасывания; б) только процесс нагнетания; в) процесс всасывания или нагнетания; г) ни один процесс не выполняется полностью.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
21.		Наибольшая и равномерная подача наблюдается у поршневого насоса...	ОПК-1	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		а) простого действия; б) двойного действия; в) тройного действия; г) дифференциального действия.	ПК-3	ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
22.		Мощность, которая передается от приводного двигателя к валу насоса называется... а) полезная мощность; б) подводенная мощность; в) гидравлическая мощность; г) механическая мощность.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
23.		Объемный 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.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
24.		Механический 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.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
25.		Гидравлический КПД насоса отражает потери мощности, связанные... а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		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.		
26.		Экспортная нефть с массовой долей серы 2,72%; с плотностью при температуре 20 °С 852,0 кг/м <sup>3</sup> , с массовой долей воды 0,05%, массовой концентрацией хлористых солей 255 мг/дм <sup>3</sup> , с массовой долей сероводорода 88 ppm, легких меркаптанов 91 ppm.	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
27.		Нефть с массовой долей серы 0,60%; с плотностью при температуре 15°С 832,6 кг/м <sup>3</sup> ; с массовой долей воды 0,05%; с массовой долей сероводорода 5 ppm. Как обозначается нефть в соответствии с ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия»?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
28.		Нефть, поставляемая на внутренний рынок, с содержанием серы 1,81%, с плотностью при температуре 15°С 858,7 кг/м <sup>3</sup> , с массовой долей воды 0,9%, массовой концентрацией хлористых солей 98 мг/дм <sup>3</sup> , с массовой долей легких меркаптанов 67 ppm. Как обозначается нефть в соответствии с ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия»?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
29.		Экспортная нефть с массовой долей серы 1,3 %; с плотностью при температуре 20 °С 852,0 кг/м <sup>3</sup> , с массовой долей воды 0,21%, массовой концентрацией хлористых солей 94 мг/дм <sup>3</sup> , с массовой долей сероводорода 46 ppm, легких меркаптанов 42 ppm. Как обозначается нефть в соответствии с ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия»?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
30.		Какие из представленных образцов нефти (рассмотренных в вопросах 26-29) соответствуют требованиям при приеме в систему трубопроводного транспорта для последующей поставки на экспорт?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
31.		Какие жидкости называются не Ньютоновскими?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
32.		Что называют кривой течения или реологической кривой?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
33.		Чем обуславливается большое разнообразие реологических свойств нефтей?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
34.		Какие системы называют монодисперсными и полидисперсными?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
35.		Чем обуславливается высокая устойчивость нефтяных эмульсий?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
36.		Какие технологические процессы используют для обезвоживания и обессоливания нефти?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
37. 1.		Какие требования предъявляются к деэмульгаторам?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
38.		К чему сводится промысловая подготовка нефти?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
39.		Что представляет собой кавитация?	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
40.		Правило устойчивой работы насоса гласит:	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
41.		Метод расчета трубопроводов с насосной подачей заключается...	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
42.		Объемный, механический и гидравлический КПД насоса отражает потери мощности, связанные...	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
43.		Насос перекачивает 98-%-ю серную кислоту из открытого резервуара в в контактный аппарат с абсолютным давлением 3,5 ат., расположенный на высоте 15 м над насосом. Определить напор насоса и мощность на валу насоса, если подача 0,5 л/с, потери напора во всасывающем трубопроводе 1 м, в нагнетательном трубопроводе – 4 м, КПД насоса 0,65	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
44.		Насос перекачивает 48 м <sup>3</sup> /ч жидкости с относительной плотностью 1,12. Показания манометра на нагнетательном трубопроводе 2 кгс/см <sup>2</sup> , показания вакуумметра (разряжение) на всасывающем трубопроводе 0,6 кгс/см <sup>2</sup> . Манометр установлен на 0,5 м выше точки установки вакуумметра. Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаковы. Определить напор и КПД насоса, если мощность на валу электродвигателя 3,5 кВт	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>
45.		Поршневой насос тройного действия, имеющий диаметр цилиндра 200 мм, ход поршня 250 мм и число оборотов 25 об/мин, подает воду из колодца глубиной 4,0 м в водонапорную башню на высоту 20 м по трубопроводу диаметром 90 мм и длиной 80 м. На трубопроводе установлена расходомерная диафрагма с отверстиями 45 мм, задвижка и 3 отвода (колена) под углом 90° с радиусом закругления R <sub>о</sub> /d=3, коэффициент трения 0,025. Определить мощность на валу насоса, если КПД насоса 0,75	ОПК-1 ПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> ИД-3 <sub>ПК-3</sub>