

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Югорский государственный университет»  
Сургутский нефтяной техникум (филиал) Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Югорский государственный университет»

## *МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ*

*по ПМ 2. МДК 02.01.*

*тема 2.3*

### *Использование контрольно–измерительных приборов*

*для студентов 3 курса заочного отделения специальности*

*15.02.01 "Монтаж и техническая эксплуатация промышленного  
оборудования (по отраслям)"*

Выполнил преподаватель  
специальных дисциплин

Срыбник М.А.

2019

## **АННОТАЦИЯ**

Данные методические указания предназначены для студентов заочного отделения специальности *15.02.01* "Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)" и рекомендуются к применению при изучении

**ПМ 2.** Организация и выполнение работ по эксплуатации промышленного оборудования

**МДК 02.01.** Эксплуатация промышленного оборудования

**Тема 2.3.** "Использование контрольно–измерительных приборов".

Изучение данной темы профессионального модуля включает:

- самостоятельное изучение вопросов программы темы по технической литературе с использованием настоящих методических указаний;
- выполнение одной письменной домашней контрольной работы по индивидуальным заданиям;
- выполнение практических работ во время сессии;
- чтение обзорных лекций во время сессии;
- сдачу зачета.

Перед изучением дисциплины студент – заочник должен ознакомиться со структурой изучаемой темы для чего должен обратить внимание на содержание программы.

Для изучения темы профессионального модуля в данных методических указаниях приводится полное содержание лекции и литература, в которой можно найти материал для самостоятельного изучения программы.

Особой формой контроля самостоятельной работы студентов по изучению темы является проверка контрольной работы.

Для подготовки к зачету в заключительной части методических указаний помещены вопросы.

## ВВЕДЕНИЕ

В результате изучения профессионального модуля **ПМ 2. Организация и выполнение работ по эксплуатации промышленного оборудования**

**студент должен овладеть общими (ОК) и профессиональными (ПК) компетенциями:**

Код	Наименование результата обучения
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением

	полученных профессиональных знаний (для юношей).
ПК 2.1.	Выбирать эксплуатационно-смазочные материалы при обслуживании оборудования.
ПК 2.2.	Выбирать методы регулировки и наладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов.
ПК 2.3.	Участвовать в работах по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования.
ПК 2.4.	Составлять документацию для проведения работ по эксплуатации промышленного оборудования.

**уметь:**

- выбирать тип контрольно–измерительных приборов и средств автоматизации (КИПиА) под задачи производства и аргументировать свой выбор;
- регулировать параметры работы аппарата по показаниям КИПиА вручную и дистанционно с использованием средств автоматизации;
- снимать показания КИПиА и оценивать достоверность информации.

**знать:**

- классификацию, виды, назначение и основные характеристики типовых контрольно–измерительных приборов, автоматических и сигнальных устройств по месту их установки, устройству и принципу действия (электрические, электронные, пневматические, гидравлические и комбинированные датчики и исполнительные механизмы, интерфейсные, микропроцессорные и компьютерные устройства);
- общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) и системах автоматического управления (САУ);
- основные понятия автоматизированной обработки информации;
- основы измерения, регулирования, контроля и автоматического

управления параметрами работы аппарата;

– систему автоматической противоаварийной защиты, применяемой на производстве;

– состояние и перспективы развития автоматизации работы аппаратов.

## Содержание темы «Использование КИП»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работ (проект) (если предусмотрены)	Объем часов	Уровень освоения
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Раздел 1. Общие средства автоматизации.</b>		<b>36</b>	
<b>Тема 1.1. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации.</b>	Содержание учебного материала	<b>22</b>	
	1. Метрологические характеристики приборов. Погрешности измерений. ЕГСЦ, характеристика ветвей унифицированные сигналы.	<b>2</b>	<b>1</b>
	2. Измерения давления: классификации средств измерения; жидкостные, деформационные, манометры, преобразователи давления.	<b>2</b>	<b>1</b>
	3. Измерение температуры: классификация средств измерения; термометры расширения, термопреобразователи сопротивления, термопары и приборы, работающие в комплекте с ними: мосты, логометры, милливольтметры, потенциометры.	<b>4</b>	<b>1</b>
	4. Измерение плотности: классификация методов, поплавковый, буйковый, пьезометрический, весовой плотномеры, принцип действия, устройство.	<b>2</b>	<b>1</b>
	5. Измерение вязкости: кинематическая, динамическая вязкость, определение. Капиллярный, ротационный и вискозиметр с падающим шариком, устройство, принцип действия.	<b>2</b>	<b>1</b>
	6. Измерение влажности: параметры, характеризующие влажность газов и твердых тел; методы измерения влажности газов (психрометрический, метод точки росы, гигрометрический) и твердых тел (кондуктометрический и емкостной).	<b>4</b>	<b>1</b>
	7. Методы и приборы для определения показателей качества веществ. Понятие показателей качества, устройство и принцип действия анализаторов температуры начала кипения, кипения промежуточной фракции, конца кипения и вспышки.	<b>6</b>	<b>1</b>
	Лабораторные работы	<b>6</b>	<b>2</b>
	1. Изучение конструкции и поверка милливольтметра.		
	2. Изучение конструкции и поверка автоматического потенциометра.		
	3. Изучение конструкции и поверка нормирующего преобразователя тЭДС. Ознакомление с основными типами промышленных термоэлектрических преобразователей, принципом их действия.		
	Самостоятельная работа обучающихся	<b>10</b>	
	1. Нормирующие преобразователи типа НП –ТП и НП –ТС.		
2. Измерение разности давлений, дифференциальные манометры.			
3. Электрические методы измерения влажности твердых тел.		<b>2</b>	

	4.	Устройство и принцип действия логометра.		
	5.	Преобразователи ЕГСП с унифицированными сигналами.		
<b>Тема 1.2. Вторичные приборы.</b>	Содержание учебного материала		<b>4</b>	
	1.	Приборы контроля: показывающие, регистрирующие, модификации, назначения, устройство, принцип действия. Комплексы функциональных блоков и устройств «Каскад – 2», «Контур – 2».	<b>4</b>	<b>1</b>
	Самостоятельная работа обучающихся		<b>2</b>	
	1.	Комплексы функциональных блоков «Каскад -2», «Контур 2».		<b>2</b>
<b>Тема 1.3. Исполнительные устройства</b>	Содержание учебного материала		<b>4</b>	
	1.	Назначение ИУ, исполнительного механизма (ИМ), регулирующего органа (РО). Устройство, принцип действия, расчет и выбор ИМ, РО	<b>4</b>	<b>1</b>
	Самостоятельная работа обучающихся		<b>2</b>	<b>2</b>
	1.	Классификация ИУ. Выбор ИМ, РО		
<b>Раздел 2. Автоматизированные системы управления (АСУ).</b>			<b>6</b>	
<b>Тема 2.1. Общие сведения об АСУ</b>	Содержание учебного материала		<b>2</b>	<b>1</b>
	1.	Общие сведения об АСУ и системах автоматического управления (САУ). Основные понятия автоматизированной обработки информации.		
	Самостоятельная работа обучающихся		<b>2</b>	<b>2</b>
	1.	Средства автоматизированной обработки информации.		
<b>Тема 2.2. Автоматизированные системы управления технологическим и процессами (АСУТП).</b>	Содержание учебного материала		<b>2</b>	<b>1</b>
	1.	Назначение, принципы построения, основные функции, режим работы, виды обеспечения АСУТП. Средства представления информации; устройства связи с объектом. Перспективы развития автоматизации технологических процессов.		
	Самостоятельная работа обучающихся		<b>4</b>	<b>2</b>
	1.	Средства преобразования и регулирования в АСУТП.		
	2.	Зарубежные системы управления технологическими процессами.		
<b>Всего:</b>			<b>62</b>	

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контрольная работа по теме «Использование контрольно–измерительных приборов» для студентов заочного отделения выполняется в печатном или письменном виде. Все вопросы раскрываются полностью и конкретно по данной теме. Задачи решаются верно, с указанием всех единиц измерения и по заданному алгоритму. Номер варианта контрольной работы определяет по последней цифре шифра.

Например,

Иванов Иван Иванович      шифр 220      вариант контрольной работы 10

Петров Петр Петрович      шифр 193      вариант контрольной работы 3

Вопросы к контрольной работе выбираются по таблице.

Например,

Вариант контрольной работы 10 – вопросы № 10, 20, 30, 40, 50

№ вопроса Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
вариант 1	1	11	21	31	41	51	61	71
вариант 2	2	12	22	32	42	52	62	72
вариант 3	3	13	23	33	43	53	63	73
вариант 4	4	14	24	34	44	54	64	74
вариант 5	5	15	25	35	45	55	65	75
вариант 6	6	16	26	36	46	56	66	76
вариант 7	7	17	27	37	47	57	67	77
вариант 8	8	18	28	38	48	58	68	78
вариант 9	9	19	29	39	49	59	69	79
вариант 10	10	20	30	40	50	60	70	80

### ЗАДАНИЕ

к контрольной работе

1. Метрологические характеристики приборов: погрешности измерений, класс точности, инерционность, чувствительность, порог

чувствительности, вариации. Характеристики шкал: цена деления, интервал делений.

2. Структурные схемы построения приборов непосредственной оценки и компенсационной схемы.

3. ГСП. Характеристика ветвей.

4. Электросиловой преобразователь ГСП.

5. Пневмосиловой преобразователь ГСП.

6. Электропневматический преобразователь ГСП.

7. Нормирующие преобразователи типа НП-ТС, НП-ТП.

8. Дифференциально-трансформаторная система дистанционной передачи показаний.

9. Ферродинамическая система дистанционной передачи показаний.

10. Автоматические мосты, назначение, устройство, принцип действия.

11. Потенциометры, назначение, устройство, принцип действия.

12. Понятие о давлении, единицы измерения. Классификация приборы для измерения давления.

13. Жидкостные манометры, устройство, принцип действия.

14. Деформационные манометры, устройство, принцип действия.

15. Понятие о температуре, единицы измерения. Классификация приборов для измерения температуры.

16. Термометры расширения, устройство, принцип действия.

17. Манометрические термометры, устройство, принцип действия.

18. Термометры сопротивления, устройство, принцип действия.

19. Термопары, устройство, принцип действия. Типы термопар.

20. Понятие о расходе и количестве веществ, единицы измерения. Классификация приборов для измерения расхода по назначению и принципу действия.

21. Объемные счетчики, устройство, принцип действия.

22. Измерение расхода методом переменного перепада давления. Типы сужающихся устройств.

23. Расходомеры постоянного перепада давления, устройство, принцип действия.

24. Индукционные расходомеры, принцип действия, область применения.

25. Пьезометрические уровнемеры, устройство, принцип действия.

26. Кондуктометрические анализаторы состава жидкости, принцип действия.

27. Потенциометрические анализаторы состава жидкости, принцип действия.

28. Оптические анализаторы состава вещества, принцип действия.

29. Термокондуктометрические газоанализаторы, принцип действия.

30. Термомагнитные газоанализаторы, принцип действия.

31. Принцип действия психрометр.

32. Принцип работы гигрометров.

33. Понятие о вязкости, единицы измерения. Методы измерения.

34. Понятие о плотности, единицы измерения. Методы измерения.

35. Объект управления. Параметры, характеризующие объект.

Устойчивые и нейтральные объекты.

36. Статические и динамические характеристики объектов.

37. Принцип регулирования «по возмущению», «по отклонению», комбинированный. Структурные схемы САР.

38. Регуляторы прямого и непрямого действия. Достоинства и недостатки.

39. Законы регулирования.

40. Показатели качества регулирования.

41. Классификация ИМ и РО.

42. Пневматические мембранные ИМ, назначение, устройство, принцип действия. Применение позиционеров.

43. Вспомогательные средства автоматизации в электрических системах: рубильники, переключатели, кнопки.

44. Вспомогательные средства автоматизации в электрических системах: магнитные пускатели.

45. Вспомогательные средства автоматизации в электрических системах: промежуточное реле, предохранители, автоматические выключатели.

46. Назначение и состав схем автоматизации.

47. Щиты и пульты управления, назначение, классификация.

48. Требования к установке приборов в щитах и пультах.

49. Требования к щитовым помещениям.

50. АСУТП, задачи, структура.

51. Определить уровень жидкости в скважине ( $H_{ур}$ ) звукометрическим методом, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на нкт, расстояние между пиками В и Р  $T_p = 520\text{мм}$ , между пиками В и  $V_p$   $T_{ур} = 680\text{мм}$ . Репер установлен на глубине  $H_p = 800\text{м}$ .

52. Определить уровень жидкости в скважине  $H_{ур}$  звукометрическим методом, если на полученном эхограмме, сметой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на насосно-помпрессорных трубках (НТК), расстояние между пиками В (выстрела на устье) и Р (реперана определенной глубине).  $T_p=530$  мм и расстояние между пиками В и  $J_p$  (уровня жидкости)  $T_{ур}=700$  мм масштаба записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p=850\text{м}$ .

53. Определить уровень жидкости в скважине  $H_{ур}$  звукометрическим методом, если на полученном эхограмме, сметой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на насосно-помпрессорных трубках (НТК), расстояние между пиками В (выстрела на устье) и Р (реперана определенной глубине).  $T_p=540$  мм и расстояние между пиками В и  $J_p$  (уровня жидкости)  $T_{ур}=740$  мм масштаба записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p=880\text{м}$ .

54. Определить уровень жидкости в скважине Ну звукометрическим методом, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на нкт, расстояние между пиками В и Р  $T_p=550\text{мм}$  расстояние между пиками В и У  $T_y=800\text{мм}$  масштабе записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p=900\text{м}$ .

55. Определить уровень жидкости в скважине Н звукометрическим методом, если на полученный эхограмме, снятый эхолотом ЭП – 1, при наличии репера на НКТ, расстояние между пиками В и Р  $T = 600 \text{ мм}$ , расстояние между пиками В и У  $T = 750 \text{ мм}$  масштабе записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H = 920 \text{ м}$ .

56. Определить уровень жидкости в скважине  $H_{yp}$  звукометрическим методом, если на полученном эхограмме, сметой эхолотом ЭП-1 , при наличии репера на насосно-помпрессорных трубках (НТК) , расстояние между пиками В (выстрела на устье) и Р ( реперана определенной глубине).  $T_p=630 \text{ мм}$  и расстояние между пиками В и  $J_p$  (уровня жидкости)  $T_{yp}=780 \text{ мм}$  масштаба записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p=930\text{м}$ .

57. Определить уровень жидкости в скважине  $H_y$  звукометрическим методом, если на полученной эхограмме, снятый эхолотом ЭП-1, при наличии репера на НКТ, расстояние между пиками В и Р  $T_p =650\text{мм}$ , расстояние между пиками В и У  $T_y =800\text{мм}$  масштабе записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p =940\text{м}$ .

58. Определить уровень жидкости в скважине  $H_{yp}$  звукометрическим методом, если на полученном эхограмме, сметой эхолотом ЭП-1 , при наличии репера на насосно-помпрессорных трубках (НТК), расстояние между пиками В (выстрела на устье) и Р (реперана определенной глубине).  $T_p=700 \text{ мм}$  и расстояние между пиками В и  $J_p$  (уровня жидкости)  $T_{yp}=850 \text{ мм}$  масштаба записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p=950\text{м}$ .

59. Определить уровень жидкости в скважине  $H_{yp}$  звукометрическим методом, если на полученном эхограмме, сметой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на насосно-помпрессорных трубках (НТК), расстояние

между пиками В (выстрела на устье) и Р (реперана определенной глубине).  $T_p=720$  мм и расстояние между пиками В и  $J_p$  (уровня жидкости)  $T_{yp}=870$  мм масштаба записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p=960$ м.

60. Определить уровень жидкости в скважине  $H_{yp}$  звукометрическим методом, если на полученном эхограмме, сметой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на насосно-помпрессорных трубках (НТК), расстояние между пиками В (выстрела на устье) и Р (реперана определенной глубине).  $T_p=750$  мм и расстояние между пиками В и  $J_p$  (уровня жидкости)  $T_{yp}=880$  мм масштаба записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p=1000$ м.

61. Определить уровень жидкости в скважине звукометрическим методом «волнометрирования» без использования репера, если на полученной эхограмме ЭП-1, расстояние между пиками В и  $U_p$   $L=650$  мм, давление газа в межтрубном пространстве скважины  $P=3$  кг/см<sup>2</sup>, скорость движения ленты  $V_l=50$  мм/с.

62. Определите уровень жидкости в скважине звукометрическим методом волнаметрирования без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и  $J_p$  ( $L=680$ м),  $p=4$  кг/см<sup>2</sup> скорость движения ленты (эхограммы),  $V_g=100$  мм/с, скорость распространения звуковой волны в газовом пространстве,  $V_r=360$ .

63. Определите уровень жидкости в скважине звукометрическим методом волнаметрирования без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и  $J_p$  ( $L=680$ м),  $p=6$  кг/см<sup>2</sup> скорость движения ленты (эхограммы),  $V_g=50$  мм/с, скорость распространения звуковой волны в газовом пространстве,  $V_r=350$ .

64. Определить уровень жидкости в скважине звукометрическим методом «волнометрирования» без использования репера если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и  $U$   $L=660$ мм масштаба записи, давления газа в межтрубном пространстве скважины  $P=8$ кг/см<sup>2</sup>, скорость движения ленты  $V_l=100$ мм/с.

65. Определить уровень жидкости в скважине звукометрическим методом “волнометрирования” без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и У  $L=700$  мм масштаба записи, давление газа в межтрубном пространстве скважины  $P = 7 \text{ кг/см}^2$ , скорость движения ленты  $V_{л} = 100 \text{ мм/с}$ .

66. Определите уровень жидкости в скважине звукометрическим методом волнаметрирования без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и Jr ( $L=730\text{м}$ ),  $p=5 \text{ кг/см}^2$  скорость движения ленты (эхограммы),  $V_g = 50 \text{ мм/с}$ , скорость распространения звуковой волны в газовом пространстве,  $V_r=350$ .

67. Определить уровень жидкости в скважине звукометрическим методом волнометрирования без использования репера если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и У  $L = 720$  мм масштабе записи, давление газа в межтрубном пространстве скважины  $P = 4 \text{ кг/см}^2$ , скорость движения ленты  $V_{л} = 100 \text{ мм/с}$ .

68. Определите уровень жидкости в скважине звукометрическим методом волнаметрирования без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и Jr ( $L=800\text{м}$ ),  $p=6 \text{ кг/см}^2$  скорость движения ленты (эхограммы),  $V_g = 100 \text{ мм/с}$ , скорость распространения звуковой волны в газовом пространстве,  $V_r=350$ .

69. Определите уровень жидкости в скважине звукометрическим методом волнаметрирования без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и Jr ( $L=850\text{м}$ ),  $p=7 \text{ кг/см}^2$  скорость движения ленты (эхограммы),  $V_g = 50 \text{ мм/с}$ , скорость распространения звуковой волны в газовом пространстве,  $V_r=340$ .

70. Определите уровень жидкости в скважине звукометрическим методом волнаметрирования без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и Jr ( $L=830\text{м}$ ),  $p=8 \text{ кг/см}^2$  скорость движения ленты (эхограммы),  $V_g = 100 \text{ мм/с}$ ,

скорость распространения звуковой волны в газовом пространстве,  $V_r=340$ .

71. Определить дебит скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитомера получены результаты:  $g=2,5 \text{ м}^3$  - объем измерительной камеры дебитомера;  $t_1=10$  час - начало измерения в часах;  $t_2=13$  час - конец измерения в часах;  $\rho=0,9 \text{ т/м}^3$  - плотность нефти;  $n=3$ .

72. Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитомера, полученные результаты:  $g=3 \text{ м}^3$  - объем измерительной камеры дебитомера;  $t_1=12$  час - начало измерения в часах;  $t_2=15$  час - конец измерения в часах;  $\rho=0,8 \text{ т/м}^3$  - плотность нефти;  $n=2$ .

73. Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитомера, полученные результаты:  $g=2 \text{ м}^3$  - объем измерительной камеры дебитомера;  $t_1=11$  час - начало измерения в часах;  $t_2=12$  час - конец измерения в часах;  $\rho=0,9 \text{ т/м}^3$  - плотность нефти;  $n=4$ .

74. Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитомера, полученные результаты:  $g=1,5 \text{ м}^3$  - объем измерительной камеры дебитомера;  $t_1=12$  час - начало измерения в часах;  $t_2=13$  час - конец измерения в часах;  $\rho=0,8 \text{ т/м}^3$  - плотность нефти;  $n=5$ .

75. Определить дебит скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитометра, получают результаты:  $q=1,5 \text{ м}^3$  - объем измерительной камеры дебитомера;  $t_1=13$  ч - начало измерения;  $t_2=14$  ч - конец измерения;  $n=3$  - число измеренных объектов;  $\rho=0,9 \text{ т/м}^3$  - плотность нефти. Дебит определить в т/сут.

76. Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитомера, полученные результаты:  $g=3 \text{ м}^3$  - объем измерительной камеры дебитомера;  $t_1=14$  час - начало измерения в часах;  $t_2=15$  час - конец измерения в часах;  $\rho=0,8 \text{ т/м}^3$  - плотность нефти;  $n=4$ .

77. Определить дебит скважины за сутки, если при измерении с

помощью объемного дебитометра получены результаты:  $q = 2,5 \text{ м}^3$  – объем измерительной камеры дебитометра,  $t_1 = 15 \text{ ч}$  – начало измерения,  $t_2 = 17 \text{ ч}$  – конец измерения,  $n = 3$  – число измеренных объемов,  $\rho = 0,9 \text{ т/м}^3$  – плотность нефти. Дебит определит т/сут.

78. Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитометра, полученные результаты:  $g = 3 \text{ м}^3$  – объем измерительной камеры дебитометра;  $t_1 = 16 \text{ час}$  – начало измерения в часах;  $t_2 = 18 \text{ час}$  – конец измерения в часах;  $\rho = 0,8 \text{ т/м}^3$  – плотность нефти;  $n = 1$ .

79. Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитометра, полученные результаты:  $g = 2 \text{ м}^3$  – объем измерительной камеры дебитометра;  $t_1 = 11 \text{ час}$  – начало измерения в часах;  $t_2 = 13 \text{ час}$  – конец измерения в часах;  $\rho = 0,9 \text{ т/м}^3$  – плотность нефти;  $n = 4$ .

80. Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитометра, полученные результаты:  $g = 10 \text{ м}^3$  – объем измерительной камеры дебитометра;  $t_1 = 12 \text{ час}$  – начало измерения в часах;  $t_2 = 14 \text{ час}$  – конец измерения в часах;  $\rho = 0,8 \text{ т/м}^3$  – плотность нефти;  $n = 1$ .

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

### Задача №1.

Определить уровень жидкости в скважине ( $H_{yp}$ ) звукометрическим методом, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на нкт, расстояние между пиками В и Р  $T_p = 520$  мм, между пиками В и  $У_p$   $T_{yp} = 680$  мм. Репер установлен на глубине  $H_p = 800$  м.

Дано:

Решение.

$$T_p = 520 \text{ мм}$$

$$H_{yp} = \frac{H_p}{T_p} * T_{yp}$$

$$T_{yp} = 680 \text{ мм}$$

$$H_{yp} = \frac{800}{520} * 680 = 1046 \text{ м.}$$

$$H_p = 800 \text{ м}$$

$$H_{yp} = ?$$

Ответ: 1046 м.

### Задача №2.

Определить уровень жидкости в скважине звукометрическим методом «волнометрирования» без использования репера, если на полученной эхограмме ЭП-1, расстояние между пиками В и  $У_p$   $L=650$  мм, давление газа в межтрубном пространстве скважины  $P=3$  кг/см<sup>2</sup>, скорость движения ленты  $V_{л}=50$  мм/с.

Дано:

Решение.

$$L=650 \text{ мм}$$

$$H_{yp} = \frac{V_{г} * T_{зв}}{2}$$

$$P=3 \text{ кг/см}^2,$$

$$T_{зв} = \frac{L}{V_{л}} = \frac{650}{50} = 13 \text{ с}$$

$$V_{л}=50 \text{ мм/с.}$$

Из графика  $V_{г} - P$  для  $P=3$  кг/см<sup>2</sup>,  $V_{г} = 330$  м/с,

$$H_{yp} = ?$$

$$H_{yp} = \frac{330 * 13}{2} = 2145 \text{ м.}$$

Ответ: 2145 м.

### Задача №3

Определить дебит скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитомера получены результаты.

Дано:

Решение.

$$\begin{aligned}
 q &= 2,5 \text{ м}^3 & G_{\text{сут}} &= G * 24 \\
 n &= 3 & G &= Q * \rho \\
 t_1 &= 10 \text{ ч} & Q &= \frac{n * q}{t_2 - t_1} \\
 t_2 &= 13 \text{ ч} & G_{\text{сут}} &= \frac{3 * 2,5}{13 - 10} * 0,9 * 24 = 54 \text{ м}^3 / \text{сут} \\
 \rho &= 0,9 \text{ т} / \text{м}^3 \\
 G_{\text{сут}} &= ?
 \end{aligned}$$

Ответ: 54 м<sup>3</sup>/сут

### Задача 1

Определить уровень жидкости в скважине  $H_{\text{ур}}$  звукометрическим методом, если на полученном эхограмме, сметой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на насосно-компрессорных трубках (НТК), расстояние между пиками В (выстрела на устье) и Р (реперана определенной глубине).  $T_p=530$  мм и расстояние между пиками В и  $J_p$  (уровня жидкости)  $T_{\text{ур}}=700$  мм масштаба записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p=850$  м.

Решение

$$\begin{aligned}
 T_p/H_p &= T_{\text{ур}}/H_{\text{ур}} & H_{\text{ур}} &= T_{\text{ур}}/T_p * H_p \\
 H_{\text{ур}} &= 700/530 * 850 = 1122,64 \text{ м}
 \end{aligned}$$

Ответ: 1122,64 м

### Задача 2

Определите уровень жидкости в скважине звукометрическим методом волнаметрирования без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и  $J_p$  ( $L=680$  м),  $\rho=4$  кг/см<sup>2</sup> скорость движения ленты (эхограммы),  $V_g=100$  мм/с, скорость распространения звуковой волны в газовом пространстве,  $V_r=360$ .

Решение

$$\begin{aligned}
 H_{\text{ур}} &= V_r * T_{\text{зв}} / 2 & T_{\text{зв}} &= L / V_{\text{ленты}} \\
 T_{\text{зв}} &= 680 / 100 = 6,8 \text{ с} \\
 H_{\text{ур}} &= 360 * 6,8 / 2 = 1224 \text{ м}
 \end{aligned}$$

Ответ: 1224 м

### Задача 3

Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитомера, полученные результаты:

$$\begin{aligned}
 g &= 3 \text{ м}^3 - \text{объем измерительной камеры дебитора}; \\
 t_1 &= 12 \text{ час} - \text{начало измерения в часах};
 \end{aligned}$$

$t_2=15$  час- конец измерения в часах;  
 $\rho=0,8$  т/м<sup>3</sup> – плотность нефти;  
 $n=2$ .

Решение

$$Q=n \cdot g / (t_2 - t_1) \cdot \rho \cdot 24$$

$$Q=2 \cdot 3 / (15 - 12) \cdot 0,8 \cdot 24 = 38,4 \text{ т/сут.}$$

Ответ: 38,4 т/сут.

### Задача № 1.

Определить уровень жидкости в скважине  $H_u$  звукометрическим методом, если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, при наличии репера на нкт, Расстояние между пиками В и Р  $T_r=550$ мм расстояние между пиками В и У  $T_u=800$ мм масштабе записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_r=900$ м

Решение:

Для определения уровня жидкости в скважине воспользуемся формулой  $H_u = V_{зв} T_u$

Скорость звука зависит от состава газа, заполняющего скважину. Поэтому ее каждый раз определяют одновременно с изменением уровня Для этого на нкт устанавливают репер. Тогда  $H_r = V_{зв} T_r$

$$\text{Отсюда } V_{зв} = \frac{H_r}{T_r}$$

$$\text{Тогда } H_u = \frac{H_r}{T_r} T_u = \frac{T_u}{T_r} H_r$$

$$H_u = \frac{800}{550} \cdot 900 = 1309,1 \text{ м}$$

Ответ: Уровень жидкости в скважине находится на глубине 1309,1м

### Задача № 2

Определить уровень жидкости в скважине звукометрическим методом «волнометрирования» без использования репера если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и У  $L=660$ мм масштаба записи, давления газа в межтрубном пространстве скважины  $P=8$ кг/см<sup>2</sup>, скорость движения ленты  $V \wedge = 100$ мм/с

Решение:

По методу «волнометрирования» при отсутствии репера на нкт расстояние от устья скважины до уровня жидкости определяют по формуле:

$$H_u = \frac{V_{г} T_{зв}}{2}$$

Время пробега звуковой волны определяем по формуле:

$$T_{зв} = \frac{L}{V \wedge} = \frac{660 \text{ мм}}{100 \frac{\text{мм}}{\text{с}}} = 6,6 \text{ с}$$

Для определения скорости распространения звуковой волны в скважине воспользуемся зависимостью ее от давления. По графику зависимости  $V_{г} = f(p)$ , построенного для экспериментальной скважины с использованием репера и действительного для всех

скважин данного пласта, определим для  $P = 8 \text{ кг/см}^2$   $V_r = 330 \text{ м/с}$

$$\text{Тогда } H_y = \frac{330 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 6,6 \text{ с}}{2} = 1089 \text{ м}$$

Ответ: Уровень жидкости в скважине находится на глубине 1089 м

### Задача № 3

Определение дебита скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитомера, полученные результаты:

$g = 1,5 \text{ м}^3$  - объем измерительной камеры дебитора;

$t_1 = 12 \text{ час}$  - начало измерения в часах;

$t_2 = 13 \text{ час}$  - конец измерения в часах;

$\rho = 0,8 \text{ т/м}^3$  – плотность нефти;

$n = 5$ .

#### Решение

$$Q = n \cdot g / (t_2 - t_1) \cdot \rho \cdot 24$$

$$Q = 5 \cdot 1,5 / (13 - 12) \cdot 0,8 \cdot 24 = 144 \text{ т/сут.}$$

Ответ: 144 т/сут.

### Задача 1.

Определить уровень жидкости в скважине  $H$  звукометрическим методом, если на полученной эхограмме, снятый эхолотом ЭП – 1, при наличии репера на НКТ, расстояние между пиками В и Р  $T = 600 \text{ мм}$ , расстояние между пиками В и У  $T = 750 \text{ мм}$  масштабе записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H = 920 \text{ м}$ .

Дано: Для определения уровня жидкости в скважине воспользуемся формулой:

$$H_y = V_{зв} \cdot T_y$$

$T = 600 \text{ мм}$  Скорость звука зависит от состава газа, заполняющего скважину. Поэтому ее

$T = 750 \text{ мм}$  каждый раз определяют одновременно с измерением уровня. Для этого на НКТ

$H = 920 \text{ м}$  устанавливают репер. Тогда  $H_p = V_{зв} \cdot T_p$ . Отсюда  $V_{зв} = \frac{H_p}{T_p}$ . Тогда

$$H - ? \quad H_y = \frac{H_p}{T_p} \cdot T_y = \frac{T_y}{T_p} \cdot H_p ;$$

$$H_y = \frac{750}{600} \cdot 920 = 1150 \text{ м.}$$

Ответ: уровень жидкости в скважине находится на глубине 1150 м.

### Задача 2.

Определить уровень жидкости в скважине звукометрическим методом “волнометрирования” без использования репера, если на полученной эхограмме, снятой

эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и У  $L=700$  мм масштаба записи, давление газа в межтрубном пространстве скважины  $P = 7 \text{ кг/см}^2$ , скорость движения ленты  $V_{л} = 100 \text{ мм/с}$ .

Дано:

$$L = 700 \text{ мм}$$

$$P = 7 \text{ кг/см}^2$$

$$V_{л} = 100 \text{ мм/с}$$

$H_y$  - ?

По методу «волнометрирования» при отсутствии репера на НКТ расстояние от устья скважины до уровня жидкости определяют по формуле:  $H_y = \frac{V_{г} * T_{зв}}{2}$ .

Время пробега звуковой волны определяем по формуле:  $T_{зв} = \frac{L}{V_{з}} = \frac{700 * \text{мм}}{100 * \text{мм/с}} = 7 \text{ с}$ .

Для определения скорости распространения звуковой волны в скважине воспользуемся зависимостью ее от давления. По графику зависимости  $V_{г} = f(P)$ , построенного для экспериментальной скважины с использованием репера и действительного для всех скважин данного пласта, определим для  $P = 7 \text{ кг/см}^2$ ,  $V_{г} = 340 \text{ м/с}$ .

Тогда  $H_y = \frac{340 * 7}{2} = 1190 \text{ м}$ .

Ответ: уровень жидкости в скважине находится на глубине 1190 м.

### Задача 3.

Определить дебит скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитометра,

получаются результаты:

$q=1,5 \text{ м}^3$  – объем измерительной камеры дебитометра;

$t_1 = 13 \text{ ч}$  – начало измерения;

$t_2 = 14 \text{ ч}$  – конец измерения;

$n = 3$  – число измеренных объектов;

$\rho = 0,9 \text{ т/м}^3$  – плотность нефти.

Дебит определить в т/сут.

Дано:

$$q = 1,5 \text{ м}^3$$

$$t_1 = 13 \text{ ч}$$

$$t_2 = 14 \text{ ч}$$

$$n = 3$$

$$\rho = 0,9 \text{ т/м}^3$$

$G_{сут}$  - ?

При объемном методе измерения объемный расход определяется по формуле:

$$Q = \frac{n * q}{t_2 - t_1}$$

Массовый расход связан с объемным:  $G = Q * \rho = \frac{n * q}{t_2 - t_1} * \rho$

$$\text{Суточный дебит : } G_{\text{сут}} = G * 24 = \frac{n * q}{t_2 - t_1} * \rho * 24$$

$$G_{\text{сут}} = \frac{3 * 1,5}{14 - 13} * 0,9 * 24 = 97,2 \text{ т/сут.}$$

Ответ: суточный дебит скважины 97,2 т/сут.

### Задача 1.

Определить уровень жидкости в скважине  $H_y$  звукометрическим методом, если на полученной эхограмме, снятый эхолотом ЭП-1, при наличии репера на НКТ, расстояние между пиками В и Р  $T_p = 650$  мм, расстояние между пиками В и У  $T_y = 800$  мм масштабе записи эхограммы. Репер установлен на глубине  $H_p = 940$  м.

Дано:

$$T_p = 650 \text{ мм}$$

$$T_y = 800 \text{ мм}$$

$$H_p = 940 \text{ м}$$

Найти:

$$H_y - ?$$

Для определения уровня жидкости в скважине воспользуемся формулой:  $H_y = v_{\text{зв}} * T_y$ . Скорость звука зависит от состава газа, заполняющей скважину. Поэтому ее каждый раз определяют одновременно с измерением уровня. Для этого на НКТ устанавливают репер. Тогда  $H_y = v_{\text{зв}} * T_p$ . Отсюда  $v_{\text{зв}} = H_p / T_p$ . Тогда  $H_y = H_p / T_p * T_y = T_y / T_p * H_p$   
 $H_y = 800 / 650 * 940 = 1156,9 \text{ м}$

Ответ: уровень жидкости в скважине находится на глубине 1156,9 м.

### Задача 2.

Определить уровень жидкости в скважине звукометрическим методом « волнометрирования » без использования репера если на полученной эхограмме, снятой эхолотом ЭП-1, расстояние между пиками В и У  $L = 720$  мм масштабе записи, давление газа в межтрубном пространстве скважины  $P = 4 \text{ кг/см}^2$ , скорость движения ленты  $V_{\text{л}} = 100 \text{ мм/с}$ .

Дано:

$$L = 720 \text{ мм}$$

$$P = 4 \text{ кг/см}^2$$

$$V_{\text{л}} = 100 \text{ мм/с}$$

Найти:

$$H_y - ?$$

По методу « волнометрирования » при отсутствии репера на НКТ расстояние от устья скважины до уровня жидкости определяют по формуле:  $H_y = V_{\text{г}} * T_{\text{зв}} / 2$ .

Время пробега звуковой волны определим по формуле:  $T_{\text{зв}} = L / V_{\text{л}} = 720 \text{ мм} / 100 \text{ мм/с} = 7,2 \text{ с}$

Для определения скорости распространения звуковой волны в скважине воспользуемся зависимостью ее от давления. По графику зависимости  $V_{\text{г}} = f(P)$ , построенного для экспериментальной скважины с использованием репера и действительного для всех скважин данного пласта, определим для  $P = 4 \text{ кг/см}^2$ ,  $V_{\text{г}} = 360 \text{ м/с}$

Тогда  $H_y = 360 * 7,2 / 2 = 1296 \text{ м}$ .

Ответ: уровень жидкости в скважине находится на глубине 1296 м.

### Задача3.

Определить дебит скважины за сутки, если при измерении с помощью объемного дебитометра получены результаты:  $q = 2,5$  м – объем измерительной камеры дебитометра,

$t_1 = 15$  г – начало измерения,

$t_2 = 17$  г – конец измерения,

$n = 3$  – число измеренных объемов,

$\rho = 0,9$  т/м<sup>3</sup> – плотность нефти.

Дебит определит т/сут.

Дано:

$q = 2,5$  м

$t_1 = 15$  г

$t_2 = 17$  г

$n = 3$

$\rho = 0,9$  т/м<sup>3</sup>

найти:

$G_{сут} - ?$

При объемном методе измерения объемный расход определяется по формуле:  $Q = n * q / (t_2 - t_1)$

Массовой расход связан с объемным:  $G = Q * \rho = n * q / (t_2 - t_1) * \rho$

Суточный дебит  $G_{сут} = G * 24 = n * q / (t_2 - t_1) * \rho * 24$

$G_{сут} = 3 * 2 / (17 - 15) * 0,9 * 24 = 81$  т/сут

Ответ: суточный дебит скважины 81 т/сут.

## ЛИТЕРАТУРА

МДК.02.0 1	Эксплуатация промышленного оборудования: Раздел 2. Тема 2.3. Использование контрольно-измерительных приборов	Печатные издания <b>основной литературы</b>	1) Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства / М.Ю. Прахова. - Москва: Академия, 2016
		Электронные издания <b>основной литературы</b> , имеющиеся в электронном каталоге электронной библиотечной системы	1) В.П. Ившин, Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: учебное пособие. - Москва: ИНФРА-М, 2014. <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=430323">http://znanium.com/bookread2.php?book=430323</a> 2) Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства: учебное пособие / под редакцией М.Ю. Праховой. - Москва: Академия, 2014. <a href="http://www.academia-moscow.ru/reader/?id=81520">http://www.academia-moscow.ru/reader/?id=81520</a>
		Печатные издания <b>дополнительной литературы</b>	1) Журнал «Нефтяное хозяйство» (2014 - 2018 г.) 2) Журнал «Технологии нефти и газа» (2014 -2018 г.) 3) Журнал «Мир нефтепродуктов» (2014 - 2018 г.)
		Электронные издания <b>дополнительной литературы</b> , имеющиеся в электронном каталоге электронной библиотечной системы	1) Е.С. Фельдштейн, Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебное пособие. - Москва: ИНФРА-М, Новое знание, 2015. <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=492714">http://znanium.com/bookread2.php?book=492714</a>