

Міністерство освіти і науки України

НТУ «Дніпровська політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ

«Автоматизація технологічних процесів

у нафтогазовій галузі»

ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

185 «Нафтогазова інженерія та технології»

Дніпро

2021

Міністерство освіти і науки України
НТУ «Дніпровська політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

«Автоматизація технологічних процесів у нафтогазовій галузі»

для студентів спеціальності 185

«Нафтогазова інженерія та технології»

Рекомендовано до видання навчально-методичним
управлінням університету

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
нафтогазової інженерії
та буріння
Протокол № 1
від 07.09.2021 р.

Дніпро
НТУ «ДП»

2021

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Автоматизація технологічних процесів у нафтогазовій галузі» для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / Упоряд.: А.О. Ігнатов. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. – 20 с.

Упорядник

А.О. Ігнатов, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск

доц. кафедри нафтогазової інженерії та буріння

Расцветаев В.О., канд. техн. наук

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1
МЕТОДИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ БУРІННЯ
НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Мета: набути практичні знання про методи керування технологічним процесом буріння нафтових і газових свердловин.

Аналіз оперативних методів оптимізації процесу буріння нафтових і газових свердловин дозволив поділити їх на такі, що ґрунтуються на використанні математичних моделей (так звані модельні методи), і пошукові методи. Розглянемо суть кожного.

Модельні методи:

1. *Метод В.С.Федорова* – здійснюється пробне буріння по рівномірній сітці при зміні осьової сили на долото F_1, F_2, \dots, F_n і швидкості обертання n_1, n_2, \dots, n_k (рис.1.1). На кожному режимі вимірюється механічна швидкість v_m , після закінчення пробного буріння визначаються параметри математичної моделі

$$v_m = KF^\alpha n^\beta \quad (1.1)$$

та обчислюються оптимальні параметри режиму буріння $F_{\text{орт}}, n_{\text{орт}}$, які забезпечують v_{max} . Тут K, α, β – параметри, що характеризують буримість породи, $V_{\text{мо}}$ – початкове значення механічної швидкості буріння.

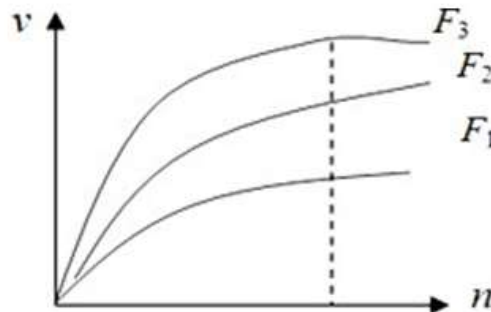


Рис. 1.1. Графіки залежностей $v_m(n)$ при $F_1=\text{const}, F_2=\text{const}, F_3=\text{const}$.

2. *Метод F.S.Young* – здійснюється пробне буріння при п'яти станах F, n з вимірюванням при кожному сполученні (рис.1.2).

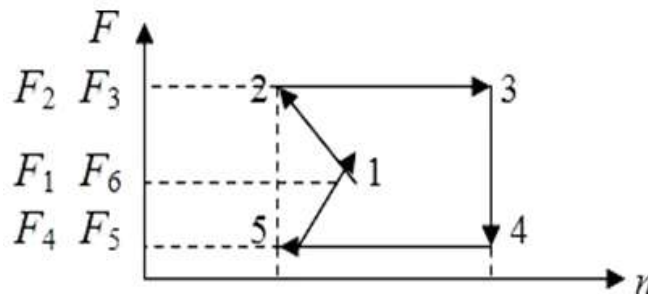


Рис. 1.2. Графіки сполучень F, n

З врахуванням залежностей стійкості опор $T(F,n)$ і механічної швидкості буріння від параметрів режиму буріння $V_M(n,F)$ визначається $F_{орт}$, $n_{орт}$, що забезпечують мінімальну собівартість метра проходки свердловини.

3. *Метод А.В.Орлова* – послідовно ступінчато змінюють параметри режиму буріння з вимірюванням механічної швидкості V_M і рівномірним розміщенням пробних режимів в робочому полі (рис.1.3). Знаходиться залежність $V_{мо}(F,n)$ і з врахуванням залежностей $T(F,n)$ і $v_M(F,n)$ визначається $F_{орт}$, $n_{орт}$

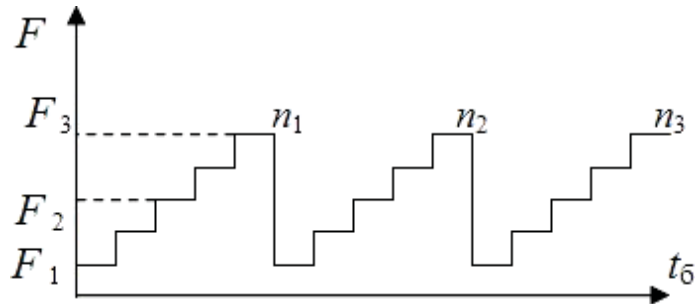


Рис. 1.3. Графіки зміни осьової сили на долото в часі при різних значеннях швидкості обертання долота

4. *Метод М.П.Гулзаде* – на кожному пробному режимі вимірюється механічна швидкість буріння v_M (рис.1.4) і з врахуванням залежностей $T_i(F,n)$, $v_i(F,n)$ визначаються $F_{орт}$, $n_{орт}$.

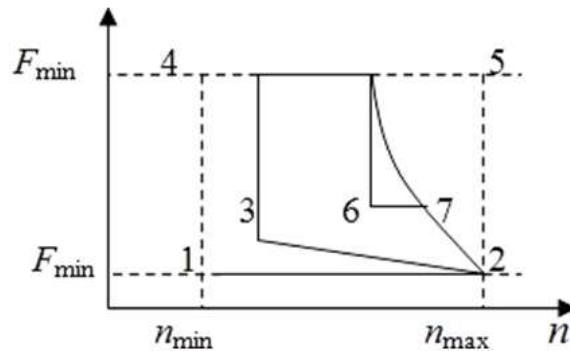


Рис.1.4. Графіки сполучень F, n

Пошукові методи

1. *Метод М.А.Фінгеріта* – при зупиненій подачі бурильного інструменту записується крива зміни осьової сили $F(t)$ (рис.1.5). $F_{орт}$ визначається по точці перегину кривої зміни осьової сили на долото в часі.

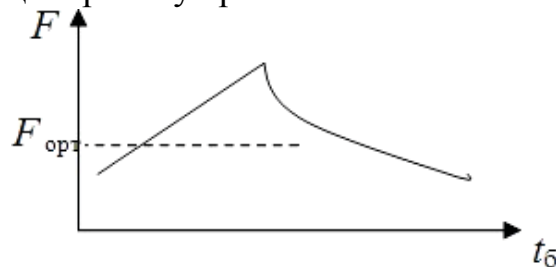


Рис. 1.5. Графік зміни осьової сили в часі

2. Метод Э.А.Вольгемута, М.Г.Эскина – здійснюється пошук максимуму швидкості буріння v_m при зміні осьової сили F (рис.1.6).

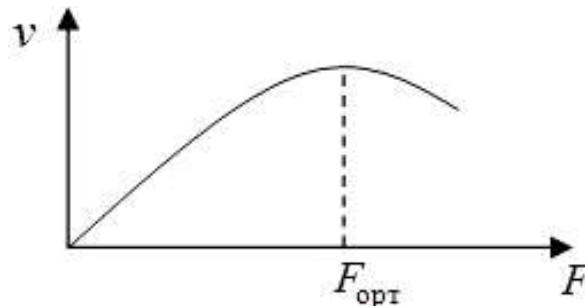


Рис. 1.6. Графік залежності $v_m(F)$

3. Метод Л.Г. Шраго запропонував метод пошуку оптимального поєднання осьової сили на долото з швидкістю обертання ротора в процесі пробного буріння, що складається з кількох циклів, кожен з яких передбачає буріння на трьох режимах при різних сполученнях F і n – метод стохастичної апроксимації з трикутним робочим контуром і змінним кроком. На кожному режимі вимірюється механічна швидкість буріння v_m і визначається з врахуванням залежностей $T(F,n)$ і $v_m(F,n)$ собівартість метра проходки, що відповідає даному режиму. За результатами виконання кожного циклу визначається напрямок найшвидшого зменшення собівартості метра проходки. У цьому напрямку визначається базовий режим наступного циклу, визначається новий цикл і т.д. до досягнення оптимального режиму буріння, що забезпечує мінімум собівартості метра проходки.

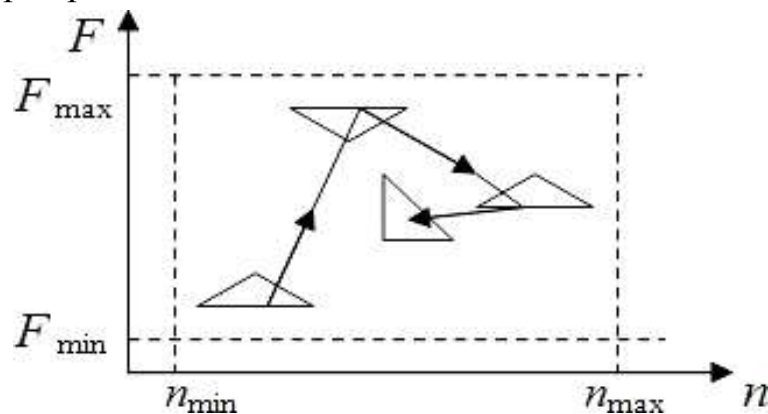


Рис. 1.7. Графік пошуку оптимального режиму буріння методом стохастичної апроксимації

4. Метод С.Д. Rodgers – передбачає послідовну зміну одного параметру при збереженні другого постійним, доки швидкість не досягне максимального значення – метод релаксації (рис.1.8). При цьому переключення режиму пошуку здійснюється неодноразово (за виміряною механічною швидкістю v_m на пробному режимі) до досягнення $F_{\text{опт}}$, $n_{\text{опт}}$, що забезпечують v_{max} .

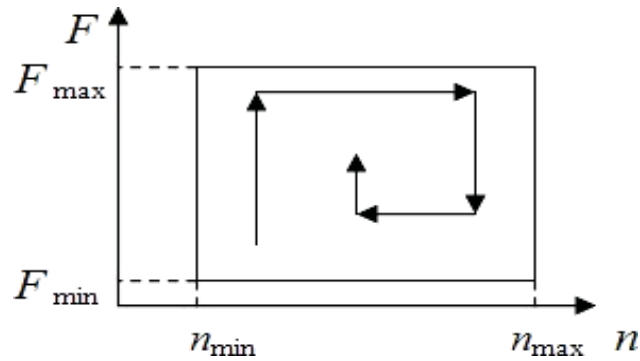


Рис. 1.8. Графік пошуку оптимального режиму буріння методом релаксації

5. *Е.А. Козловський, М.П. Гулізаде* – запропонували симплекс-метод. В кожній вершині симплексу, тобто при трьох поєднаннях F, n виконується пробне буріння з параметрами режиму F_i, n_i , вимірюється $v_{\text{мб}}(F_i, n_i)$ і визначається з врахуванням залежностей $T(F, n)$ і $v_{\text{м}}(F, n)$ собівартість метра проходки B_i ; потім відображається “найгірша”, тобто та що має найбільшу собівартість $B_{\text{б}}$, вершина, будується відображений симплекс (рис.1.9).

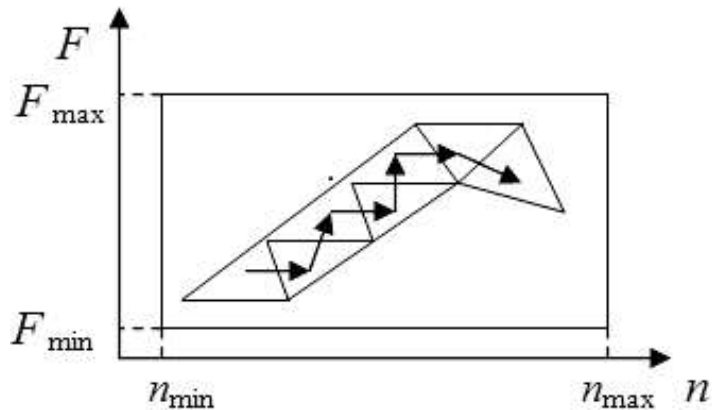


Рис. 1.9. Графік пошуку оптимального режиму буріння симплекс-методом

Отже, як довів аналіз, розглянуті методи знаходження оптимального режиму буріння нафтових і газових свердловин є дуже складними, що обмежило можливості їх використання на виробництві. Головною причиною такої ситуації є те, що ці методи ґрунтуються в основному на припущенні про лінійність об'єкту. Проте, процес буріння є складним нелінійним динамічним об'єктом, що функціонує за умов апріорної та поточної невизначеності і перебуває під впливом зовнішніх завад. Задача керування такими об'єктами є однією з ключових у сучасній теорії керування. У цьому випадку прийнятним математичним апаратом є теорія нейродинаміки, в основі якої лежать методи теорії штучних нейронних мереж, хаосу та фракталів.

Практична реалізація розглянутих методів визначення оптимальних режимів процесу буріння нашовахуються на певні труднощі, які породжені тим, що інформацію про знос озброєння і опор долота неможливо отримати в процесі буріння свердловини.

Зміст звіту

1. Загальні відомості про методи керування технологічним процесом буріння нафтових і газових свердловин.
2. Аналіз оперативних методів оптимізації процесу буріння нафтових і газових свердловин.

Контрольні запитання

1. Надати характеристику методам керування технологічним процесом буріння нафтових і газових свердловин, що ґрунтуються на використанні математичних моделей.
2. Надати характеристику пошуковим методам керування технологічним процесом буріння нафтових і газових свердловин.

Рекомендована література

1. Семенцов Г.Н. Теорія автоматичного керування: [навч. посібник] / Г.Н.Семенцов – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 1999. – 611 с.
2. Семенцов Г.Н. Автоматизація процесу буріння / Г.Н Семенцов. – Івано- Франківськ: Факел, 1997. – 300 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ОСЬОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Мета: ознайомитись з пристроями для вимірювання осьового навантаження на породоруйнівний інструмент.

Осьове навантаження на породоруйнівний інструмент є одним з найважливіших факторів, які впливають на процес руйнування твердих гірських порід. Нині для вимірювання осьового навантаження при бурінні застосовують такі контрольно-вимірювальні прилади: індикатор осьового навантаження, пружинні динамометри, гідравлічні індикатори ваги і магнітопружні компенсаційні вимірники навантаження.

Індикатори осьового навантаження

У приладі (рис. 2.1) на жорстко прикріпленій до корпусу плунжер 2 вільно надягнений циліндр 3 із зубчастою рейкою 1. Під дією тиску мастила у гідросистемі верстата циліндр переміщується по плунжеру, стискаючи зворотну пружину 4 і обертаючи вісь стрілки 7 зубчастою рейкою і колесом. Люфти усуваються в механізмі приводу стрілки за допомогою спіральної пружини 5.

Циферблат приладу - це сталевий диск із двома шкалами: цифри на зовнішній шкалі розміщені з наростанням проти руху годинникової стрілки, на внутрішній - за її ходом. По шкалах приладу визначають масу бурового снаря-

да, величину осьового навантаження на породоруйнівний інструмент при бурінні з розвантаженням, а також контролюють осьове навантаження при бурінні з додатковим навантаженням. За допомогою головки 6 циферблат можна обернути в обидва боки без обмеження.

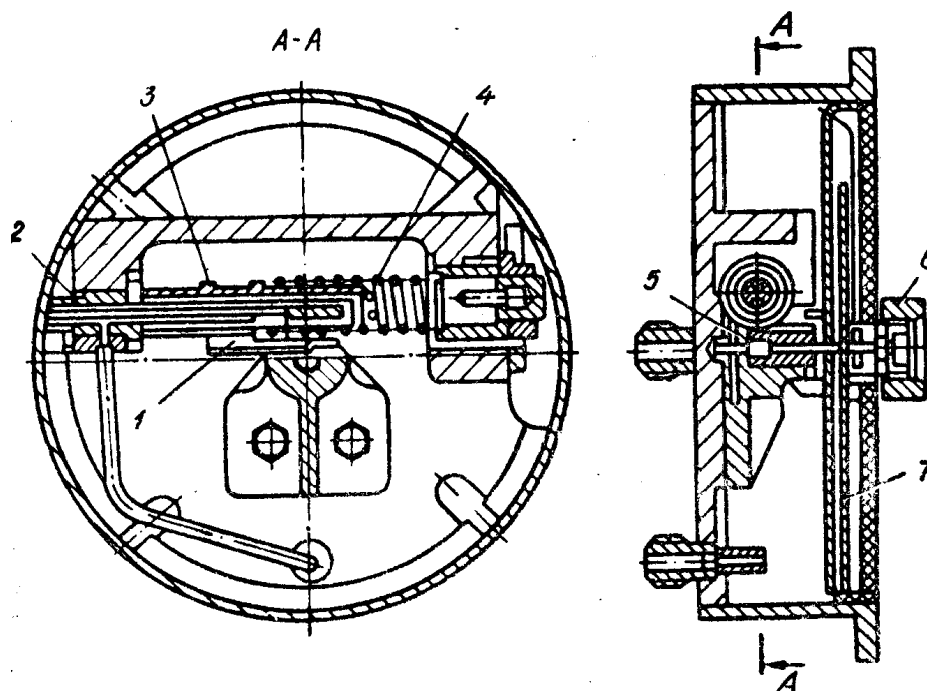


Рис. 2.1 Схема індикатора осьового навантаження з рухомих циліндром

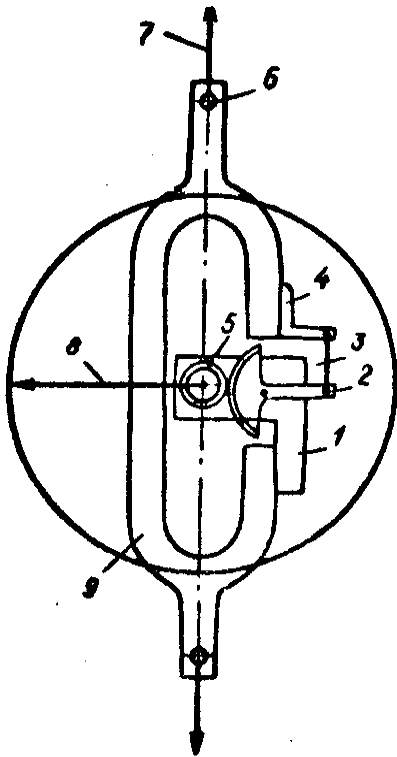
Для вимірювання осьового навантаження застосовують індикатор з нерухомим циліндром, в якому переміщується плунжер, з'єднаний із стрілкою приладу.

Перевага плунжерних індикаторів осьового навантаження - простота побудови і експлуатації, а також надійність у роботі, недолік - наявність похибки вимірювання, зумовленої наявністю гістерезису у показах приладів, який значно збільшується з використанням забруднених масел у гідросистемах бурових верстатів. Внаслідок цього прилади дають різні покази залежно від збільшення чи зменшення тиску перед виміром. Наявність тертя у плунжерній парі також створює зону нечутливості, особливо відчутну на початку вимірювання осьового навантаження. випробуваннями встановлено, що похибка плунжерних індикаторів за рахунок гістерезису досягає 1500...2500 Н, а початкова зона чутливості - 1000...1500 Н. У цих приладах також не реєструються контрольовані параметри.

Пружинні динамометри

Динамометр (рис. 2.2) складається з силової ланки, відлікового механізму і корпусу. Основна деталь силової ланки - пружне тіло 9 прямокутного перері-

зу, нейтральна вісь якого зміщена на деяку величину відносно осі прикладання навантаження.



Вимірюване розтягувальне зусилля 7 сприймається сержками і через пальці 6 передається пружному тілу. Останнє під дією позацентрального розтягання деформується. Нижня плата 1 і кутник 4, що закріплені на пружному тілі, розходяться. Це переміщення спричинює реакцію відлікового механізму - поворот сектора 2 (з'єднаного з кутником 4 тягою 3) і веденої шестірні 5 з відліковою стрілкою 8. Шкала приладу закріплена у верхній платі відлікового механізму. Перед початком роботи за допомогою спеціального гвинта стрілку приладу встановлюють на «0».

Рис. 2.2 Схема пружинного динамометра ДПП

Промисловість випускає динамометри ДПП-2, ДГПП-5 і ДПП-10, що розраховані на різноманітні границі вимірювання навантажень.

Гідравлічні індикатори ваги

Промисловість випускає декілька модифікацій індикаторів ваги:

1) для вимірювання і реєстрації зусиль у нерухомому кінці талевого каната при розвідувальному і експлуатаційному бурінні свердловин (щоб брати більш точні відліки, прилади мають верньєрний пристрій);

2) для вимірювання і реєстрації тиску промивальної рідини і частоти обертання ротора.

Основні вузли гідравлічного індикатора ваги: трансформатор тиску (датчик) і показувальні прилади (манометри) - основний; верньєрний і реєстровий. Усі ці пристрої з'єднані між собою червономідною трубкою в герметичну гідравлічну систему.

Схему принципу дії гідравлічного індикатора ваги наведено на рис. 3.3.

Трансформатор тиску призначений для перетворення розтягального зусилля у нерухомому кінці талевого каната в пропорційний тиск рідини. З гідравлічною лінією він з'єднується гнучким діоритовим шлангом. Змонтовано трансформатор на нерухомому кінці талевого каната 4, який вигинається між роликами 1, 2 і 3. Під дією навантаження на гак нерухомий кінець каната випробовує розтягальне зусилля S , яке, заломлюючись під кутом α , спричинює горизонтальну складову R :

$$R = 2S \sin \alpha.$$

Сила R діє на тарілку 5 і через мембрану передається рідині, яка заповнює внутрішню порожнину корпусу 6. Отже, її можна дістати з виразу

$$R = pF,$$

де p - тиск рідини, який визначається манометром, МПа; F - опорна поверхня мембрани, м².

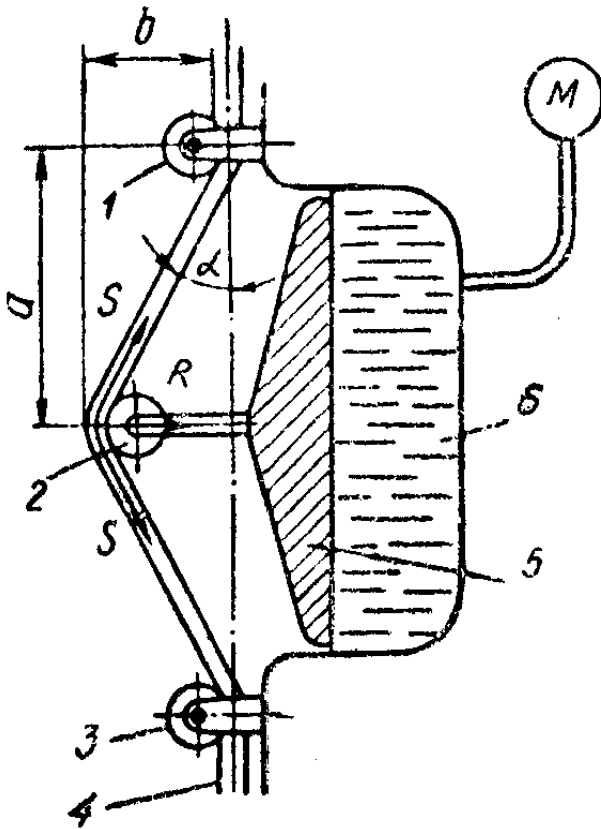


Рис. 2.3 Схема принципу дії гідравлічного індикатора ваги

Прирівнявши ці сили, матимемо

$$pF = 2S \sin a,$$

$$\text{де } S = pF/2 \sin a.$$

Оскільки кут заломлення каната дуже малий, то можна припустити, що $\sin a \approx \operatorname{tg} a$. Зазначивши відстань між крайньою і середньою опорами через a , а вигин каната через b , дістанемо $\operatorname{tg} a = b/a$.

Отже,

$$S = pFa/2b.$$

За показами манометра, зв'язаного в гідравлічну систему трансформатора тиску, можна дійти висновку про натяг талевого кінця каната, а також і про масу підвішеного до нього бурового снаряда.

Навантаження на гак Q_e у цьому разі дорівнює зусиллю S , помноженому на кількість рухомих струн талевої системи, яке

дорівнює числу n :

$$Q_r = 2nS, \text{ або}$$

$$Q_f = (Fam/b) p.$$

Отже, навантаження на Q_r і покази манометра p , з'єднаного трансформатором тиску, мають таку залежність, за якою бурильник може визначати навантаження на гаку за відділками значень тиску на манометрі.

Основний показувальний прилад - це манометр, чутливим елементом якого є трубчаста пружина. Нерухомий кінець 11 запаяний у тримач. Шкала приладу поділена на 100 рівних частин із цифрами через кожні 10 поділок. Кут повороту стрілки 270° .

Верньєр-манометр призначено для уточнення показів гідравлічного індикатора ваги; він має 360-градусну шкалу з 40 поділками. При відхиленні стрілки основного манометра на 270° стрілка верньєр-манометра повертається на 180° , тобто чутливість приладу в 6-7 разів вища, ніж основного.

Як реєстровий прилад застосовують стандартний самописний манометр МСТМ-410, який фіксує зміну тиску на круговій діаграмі дискової форми з ну-

лем у центральній частині. Чутливим елементом приладу є гелікоїдальна пружина. Привод діаграмного бланка здійснюється годинниковим механізмом, вихідна вісь якого здійснює один оберт на добу. Бланк розділений концентричними колами на 100 поділок і годинниковими позначками - на 24 частини, кожна з яких відповідає 1 год. Останні розділені дугами на чотири поділки, кожна з яких відповідає 15 хв. Кожний 15-хвилинний відрізок візуально має бути поділений на 3-5 частин. Запис показів зміни навантаження на гаку в часі з діаграми можна обчислювати з точністю до 3-5 хв. Отже, діаграма індикатора ваги - це об'єктивний документ, який відбиває добову роботу бурової бригади. За цим документом роблять розрахунки, наприклад: скільки разів проводилися піднімання - спускання інструменту і скільки на це витрачено часу; скільки часу продовжувалося буріння і яке при цьому було осьове навантаження на породоруйнівний інструмент.

Монтажну схему гідравлічного індикатора ваги наведено на рис. 3.4, а. До комплекту приладу входять: трансформатор тиску 1, показувальний прилад основний 2, показувальний прилад верньєрний 3, реєстровий прилад 4 із крапом 6 і прес-бачок 5.

Порожнини приладів, камери трансформатора тиску і трубопроводів заповнюються рідиною з прес-бачка. Влітку як заповнювальну рідину застосовують дистильовану воду з додаванням 1% хромпіку для захисту від корозії деталей гідравлічної системи індикатора; взимку, при небезпеці замерзання води, застосовують водяний розчин гліцерину (50% води і 50% гліцерину) або водяний розчин денатурованого етилового спирту (одна частина спирту на дві-три частини води).

Найрозповсюдженішими є гідравлічні індикатори ваги ГІВ-6, які призначені для вимірювання зусиль натягу талевих канатів діаметром від 15 до 38 мм. Залежно від діаметра каната і границі вимірювання випускають три модифікації індикаторів: ПВ-6-I, ПВ-6-II, ПВ-6-III.

ГІВ-6-I у комплекті з трансформатором тиску ТТ-2А призначено для вимірювання натягу талевого каната діаметром 15-19 мм з границями вимірювань 100-4000 Н і 2000-80000 Н; ПВ-6-II у комплекті з трансформатором ТТ-4 - для канатів діаметром 19-28 мм із границями вимірювань 500-1200, 500-15 000 і 500-18 000 Н; ПВ-6-III у комплекті з трансформатором ТТ-5 - для канатів діаметром 32 - :38 мм з границями вимірювання 800-20 000 і 800-25 000 Н.

Границі вимірювань індикаторів ваги встановлюють, регулюючи кут заломлення каната за допомогою прокладок під обоймами крайніх і середнього роликів.

Трансформатори тиску градуують із канатом певного діаметра, про що робиться запис у паспорті з додатком так званих навантажувальних кривих.

Тиск у гідравлічній системі індикатора ваги за максимальних зусиль не перевищує 1 МПа.

Основна похибка становить $\pm 2,5$ % границь шкал. Поріг чутливості - не більш як 0,3 % верхньої границі вимірювання.

Індикатор ваги показує лише вагу інструмента, а навантаження на породоруйнівний інструмент визначається як різниця між його вагою у підвішеному стані над забоєм і вагою того самого інструмента при бурінні. Розшифровку записів індикаторної діаграми наведено на рис. 3.4, б.

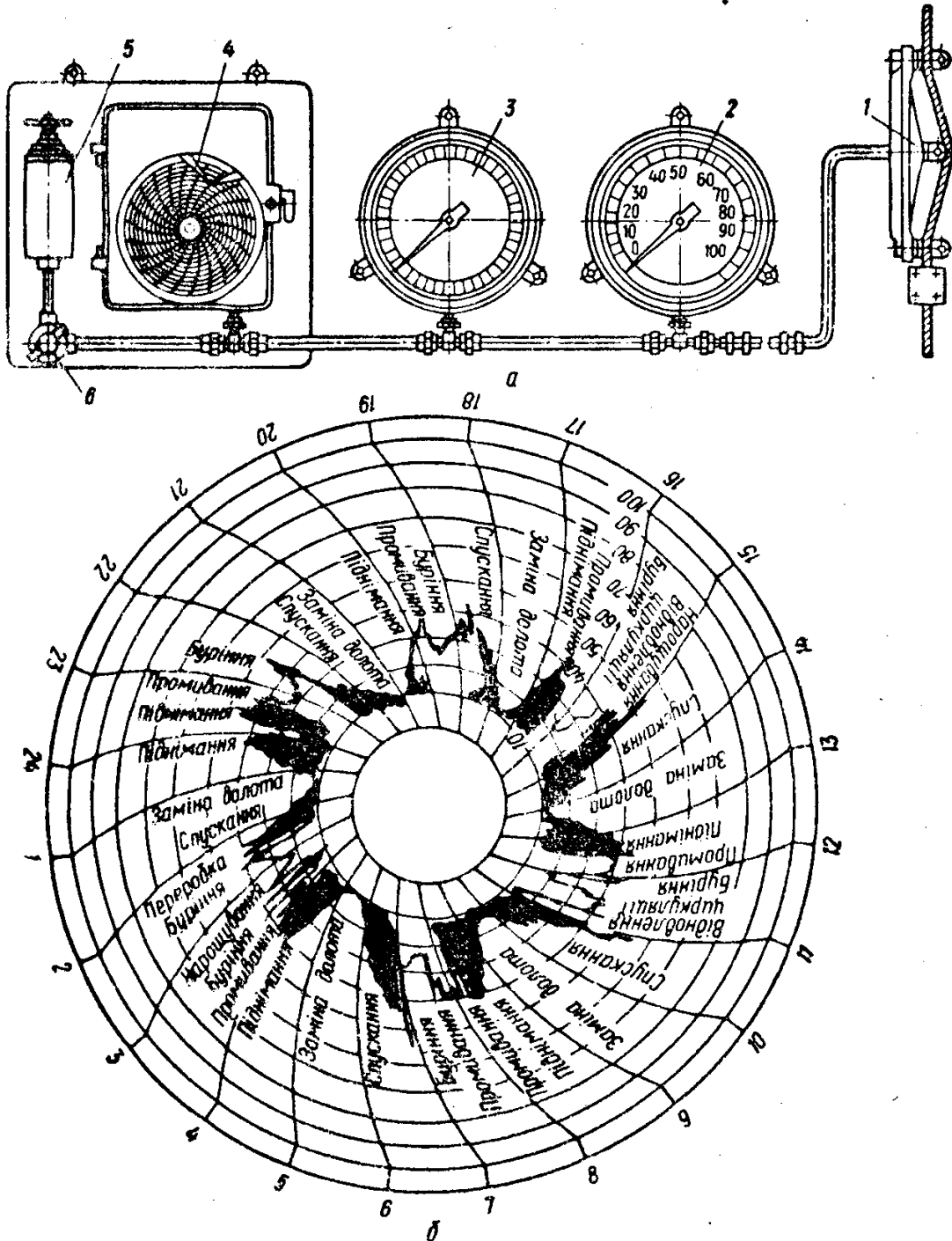


Рис. 2.4 Схема приладу ГІВ-6 (а) і розшифрування індикаторної діаграми (б)

Перевага приладу ГІВ - простота конструкції і експлуатації, відносно низька вартість. Недоліки - вплив на результати вимірювання діаметра каната, те-

мператури навколишнього середовища, а також витoku рідини у маслопроводах, неможливість дистанційного вимірювання і реєстрації параметра.

Зміст звіту

1. Загальні відомості про індикатори осьового навантаження.
2. Характеристика пружинних динамометрів.
3. Гідравлічні індикатори ваги.

Контрольні запитання

1. Які контрольно-вимірювальні прилади для вимірювання осьового навантаження при бурінні ви знаєте?
2. Надайте загальну характеристику індикатору осьового навантаження.
3. Надайте загальну характеристику пружинним динамометрам.
4. Основні вузли гідравлічного індикатора ваги.
5. Переваги та недоліки приладів ГІВ.

Рекомендована література

1. Семенцов Г.Н. Теорія автоматичного керування: [навч. посібник] / Г.Н.Семенцов – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 1999. – 611 с.
2. Семенцов Г.Н. Автоматизація процесу буріння / Г.Н Семенцов. – Івано-Франківськ: Факел, 1997. – 300 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 ВИМІРЮВАЧІ ТИСКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Мета: вивчити пристрій та принцип дії вимірювачей тиску.

Вимірювання тиску

Схема устрою манометра з серпоподібною трубчастою пружиною наведено на рис. 3.1 Чутливий елемент приладу - це зігнута по колу порожниста трубка 5 (трубка Бурдона), яка має у перерізі форму еліпса або подовженого овалу. Один кінець трубки впаяний у тримач 11, другий - запаяний корком 9. Тримач прикріплений до корпусу манометра 4 гвинтами і має штуцер з різьбою. Вільний кінець трубки шарнірно з'єднаний із повідцем 10, другий кінець якого шарнірно з'єднаний із зубчастим сектором 8. Останній вільно обертається навколо осі, яка проходить через його середину і фіксується в отворах нижньої і верхньої пластин' механізму 7. Сектор 8 зубчастим зачепленням з'єднаний із трубкою (маленькою шестірнею), яка жорстко сидить на осі, що проходить через ті самі пластини, що й вісь сектора. До шестірні приєднана пружна металева волосина 6, другий кінець якої закріплюється до будь-якої нерухомої частини манометра. На; вісь трубки щільно насаджена стрілка 2. Під впливом тиску трубка розкручується і тягне повідець, який обертає сектор навколо осі. Сектор обертає труб-

ку з насадженою на її вісь стрілкою, яка вказує на шкалі 3 значення вимірюваного тиску.

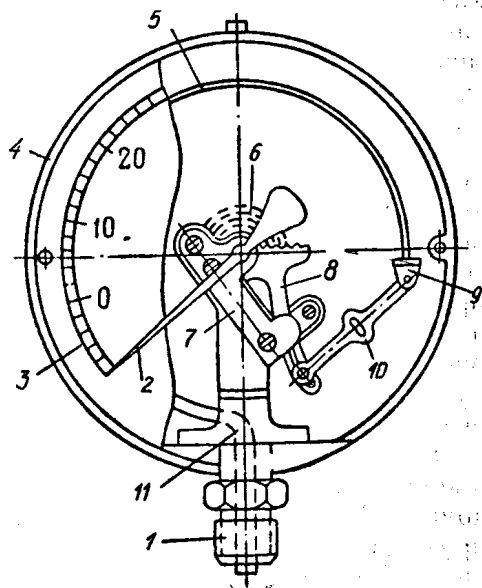


Рис. 3.1 Схема трубчастого манометра

і мати достатній кут повороту покажчика манометра без застосування передавального механізму.

Вимірюваний тиск через штуцер 2 і капілярну трубку 1 діє на гелікоїдальну пружину 5, один кінець якої припаяний до кутника, а другий з'єднаний із віссю 6. Із підвищенням тиску вільний кінець пружини переміщається у напрямі, який вказує стрілка, і обертає вісь 6. Обертання осі через важіль 7 і тягу 10 передається важелю 4, який жорстко сидить на одній осі зі стрілкою 3. Отже, змінюючись, тиск середовища переміщає на пропорційний кут стрілку, на кінці якої закріплено перо 11. Останнє записує результати змінювання тиску на діаграмному бланку 12, який переміщається годинниковим механізмом або синхронним електродвигуном СД-60. На важелі 7 розміщений повзун 8 з гвинтом 9, обертаючи який, можна змінювати розмах стрілки приладу при одному й тому самому значенні вимірюваного параметра.

Манометри цього типу можуть бути показувальними, реєстровними і з обладнанням для дистанційного передавання показів по електричних проводах.

У мембранному манометрі як чутливий елемент використовують пружну пластину-мембрану (рис. 3.2, б). Прилади випускаються з плоскою, плоскофорованою, гармоніковою (сильфони) і коробчастою мембранами.

Границя вимірювання мембранного манометра залежить від розмірів мембрани (товщини, діаметра) і матеріалу, з якого вона виготовлена.

Схему манометра з багатовитковою трубчастою пружиною наведено на рис. 3.2, а. Чутливим елементом приладу є багатовиткова трубчаста пружина - гелікс. У перерізі вона має форму еліпса чи подовженого овалу і являє собою немов би ряд послідовно з'єднаних серпоподібних трубчастих пружин. Застосування гвинтової трубчастої пружини дає змогу дістати більший кут розкручування (до 60°) і більший, ніж у одновиткової пружини, крутний момент. Це забезпечує високу точність вимірювань, дає змогу використовувати багатовиткову пружину для самописних приладів

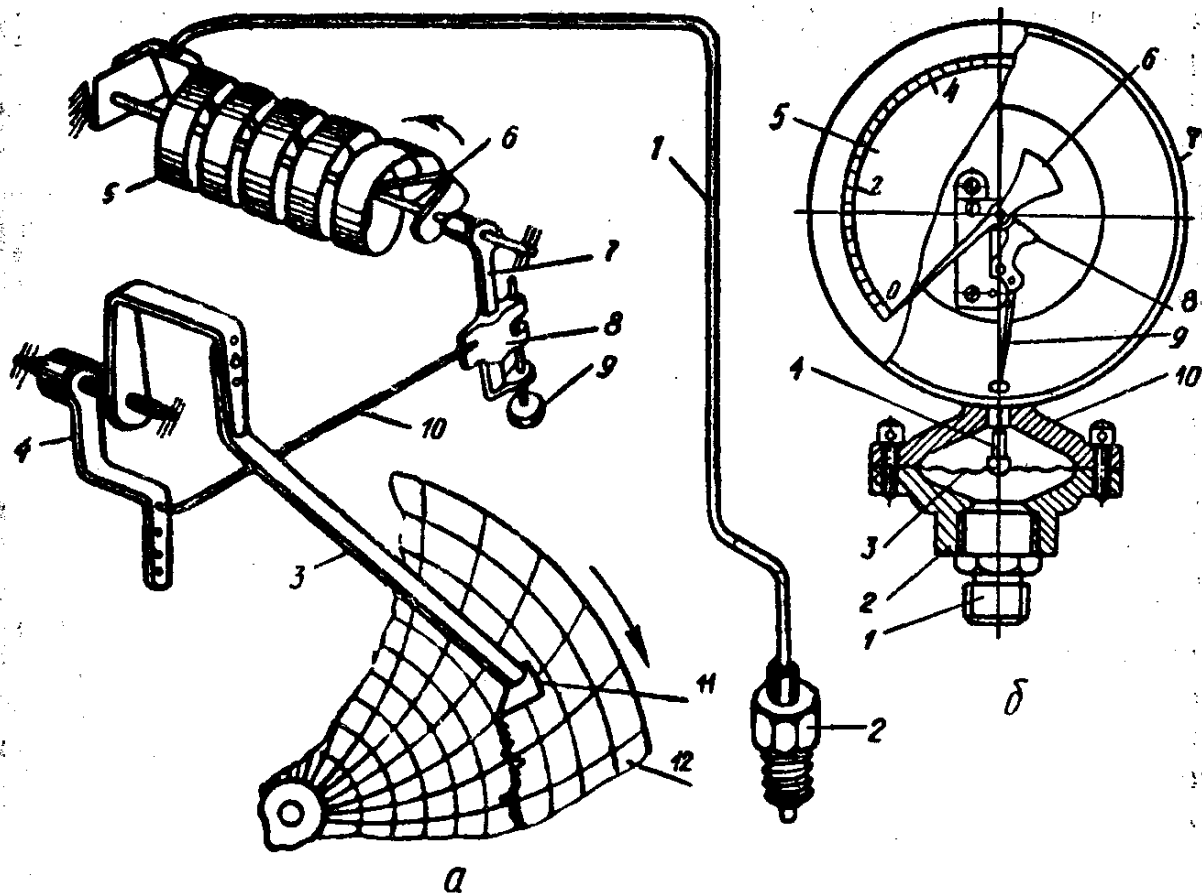


Рис. 3.2 Схеми манометрів:

а - із гвинтовою трубчастою пружиною; *б* - мембранного.

З вимірюваним середовищем манометр з'єднується штуцером 1, вкрученим у нижній фланець 2. Між верхнім фланцем 10 і нижнім закріплена мембрана 3. У корпусі 7 зібрано пересувний механізм приладу зі стрілкою. Тиск, якого зазнає мембрана, спричинює прогинання і переміщення закріпленого в центрі стояка 4 та шарнірного з'єднання з повідцем 9. Останній з'єднаний із сектором 8, що перебуває в зачепленому стані з трубкою (на рис. не показано). Трубка жорстко сидить на осі, на якій щільно посаджена стрілка 6. Отже, переміщення мембрани, пропорційні тиску, який вона витримує, через повідець і сектор передаються стрілці, яка вказує на шкалі 5 значення тиску.

Мембранним манометром можна вимірювати як тиск, так і розрідження. Манометри з плоскою мембраною застосовують для визначення порівняно невисоких тисків - до 2,45 МПа і розріджень - до 0,1 МПа. Манометри з плоско-гофрованою мембраною використовують для вимірювання тиску в агресивних або підвищеної в'язкості середовищах.

Магнітопружний вимірник тиску

Магнітопружний вимірник тиску (МВТ) призначений для безперервного візуального контролю тиску промивальної рідини під час буріння свердловин.

Прилад доцільно застосовувати при великих пульсаціях рідини, гідравлічних перепадах тиску і вібраціях, тобто тоді, коли звичайні пружинні манометри непридатні. До комплексу приладу належать датчик тиску ВР, вимірювальний пульт ВП, з'єднувальний і силовий кабелі.

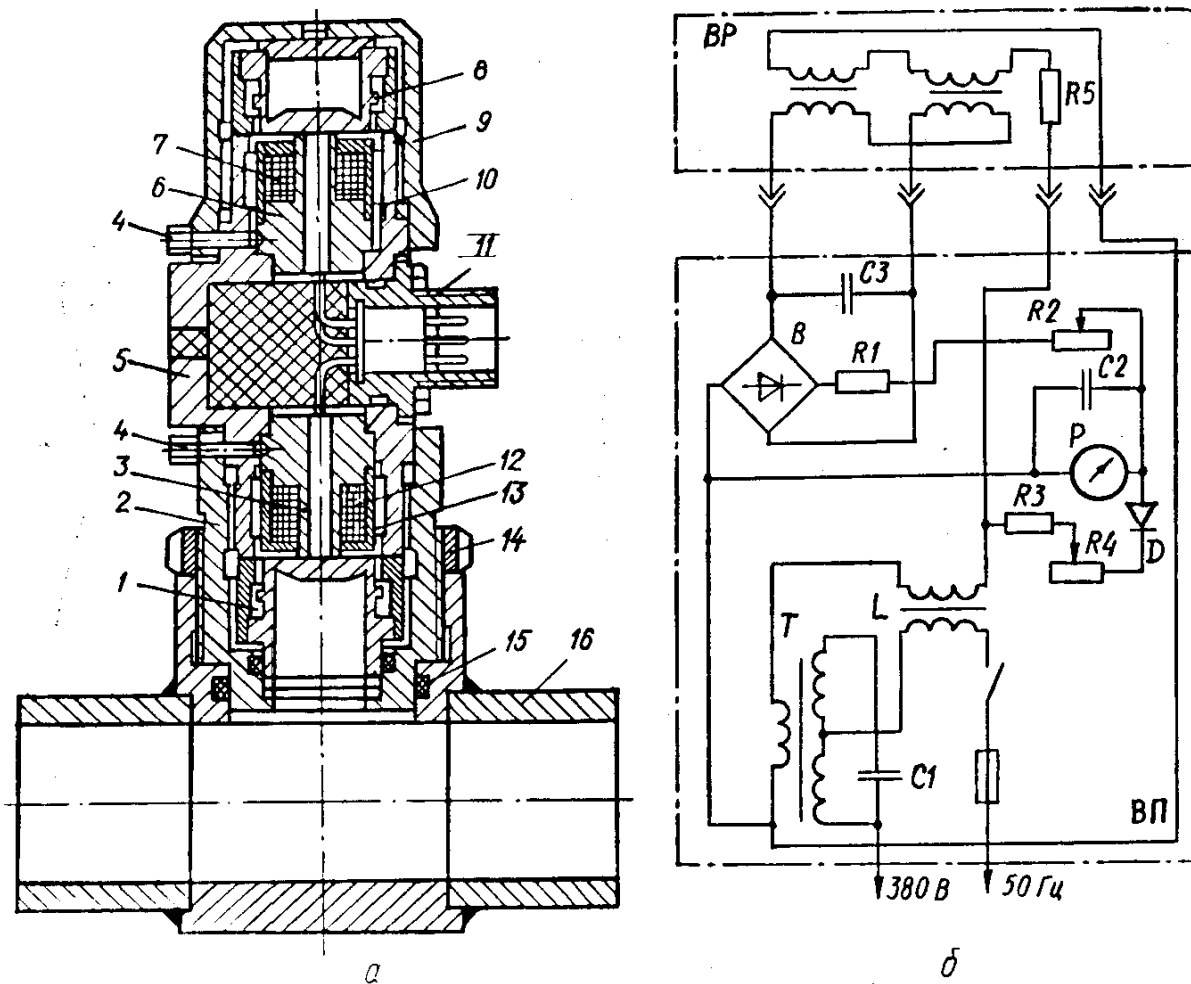


Рис. 3.3 Схема вимірника тиску МВТ:
а - датчик тиску; *б* - принципова електрична схема

Датчик тиску ВР перетворює підконтрольний тиск на пропорційну йому електричну напругу. Принцип дії датчика ґрунтується на використанні магнітопружного ефекту, який полягає в змінюванні властивостей феромагнітних матеріалів під дією навантажень (вимірюваного тиску). Датчик ВР (рис. 3.3, *а*) встановлюється у трійнику 16, нагнітальної магістралі і закріплюється гайкою 14. Ущільнювальне кільце 15 розміщується між трійником і гайкою. Датчик складається з чутливого 3 і компенсаційного 6 елементів, запресованих у корпус 5. Магнітопроводи 10 і 13, всередині яких розміщені котушки 7 і 12, з'єднані між собою за диференційно-трансформаторною схемою і підімкнені до штепсельного роз'єму 11. Сильфони 1 і 8 притиснуті до торця чутливого і компенсаційного елементів гайками відповідно 2 і 9. Положення останніх фіксовано штифтами 4.

Технічна характеристика

Тип вимірника	МВТ-І	МВТ-ІА
Границі вимірювання, МПа	0-5	0-10
Осн'овна похибка, %	±4 верхньої границі вимірювання	
Номінальна напруга, В	380	36
Частота струму, Гц	50	50
Споживана потужність, В А	6	1
Умови експлуатації:		
температура навколишнього повітря, С°	-30...+50	
відносна вологість, %	95	
допустимі коливаний напруги живлення, %	±20 номінального значення	
допустимі зміни частоти живлення, Гц	±0,5	
Виконання приладу	Пилобризкозахисне	
Габаритні розміри, мм		
перетворювача	91x175	91x175
пульта	251x180x145	215x160x150

Напруга змінного струму від датчика через кабель подається на вхід вимірювальної схеми, яка через випрямляч перетворює його на постійну напругу і подає на показувальний прилад вимірювального пульту ВП.

Вимірювальний пульт випускається двох модифікацій (МВТ-І і МВТ-ІА) і складається з литого алюмінієвого корпусу, в якому встановлені: показувальний прилад, ферорезонансний стабілізатор напруги, випрямляч, змінний опір регулювання нуля і калібрування приладу.

Електричний сигнал від датчика ВР (рис. 3.3, б) після випрямлення надходить на вимірювальну головку показувального приладу типу М 325. Опір R1 застосовується для часткової компенсації температурної похибки, яку вносить вторинний прилад, а опір R2 - для регулювання амплітуди вихідного сигналу. Ємність С2 дає змогу збільшити сталу часу приладу і забезпечити зручність відліку показів за великих пульсацій підконтрольного тиску.

Через опори R3, R4 і діод D до показувального приладу підводиться напруга, полярність якої протилежна полярності напруги, що підводиться від датчика через випрямляч В. Це дає змогу дістати найменшу похибку при вимірюваннях.

Зміст звіту

1. Загальні відомості про вимірювання тиску манометрами в техніці.
2. Мембранні манометри.
3. Магнітопружний вимірник тиску.

Контрольні запитання

1. Схема устрою манометра з серпоподібною трубчастою пружиною.
2. У мембранному манометрі як чутливий елемент використовують?

3. *Перелічити основні вузли датчику тиску.*
4. *Принцип дії датчика тиску.*
5. *Надайте технічну характеристику вимірникам тиску.*

Рекомендована література

1. Семенцов Г.Н. Теорія автоматичного керування: [навч. посібник] / Г.Н.Семенцов – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 1999. – 611 с.
2. Семенцов Г.Н. Автоматизація процесу буріння / Г.Н Семенцов. – Івано- Франківськ: Факел, 1997. – 300 с.

ЗМІСТ

1. Методи керування технологічним процесом буріння нафтових і газових свердловин.....	4
2. Пристрої для вимірювання осьового навантаження автоматизованих комплексів буріння нафтових і газових свердловин.....	8
3. Вимірювачі тиску автоматизованих комплексів буріння нафтових і газових свердловин.....	14

Упорядник
Ігнатов Андрій Олександрович

Підписано до друку Формат 30x42/4.
Папір Captain. Ризографія. Умовн. друк. арк.
Обліково-видавн. арк. . Тираж 50 прим.
Зам. №

НТУ «ДП»
49027, м. Дніпро-27, просп. Д.Яворницького, 19.