

Руководство по эксплуатации

Карбонатометр КМ-03

Содержание

1. НАЗНАЧЕНИЕ.....	2
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	2
3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ.....	2
4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ИЗДЕЛИЯ.....	3
5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.....	8
6. ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ.....	8
7. ПОРЯДОК РАБОТЫ.....	9
8. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	10
9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	11
10. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	11
Приложение 1.....	12

1. Назначение

- 1.1. Карбонатометр КМ-03 (в дальнейшем - карбонатометр) предназначен для определения содержания кальцита, доломита и нерастворимого минерального остатка в измельченном образце горной породы.
- 1.2. Карбонатометр может использоваться в компьютеризированных станциях геолого-технологических исследований скважин и в петрофизических лабораториях.

2. Технические характеристики

- 2.1. Основные технические характеристики карбонатометра приведены в табл.1

Таблица 1

Наименование параметра	Ед. измерения	Значение параметра
1 Верхний предел индикации давления	кг/см ²	2,0
2 Допустимая погрешность измерения давления	%	0,2
3 Допустимая погрешность измерения температуры	град. С	0,4
4 Чувствительность преобразователя давления, не менее	мВ/кПа	0,3
5 Дискретность цифровой индикации давления	кг/см ²	0,001
6 Выходной сигнал нормирующего усилителя	мВ/кПа, мВ/градС	10 100
7 Интерфейс		RS-232
8 Объем емкости для кислоты	см ³	135
9 Объем дозатора кислоты	см ³	15
10 Объем реакционной камеры	см ³	136.5
11 Масса исследуемого образца, не более	мг	1000
12 Номинальное напряжение питания переменным током частотой 50 Гц	В	220
13 Габаритные размеры (длина x ширина x высота)	мм	250x235x435
14 Масса, не более	кг	8

- 2.2. Нормальные условия эксплуатации карбонатометра:

- температура окружающего воздуха от 22 до 26^oС
- относительная влажность воздуха не более 85% (при температуре 25^oС).

3. Состав изделия

- Составные части карбонатометра приведены в табл.2

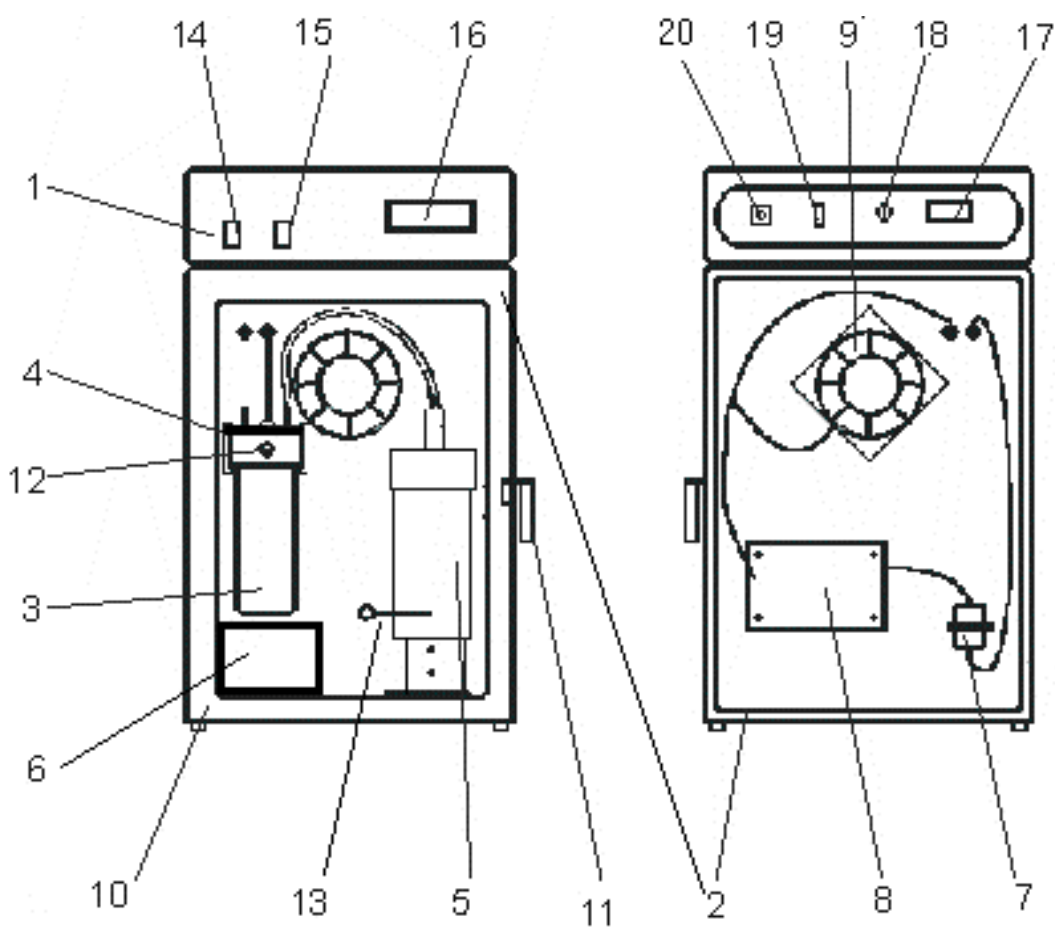
Таблица 2

Наименование	Кол-во	Назначение
1. Корпус	1	Размещение составных узлов изделия
2. Блок измерения давления и температуры	1	Преобразование давления и температуры в реакционной камере в пропорциональный электрический сигнал
3. Блок управления и цифровой индикации	1	Индикация величины избыточного давления, включение-выключение прибора
4. Дозатор поршневой	1	Дозированный ввод кислоты в реакционную камеру
5. Реакционная камера	1	Обработка исследуемого образца соляной кислотой
6. Емкость для кислоты	1	Хранение водного раствора соляной кислоты

Наименование	Кол-во	Назначение
7. Вентилятор	1	Вытяжка паров кислоты из корпуса
8. Переходная трубка	1	Транспортировка кислоты из емкости в дозатор
9. Магнитная мешалка	1	Перемешивание раствора соляной кислоты в реакционной камере в процессе реакции с исследуемым образцом породы.

4. Устройство и принцип работы изделия

4.1. Карбонатометр (рис. 1) содержит блок управления и цифровой индикации 1, расположенный над прямоугольным корпусом 2, в котором в передней части установлены реакционная камера 3 с крышкой 4, поршневой дозатор 5 и магнитная мешалка 6, а сзади смонтированы тензометрический датчик избыточного давления 7, плата измерения давления и температуры 8 и вентилятор 9.



А Б
Внешний вид лицевой (А) и задней (Б) частей карбонатометра КМ-03
Рис. 1

Задняя стенка корпуса 2 выполнена разрезной для удобства установки на вентиляторе патрубка шланга вытяжной вентиляции. Спереди корпус 2 снабжен дверкой 10 в виде поворотной металлической рамки фиксируемой с помощью ручки 11 и закрытой листом прозрачного полистирола. Дозатор 5 и магнитная мешалка 6 закреплены на рабочем столике из нержавеющей стали, на дне корпуса 2. Крышка 4 установлена в корпусе консоли с возможностью поворота относительно осей

крепления для навинчивания и съема реакционной камеры 3. Последняя выполнена из оргстекла в виде стакана с резьбовым участком в верхней части цилиндра. Крышка 4 имеет в нижней части ответную резьбу, резиновое уплотнительное кольцо и штуцер для ввода кислоты в реакционную камеру. В верхней части крышки выполнено 4 резьбовых отверстия, в которых установлены штуцера для подключения трубок от дозатора 5 и от датчика давления 7, а также датчик температуры в реакционной камере и втулка для выпуска паровоздушной смеси из камеры 3, образующейся в процессе реакции. С торца в крышке 4 имеется резьбовое гнездо, в котором установлены резиновый клапан и винт 12, обеспечивающий прижим клапана к отверстию выпуска газа. Нижняя часть трубки, подключенной к датчику давления 7, заполнена вазелиновым маслом для защиты рабочей поверхности датчика от паров соляной кислоты. Датчики давления и температуры сообщены с платой измерения 8. Дозатор 5 содержит неподвижный вертикальный шток с опорным фланцем в нижней части и поршнем с резиновой манжетой, закрепленной в верхней части. Шток вместе с поршнем и манжетой установлены в полипропиленовом цилиндре, в верхнем торце которого с помощью полый конической втулки укреплен свободный конец лавсановой трубки, сообщенной с крышкой реакционной камеры. Цилиндр установлен внутри тонкостенной гильзы, являющейся корпусом дозатора и зафиксирован в ней сверху накидной гайкой, а внизу – резьбовой втулкой с двумя сквозными Г-образными пазами. На штоке имеются сквозные радиальные отверстия, равномерно расположенные вдоль его образующий. Число этих отверстий соответствует количеству порций раствора кислоты, вводимых последовательно в реакционную камеру, а шаг между отверстиями определяет объем дозируемой жидкости (около 15 мл). Дозатор 5 имеет фиксатор 13 в виде стержня с шарообразной ручкой, переустанавливаемый в сквозные отверстия штока и фигурные пазы нижней втулки после каждого цикла дозированного ввода кислоты в реакционную камеру. Подача кислоты из предварительно заполненного дозатора производится после установки фиксатора в нужное положение путем перемещения корпуса дозатора вниз вдоль вертикального паза и поворота по часовой стрелке до упора.

4.2. Электрическая схема блока измерения карбонатометра содержит схему измерения избыточного давления, схему измерения температуры и схему управления магнитной мешалкой.

Принципиальная электрическая схема блока измерения карбонатометра приведена на **рис. 2**. Измерение давления в реакционной камере осуществляется тензометрическим датчиком избыточного давления D0.6-2. Схема измерения давления содержит схему питания датчика давления и нормирующий усилитель. Датчик давления питается от источника стабильного тока, реализованного на микросхеме REF 192 (DA1). Сигнал с датчика давления поступает на вход нормирующего дифференциального усилителя на ОУ ОР 413 (DA2), где приводится к уровню 1В/атм.

Блок измерения температуры содержит два одинаковых канала измерения температуры (газовой среды в реакционной камере и кислоты) на ОУ TL 084 CN (DA5). Сигнал с датчиков температуры поступает на нормирующие усилители с коэффициентом усиления 10. Нормированный сигнал соответствует значению 0,1В/°С.

Принципиальная электрическая схема блока управления карбонатометра приведена на **рис. 3**. Блок управления содержит плату индикации, импульсный источник стабилизированного питания и коммуникационные разъемы.

Плата индикации служит для отображения значения избыточного давления на четырехразрядном светодиодном индикаторе. основой блока индикации служит микросхема КР 572ПВ2.

Импульсный источник стабилизированного питания NAL 25 преобразует переменное напряжение 220в в напряжения постоянного тока, необходимые для питания электронных схем карбонатометра.

Соединение блока управления и блока измерения осуществляется посредством разъема XS1. Аналоговые сигналы канала давления и каналов температуры поступают на интерфейсный разъем DB9.

На **рис. 4** приведена принципиальная электрическая схема управления магнитной мешалкой. При превышении заданного порога начального давления в реакционной камере срабатывает компаратор на микросхеме DA1 и через электронный ключ VT1 подаёт питание на магнитную мешалку. При снижении давления в реакционной камере магнитная мешалка отключается.

4.3. Принцип работы карбонатометра заключается в следующем. Измельченный образец горной породы (с размером частиц не более 0,1 мм) массой до 1000 мг помещают в реакционную камеру, плотно скручивают камеру с крышкой и с помощью поршневого дозатора подают в нее разбавленную в соотношении 1:6 соляную кислоту (в объеме около 15 см³). При впрыске раствора в реакционной камере происходит сжатие воздуха, что приводит к ступенчатому изменению давления (примерно на 0.17 кг/см³), срабатывает пороговое устройство и включается привод магнитной мешалки.

В процессе перемешивания за счет взаимодействия карбонатных веществ с соляной кислотой происходит выделение двуокси углерода и увеличение давления в реакционной камере пропорционально количеству образованного газа. Измерение давления датчиком избыточного давления, контролируется по показанию цифрового индикатора и программными средствами. Различие в скорости протекания реакции взаимодействия кальцита и доломита с соляной кислотой позволяет по измеренным значениям давления автоматически определить содержание карбонатных веществ в образце. Контроль температуры позволяет ввести в программу обработки данных измерений поправки на измерение давления в реакционной камере, связанные с влиянием температуры.

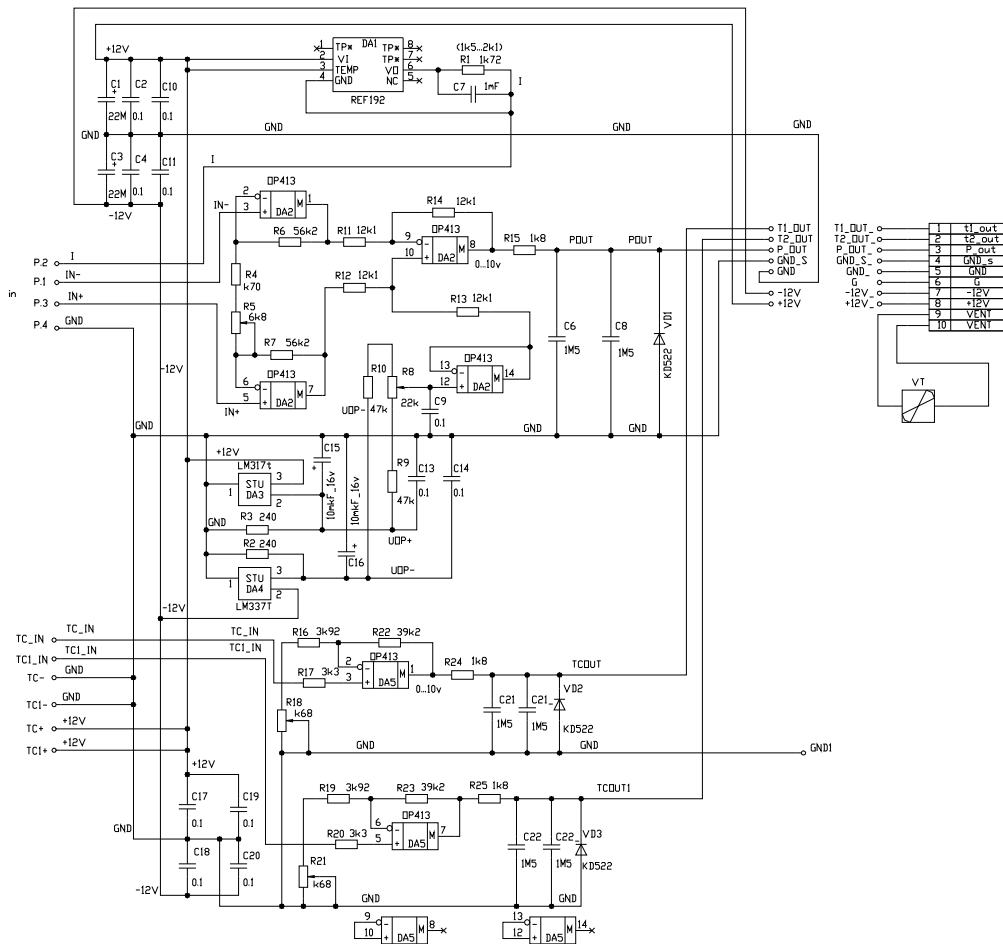


Схема блока измерения
Рис 2

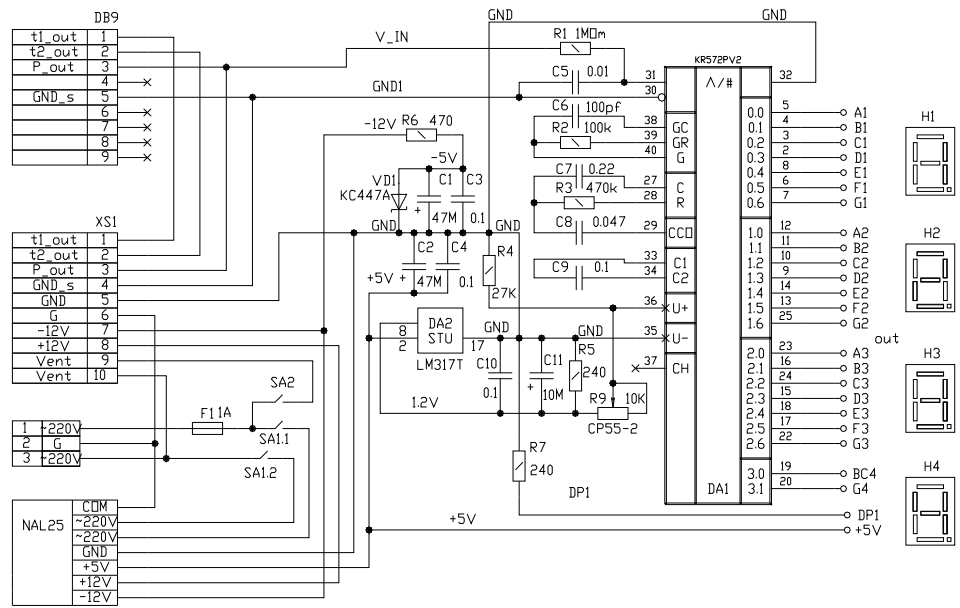


Схема блока управления
Рис 3

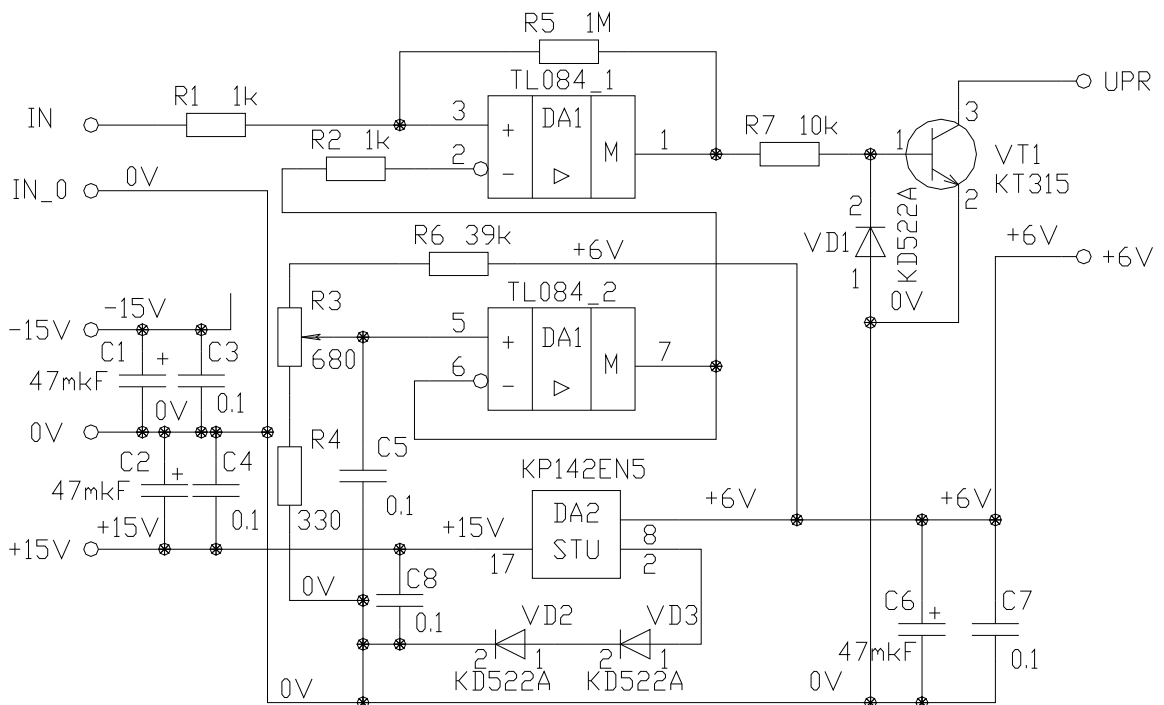
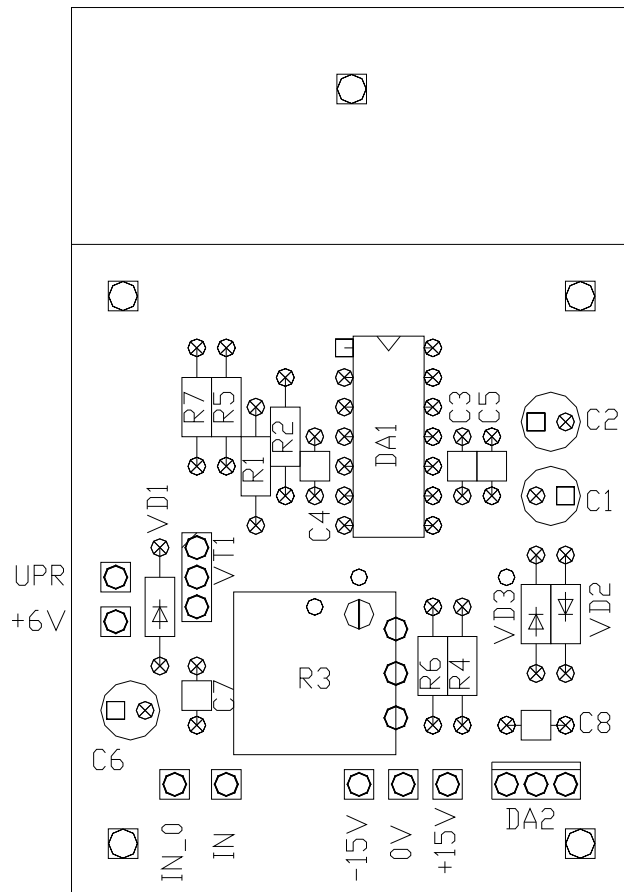


Схема управления магнитной мешалкой.

Рис 4

5. Указания мер безопасности

5.1. При приготовлении разбавленной кислоты и в процессе работы необходимо исключить попадание капель и паров концентрированной кислоты на руки и лицо.

Разбавление концентрированной соляной кислоты, необходимо осуществлять под вытяжкой, добавляя кислоту в воду.

Примечание: Запрещается добавлять в воду концентрированную соляную кислоту.

5.2. В процессе работы и технического обслуживания карбонатометра необходимо соблюдать «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок», утвержденных Госгортехнадзором.

6. Подготовка изделия к работе

6.1. Подключите вилку шнура сетевого питания к гнезду 17 (см. рис. 1).

6.2. Включите тумблер 14 на лицевой панели прибора и прогрейте карбонатометр в течение 30 мин.

Примечание: После прогрева прибора показания цифрового индикатора не должен превышать значения 0,100В.

6.3. Для удобства работы извлеките дозатор 5 из корпуса 2 и установите на рабочий стол. Отвинтите реакционную камеру 3, смажьте резьбовое соединение камеры с крышкой 4.

6.4. Отвинтите заглушку со штуцера ввода кислоты, расположенного в нижней части крышки 4.

6.5. Проверьте герметичность прибора, для чего извлеките фиксатор 13 из отверстия, придерживая фланец штока рукой, переместите корпус дозатора другой рукой вверх до упора. Плотно свинтите реакционную камеру 3 с крышкой 4 и затяните до упора винт 12 выпуска воздуха, установленный в резьбовом гнезде крышки. Затем опустите корпус дозатора до упора, установите фиксатор 13 и поверните корпус дозатора по часовой стрелке до упора. При этом в реакционной камере создается давление около 1 кг/см². Прибор считается герметичным, если показания на цифровом индикаторе давления 16 изменяются через 5 минут не более чем на ±0,005 кг/см². После этого ослабьте винт 12 и выпустите воздух из реакционной камеры.

При обнаружении негерметичности проверьте последовательно герметичность датчика давления, реакционной камеры с крышкой и дозатора.

Проверьте герметичность соединения реакционной камеры с крышкой. Для проверки герметичности датчика отсоедините штуцер с трубками из крышки реакционной камеры, снимите уплотнительные кольца со штуцеров, соедините трубки между собой трубкой ПВХ. Создайте дозатором избыточное давление в системе не более 2 кг/см² и пережмите трубку ПВХ зажимом Кохера. Признаком негерметичности датчика является падение давления воздуха. Разожмите зажим Кохера. При этом, в случае негерметичности дозатора давление будет также падать. После устранения негерметичности установите штуцера с трубками в крышку реакционной камеры и с помощью дозатора создайте давление в системе. Если давление падает, то замените уплотнительные кольца на штуцерах.

6.6. Заполните дозатор предварительно приготовленным 6% раствором соляной кислоты. Для этого извлеките фиксатор из дозатора 5, наденьте на штуцер расположенный в нижней части крышки реакционной камеры переходную трубку, опустите свободный конец трубки в емкость с раствором кислоты затем переместите дозатор из крайнего нижнего положения вверх до упора. Удалите воздух из поршневого дозатора, выполнив несколько возвратно-поступательных перемещений корпуса дозатора относительно штока до прекращения поступления пузырьков

воздуха из трубки дозатора в раствор кислоты. После этого поднимите корпус дозатора вверх, установите фиксатор в верхние отверстия штока и опустите корпус до упора в фиксатор. Затем снимите переходную трубку со штуцера на нижнем торце крышки 4 и удалите капли кислоты с поверхности крышки.

6.7. Ознакомьтесь с Руководством пользователя поставляемого с карбонатометром программного обеспечения **Carbon**.

6.8. Подключите карбонатометр к компьютеру, установите и проверьте работоспособность программного обеспечения.

Для подключения карбонатометра КМ-03 к компьютеру требуется выполнить следующие действия:

- Завершите работу всех программ на компьютере, завершить работу Windows и выключить электропитание компьютера. Все подключения внешних устройств к компьютеру должны производиться при **ВЫКЛЮЧЕННОМ** питании.
- Подключите кабель, входящий в комплект поставки карбонатометра к свободному COM-порту компьютера и к интерфейсному разъёму прибора. Программа может работать с любым из «штатных» портов COM1 или COM2, а также с одним из двух дополнительных портов COM3 или COM4.
- Включите электропитание карбонатометра КМ-03.
- Включите компьютер, запустите программу Carbon.exe или Device.exe (при использовании карбонатометра в составе комплекса для геолого-геохимических исследований скважин GeoWell). Для запуска программы Carbon.exe необходимо выбрать команду «Карбонатометр КМ-03» в меню «Пуск» – «Программы» или дважды щелкнуть левой клавишей манипулятора «мышь» на пиктограмме, размещенной на рабочем столе Windows. Для запуска программы Device.exe необходимо дважды щелкнуть левой клавишей манипулятора «мышь» на соответствующей пиктограмме в мониторе GeoWell.
- Выполните команду «Автоконфигурация» (В меню «Прибор» для программы Carbon.exe или в меню «Устройства» для программы Device.exe). Если на экран компьютера будет выдано напоминание о том, что карбонатометр КМ-03 должен быть включен и соединен с компьютером интерфейсным кабелем, оператор должен выполнить необходимые действия и ответить на это сообщение нажатием кнопки «ОК».
- После этого программа начинает последовательный опрос каждого из 4 COM – портов компьютера с целью обнаружения карбонатометра КМ-03. При этом для каждого COM – порта, начиная с COM1, автоматически устанавливаются параметры обмена, соответствующие карбонатометру КМ-03 и делается попытка получения данных с его датчиков. Если данные получены, считается, что именно это устройство подключено к данному COM – порту. На экран монитора выдается запрос на подтверждение типа обнаруженного устройства, на который оператор должен ответить нажатием кнопки «ОК». При этом найденное устройство будет установлено в качестве рабочего. При отрицательном ответе поиск будет продолжен по остальным COM - портам. Если прибор обнаружен, номер используемого им COM - порта и параметры его настройки записываются в инициализационные файлы программы. Во время последующих сеансов работы с программой информация о подключении карбонатометра будет прочитана из инициализационных файлов и обмен данных с прибором будет устанавливаться автоматически.
- Убедитесь в правильности работы карбонатометра. На панели состояния в нижней части рабочего окна программы Carbon.exe выводятся значения текущего давления и температуры в реакционной камере. Эти же данные выводятся в соответствующих областях окна программы Device.exe. Если вместо числовых значений выводятся символы «???», измерительная система работает

неправильно, требуется проверить все ее элементы (правильность подключений, исправность интерфейсного кабеля и т.д.), а затем повторить действия, перечисленные выше. Выдача при открытом клапане реакционной камеры значений давления, соответствующего показанию индикатора прибора и температуры, соответствующей комнатной температуре (22-25 °С) свидетельствует о нормальной работе прибора.

6.9. После проведения указанных операций карбонатометр готов к работе.

7. Порядок работы

7.1. Для определения карбонатности отбирается проба основной породы и измельчается до порошкообразного состояния. После измельчения взвешивается навеска массой 0,5 или 1,0 г.

Если проба отобрана из битуминозного или продуктивного интервала навеску исследуемой породы необходимо предварительно проэкстрагировать. Для этого на лист фильтровальной бумаги наносится в виде конуса измельченный образец в необходимом количестве и обрабатывается хлороформом (20-30 капель). Экстрагирование породы необходимо проводить в вытяжном шкафу.

7.2. Занесите значение объема реакционной камеры карбонатометра в окно «Объем реакционной камеры, см³» (см. табл. 1). Данный параметр запоминается в программе, восстанавливается при следующих сеансах работы с ней и нуждается в корректировке только при изменении конструкции карбонатометра

7.3. Задайте номер образца породы и глубину, с которой он получен в соответствующих окнах в верхней области рабочей программы **GeoWell** или **Carbon**.

7.4. При помощи клавиши «Tab» или манипулятора «мышь» установите мигающий курсор ввода информации в окно редактирования, соответствующее измеряемому параметру (в данном случае, «Масса навески, г»).

7.5. Взвесьте навеску при помощи электронных весов и занесите значение массы в соответствующее окно.

7.6. Взвешенный образец аккуратно засыпьте в реакционную камеру (не допуская налипания породы на стенку камеры).

7.7. Поместите якорь магнитной мешалки на дно реакционной камеры, после чего герметично свинтите камеру с крышкой, установленной на П-образной консоли.

7.8. Установите в программе признак режима «Автоматическое определение момента начала реакции». Если этот режим включен, момент начала реакции определяется по скачку давления в реакционной камере карбонатометра при впрыскивании в нее раствора соляной кислоты.

7.9. Для отслеживания процесса взаимодействия карбонатных веществ с соляной кислотой, однократным нажатием левой клавиши манипулятора «мышь» включите кнопку «Старт» в рабочем поле окна программы.

В окне «Начальное давление (до впрыска), атм.» должна отобразиться величина начального давления в реакционной камере карбонатометра, а в окне «Температура в реакционной камере, град. С» - значение температуры в реакционной камере, используемое для ввода температурных поправок при получении расчетных параметров.

7.10. После включения кнопки «Старт» установите фиксатор 13 в ближайшее отверстие штока, опустите кожух дозатора вниз до упора и поверните его по часовой стрелке до упора. При этом в реакционную камеру вводится порция раствора соляной кислоты, объемом около 15 мл.

В момент поступления кислоты в реакционную камеру включается магнитная мешалка. Непрерывное перемешивание во время химической реакции обеспечивает повторяемость условий химического взаимодействия кислоты с каждым последующим образцом.

По истечении заданных интервалов времени (60 с, 90 с, 5 мин и 30 мин) программа Carbon автоматически считывает показания с карбонатометра и выдаст значения давления и температуры в реакционной камере в соответствующие окна программы. Через 30 минут от начала реакции программа произведёт расчет содержания кальцита, доломита и нерастворимого остатка в исследуемой пробе с учетом изменения температуры в реакционной камере в процессе реакции.

7.11. После окончания реакции ослабьте винт 12 на крышке 4 для выпуска в атмосферу выделенной двуокиси углерода, свинтите с крышки реакционную камеру. Залейте в камеру около 20 мл 5% водного раствора пищевой соды для нейтрализации остатков кислоты, после чего утилизируйте раствор.

7.12. Перед исследованием следующего образца промойте и тщательно протрите реакционную камеру.

7.13. Калибровка прибора.

Первоначальная калибровка прибора производится изготовителем. Для калибровки используется навеска углекислого кальция (CaCO_3) марки **хч** или **чда** массой 500 мг.

Так как реакция взаимодействия CaCO_3 с соляной кислотой протекает быстро, можно завершить процесс калибровки сразу после появления значения в окне программы «Давление через 5 мин.» Для того, чтобы программа выполнила необходимые расчеты, значение давления, измеренное в момент времени 5 мин., нужно ввести вручную в окно «Установившееся давление (30 мин)».

8. Характерные неисправности и методы их устранения

8.1. Перечень характерных неисправностей приведен в табл. 3.

Таблица 3

Характерные неисправности	Возможные причины	Методы устранения
1. При включении тумблера питания устройства не светится индикатор сети	1. Устройство не включено в сеть 2. Обрыв шнура питания 3. Сгорел предохранитель 1А	1. Включить устройство в сеть 2. Устранить неисправность шнура питания 3. Заменить предохранитель 1А
2. При включённом приборе и запущенной программе не передаются данные	1. Не подключен интерфейсный кабель	1. Подключить интерфейсный кабель согласно инструкции подключения
3. После свинчивания реакционной камеры с крышкой происходит уменьшение давления в реакционной камере	1. Не плотно затянут винт 12 на крышке реакционной камеры 2. Не плотно свинчены крышка и реакционная камера 3. Изношено уплотнительное кольцо	1. Затяните винт 12 до упора 2. Увеличьте усилие свинчивания 3. Замените и смажьте уплотнительное кольцо

9. Техническое обслуживание

9.1. Во время эксплуатации карбонатометр должен подвергаться периодическому профилактическому осмотру (не реже 1 раза в месяц).

9.2. При профилактическом осмотре проверяется герметичность газовой магистрали при плотном свинчивании резьбовых соединений.

9.3. После окончания работы необходимо тщательно протирать внутренние поверхности корпуса сухой ветошью для удаления возможных остатков кислоты и сконденсированных паров.

Внимание!

После завершения работы протрите металлические части и столик прибора, а при перерыве эксплуатации на срок более одного месяца, смажьте их тонким слоем технического вазелина или машинным маслом.

10. Правила хранения и транспортирования

10.1. Карбонатометр должен храниться в складском помещении при температуре воздуха от 5 до 50⁰С и относительной влажности 80% (при температуре 25⁰С) при отсутствии воздействия атмосферных осадков.

10.2. Транспортирование карбонатометра в упаковке и в транспортной таре возможна любым видом транспорта при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков. Во избежании вытекания масла из трубки, подключенной к датчику давления, при транспортировке прибор должен находиться в вертикальном положении.

Схема распайки интерфейсного кабеля RS-232

