

## Руководство по эксплуатации

# Карбонатометр КМ-04

### Содержание

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

## 1. Назначение

- 1.1. Карбонатометр КМ-04 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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	0,001
6 Выходной сигнал нормирующего усилителя	мВ/кПа, мВ/градС	10 100
7 Интерфейс		RS-232
8 Объем ёмкости для кислоты	см <sup>3</sup>	500
9 Объем дозатора кислоты	см <sup>3</sup>	14,5
10 Объем реакционной камеры	см <sup>3</sup>	140
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	295x235x360
14 Масса, не более	кг	6

- 2.2. Нормальные условия эксплуатации карбонатометра:

- температура окружающего воздуха от 22 до 26<sup>0</sup>С
- относительная влажность воздуха не более 85% (при температуре 25<sup>0</sup>С).

## 3. Состав изделия

- 3.1. Составные части карбонатометра приведены в табл.2

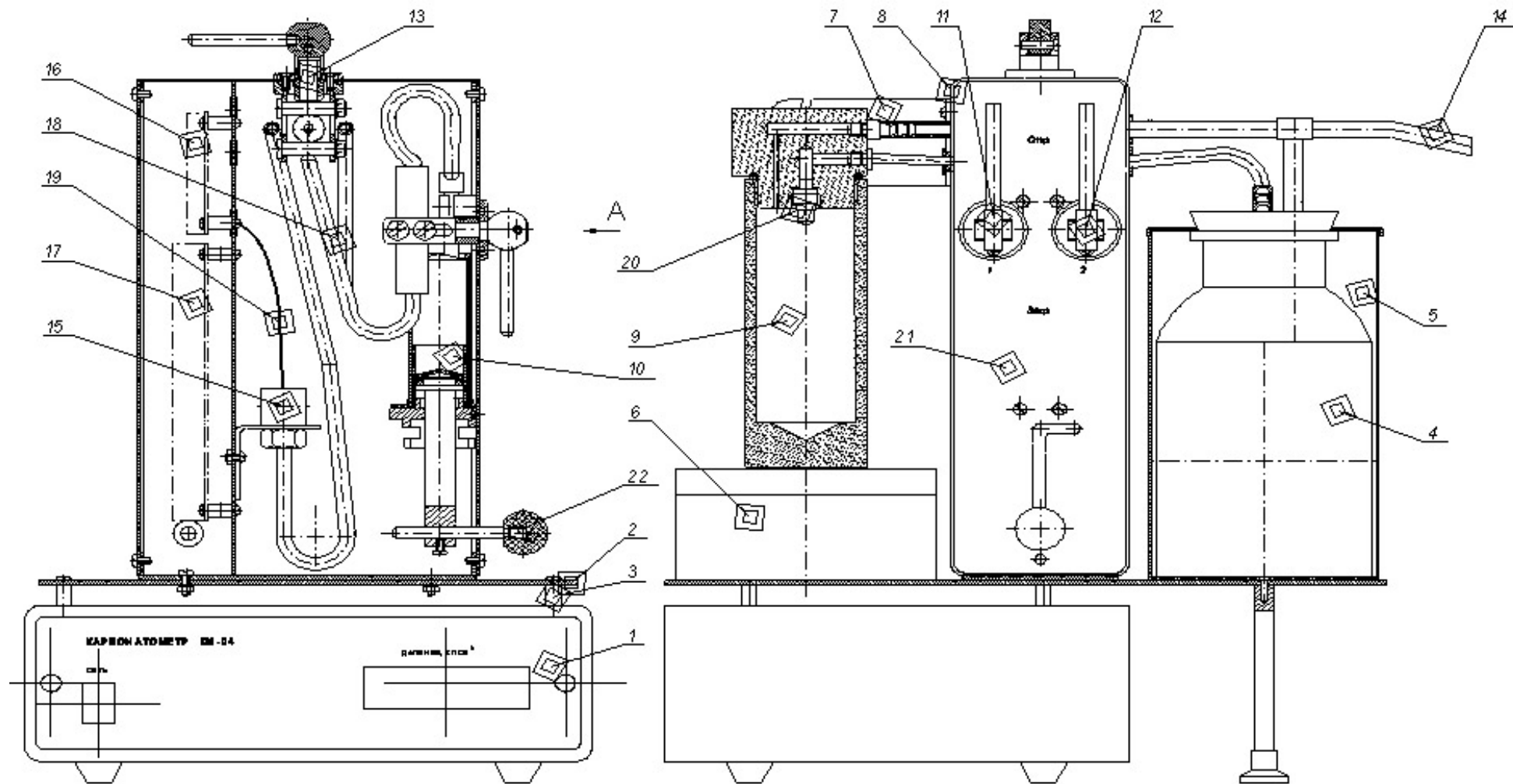
Таблица 2

Наименование	Кол-во	Назначение
1. Технологический блок	1	Размещение составных узлов изделия. Преобразование давления и температуры в реакционной камере в электрический сигнал
2. Блок управления и цифровой индикации	1	Индикация величины избыточного давления, включение-выключение прибора
3. Реакционная камера	1	Обработка исследуемого образца соляной кислотой
4. Емкость для кислоты	1	Хранение водного раствора соляной кислоты
5. 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**) состоит из блока управления 1 и технологического блока, смонтированного на столике 2, который закреплён винтами на корпусе блока управления через стойки 3. Технологический блок включает в себя ёмкость 4, предназначенную для хранения соляной кислоты, размещённую в контейнере 5; магнитную мешалку 6, над которой на кронштейне 7, прикреплённого к корпусу 8, подвешена на осях реакционная камера 9, состоящая из крышки и съёмного стакана, соединённых резьбой через уплотнительное кольцо; размещённые в корпусе 8 дозатор 10 с ручными клапанами 11 и 12, предназначенными для отбора соляной кислоты из ёмкости 6 в дозатор и подачи её из дозатора в реакционную камеру; ручной клапан 13, предназначенный для сброса избыточного давления углекислого газа после окончания исследования образца из реакционной камеры в трубку 14, выведенную за пределы станции.

В корпусе 8 также смонтированы датчик 15 давления, соединённый трубкой, заполненной вазелиновым маслом, с реакционной камерой через штуцер, расположенный на её крышке; плата 16 управления работой магнитной мешалки, плата 17 измерения давления и температуры, соединительные трубки 18 и провода 19, соединяющие датчик давления и датчик температуры 20, расположенный в крышке реакционной камеры, с платой 17. На боковой панели 21 корпуса 8 выполнен Г-образный паз, позволяющий фиксировать в крайнем верхнем положении ручку 22, предназначенную для перемещения поршня дозатора и его фиксации.



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 OP 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. При впрыске раствора в реакционной камере происходит сжатие воздуха, что приводит к ступенчатому изменению давления (примерно на 0.17 кг/см<sup>3</sup>), срабатывает пороговое устройство и включается привод магнитной мешалки.

В процессе перемешивания за счет взаимодействия карбонатных веществ с соляной кислотой происходит выделение двуокиси углерода и увеличение давления в реакционной камере пропорционально количеству образованного газа. Измерение давления датчиком избыточного давления, контролируется по показанию цифрового индикатора. 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.

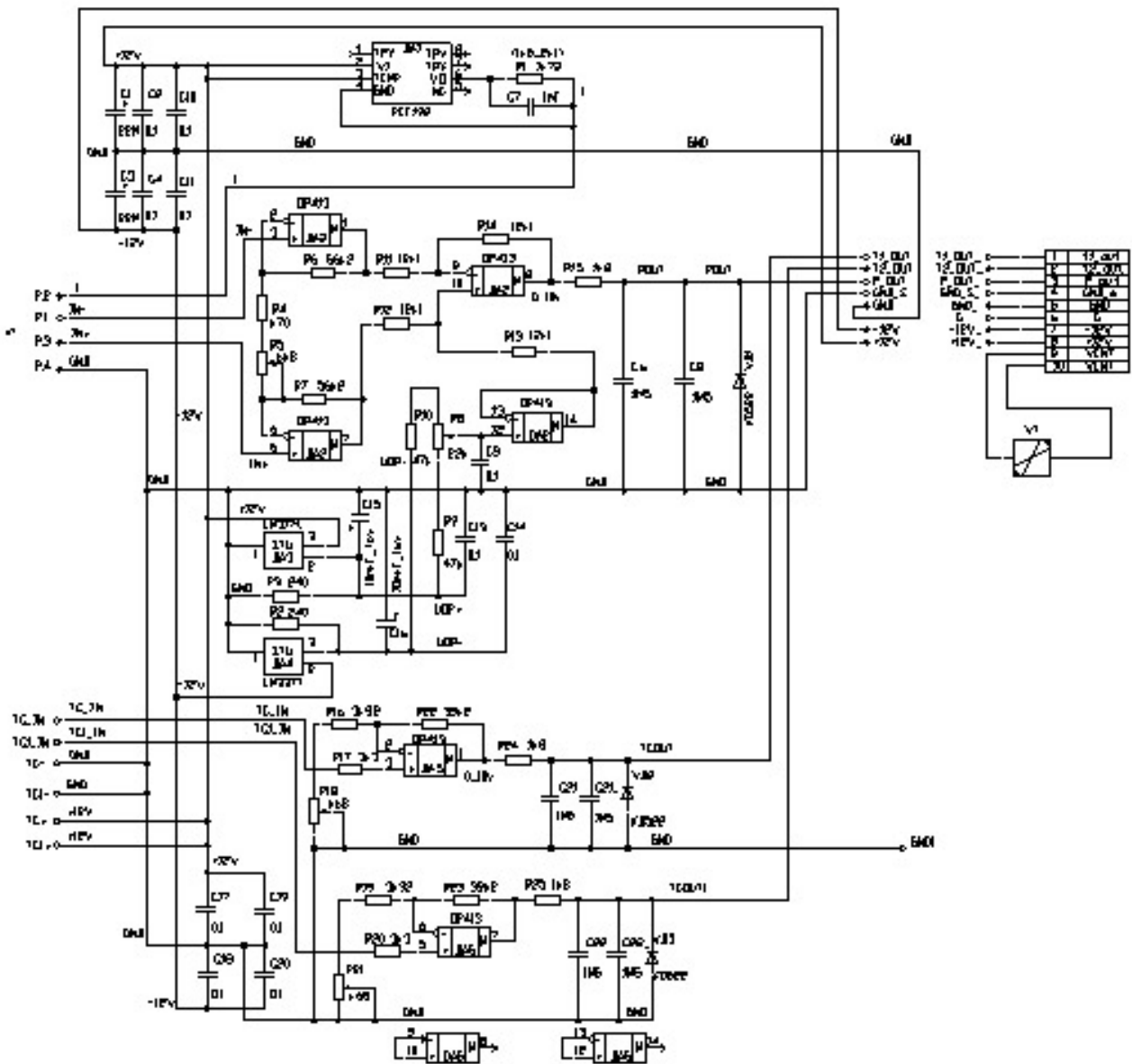


Схема блока измерения  
Рис 2

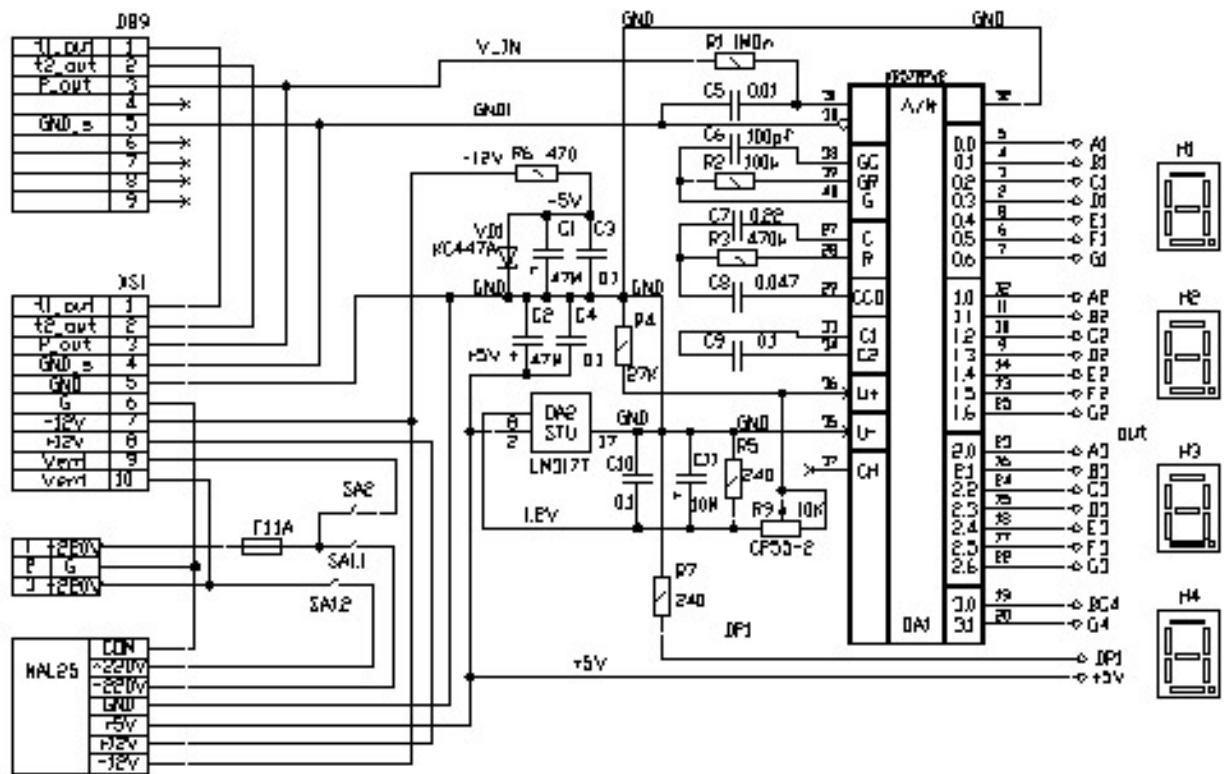


Схема блока управления  
Рис 3

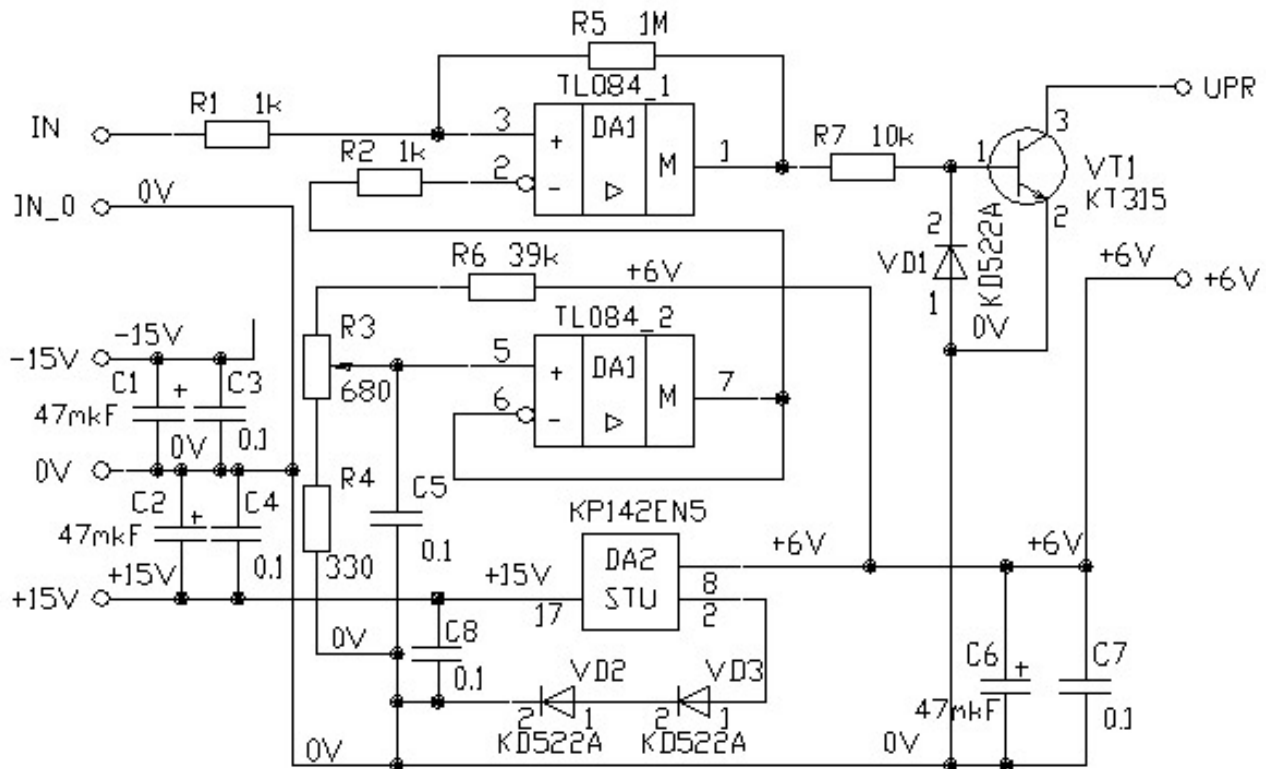


Схема управления магнитной мешалкой  
Рис 4

## 5. Меры безопасности

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

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

**Примечание:** Запрещается добавлять в воду концентрированную соляную кислоту.

5.3. 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.

6.2. Включите тумблер «сеть» на лицевой панели прибора и прогрейте карбонатометр в течение 30 мин.

6.3. Отвинтите реакционную камеру, смажьте резьбовое соединение камеры с крышкой. Переведите рычаг клапанов 11 и 12 в нижнее положение, а рычаг клапана 13 в правое положение.

6.4. Заполните 6% раствором соляной кислоты ёмкость 4.

6.5. **Удаление воздуха из линии подачи кислоты.**

6.5.1. Переведите рычаг клапана 13 в левое положение. Закрутите реакционную камеру. Переведите рычаг клапана 13 в правое положение, клапана 11 в нижнее положение, клапана 12 в верхнее положение. Переместите ручку 22 дозатора вниз (при этом кислота из ёмкости поступает в дозатор). Переведите рычаг клапана 12 в нижнее положение, а клапана 11 в верхнее положение. Переместите ручку 22 дозатора вверх и зафиксируйте её поворотом в Г-образном пазе (при этом кислота из дозатора поступает в реакционную камеру). Переведите рычаг клапана 11 в нижнее положение.

6.5.2. Для полного удаления воздуха из линии подачи кислоты повторите действия пункта 6.5.1. Затем переведите рычаг клапана 13 в левое положение.

6.6. **Проверка герметичности прибора.**

6.6.1 Открутите реакционную камеру. Положите в камеру якорь магнитной мешалки. Взвесьте 1000 мг кальцита ( $\text{CaCO}_3$ ). Засыпьте эту навеску в реакционную камеру. Переведите рычаг клапана 13 в правое положение. Закрутите реакционную камеру.

6.6.2. Переведите рычаг клапана 11 в нижнее положение, а рычаг клапана 12 в верхнее положение. Переместите ручку 22 дозатора вниз. Переведите рычаг клапана 12 вниз, а рычаг клапана 11 вверх. Движением ручки дозатора вдоль паза вверх подайте кислоту в реакционную камеру. Переведите рычаг клапана 11 в нижнее положение.

6.6.3. Через 5 минут от начала реакции считайте давление на цифровом индикаторе прибора и запишите это значение. По истечении 15 минут от начала реакции повторно считайте значение давления. Если разность давлений менее 0,01 атм, то прибор герметичен.



## 6.7. Подключение карбонатометра к компьютеру, установка и проверка работоспособности программного обеспечения

- Ознакомьтесь с Руководством пользователя поставляемого с карбонатометром программного обеспечения («Программа для работы с карбонатометром КМ-04 **Carbon**» или «Программное обеспечение комплекса для геолого-геохимических исследований скважин **GeoWell**»).
- Завершите работу всех программ на компьютере, завершите работу Windows и выключите 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.
- Включите компьютер, запустить 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-04» 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 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-04. При этом для каждого COM – порта, начиная с COM1, автоматически устанавливаются параметры обмена, соответствующие карбонатометру 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 (22-26 °С) свидетельствует о нормальной работе прибора.

## 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, см<sup>3</sup>» (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. Переведите рычаг клапана 13 в левое положение. 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» переведите рычаг клапана 11 в нижнее положение, а рычаг клапана 12 в верхнее положение. Переместите ручку 22 дозатора в нижнее положение (набор кислоты). Переведите рычаг клапана 12 вниз, а рычаг клапана 11 вверх. Переместите ручку 22 дозатора в верхнее положение (при этом в реакционную камеру вводится раствор соляной кислоты объемом около 14,5 см<sup>3</sup>).

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 (или Device) автоматически считает 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 переведите рычаг клапана 13 влево для выпуска в атмосферу выделенной двуокиси углерода. Развинтите реакционную камеру и залейте в неё около 20 мл 5% водного раствора питьевой 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 ( $\text{CaCO}_3$ ) марки **хч** или **чда** массой 1000 мг.

Так как реакция взаимодействия  $\text{CaCO}_3$  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

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. Падение давления	1. Не плотно свинчена крышка и реакционная камера 2. Изношено уплотнительное кольцо 3. Негерметичность соединения пневмосистемы	1. Увеличьте усилие свинчивания 2. Замените и смажьте уплотнительное кольцо 3. Последовательно проверьте все соединения и при необходимости замените уплотнительные кольца, подтянуть резьбу

## 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 машинного масла.

## 10. Правила хранения и транспортирования

10.1. Карбонатометр должен храниться в складском помещении при температуре воздуха от 5 до 50<sup>0</sup>С и относительной влажности 80% (при температуре 25<sup>0</sup>С) при отсутствии воздействия атмосферных осадков.

10.2. Транспортирование карбонатометра в упаковке и в транспортной таре возможно 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

