КОЛОРИМЕТР ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ КФК-2

Стр.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение 3
2. Технические данные 3
3. Состав колориметра 5
4. Устройство и работа колориметра 5
4.1. Принцип действия 5
4.2. Схема оптическая 6
4.3. Схема электрическая 6
5. Устройство и работа составных частей колориметра 16
6. Маркирование 22
7. Тара и упаковка 23
8. Общие указания по эксплуатации 23
9. Указания мер безопасности 25
10. Установка осветителя 25
11. Подготовка к работе 25
12. Измерение коэффициента пропускания 26
13. Определение концентрации вещества в растворе 26
14. Проверка технического состояния колориметра 28
15. Возможные неисправности и способы их устранения 30
16. Техническое обслуживание 33
17. Правила хранения, транспортирование 34
Приложение 35
Перечень элементов электросхем

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2* предназначен для измерения в отдельных участках диапазона длин волн 315—980 нм, выделяемых светофильтрами, коэффициентов пропускания и оптической плотности жидкостных растворов и твердых тел, а также определения концентрации веществ в растворах методом построения градуировочных графиков.

Колориметр позволяет также производить измерения коэффициентов пропускания рассеивающих взвесей, эмульсий и коллоидных растворов в проходящем свете.

Колориметр применяется на предприятиях водоснабжения, в металлургической, химической, пищевой промышленности, в сельском хозяйстве, в медицине и других областях народного хозяйства.

Нормальными условиями работы колориметра являются: температура окружающей среды (20 ± 5) °С, относительная влажность воздуха 45—80%, напряжение питания сети (220 ± 4,4) В, 50 Гц.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Спектральный диапазон работы колориметра от 315 до 980 нм.

Весь спектральный диапазон разбит на спектральные интервалы, выделяемые с помощью светофильтров.

2.2. Пределы измерения на колориметре коэффициентов пропускания от 100 до 1% (оптическая плотность от 0 до 2).

2.3. Предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности колориметра при измерении коэффициентов пропускания ± 1%.

* В связи с возможными техническими усовершенствованиями текст описания и рисунки могут в отдельных деталях отличаться от выполненной конструкции прибора.

2.4. Предел допустимого значения среднеквадратического отклонения отдельного наблюдения 0,3%.

2.5. Дополнительная погрешность колориметра от изменения напряжения сети на ± 22 В от номинального значения 220 В составляет не более 0,3 основной погрешности.

2.6. Дополнительная погрешность колориметра при изменении температуры окружающего воздуха от 20 до 35° С и от 20 до 10° С — не более 0,3 основной погрешности.

2.7. Источник излучения — лампа галогенная малогабаритная КГМН 6,3 - 15.

2.8. Рабочая длина кювет (набор кювет № 2) *, мм . . . . . 50; 30; 20; 10; 5.

По требованию заказчика могут быть поставлены микрокюветы с рабочей длиной, мм . . . . . 10, 5, 3, 2.

2.9. Приемники излучения: фотоэлемент Ф-26 для работы в спектральном диапазоне от 315 до 540 нм, фотодиод ФД-24К для работы в спектральном диапазоне от 590 до 980 нм.

2.10. Регистрирующий прибор-микроамперметр типа М1792 со шкалой, оцифрованной в коэффициентах пропускания τ и оптической плотности Д.

2.11. Потребляемая мощность колориметра, В·А, не более . . . 55^{+10}.

2.12. Питание колориметра производится от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В, частотой (50/60 ± 0,5) Гц.

При напряжении питания сети, отличном от 220 В, колориметр может комплектоваться дополнительно трансформатором.

2.13. Габаритные размеры, мм, не более 435×355×330

2.14. Масса, кг 12

2.15. Установленный полный срок службы, лет 5

2.16. Время непрерывной работы, ч . . 8

* Колориметр может комплектоваться наборами кювет № 1 с рабочей длиной 20; 10; 5; 3; 1 мм или набором кювет № 3 с рабочей длиной 100; 50; 30; 20 мм.

Номер набора кювет должен быть указан при заказе.

При отсутствии номера набора кювет при заказе — поставляется основной набор кювет № 2.

Кювету с рабочей длиной 100 мм используют для работы на длинах волн от 400 нм и далее.

3. СОСТАВ КОЛОРИМЕТРА

Колориметр (состоит из двух блоков, соединенных механически в одно целое: оптического блока и блока питания) 1

Комплект запасных частей 1

Комплект сменных частей и принадлежностей . . 1

Комплект упаковок 1

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА КОЛОРИМЕТРА

4.1. Принцип действия

Принцип измерения коэффициента пропускания состоит в том, что на фотоприемник направляются поочередно световые потоки полный $F_{0\lambda}$ и прошедший через исследуемую среду F_λ и определяется отношение этих потоков. Отношение потоков есть коэффициент пропускания τ исследуемого раствора:

$$\tau = \frac{F_\lambda}{F_{0\lambda}} \cdot 100\% \qquad (1)$$

На колориметре это отношение определяется следующим образом. Вначале в световой пучок помещают кювету с растворителем или контрольным раствором. Изменением чувствительности колориметра добиваются, чтобы отсчет по шкале коэффициентов пропускания колориметра n1 был равен 100. Таким образом, полный световой поток $F_{0\lambda}$ условно принимается равным 100%. Затем, в световой пучок помещают кювету с исследуемым раствором. Полученный отсчет n2 по шкале коэффициентов пропускания колориметра будет соответствовать F_λ. Следовательно, коэффициент пропускания исследуемого раствора в процентах будет равен n2, т. е.

$$\tau\% = n2$$

Оптическая плотность Д определяется по формуле:

$$Д = -\lg \frac{F_\lambda}{F_{0\lambda}} = -\lg \frac{\tau}{100} = 2 - \lg \tau \qquad (2)$$

4.2. Схема оптическая принципиальная (рис. 1)

Нить лампы 1 конденсором 2 изображается в плоскости диафрагмы (3) ∅2 мм. Это изображение объективом 4,5 переносится в плоскость, отстоящую от объектива на расстоянии 300 мм, с увеличением 10^{x}. Кювета 10 с исследуемым раствором вводится в световой пучок между защитными стеклами 9, 11. Для выделения узких участков спектра из сплошного спектра излучения лампы в колориметре предусмотрены цветные светофильтры 8.

Теплозащитный светофильтр 6 введен в световой пучок при работе в видимой области спектра (400—590 нм). Для ослабления светового потока при работе в спектральном диапазоне 400—540 нм установлены нейтральные светофильтры 7.

Фотоприемники работают в разных областях спектра:
фотоэлемент Ф-26 17 в области спектра 315—540 нм;
фотодиод ФД-24К 12 — в области спектра 590—980 нм.

Пластина 15 делит световой поток на два: ≈ 10% светового потока направляется на фотодиод ФД-24К и ≈ 90% — на фотоэлемент Ф-26.

Для уравнивания фототоков, снимаемых с фотоприемника ФД-24К при работе с различными цветными светофильтрами, перед ним установлен светофильтр 14 из цветного стекла СЗС-16.

При работе с кюветами 19 малой емкости в кюветное отделение устанавливается приставка 21 для микроанализа. Линзы 20 уменьшают световой пучок в месте установки микрокювет или пробирки. Линзы 18 восстанавливают световой пучок до первоначального диаметра.

4.3. Схема электрическая принципиальная

Электрическая схема колориметра состоит из преобразователей светового излучения в электрические сигналы (фотоприемников), измерительного усилителя постоянного тока (УПТ), стабилизаторов напряжения 6,3 В (для питания осветительной лампы) и 62 В (для питания фотоэлемента), а также источников напряжения ± 18 В для питания УПТ.

Фотоприемники и усилитель постоянного тока со всеми регулирующими и коммутирующими элементами размещены в оптическом блоке, а стабилизаторы напряжения с сетевым трансформатором — в блоке питания.

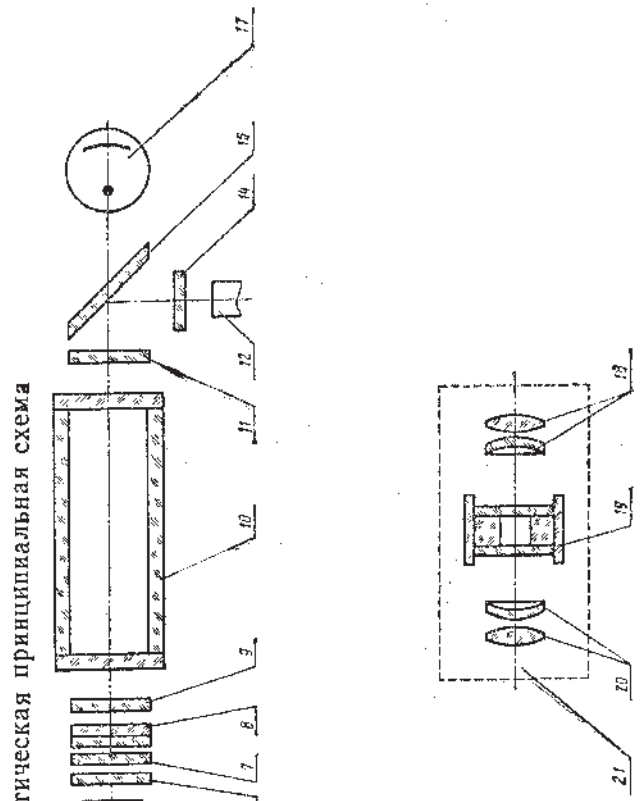


Рис. 1

Блок-схема колориметра, поясняющая его принцип работы, приведена на рис. 2.

Световой поток F, пройдя через исследуемый раствор, воздействует одновременно на фотоприемники ФД-24К и Ф-26.

Вход усилителя постоянного тока подключен к одному из фотоприемников.

Ток подключенного фотоприемника усиливается УПТ и подается на измерительный прибор ИП1, показания которого пропорциональны световому потоку, проходящему через исследуемый раствор.

На рис. 3 приведена принципиальная электрическая схема оптического блока.

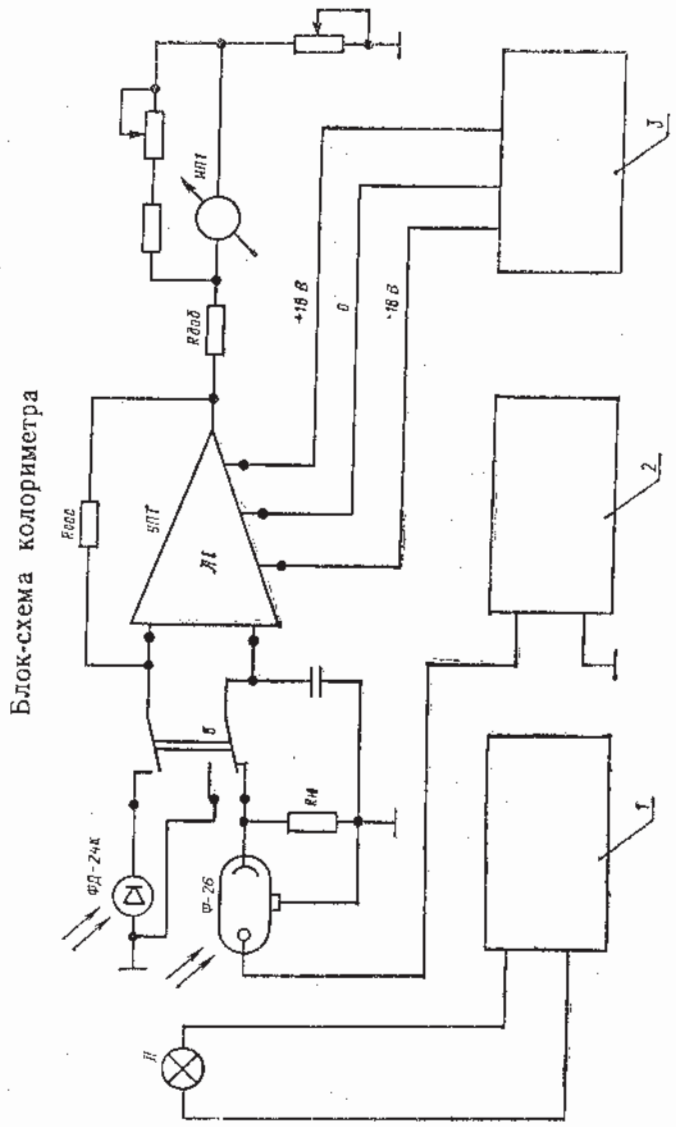
Подключение фотоприемников ФД-24К и Ф-26 к входу УПТ осуществляется с помощью переключателя S1, имеющего 6 положений.

В первых трех положениях, обозначенных «3», «2», «1» черным цветом, работает фотоприемник Ф-26. При этом обеспечивается изменение чувствительности электрической схемы в отношениях примерно 1 : 1; 1 : 3; 1 : 9. Во вторых трех положениях переключателя S1, обозначенных «1», «2», «3» красным цветом, фотоприемник Ф-26 отключается (путем замыкания сопротивлений нагрузки R1, R2 и R3) и подключается фотодиод ФД-24К. При переходе переключателя из положения «1» в положение «2» и «3» (красный цвет) чувствительность электрической схемы изменяется в отношениях примерно 1 : 9; 1 : 3; 1 : 1.

При работе с фотоэлементом Ф-26 ток, возникающий в нем под действием светового потока F, проходит через сопротивление нагрузки (резисторы R1, R2, R3, соединенные между собой последовательно), на котором создается падение напряжения. Это напряжение подается на неинвертирующий вход операционного усилителя типа КР544УД1А, на котором построен измерительный УПТ (рис. 4). Поданный сигнал усиливается по току (по мощности) и подается на микроамперметр P1. Коэффициент усиления по напряжению УПТ равен 1.

Данный режим обеспечивает высокую стабильность работы УПТ, малое смещение нуля и близкую к абсолютной линейность электрической схемы.

Изменение чувствительности электрической схемы ступенчато — в указанных выше отношениях — обеспечивается изменением величины сопротивления нагрузки фотоэлемента с



1 — стабилизатор напряжения 6,3 В; 2 — стабилизатор напряжения 62 В; 3 — стабилизатор напряжения ± 18 В

Рис. 2

помощью переключателя S1 и плавно—переменными резисторами R4 и R6, первый из которых используется для точной установки нужных показаний колориметра, второй — для грубой.

Для измерения в области инфракрасного излучения вместо фотоэлемента Ф-26 на вход УПТ подключается фотодиод ФД-24К. Это осуществляется с помощью переключателя S1, который, как видно из схемы рис. 3, обеспечивает также переключение чувствительности электрической схемы при работе обоих фотоприемников.

Как следует из схемы (см. рис. 2 и 3), фотодиод включен на вход УПТ как генератор тока.

В этом случае сам УПТ служит преобразователем этого тока в напряжение. Нагрузкой фотодиода является входное сопротивление УПТ, которое при замкнутой цепи отрицательной обратной связи может быть сделано достаточно малым. Фотодиод работает практически в режиме короткого замыкания. Такой режим обеспечивает высокую линейность всей электрической схемы колориметра вместе с фотодиодом.

Напряжение на выходе УПТ для данного режима равно:

$$U_{вых} = I_{фд} \cdot R_{ooc}, \qquad (3)$$

где $I_{фд}$ — ток фотодиода,

R_{ooc} — сопротивление в цепи отрицательной обратной связи (см. рис. 2).

Изменение чувствительности в электрической схеме при работе с фотодиодом осуществляется ступенчато за счет изменения величины сопротивления в цепи отрицательной обратной связи R1, R2, R3 (см. рис. 4) и плавно — резисторами R4 и R6 (см. рис. 3).

Усилитель постоянного тока (рис. 4) имеет собственную параметрическую стабилизацию питающих напряжений (стабилизаторы V1 и V2).

Электрическая принципиальная схема блока питания приведена на рис. 5.

В блоке питания размещены три стабилизатора напряжения: 6,3 В — для питания осветительной лампы, 62 В — для подачи напряжения на анод фотоэлемента и ± 18 В — для питания микросхемы измерительного УПТ.

Для питания осветительной лампы в колориметре используется стабилизатор напряжения, построенный на регулирующем кремниевом транзисторе VT1 и усилителе постоянного тока A2. Особенностью стабилизатора является применение в качестве УПТ операционного усилителя (ОУ)

Электрическая принципиальная схема оптического блока

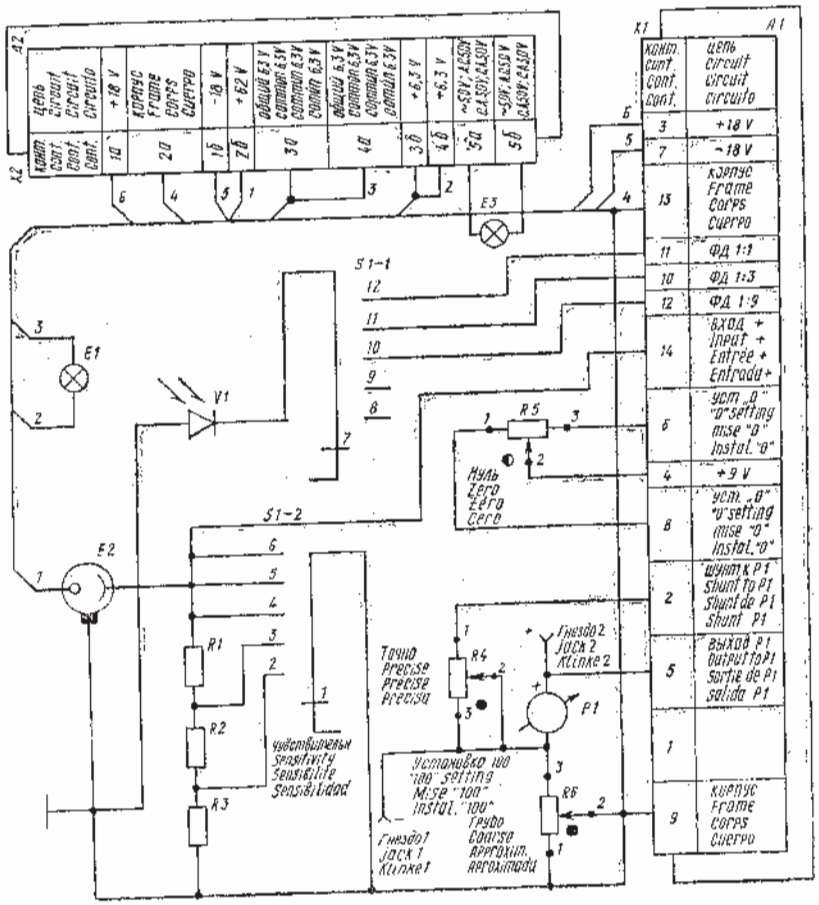


Рис. 3

Электрическая принципиальная схема измерительного усилителя постоянного тока

Адрес Kuns to Adresse Llego a	Цепь Circuit Circuit Circuito	Конт. Cont. Cont. Cont.
Ш4/3	+18 V	3
R5/2	+9 V	4
R5/3	уст. „0" "0" setting Mise "0" Instal. "0"	6
R5/1	уст. „0" "0" setting Mise "0" Instal. "0"	8
В1/12	ФД 1:9	12
В1/11	ФД 1:3	10
В1/10	ФД 1:1	11
Ф-26 катод Ф-26 cathode Ф-26 cathode Ф-26 cátodo	вход + Input + Entrée + Entrada +	14
К3	корпус Frame Corps Cuerpo	9
Ш5/2б	корпус Frame Corps Cuerpo	13
R4/1	шунт к ИП1 Shunt to ИП1 Shunt de ИП1 Shunt ИП1	2
Ш5/1б	−18 V	7
ИП (+)	выход к ИП1 Output to ИП1 Sortie de ИП1 Salida ИП1	5

Рис. 4

Электрическая принципиальная схема блока питания

Рис. 5

Электрическая принципиальная схема УПТ стабилизатора напряжения 6,3 В

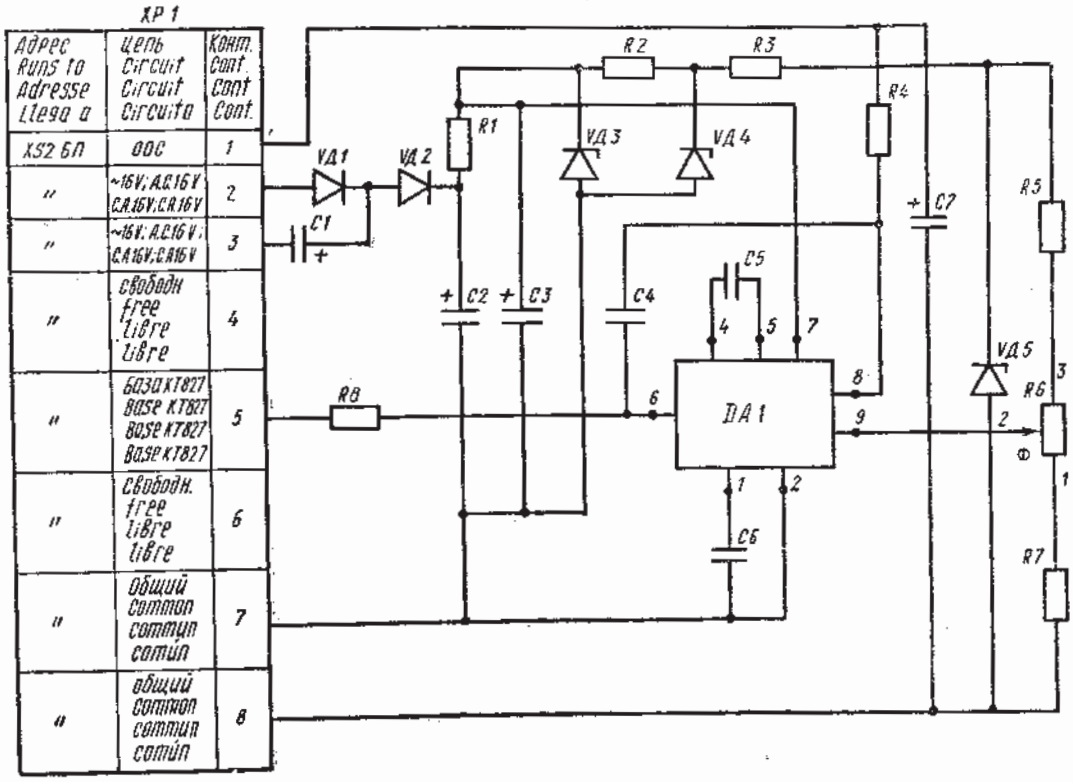


Рис. 6

Электрическая принципиальная схема стабилизаторов напряжения ± 18 и 62 В

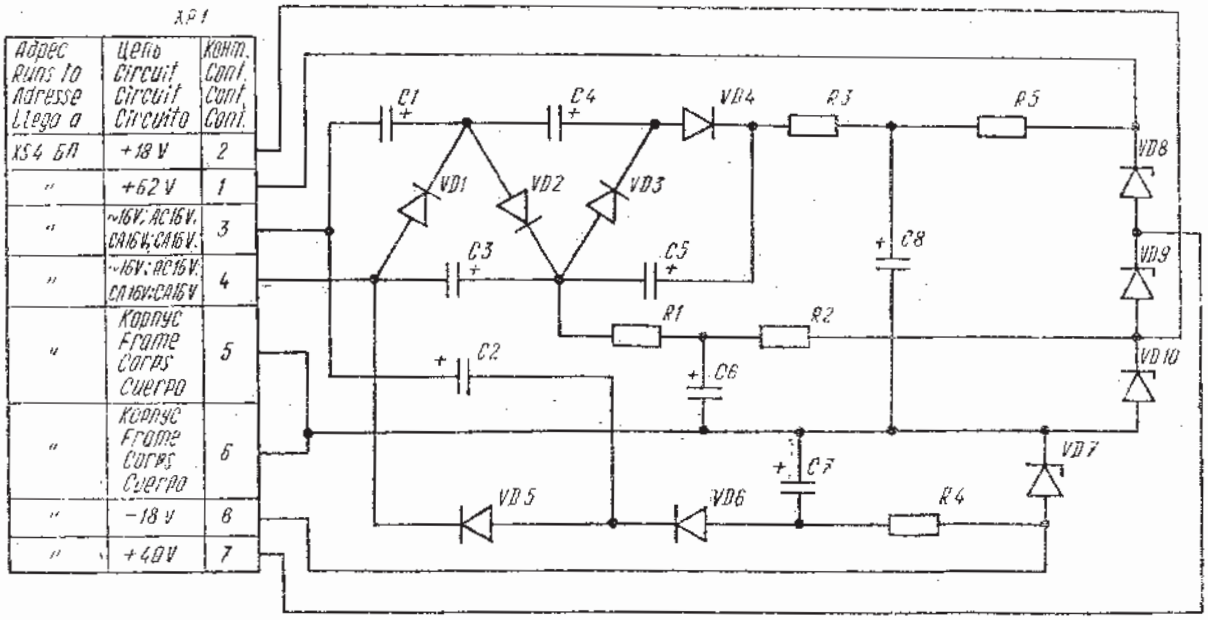


Рис. 7

К157УД1 с большим выходным током и большим коэффициентом усиления, что обеспечивает большой коэффициент стабилизации (не менее 500) и возможность включения одного регулирующего транзистора типа КТ 827 В. Нестабильность напряжения стабилизатора во времени определяется только нестабильностью делителя напряжения на входе УПТ и величины опорного напряжения.

Электрическая принципиальная схема УПТ стабилизатора напряжения 6,3 В приведена на рис. 6. Конструктивно он выполнен на отдельной печатной плате А2.

Для питания микросхемы измерительного УПТ используется параметрический стабилизатор на полупроводниковых стабилитронах VД7 и VД6 (см. рис. 7).

Общий коэффициент стабилизации с учетом стабилизации стабилитронами V1 и V2, размещенными на печатной плате измерительного УПТ, составляет не менее 200.

Источник питания для фотоэлемента собран на полупроводниковых стабилитронах VД8 и VД9 (см. рис. 7). Коэффициент стабилизации этого параметрического стабилизатора — не менее 50.

Оба параметрических стабилизатора смонтированы на одной печатной плате (А1).

Все источники напряжения колориметра питаются от сети 220 В, 50/60 Гц через один общий трансформатор типа ТПП 268-220-50 к.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ КОЛОРИМЕТРА

5.1. В оптический блок входят:

— осветитель;
— оправа с оптикой;
— светофильтры;
— кюветное отделение;
— кюветодержатель;
— фотометрическое устройство с усилителем постоянного тока и элементами регулирования;
— регистрирующий прибор.

5.1.1. Осветитель.

Конструкция механизма осветителя рис. 13 обеспечивает перемещение лампы в трех взаимно перпендикулярных направлениях для ее правильной установки.

5.1.2. Оправа с оптикой.

В оправу встроены конденсор, диафрагма и объектив.

5.1.3. Светофильтры.

Цветные светофильтры вмонтированы в диск.

Светофильтр в световой пучок вводится ручкой 3 (см. рис. 8).

Рабочее положение каждого светофильтра фиксируется.

Спектральные характеристики светофильтров приведены на рис. 11 и в табл. 1.

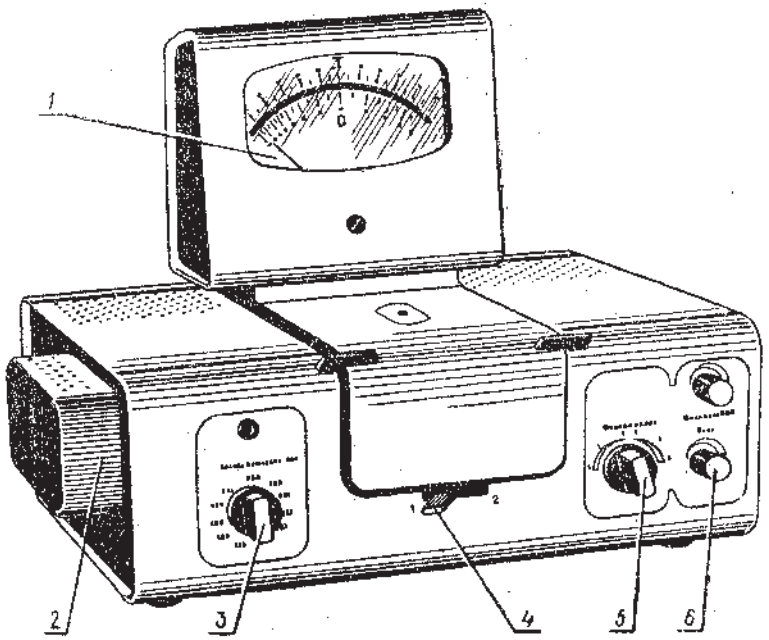


Рис. 8

Светофильтры колориметра

Таблица 1

Маркировка на диске	Маркировка светофильтра	Длина волны, соответствующая максимуму пропускания, нм	Ширина полосы пропускания, нм
1	315	315 ± 5	35 ± 15
2	364	364 ± 5	25 ± 10
3	400	400 ± 5	45 ± 10
4	440	440 ± 10	40 ± 15
5	490	490 ± 10	35 ± 10
6	540	540 ± 10	25 ± 10
7	590	590 ± 10	25 ± 10
8	670	670 ± 5	20 ± 5
9	750	750 ± 5	20 ± 5
10	870	870 ± 5	25 ± 5
11	980	980 ± 5	25 ± 5

Вид колориметра сзади

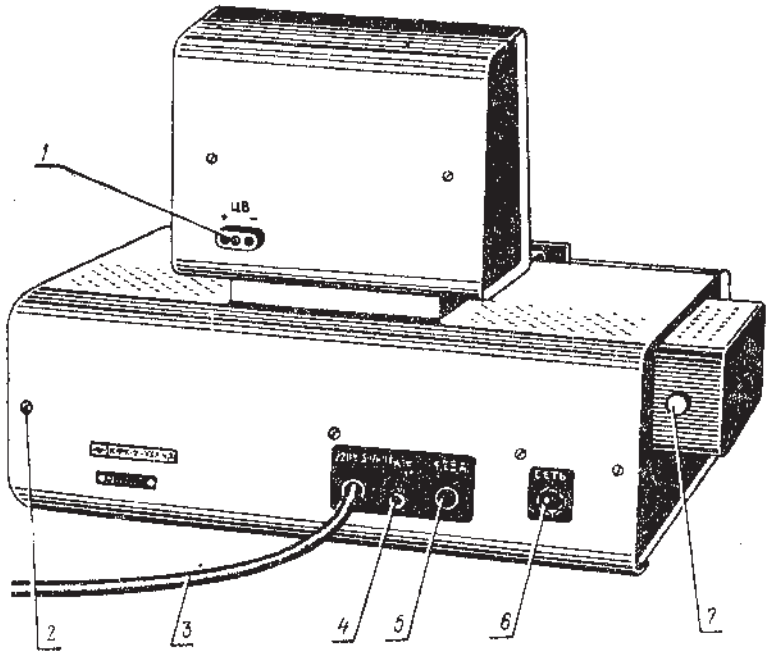


Рис. 9

Примечание. Светофильтры 870 и 980 нм поставляются по требованию заказчика.

Вид колориметра спереди

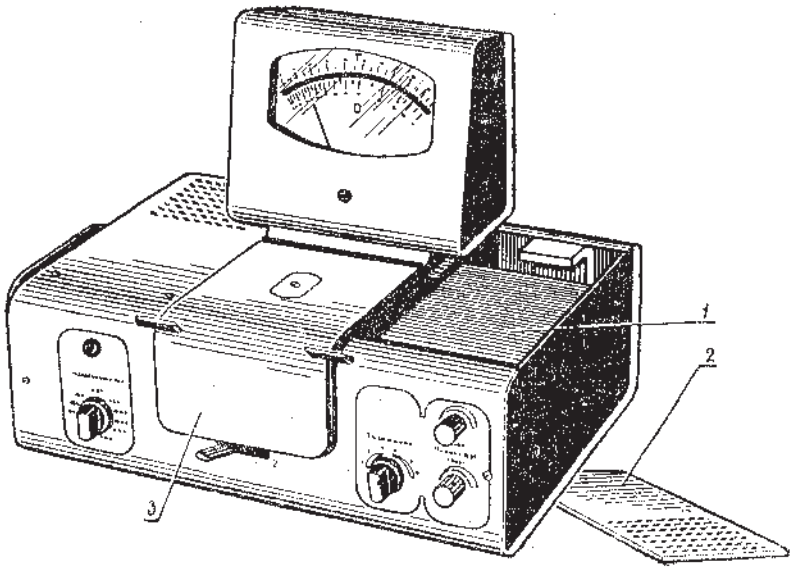


Рис. 10

5.1.4. Кюветодержатель.

В кюветодержатель 1 (рис. 12) устанавливают кюветы с растворителем или контрольным раствором и помещают его в кюветное отделение.

При микроколориметрировании используется приставка 3 (см. рис. 12) для микроанализа с микрокюветами 6 или пробирками 7, поставляемыми по требованию заказчика.

Кюветодержатель устанавливают в кюветное отделение на столик так, чтобы две маленькие пружины находились с передней стороны.

Переключение кювет в световом пучке производится поворотом ручки 4 (рис. 8) до упора.

При открытой крышке 3 (рис. 10) кюветного отделения шторка закрывает окно перед фотоприемниками.

5.1.5. В фотометрическое устройство входят фотоэлемент Ф-26, фотодиод ФД-24К, светоделительная пластинка, усилитель.

Спектральные характеристики светофильтров

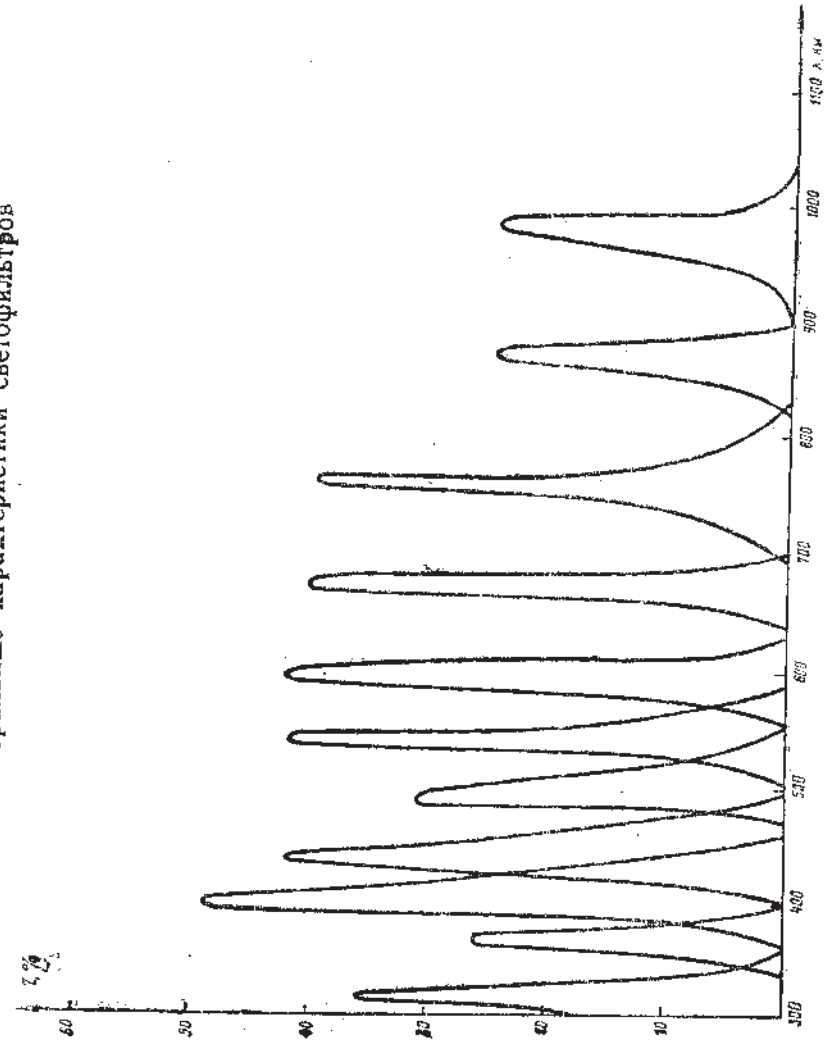


Рис. 11

Переключение фотоприемников осуществляется с помощью ручки 5 (см. рис. 8).

Усилитель выполнен на печатной плате и устанавливается в колориметр через разъем.

5.1.6. Регистрирующий прибор.

В качестве регистрирующего прибора применен микроамперметр 1 (см. рис. 8) типа М1792 со шкалой, оцифрованной в коэффициентах пропускания Т и оптической плотности Д. На задней стенке крышки микроамперметра имеются гнезда 1 (рис.9) для подключения цифрового вольтметра с пределом измерения 0,1 В.

5.2. В блоке питания расположены:

— стабилизаторы напряжения с выпрямителями;

— силовой трансформатор.

Блок питания вдвигается по направляющим в оптический блок и электрически соединяется с ним через разъем.

Вставленный блок закрепляется двумя винтами 2 (см. рис. 9).

На задней стенке блока питания имеется зажим защитного заземления 4, шнур 3 с вилкой для включения в сеть 220 В, 50/60 Гц, предохранитель 5 на 1,25 А, выключатель сетевого напряжения 6. На вилке имеется заземляющий контакт. Вилка должна подсоединяться к розетке, соединенной с заземляющей шиной.

О работе электрической схемы блока питания см. в подразделе 4.3.

5.3. Комплект сменных частей и принадлежностей

5.3.1. Кюветы.

К колориметру прилагается набор прямоугольных кювет № 2. По три кюветы каждого размера.

Таблица 2

Рабочая длина кюветы, мм	50	30	20	10	5
Объем, мл	20	14	9	5	2,3

Кюветы 8 устанавливаются в кюветодержатель 1 (см. рис. 12).

При работе с малыми количествами жидкостей для микроанализа используются микрокюветы 6 или пробирки 7.

Таблица 3

Рабочая длина микрокюветы, мм	10	5	3	2
Объем, мл	0,40	0,20	0,12	0,08

Микрокюветы устанавливаются в держатель 3 (см. рис. 12), а затем держатель с микрокюветами устанавливается в кюветодержатель 1.

Пробирки 7 имеют внутренний диаметр 5 мм и высоту 40 мм.

Для установки пробирок применяется специальный переходной держатель 2, в который вставляются пробирки.

Примечание. Микрокюветы, пробирки и держатели поставляются по требованию заказчика.

5.3.2. Контрольные светофильтры.

Контрольные светофильтры 5 с коэффициентами пропускания, близкими к 80—90 и 15%, применяются при периодической проверке технического состояния колориметра в процессе эксплуатации.

Коэффициенты пропускания светофильтров измерены на данном колориметре и указаны в паспорте колориметра.

5.3.3. Юстировочная пробка.

Юстировочная пробка 4 (см. рис. 12) применяется при смене лампы накаливания для проверки правильности ее установки (см. раздел 16).

6. МАРКИРОВАНИЕ

На каждом колориметре нанесено:

— обозначение колориметра;

— порядковый номер;

— год выпуска.

Комплект сменных частей и принадлежностей

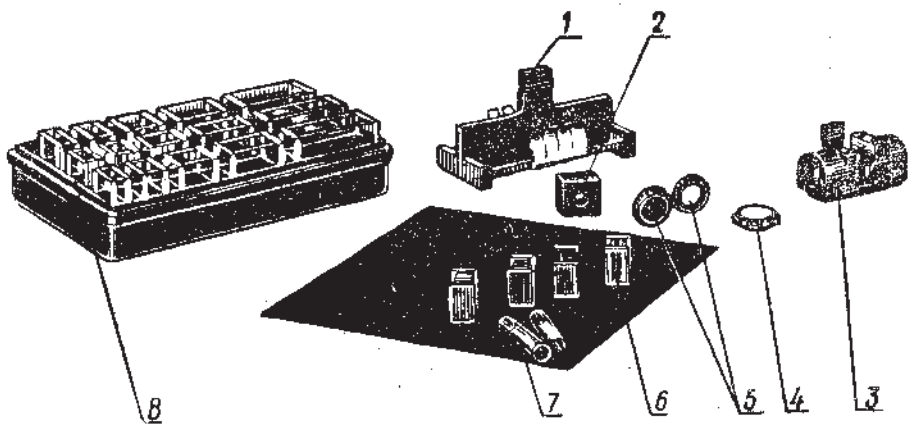


Рис. 12

7. ТАРА И УПАКОВКА

Колориметр и коробку с ЗИП упаковывают в ящик из гофрированного картона (на экспорт и тропики — в фанерный ящик) и затем в выложенный битумированной бумагой и обтянутый упаковочной стальной лентой ящик.

Упаковка колориметра, составных частей, паспорта, технического описания и инструкции по эксплуатации обеспечивает сохранность их товарного вида.

8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

8.1. Если колориметр внесен в помещение с мороза, то распаковка и расконсервация его должна производиться после 12 часов пребывания в помещении.

Расконсервации подлежат тумблер 6 и винт 7 (рис. 9).

После долгого хранения колориметра целесообразно включить его и провести тренировку в течение 2—5 часов.

8.2. При переключениях светофильтров ручка 5 (см. рис. 8) ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ должна находиться в положении «1», а ручка 6 — УСТАНОВКА 100 ГРУБО — в крайнем левом положении (минимальная чувствительность). Этим предохраняется от перегрузки регистрирующий прибор и возможность его порчи.

8.3. Выставка механического нуля регистрирующего прибора должна производиться до включения колориметра в сеть или не ранее одного часа после его выключения. При необходимости проверки и установки механического нуля в процессе работы на колориметре, необходимо его выключить, замкнуть гнезда «Ц В» на задней стенке кожуха регистрирующего прибора и только после этого проверить и выставить механический нуль микроамперметра.

8.4. Измерения на колориметре следует проводить при температуре окружающего воздуха от 10 до 35°С.

8.5. При измерении со светофильтрами 315, 364, 400, 440, 490, 540 нм, отмеченными на лицевой панели колориметра черным цветом, ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ устанавливать в одно из положений «1», «2», «3», отмеченных на лицевой панели также черным цветом.

При измерении со светофильтрами 590, 670, 750, 870, 980 нм, отмеченными на лицевой панели колориметра красным цветом, ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ устанавливать в одно из положений «1», «2», «3», отмеченных на лицевой панели колориметра также красным цветом.

8.6. Рабочие поверхности кювет должны перед каждым измерением тщательно протираться спирто-эфирной смесью. При установке кювет в кюветодержатели нельзя касаться пальцами рабочих участков поверхностей (ниже уровня жидкости в кювете).

Наличие загрязнений или капель раствора на рабочих поверхностях кюветы приводит к получению неверных результатов измерений.

Наливать жидкость в кюветы до метки на боковой стенке кюветы. Жидкость в ограниченном объеме кюветы в некоторых случаях образует мениск. По капиллярам, в особенности по углам кюветы, жидкость поднимается на значительную высоту, равную 4—6 мм. Если уровень жидкости превышает метку на боковой стенке кюветы, то наблюдается переползание жидкости по углам, что создает впечатление протекания кюветы.

Не наклонять кювету с жидкостью при установке в кюветодержатель.

8.7. После смены светофильтра и при выдержке колориметра при открытой крышке кюветного отделения в течение длительного времени (более 5 мин.) измерения начинать после пятиминутной засветки фотоприемника.

8.8. После завершения работ на колориметре до его выключения ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ установить в положение 1, обозначенное красным цвет (включен ФД-24к), а ручку УСТАНОВКА 100 ГРУБО — в крайнее левое положение, и только после этого выключить тумблер СЕТЬ колориметра.

9. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. Работа на колориметре должна производиться в чистом помещении, свободном от пыли, паров кислот и щелочей.

9.2. Вблизи колориметра не должны располагаться громоздкие изделия, создающие неудобства в работе оператора.

9.3. Все регулировочные работы, связанные с проникновением за постоянные ограждения к токоведущим частям колориметра, смена ламп, замена неисправных деталей должны производиться после отсоединения колориметра от электросети.

9.4. При эксплуатации колориметр должен быть надежно заземлен.

10. УСТАНОВКА ОСВЕТИТЕЛЯ

В случае длительного хранения или транспортирования колориметра необходимо проверить правильность установки лампы осветителя.

Для этого в выходное окно кюветного отделения вставить юстировочную пробку. Винтами подвижки узла крепления лампы добиться, чтобы в плоскости пробки было круглое световое пятно.

11. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

11.1. Колориметр включить в сеть за 15 минут до начала измерений. Во время прогрева кюветное отделение должно быть открыто (при этом шторка перед фотоприемниками перекрывает световой пучок).

11.2. Ввести необходимый по роду измерения цветной светофильтр.

11.3. Установить минимальную чувствительность колориметра. Для этого ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ установить в положение «1», ручку УСТАНОВКА 100 ГРУБО — в крайнее левое положение.

11.4. Перед измерениями и при переключении фотоприемников проверить установку стрелки колориметра на «0» по шкале коэффициентов пропускания Т при открытом кюветном отделении. При смещении стрелки от нулевого положения, ее подводят к нулю с помощью потенциометра НУЛЬ, выведенного под шлиц.

12. ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ

12.1. В световой пучок поместить кювету с растворителем или контрольным раствором, по отношению к которому производятся измерения.

12.2. Закрыть крышку кюветного отделения.

12.3. Ручками ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ и УСТАНОВКА 100 ГРУБО и ТОЧНО установить отсчет 100 по шкале колориметра. Ручка ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ может находиться в одном из трех положений: «1», «2» или «3».

12.4. Затем, поворотом ручки 4 (рис. 8) кювету с растворителем или контрольным раствором заменить кюветой с исследуемым раствором.

12.5. Снять отсчет по шкале колориметра, соответствующий коэффициенту пропускания исследуемого раствора в процентах. Для регистрирующего прибора типа М1792 отсчет снять по шкале коэффициентов пропускания Т в процентах или по шкале Д в единицах оптической плотности.

12.6. Измерение проводить 3—5 раз и окончательное значение измеренной величины определить как среднее арифметическое из полученных значений.

13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЕЩЕСТВА В РАСТВОРЕ

При определении концентрации вещества в растворе следует соблюдать следующую последовательность в работе:

— выбор светофильтра;

— выбор кюветы;

— построение градуировочной кривой для данного вещества;

— измерение оптической плотности исследуемого раствора и определение концентрации вещества в растворе.

13.1. Выбор светофильтра.

Наличие в колориметре узла светофильтров и набора кювет позволяет подобрать такое их сочетание, при котором погрешность в определении концентрации будет наименьшей.

Провести выбор светофильтра следующим образом.

Налить раствор в кювету (о выборе размера кювет см. ниже) и определить оптическую плотность для всех светофильтров.

По полученным данным построить кривую, откладывая по горизонтальной оси длины волн, соответствующие максимуму коэффициента пропускания светофильтров, указанные в описании колориметра, а по вертикальной оси — соответствующие значения оптической плотности раствора. Отметить тот участок кривой, для которого выполняются следующие условия:

— оптическая плотность имеет максимальную величину;

— ход кривой примерно параллелен горизонтальной оси, т. е. оптическая плотность мало зависит от длины волн *.

Светофильтр для работы выбирается так, чтобы длина волны, соответствующая максимуму коэффициента пропускания светофильтра, приходилась на отмеченный выше участок спектральной кривой испытуемого раствора.

Если эти условия выполняются для нескольких светофильтров, то выбрать тот из них, для которого чувствительность колориметра выше.

13.2. Выбор кюветы.

Как указывалось выше, абсолютная ошибка измерения коэффициента пропускания не превышает 1%. Относительная ошибка определения концентрации раствора будет различной при работе на разных участках шкалы колориметра и достигает минимума при значении оптической плотности 0,4. Поэтому при работе на колориметре рекомендуется, путем соответствующего выбора кювет, работать вблизи указанного значения оптической плотности.

Предварительный выбор кювет проводится визуально, соответственно интенсивности окраски раствора. Если раствор интенсивно окрашен (темный), следует пользоваться кюветами с малой рабочей длиной. В случае слабо окрашенных растворов рекомендуется работать с кюветами с большой рабочей длиной.

* Второе условие может для некоторых растворов не иметь места, тогда при выборе светофильтра ограничиваются выполнением первого условия.

В предварительно подобранную кювету налить раствор и измерить его оптическую плотность, введя в ход лучей соответствующий для данного раствора светофильтр.

При измерении ряда растворов кювету заполнить раствором средней концентрации. Если полученное значение оптической плотности составляет примерно 0,3—0,5 — выбрать данную кювету для работы с этим раствором. В том случае, когда это условие не выполняется, следует испробовать другую кювету. Если величина измеренной оптической плотности больше 0,5—0,6, берут кювету меньшей рабочей длины, если величина оптической плотности меньше 0,3—0,2, следует выбрать кювету с большей рабочей длиной.

13.3. Построение градуировочной кривой для данного вещества.

Построение градуировочной кривой провести следующим образом. Приготовить ряд растворов данного вещества с известными концентрациями, охватывающими область возможных изменений концентраций этого вещества в исследуемом растворе.

Измерить оптические плотности всех растворов и построить градуировочную кривую, откладывая по горизонтальной оси известные концентрации, а по вертикальной — соответствующие им значения оптической плотности.

13.4. Определение концентрации вещества в растворе.

По градуировочной кривой в дальнейшем определить неизвестную концентрацию вещества в исследуемых растворах. Для этого раствор налить в ту же кювету, для которой построена градуировочная кривая, и, включив тот же светофильтр, определить оптическую плотность раствора. Затем по градуировочной кривой найти концентрацию, соответствующую измеренному значению оптической плотности.

Примечания:

1. Часто в работе бывает удобнее пользоваться градуировочными таблицами, которые составляются по данным градуировочной кривой.

2. Градуировочную кривую следует время от времени проверять.

14. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОЛОРИМЕТРА

Проверку технического состояния колориметра проводят с целью определения работоспособности колориметра в период эксплуатации.

Проводить проверку колориметра в незапыленном помещении при температуре окружающей среды (20 ± 5)°С и относительной влажности 45—80%.

Начинать проверку спустя 15 минут после включения колориметра.

Открыть перед включением колориметра крышку кюветного отделения, при этом шторка перекроет световой поток.

При измерениях периодически проверять установку стрелки колориметра на «0» по шкале коэффициентов пропускания Т.

14.1. Проверка чувствительности колориметра.

Проверку чувствительности колориметра проводить со всеми цветными светофильтрами.

Открыть кюветное отделение. Ручку СВЕТОФИЛЬТРЫ установить в положение «315» нм, ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ и УСТАНОВКА 100 ГРУБО и ТОЧНО — в положение, соответствующее минимальной чувствительности колориметра (ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ установить в положение «1», ручку УСТАНОВКА 100 ГРУБО — в крайнее левое положение). Закрыть кюветное отделение и наблюдать показание по шкале коэффициентов пропускания Т.

Проверку с другими светофильтрами проводить аналогично.

При минимальной чувствительности колориметра отсчет по шкале коэффициентов пропускания Т должен быть не более 90 с каждым цветным светофильтром, но не менее 5.

См. ниже примечание.*

14.2. Проверка смещения стрелки колориметра при освещенных фотоприемниках.

Проверку смещения стрелки колориметра при освещенных фотоприемниках проводить со светофильтрами 540 и 750 нм. При закрытой крышке кюветного отделения установить ручками ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ и УСТАНОВКА 100 ГРУБО и ТОЧНО отсчет 90 по шкале коэффициентов пропускания Т колориметра. Через 5 мин определить смещение стрелки, оно не должно быть более 1 дел.

14.3. Проверка показаний колориметра по контрольным светофильтрам К-2 и К-1.

Значения коэффициентов пропускания светофильтров К-2 и К-1, входящих в комплект колориметра, записаны в паспорте и действительны только для данного колориметра.

* Примечание. Светофильтры 870 и 980 нм поставляются по требованию заказчика. В колориметре вместо указанных светофильтров установлены заглушки.

Не допускается для проверки использовать контрольные светофильтры других колориметров.

Светофильтры аттестованы с включенным светофильтром 540 нм колориметра.

При закрытой крышке кюветного отделения установить ручками ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ и УСТАНОВКА 100 ГРУБО И ТОЧНО отсчет 100 по шкале коэффициентов пропускания Т. Во входное окно кюветного отделения установить контрольный светофильтр. Закрыть крышку кюветного отделения и снять отсчет по шкале коэффициентов пропускания Т колориметра, соответствующий коэффициенту пропускания контрольного светофильтра.

Коэффициент пропускания светофильтра определяется как среднее арифметическое из 5-ти измерений.

Измеренные коэффициенты пропускания каждого светофильтра не должны отличаться по абсолютной величине более чем на ± 0,5% от паспортного значения.

Например, при коэффициенте пропускания 90% отсчет должен быть в пределах 89,5—90,5; при 15% — в пределах 14,5—15,5.

Если это отличие будет превышать ±0,5%, следует проверить чистоту поверхностей контрольных светофильтров, оптических деталей в световых каналах и правильность установки контрольного светофильтра. В случае получения повторно результатов измерения, отличающихся от номинального значения коэффициента пропускания контрольных светофильтров более чем ± 0,5% (абс), колориметр необходимо направить в ремонтную организацию.

15. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
1. При включении колориметра в сеть и нажатии кнопки СЕТЬ не загорается сигнальная лампа.	Вышел из строя предохранитель	Заменить предохранитель.
	Перегорела сигнальная лампа.	Заменить лампу.
	Обрыв в сетевом проводе.	Устранить неисправность сетевого провода.

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
2. При открытой крышке кюветного отделения стрелка колориметра не устанавливается на нуль.	Шторка не полностью перекрывает световой поток от осветительной лампы или от внешней освещенности.	Исправить шторку, добиться полного перекрытия светового потока.
	Разбалансировался измерительный УПТ колориметра.	Установить стрелку колориметра на нуль с помощью потенциометра НУЛЬ, выведенного под шлиц.
3. Не горит осветительная лампа.	Нарушен контакт в разъемах X2 (рис. 3), XS3 (рис. 5).	Проверить разъем и неисправности устранить.
	Вышел из строя стабилизатор напряжения 6,3 В или перегорела осветительная лампа.	Проверить напряжение на контактах крепления осветительной лампы.
		Если напряжение отсутствует, отправить колориметр в ремонт, при наличии напряжения лампу заменить.
4. В любом положении ручки ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ стрелка измерительного прибора не устанавливается на отметку 100 при вращении ручки УСТАНОВКА — 100 ГРУБО.	Потерял чувствительность фотоприемник.	Заменить фотоприемник.
	Разъюстировалась оптическая схема.	Отъюстировать оптическую схему.
	Для фотоэлемента Ф-26 — обрыв цепи питания (+ 62 В).	Проверить и устранить неисправность в стабилизаторе напряжения + 62 В и в контактных соединениях.

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
	Уменьшение величины светового потока лампы КГМН6,3-15 вследствие потемнения колбы.	Заменить лампу КГМН6,3-15 из комплекта ЗИП.
5. Стрелка измерительного прибора зашкаливает за 0 или за отметку 100.	Обрыв цепей подачи напряжения + 18 В или минус 18 В на микросхему измерительного усилителя, вследствие плохих контактов в переходных разъемах.	Проверить надежность соединений в разъемах X2 (рис. 3) и в разъеме печатной платы измерительного УПТ (X1).
	Вышел из строя стабилизатор напряжения на ± 18 В.	Отправить колориметр в ремонт.
6. Показания измерительного прибора колориметра неустойчивы.	1. Подгорели контакты крепления осветительной лампы КГМН6,3-15.	1. Лампу снять, зачистить контакты, установить ее и отъюстировать оптическую схему.
	2. Неисправность осветительной лампы.	2. Заменить лампу.
	3. Окислились контакты разъемов печатных плат A1 (рис. 3) и A2 (рис. 5), ненадежное сочленение переходного разъема блока питания с оптическим блоком.	3. Проверить надежность соединения разъемов печатных плат, контакты почистить.

16. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Смена лампы накаливания

При замене лампы накаливания 3 (рис. 13) отключить колориметр от сети. Ослабить невыпадающий винт 7 (рис. 9). Снять кожух.

Ослабив винты 4 (рис. 13), вынуть лампу из контактодержателей. Поставьте другую лампу, затяните винты 4.

Включить колориметр. Отъюстировать положение лампы в оптической системе с помощью юстировочной пробки из комплекта принадлежностей по методике раздела 10.

Ослабив болт 6, перемещением колодки 5 лампа перемещается вдоль оптической оси.

Ослабив винты 1 и 2, перемещением детали 7 (лампа перемещается по горизонтали и вертикали) добиться в плоскости юстировочной пробки круглого светового пятна.

После юстировки лампы винты 1, 2 и болт 6 затяните.

Примечание. Выводы лампы изолированы от корпуса прибора, поэтому при юстировке лампы исключить возможность касания отверткой корпуса колориметра.

Механизм подвижки лампы

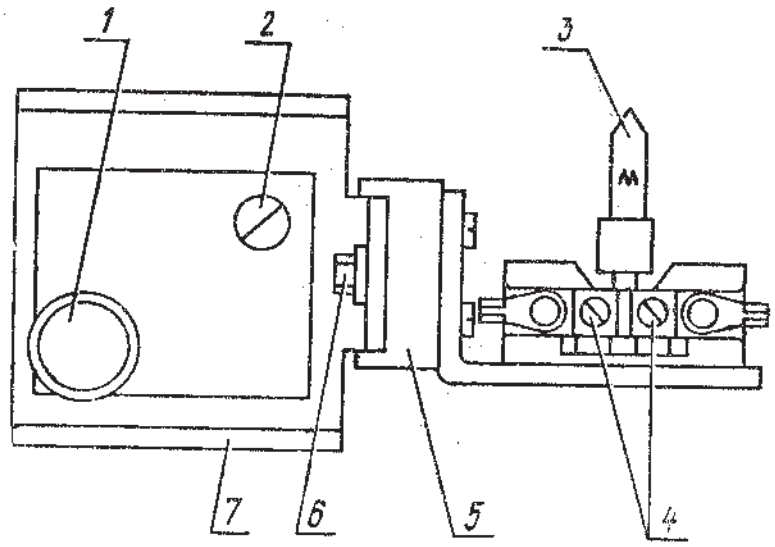


Рис. 13

Смена предохранителя

Предохранитель расположен на задней стенке колориметра. Для смены его отвернуть колпачок держателя предохранителя и поставить другой предохранитель.

Смена фотоприемников

Для смены фотоприемников снять крышки 2, 1 и боковую крышку (рис. 10), снять крышку (экран) с УПТ, вынуть печатную плату из разъема и отпаять проводник у фотоэлемента Ф-26, снять колпачок с катода и отсоединить проводник от защитного кольца.

Сменив фотоэлемент, проделать все операции в обратном порядке.

Для смены фотодиода отпаять проводники и отвернуть кольцо, крепящее фотодиод.

Заменив фотодиод, проделать все операции в обратном порядке.

Смена светофильтров

Смену светофильтров производить через окно, расположенное в нижнем основании колориметра. Для этого наклонить колориметр на заднюю стенку и снять крышку, закрывающую это окно.

Для установки светофильтров в диск с 870 и 980 нм вынуть пробки, закрывающие отверстия в диске, вставить указанные светофильтры.

17. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

В помещении, в котором должен храниться колориметр, воздух не должен содержать примесей агрессивных паров и газов.

Транспортирование колориметров разрешается любым видом закрытого транспорта.

При транспортировании самолетом колориметры должны размещаться в герметизированных отапливаемых отсеках.

При транспортировании морем колориметры должны укладываться в специальную морскую упаковку с применением герметичных мешков из поливинилхлоридной пленки.

ПЕРЕЧЕНЬ

элементов электросхем (рис. 3; 4; 5; 6; 7)

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Рис. 3			
R1	Резистор МЛТ 1-4,7 МОм ± 10%	1	
R2	» МЛТ-1-9,1 МОм ± 10%	1	
R3	» С3-14-0,125-27 МОм ± 5%	1	
R4	» II СП-1-470 Ом ± 20% — А	1	ВС-3-20
R5	» СП-II-0,5-15 кОм ± 20% — А	1	ВС-2-12
R6	» II СП-1-1-15 кОм ± 20% — А	1	ВС-3-20
S1	Переключатель ПГК 5П2Н — А	1	
V1	Фотодиод ФД-24 К	1	
E1	Лампа КГМН 6,3-15	1	
E2	Фотоэлемент Ф 26	1	
E3	Лампа МН 13,5-0,16	1	
X1	Розетка МРН 14-1	1	
X2	Вилка РП 14-10 Л	1	
P1	Микроамперметр М1792 (или микроамперметр М907-10)	1	Кл. точности 0,5; вертикальный
Г1; Г2	Розетка двухполюсная РД1-1	1	
A1	Усилитель постоянного тока 5.032.089	1	
A2	Блок питания КФК-2 5.087.230	1	
Рис. 4; A1	Усилитель постоянного тока		
R1	Резистор МЛТ-0,25-1,6 мОм±10%	1	
R2	» МЛТ-0,25-820 кОм±10%	1	
R3	» МЛТ-0,5-5,1 МОм±10%	1	
R5	» МЛТ-0,25-910 Ом±5% ОЖ0.467.180ТУ	1	
R6	Резистор МЛТ-0,25-1 кОм ± 5% —»—	1	
R7	» МЛТ-0,25-910 Ом ±5% —»—	1	
R8	» МЛТ-0,25-1 кОм±5% —»—	1	
R9	» С2-29В-0,25-4,81 кОм±1%—1,0-Б	1	
R10	» С2-29В-0,25-1,56 кОм±1%—1,0-Б	1	
C1; C2	Конденсатор К73-9-100В-0,015 мкФ±10%	2	
V1; V2	Стабилитрон Д818Д	2	
A1	Микросхема КР 544УД1А	1	
Ш1	Вилка МРН 14-1	1	
Рис. 5. A2	**Блок питания**		
C1; C2	Конденсатор К50-16-25В-10000 мкФ	2	
F1	Вставка плавкая ВПТ6-8	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1	Резистор С5-16мВ-5Вт-0,33 Ом ± 5% В	1	
SA1	Тумблер ТП1-2	1	
TV1	Трансформатор ТПП 268-220-50 к	1	
VД1...VД4	Диод КД 223А	4	
VT1	Транзистор КТ 827 В	1	
XP1	Вилка ВШц-206-01-10/220	1	
XS2, XS3	Розетка МРН 8-1	1	
XS4	Колодка гнездовая РП 14-10 л	1	
A1	Стабилизатор напряжения = 18 В, + 62В 5.123.114 ЭЗ	1	
A2	Стабилизатор напряжения 6,3 В 5.123.115 ЭЗ	1	
Рис. 6, A2	**Стабилизатор напряжения 6,3 В**		
R1	Резистор МЛТ-1-560 Ом ± 10%	1	
R2	» МЛТ-0,5-430 Ом ± 5%	1	
R3	Резистор МЛТ-0,25-510 Ом ± 5%	1	
R4	» МЛТ-0,25-3 кОм ± 5%	1	
R5	» С2-29В-0,25-3,01 кОм±1%—1,0-Б	1	
R6	» СП3-37А-1 Вт-4,7 кОм±10%—А	1	
R7	» С2-29В-0,25-6,19 кОм±1%—1,0-Б	1	
R8	» МЛТ-0,25-27 Ом ± 10% — 1	1	
C1	Конденсатор К50-16-25В-200 мкФ	1	
C2	» К50-16-50В-100 мкФ	1	
C3	» К50-16-25В-50 мкФ	1	
C4...C6	» К73-9-100В-5600 пФ ± 10%	3	
C7	» К50-16-10В-200 мкФ	1	
ДA1	Микросхема К 157 УД1	1	
VД1, VД2	Диод КД 208А	2	
VД3	Стабилитрон КС518 А	1	
VД4	Стабилитрон Д814 Д	1	
VД5	Стабилитрон Д818 Д	1	
XP1	Вилка МРН 8-1	1	
Рис. 7, A1	**Стабилизатор напряжения ± 18 В и + 62 В:**		
R1	Резистор МЛТ-0,5-910 Ом ± 5%	1	
R2	» МЛТ-0,25-200 Ом ± 5%	1	
R3	» МЛТ-0,25-2,2 кОм ± 5%	1	
R4	» МЛТ-0,25-750 Ом ± 5%	1	
R5	» МЛТ-0,25-1,1 кОм ± 5%	1	
C1, C2	Конденсатор К50-16-50В-100 мкФ	2	
C3...C5	Конденсатор К50-16-50В-50 мкФ	3	
C6	» К50-16-25В-50 мкФ	1	
C7	» К50-16-50 В-50 мкФ	1	
C8	» К50-16-100В-20 мкФ	1	
VД1...VД6	Диод КД 208А	6	
VД7	Стабилитрон КС 518 А	1	
VД8, VД9	Стабилитрон КС 522 А	2	
VД10	Стабилитрон КС 518 А	1	
XP1	Вилка МРН 8-1	1	