

Спектрофотометр СФ-26

УДК 621.39
ББК 32
С71

С71 Спектрофотометр СФ-26 / – М.: Книга по Требованию, 2024. – 38 с.

ISBN 978-5-458-33273-6

Спектрофотометр СФ-26 предназначается для измерения коэффициента пропускания жидких и твердых веществ в области спектра от 186 до 1100 нм.

ISBN 978-5-458-33273-6

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

разца стрелка измерительного прибора отклоняется пропорционально изменению потока, величина коэффициента пропускания отсчитывается по шкале в процентах пропускания.

4.2. Оптическая схема

Оптическая схема монохроматора — автоколлимационная.

Излучение от источника *1* (рис. 1) или *1'* падает на зеркальный конденсор *2*, который направляет его на плоское поворотное зеркало *3* и дает изображение источника излучения в плоскости

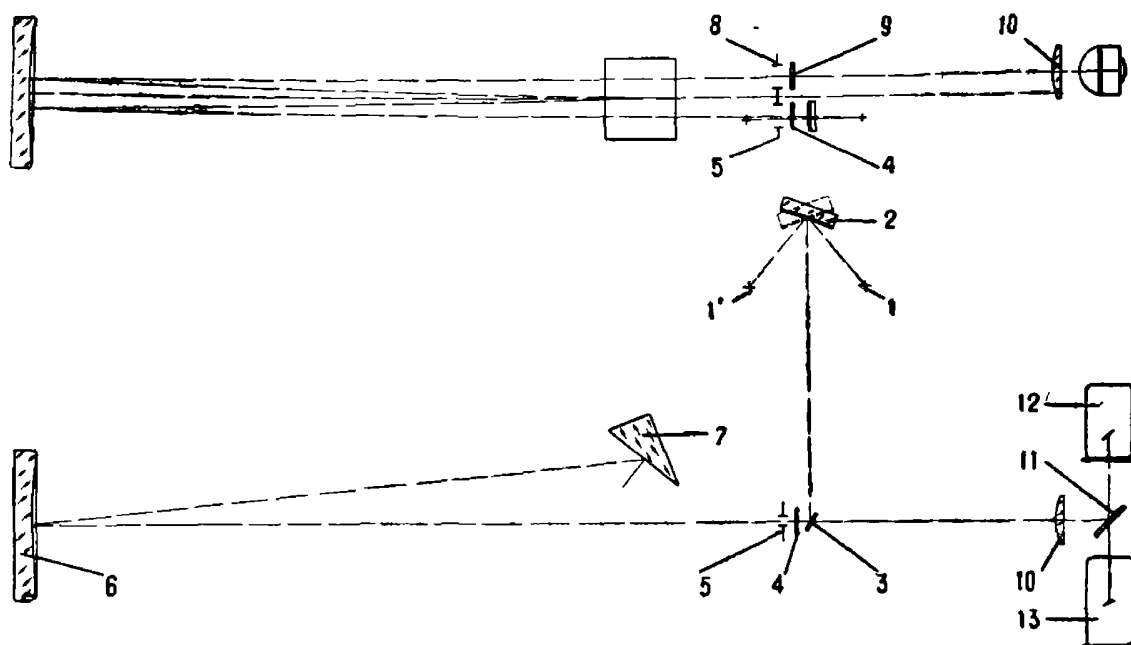


Рис. 1

линзы *4*, расположенной вблизи входной щели *5*. Прошедшее через входную щель излучение падает на зеркальный объектив *6* и, отразившись, параллельным пучком направляется на призму *7*. Пройдя призму под углом, близким к углу наименьшего отклонения, и отразившись от ее алюминированной грани, диспергированный пучок направляется обратно на объектив и фокусируется им на выходной щели *8*, расположенной над входной щелью. При вращении призмы монохроматическое излучение различных длин волн проходит через выходную щель *8*, линзу *9*, контрольный или измеряемый образец, линзу *10* и с помощью поворотного зеркала *11* собирается на светочувствительном слое одного из фотоэлементов *12* или *13*.

Объектив представляет собой сферическое зеркало с фокусным расстоянием 500 мм.

Диспергирующая призма имеет преломляющий угол 30° , основание 30 мм и эффективный диаметр 44 мм.

Призма, линзы и защитные пластинки изготовлены из кварцевого стекла с высоким коэффициентом пропускания в ультрафиолетовой области спектра

Для обеспечения работы спектрофотометра в широком диапазоне спектра используются два фотоэлемента и два источника излучения сплошного спектра. Сурьмяно-цезиевый фотоэлемент с окном из кварцевого стекла применяется для измерений в области спектра от 186 до 650 нм, кислородно-цезиевый фотоэлемент — для измерений в области спектра от 600 до 1100 нм. Длина волны, при которой следует переходить от измерений с одним фотоэлементом к измерениям с другим фотоэлементом, указывается в паспорте спектрофотометра.

Дейтериевая лампа предназначена для работы в области спектра от 186 до 350 нм, лампа накаливания — для работы в области спектра от 340 до 1100 нм. Для проверки градуировки используется ртутно-гелиевая лампа.

4.3. Электрическая схема

4.3.1. Принцип действия

Упрощенная структурная схема показана на рис. 2.

Сигнал с фотоприемника поступает на вход усилителя. Нагрузкой фотоприемника является делитель, состоящий из резисторов

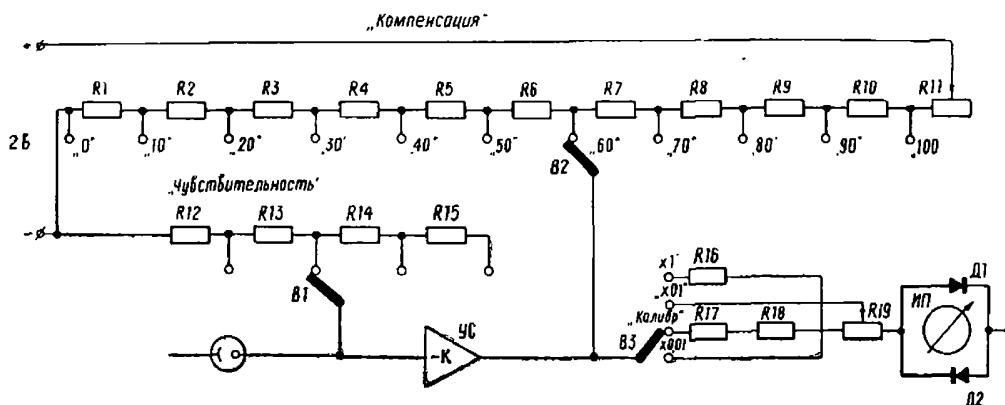


Рис. 2

сторов $R_{12} \dots R_{15}$, включенных в цепь обратной связи усилителя. Регистрирующим устройством является измерительный прибор ИП. Добавочные резисторы $R_{16} \dots R_{18}$ служат для растяжки шкал прибора ИП. Шкалы переключаются с помощью переключателя ВЗ и подобраны так, что при переключении из положения «х1» в положение «х0,1» показания прибора изменяются в 10 раз, при переключении из положения КАЛИБР в положение «х0,01» — в 100 раз.

Для повышения точности отсчета при измерении образцов, мало отличающихся друг от друга по пропусканию, в спектро-

фотометре предусмотрена возможность включения компенсирующего напряжения, которое вводится в измерительную систему с помощью делителя, состоящего из резисторов $R1 \dots R10$, позволяющих дискретно компенсировать целые десятки процентов. Изменение напряжения компенсации от 10% и выше производится переключателем $B2$.

При этом в положении «х1» переключателя $B1$ можно компенсировать дискретно любое показание измерительного прибора от 10 до 100 делений шкалы. В положении КАЛИБР переключателя $B3$ компенсируются показания прибора в пределах 1—10 делений шкалы.

4.3.2. Принципиальная электрическая схема

Принципиальная электрическая схема спектрофотометра (рис. 3) состоит из стабилизатора тока источников излучения $У1$, приемно-усилительного блока $У2$ с усилителем $У3$, преобразователя напряжения $У4$, платы $У5$ с переключателями, источников излучения (дейтериевой лампы ДДС-30 и лампы накаливания ОП-33-0,3), измерительного прибора.

Входной каскад усилителя $У3$ собран на электрометрическом пентоде ЭМ-10, обладающем высоким входным сопротивлением. Напряжение накала снимается со стабилитрона $Д1$ и регулируется с помощью потенциометра $R1$. Второй каскад усилителя выполнен на полевом транзисторе $T1$ типа КП103Ж по схеме с общим истоком. Третий и четвертый каскады собраны на транзисторах $T2$ и $T3$ типа МП309, причем четвертый каскад выполнен по схеме с общим коллектором.

Установка нуля усилителя осуществляется с помощью потенциометра $R5$ блока $У2$. Цепь обратной связи $R1 \dots R4$ представляет собой набор резисторов, с помощью которых регулируется чувствительность спектрофотометра. Эти же резисторы являются нагрузкой фотоприемников $Л1$ и $Л2$.

На плате $У5$ с переключателями расположены делитель, состоящий из резисторов $R1 \dots R10$, добавочные резисторы $R12$, $R13$, переключатель $B2$ «КОМПЕНСАЦИЯ %» и переключатель $B1$, назначение которых указано в п. 4.3.1. Здесь же находятся стабилитроны $Д1$ и $Д2$, которые служат для защиты стрелочного измерительного прибора от перегрузок, делитель, состоящий из резисторов $R15$, $R16$ и предназначенный для согласования шкал цифрового вольтметра и выходного измерительного прибора, а также потенциометр $R14$, с помощью которого устанавливается отклонение стрелки измерительного прибора на 100 делений.

Напряжения питания, необходимые для нормальной работы измерительной схемы спектрофотометра, обеспечиваются преобразователем напряжения $У4$. Преобразователь собран на транзисторах $T1$, $T2$ и представляет собой автогенератор с ин-

дуктивной связью; частота генерации $f=800-1200$ Гц. Автогенератор питается от стабилизатора тока источников излучения $У1$. С вторичных обмоток трансформатора $Tr1$ после выпрямления и фильтрации все необходимые для нормальной работы спектрофотометра напряжения через разъем $ШЗ$ подаются на схему.

Стабилизатор тока источников излучения $У1$ поддерживает постоянство тока, протекающего через источник излучения.

Стабилизация тока осуществляется следующим образом.

Напряжение с выхода выпрямителя $ВП1$ поступает на однокаскадный стабилизатор напряжения, собранный на транзисторах $T1$, $T4$ и стабилитронах $Д1$, $Д2$, который одновременно является и сглаживающим фильтром. Стабилизатор тока состоит из усилителя постоянного тока, представляющего собой операционный усилитель $У$, и регулирующих транзисторов $T5$, $T3$, $T6$, из которых два последних соединены в схему составного транзистора. Напряжение питания операционный усилитель получает с параметрического стабилизатора, выполненного на стабилитронах $Д3$, $Д4$. На один вход операционного усилителя $У$ с резистора $R16$ и потенциометра $R15$ подается напряжение, пропорциональное величине тока в нагрузке. На второй вход подается опорное напряжение со стабилитрона $Д9$. С выхода операционного усилителя $У$ напряжение поступает на базу составного транзистора $T6$, $T3$. В стабилизаторе используется система двойного регулирования. На базу транзистора $T5$ подается отрицательное напряжение смещения минус 3 В относительно эмиттера транзистора $T6$ от отдельного источника напряжения с параметрическим стабилизатором на стабилитроне $Д5$. Таким образом, ко входу регулирующего транзистора $T5$ приложено напряжение, равное разности напряжения минус 3 В и напряжения на коллекторе-эмиттере транзистора $T6$.

Так как транзистор $T5$ является основным регулирующим транзистором, то для уменьшения мощности, рассеиваемой на транзисторе $T5$, он зашунтирован резистором $R14$. Составной транзистор ($T6$, $T3$) работает в открытом режиме.

Нагрузкой стабилизатора тока является либо лампа накаливания $Л5$, либо дейтериевая лампа $Л1$, которые включаются в цепь коллектора транзистора $T5$. Ток стабилизации (разрядный ток) регулируется резистором $R15$ блока $У1$.

Схема автоматики обеспечивает включение требуемого источника излучения. Схема работает следующим образом.

Лампа накаливания включается в цепь стабилизатора тока через замыкающие контакты реле $P1$. При переключении зеркала осветителя на дейтериевую лампу реле $P1$ отключается и включается обмотка термореле $P2$ через размыкающие контакты реле $P1$ и $P4$. Цепь стабилизатора в это время замкнута через резистор $R13$, размыкающий контакт реле $P1$, обмотку термореле $P2$ и размыкающий контакт реле $P4$. Когда реле $P2$ прогреется, замыкаются его контакты и через них включаются об-

мотки реле $P3$ и $P4$. Реле $P4$ блокируется своими контактами, термореле $P2$ отключается через размыкающие контакты реле $P4$, а дейтериевая лампа включается в цепь стабилизатора через замыкающие контакты реле $P4$. Обмотка реле $P3$ отключается, как только термореле $P2$ остынет и его контакты разомкнутся. Одновременно при срабатывании реле $P3$ половина обмотки трансформатора Tr , питающей стабилизатор, отключается и подключается к схеме удвоения через переключающие контакты реле $P3$, подавая напряжение поджига на анод дейтериевой лампы через резистор $R9$. Лампа в незажженном состоянии не проводит тока, поэтому все напряжение приложено в первый момент к ней. Когда лампа загорается, излишки напряжения сначала падают на резистор $R9$, а затем, когда контакты термореле размыкаются, реле $P3$ отключается и обмотка поджига также отключается. До включения дейтериевой лампы ее необходимо прогреть; напряжение с накальной обмотки трансформатора подается полностью на накал лампы, когда же лампа включится в цепь стабилизатора через контакты реле $P4$, другие контакты этого реле уменьшают ток накала, вводя в цепь накала резистор $R8$.

Номинальное значение разрядного тока 0,3 А, ток накала — 3,5 А в режиме подогрева и 2 А во время горения дейтериевой лампы.

5. УСТРОЙСТВО СПЕКТРОФОТОМЕТРА

Спектрофотометр (рис 4) состоит из монохроматора 14 с измерительным прибором 15, кюветного отделения 16, камеры 17 с фотоприемниками и усилителем и осветителя 18 с источниками излучения и стабилизатором

Монохроматор с кожухом 19 (рис 5), измерительный прибор 15 с преобразователем 20, шкала 21 длин волн и механизм рас-

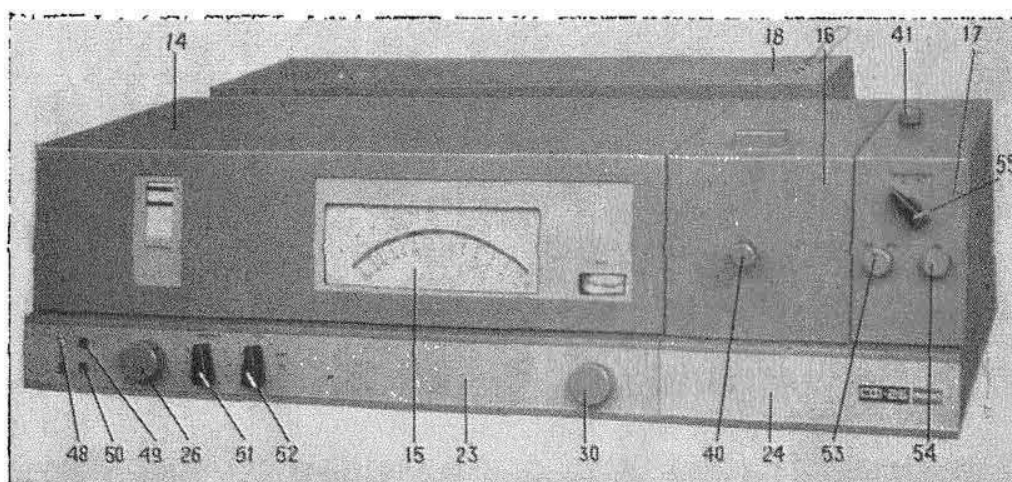


Рис 4

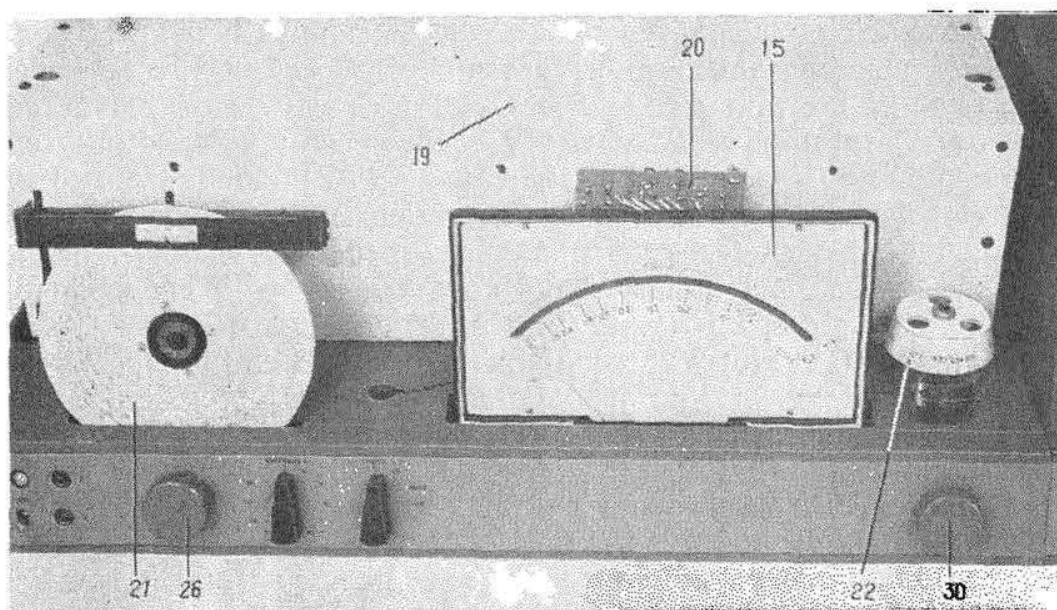


Рис. 5

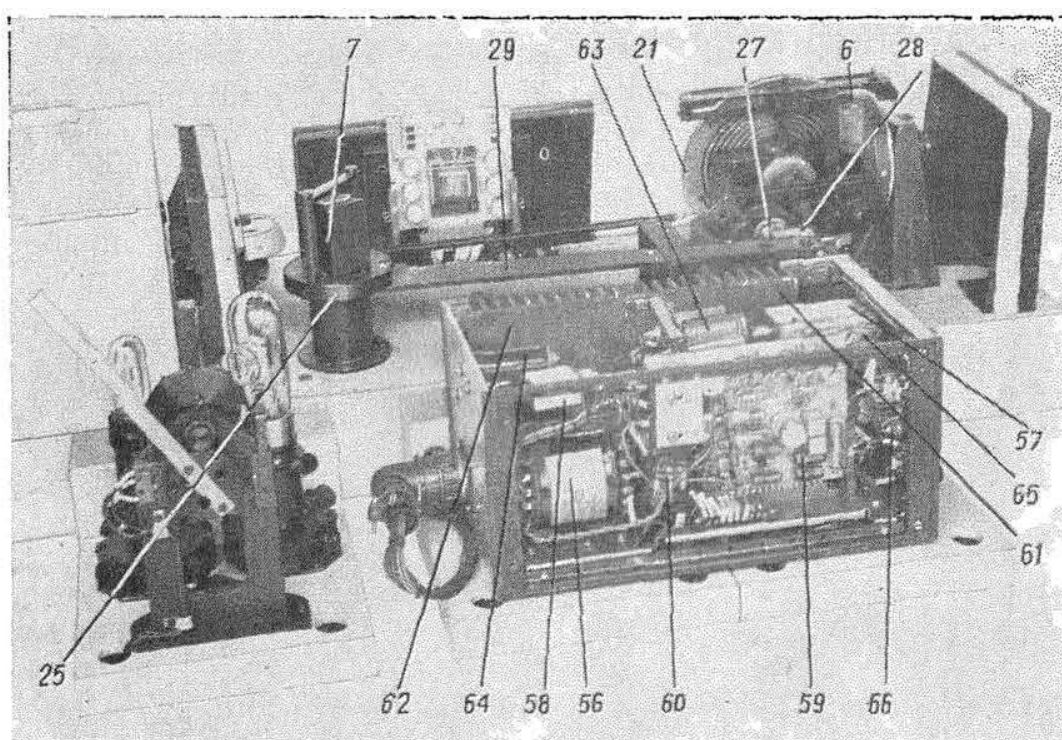


Рис. 6

крытия щели со шкалой 22 расположены на основании 23 (см. рис. 4), к которому жестко крепится дополнительное основание 24, несущее на себе съемные части спектрофотометра — кюветное отделение и камеру с фотоприемниками и усилителем.

Основные части монохроматора — зеркальный объектив 6, призма 7 и кронштейн со щелями показаны на рис. 6.

Призма установлена на столике 25, который может поворачиваться вокруг вертикальной оси при вращении рукоятки 26 (см. рис. 5). Движение от рукоятки передается посредством цепной передачи шкиву, сидящему на одной оси со шкалой 21 длин волн; на той же оси находится цилиндрическая шестерня, передающая с помощью парной шестерни движение шкалы длин волн винту 27 (см. рис. 6) с гайкой 28; в плоскость гайки упирается шуп рычага 29, жестко соединенного со столиком призмы; движение гайки передается рычагу, который поворачивает столик с призмой, осуществляя таким образом развертку по длинам волн. Шкала длин волн имеет вид спирали Архимеда с цифровкой от 185 до 1200 нм.

Входная щель 5 (см. рис. 1) и выходная щель 8 конструктивно составляют одно целое и расположены одна над другой. Для частичной компенсации кривизны спектральных линий ножи щелей искривлены. Рабочая высота каждой щели 13 мм. Раскрытие щелей осуществляется одновременно с помощью рукоятки 30 (см. рис. 5), вращающей ось с архимедовым кулачком и шкалой. Кулачок раскрывает щель с помощью толкателя, имеющего экспоненциальный профиль, благодаря чему достигается пропорциональность между перемещением толкателя и изменением потока излучения. Щели открываются в пределах от 0,01 до 2 мм.

Для уменьшения влияния изменений температуры окружающего воздуха на постоянство градуировки монохроматор закрывается дополнительно кожухом.

В области спектра от 186 до 200 нм частичное поглощение световой энергии кислородом воздуха уменьшает отношение полезного сигнала к рассеянному излучению, что приводит к увеличению погрешности измерения. Для устранения этого явления в спектрофотометре предусмотрена возможность продувки монохроматора сухим азотом. Газ подается через штуцер, расположенный на задней стенке основания монохроматора.

В спектрофотометре используются два источника сплошного спектра: дейтериевая лампа 31 (рис. 7) для работы в области спектра от 186 до 350 нм и лампа накаливания 32 для работы в области от 340 до 1100 нм. Смена источников излучения производится в диапазоне от 340 до 350 нм путем переключения зеркального конденсора в оправе 33 рукояткой 34.

Каждый держатель источника излучения имеет свой механизм юстировки, обеспечивающий следующие перемещения патрона с лампой: поворот вокруг вертикальной оси, перемещение

по высоте при отпущенном винте 35, а также два взаимно перпендикулярных перемещения в горизонтальной плоскости (в направлении к конденсору и под углом 90° к нему) с помощью винтов 36 и 37. Держатели источников излучения и стойка с конденсором крепятся на отдельном кронштейне 38, жестко связанном с основанием монохроматора. Излучение от источника попадает в монохроматор через окно 39.

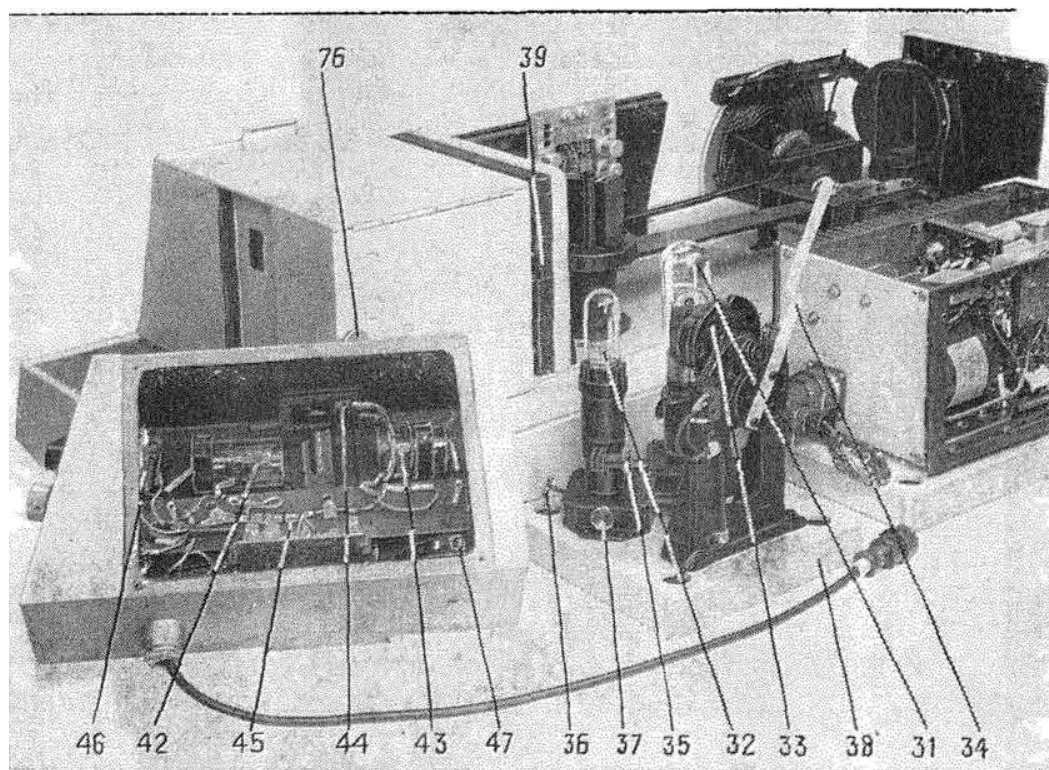


Рис. 7

Кюветное отделение 16 (см. рис. 4) предназначается для установки измеряемых образцов. Для крепления плоских твердых образцов в каретке кюветного отделения служит держатель с четырьмя окнами, позволяющий измерять пропускание образцов толщиной от 0,5 до 2 мм, шириной от 8 до 15 мм. Для крепления образца большего размера держатель имеет прижимную планку.

Для исследования жидкостей в комплекте спектрофотометра имеются прямоугольные кюветы из кварцевого стекла для слоя жидкости толщиной 10 мм. В случае необходимости по отдельному заказу могут быть поставлены прямоугольные кюветы для слоя жидкости толщиной 2, 5, 10, 20, 40 и 50 мм и цилиндрические кюветы.

Прямоугольные кюветы помещаются в держатель с четырьмя гнездами. Пружина, прижимающая кювету к передней стен-

ке держателя, может быть установлена на различном расстоянии от стенки в зависимости от размера используемой кюветы.

Для фиксации положения держателя твердых образцов в каретке используется рамка, вставляемая в одну из прорезей в стенках каретки. Держатели твердых образцов и прямоугольных кювет устанавливаются в каретку стороной с белой точкой к оператору, предельно близко к выходному окну монохроматора. Каретка с образцами перемещается с помощью рукоятки 40 и может фиксироваться в четырех положениях. «1», «2», «3» и «4», соответствующих четырем кюветам.

Для измерения коэффициента пропускания малых образцов в комплекте спектрофотометра имеются диафрагмы различных размеров, которые помещаются во входном отверстии кюветного отделения за выходной щелью монохроматора. Чтобы диафрагма плотно держалась в оправе, необходимо отжать ее лапки.

Фотоприемники и усилитель размещены в камере 17. Внутренний вид камеры показан на рис. 7. Переключение элементов производится с помощью рукоятки 41 (см. рис. 4). Если рукоятка находится в положении «Ф», в схему включен сурьмяно-цезиевый фотоэлемент 42 (см. рис. 7); если она установлена в положение «К», в схему включен кислородно-цезиевый фотоэлемент 43. Микропереключатель 44 включает фотоэлементы.

На плате 45 расположены элементы электрической схемы усилителя. На галете переключателя ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ распаяны резисторы 46 нагрузки фотоэлементов. Внутри камеры находится осушительный патрон 47 с силикагелем.

На передней панели спектрофотометра имеются шкалы измерительного прибора 15 (см. рис. 4), оцифрованные в процентах пропускания T и единицах оптической плотности D .

Внизу на основании расположены сигнальная лампа 48 СЕТЬ и тумблер СЕТЬ; сигнальная лампа 49 (Д), показывающая включение дейтериевой лампы; сигнальная лампа 50 (Н), показывающая включение лампы накаливания, рукоятка 51 включения резисторов компенсации при растяжке 10-процентного диапазона на всю шкалу, имеющая 10 положений, обеспечивающих работу в диапазонах коэффициентов пропускания от 110 до 100, 100—90... от 10 до 0; рукоятка 52 ОТСЧЕТ для выбора шкалы измерений, имеющая четыре положения. Положение «х1» рукоятки ОТСЧЕТ используется для измерения в диапазоне от 100 до 0; положение «х0,1» используется для растяжки 10-процентного диапазона на всю шкалу измерительного прибора при включенном компенсаторе; положение КАЛИБР используется для установки 100-процентного отсчета при работе с сильно поглощающими образцами, когда световые потоки, прошедшие через измеряемый образец и попадающие на фотоприемник, малы. При этом измерение производится с более широкими щелями, чтобы увеличить световой поток; положение

«х0,01» используется при измерении образцов с пропусканием меньше 10% для растяжки одного процента из диапазона от 0 до 10% в 100 раз на всю шкалу измерительного прибора (растяжка одного процента из диапазона от 1 до 10% производится при включенном компенсаторе).

На передней стенке камеры 17 располагаются рукоятка 53 шторки, перекрывающей световое окно камеры, рукоятка 54 установки нуля, рукоятка 55, установки чувствительности. Установка нуля осуществляется потенциометром с двойной регулировкой (грубой и тонкой), поэтому необходимо пользоваться им с большой осторожностью, не прилагая усилий.

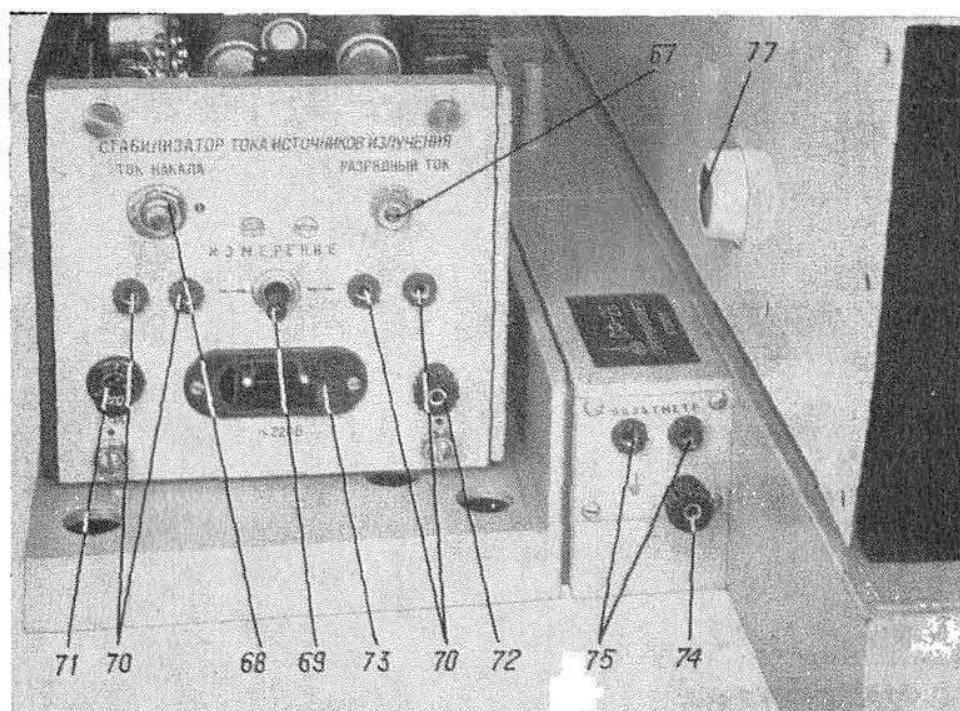


Рис. 8

Стабилизатор представляет собой отдельный блок, закрытый вместе с источниками излучения общим кожухом и закрепленный на основании спектрофотометра.

На шасси стабилизатора расположены силовой трансформатор 56 (см. рис. 6), термореле времени 57, реле 58 поджига дейтериевой лампы, реле для подачи напряжения на анод дейтериевой лампы и уменьшения тока накала, реле 60 для переключения источников излучения, находящееся за печатной платой 59, транзистор 61 сглаживающего фильтра и регулирующий транзистор 62 стабилизатора тока, находящиеся на теплоотводе, четыре конденсатора 63, два резистора 64, резистор 65 регулировки разрядного тока, резистор 66 установки рабочего тока накала дейтериевой лампы.