

Блок питания твердофазного источника ионов, не используемый блок находится в ЗИП^е прибора.

Электрическая схема стойки формирования представлена на рис. 27.

5.26. Канал питания электромагнита

Канал питания электромагнита анализатора XXXXXXXXXX предназначен для питания обмотки электромагнита током, обеспечивающим в межполюсном зазоре электромагнита стабильную индукцию, или индукцию, изменяемую по заранее заданной программе.

Активное сопротивление обмотки электромагнита составляет величину порядка 11 Ом.

Максимальная мощность, длительно рассеиваемая на обмотке электромагнита, порядка 270 Вт.

Канал питания электромагнита анализатора работает на принципе стабилизации магнитной индукции, ток является промежуточным звеном в обеспечении стабилизации индукции.

В связи с отсутствием широкого применения измерителей индукции с точностью 0,001% для требуемого в масс-спектрометре диапазона изменения индукции, проверка неустойчивости индукции производится по вторичному параметру-току электромагнита.

Неустойчивость тока электромагнита по дрейфу и флуктуациям не превышает $5 \cdot 10^{-3}\%$ за 20 мин. в диапазоне тока от 1 до 5,8 А после установки дрейфа нуля УИТ стабилизатора индукции анализатора.

При проверке стабильности тока электромагнита необходимо учитывать возникновение дополнительной неустойчивости, которая возникает в связи с гистерезисом тока электромагнита. Для исключения этой неустойчивости необходимо при проверке ста-

бильности тока электромагнита выставлять его с затухающей амплитудой колебаний.

Учитывая вышеизложенную нестабильность тока, а также нестабильность опорных сопротивлений ПР5.064.086, которые принимают участие только при проверке нестабильности тока и поэтому находятся в ЗИПе прибора, нестабильность индукции анализатора значительно лучше указанной выше цифры.

Пределы регулирования тока электромагнита 0,15-5,8А.

Регулировка тока в указанном диапазоне может производиться вручную при помощи кнопок "Индукция", "Быстро" и ручек "Плавно", "Трубо" на блоке стабилизатора индукции анализатора, а также автоматически при помощи блока программирования измерений и развертки в режимах: "Линейная", "Циклическая", "Дискретная", "Спектр" и "Сканирование".

Ток нагрузки стабилизатора I_n проходит от источника питания I (см. рис. 29) через блок радиаторов 2, обмотку электромагнита 3М и далее через нулевой провод к источнику питания I.

С зажимов измерительной катушки ИК, которая индуктивно связана с обмоткой электромагнита анализатора, снимается напряжение обратной связи, пропорциональное изменению магнитной индукции B в зазоре магнита анализатора (1)

$$U_{ик} = nS \frac{dB}{dt}$$

где n - число витков измерительной катушки;

S - площадь законечников магнита анализатора.

Полученное с катушки ИК напряжение подается на вход интегрирующего усилителя, который находится в блоке стабилизатора индукции анализатора 3.

На выходе интегрирующего усилителя получаем напряжение:

$$U_{вых} = \int U_{ик} dt = nSB \quad (2)$$

После усиления это напряжение подается на вход блока радиаторов 2.

$$U_{рад.} = \mu SBK = K_1 B, \quad (3)$$

где K — коэффициент усиления дополнительного буферного усилителя,

K_1 — коэффициент пропорциональности.

Из последнего выражения видно, что на блок радиаторов поступает управляющее напряжение, пропорциональное индукции B в зазоре анализатора.

Стабилизация индукции производится следующим образом.

При изменении тока электромагнита I_H по внешним причинам (изменение напряжения сети, нагрев обмотки электромагнита и т.д.), происходит изменение индукции B и пропорциональное изменение $U_{рад.}$, которое поступает на проходной каскад и вызывает такое изменение его проводимости, чтобы ток электромагнита восстановил в зазоре электромагнита первоначальное значение индукции анализатора.

Стабильность индукции электромагнита анализатора определяется в основном величиной дрейфа собственного выходного напряжения интегрирующего усилителя $U_{вых. др.}$ и величиной проинтегрированного напряжения $U_{вых. ст.}$ при разомкнутой обратной связи и изменении индукции в зазоре анализатора от 0 до B стабилизируемого.

$$\delta = \frac{U_{вых. др.}}{U_{вых. ст.}} \cdot 100\% \quad (4)$$

Из выражения (4) видно, что стабильность индукции анализатора зависит от величины минимального дрейфа выходного напряжения интегрирующего усилителя $U_{вых. др. мин.}$ и увеличивается при увеличении стабилизируемой индукции B .

Регулировка индукции анализатора, а вместе с ней и тока электромагнита осуществляется путем подачи на вход интегрирующего усилителя от внешнего источника определенного количества электричества, которое компенсируется схемой стабилизатора индукции за счет изменения В ст.

В случае ручной регулировки на вход интегрирующего усилителя подается определенное количество электричества, пропорциональное времени нажатия кнопки "индукция"; "быстро" или пропорциональное углу поворота ручек "индукция", "плавно", "грубо".

В режиме "линейная" "развертка" на вход интегрирующего усилителя непрерывно подается ток, регулируемый переключателем на блоке программирования измерений и развертки "развертка", "грубо", "плавно".

Этот режим позволяет производить линейную развертку индукции анализатора, пропорциональную току в диапазоне от 0,15 до 5,8 А.

Изменение скорости развертки производится дискретно с шагом $\approx 1,5$ раза в диапазоне изменения скорости 10^5 раз.

В режиме "циклическая" "развертка" развертка индукции анализатора производится по закону экспоненциальной кривой с использованием ее начального участка, в небольшом диапазоне масс до II.

Цикл развертки задается по количеству пиков от I до II на блоке программирования измерений и развертки переключателями "Блоки декад".

В режиме "развертка" "дискретная" развертка осуществляется дискретно при помощи блока выбора зон 4 раз. 29.

Режим предусматривает II зон, переключающихся при помощи

программирующего устройства.

Настройка II зон производится на II рядом стоящих пиков.

В каждой зоне производится подстройка на максимум пика соответствующей массовой линии. Переключение зон производится при помощи датчика временных интервалов 6 рис. 29, на котором задается время измерения и паузы по каждой из II зон.

Режим "Спектр" и "Сканирование" обеспечивается при помощи блока программирования измерений и развертки 5 рис. 29 путем дискретного изменения индукции анализатора при переключении каждой из II зон.

Электрическая схема блока питания электромагнита приведена на рис. 32.

Блок предназначен для питания электромагнита постоянным током до 5,8 А при напряжении питания 110 В.

Выпрямитель блока собран по трехфазной мостовой схеме Ларионова. Особенностью схемы выпрямителя является низкий коэффициент пульсаций $K_n = 5,7 \%$, дающий возможность обойтись без громоздких фильтров на выходе выпрямителя.

В схеме применены два трехфазных трансформатора, вторичные обмотки которых включены последовательно.

Для уменьшения асимметрии намагничивающих токов, магнитных потоков и ЭДС на зажатых вторичных обмотках средней и крайних фаз сердечника трансформатора в схеме применено зигзагообразное включение обмоток.

Вторичные обмотки трансформаторов включены в "звезду", а первичные могут переключаться в зависимости от сети либо в "звезду" для сети 380/220, либо в "треугольник" для сети 220/127 В.

Подключение блока к сети осуществляется с помощью реле Р типа МКУ-48, которое включается тумблером "сеть", расположенным на панели блока стабилизатора индукции анализатора.

Монтаж блока выполнен на стальном листе толщиной 1,5 мм.

Габаритные размеры блока 400 x 270 x 112 мм.

Блок расположен в аналитической стойке.

Блок-схема стабилизатора индукции анализатора приведена на рис. 33.

Блок содержит транзисторный стабилизатор + 25 В для питания схемы буферного усилителя постоянного напряжения, работающего по схеме МЦМ, содержит два транзисторных стабилизатора + 15 В и - 15 В для питания усилителя интегрирующего VI ЦФ5.039.003 и транзисторный стабилизатор температуры термостата, в котором находится прецизионный усилитель интегрирующий ЦФ5.039.003. Электрическая схема стабилизатора индукции представлена на рис. 31.

Выпрямитель Д7 стабилизатора +25 В собран по однофазной мостовой схеме выпрямления с RC-фильтром.

Стабилизатор выполнен на транзисторе Т11, который работает в режиме эмиттерного повторителя.

Источником опорного напряжения стабилизатора служат кремниевые стабилитроны Д25, Д26, которые питаются через балластное сопротивление R24.

На выходе стабилизатора включены электролитические конденсаторы С13, С35, обеспечивающие достаточно низкое выходное сопротивление стабилизатора для частот порядка 2-10 кГц (частоты преобразователя напряжения).

Конденсатор С12 служит для уменьшения пульсаций на диодах Д25+Д26.

Стабилизатор обеспечивает стабильность выходного напряжения при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$ в пределах 0,5%.

С выхода стабилизатора напряжение поступает для питания усилителя постоянного напряжения, который построен по схеме МСМ, т.е. преобразования малых постоянных напряжений в переменные (модуляция), усиления переменных напряжений и выпрямления усиленных напряжений базочувствительным выпрямителем (демодуляция).

Для управления ключами модулятора и демодулятора служит преобразователь напряжения, собранный на транзисторах Т14, Т15.

На вторичных обмотках преобразователя имеются прямоугольные импульсы частотой 5-10 кГц.

В качестве модулятора работают транзисторы Т12, Т13 (эквивалентная и упрощенная схемы представлены на рис. 34).

Транзисторы Т12 и Т13, управляемые прямоугольным напряжением с частотой 8-10 кГц, работают в ключевом режиме. Вторичные обмотки трансформатора Тр3 включены таким образом, что в то время, когда Т12 открыт, Т13 закрыт.

В результате такого включения, конденсатор С14 периодически заряжается до напряжения $U_{0вх}$ (напряжение сигнала постоянного тока) в то время, когда Т12 открыт, и в другой полупериод, когда Т12 закрыт, разряжается на открытый транзистор Т13. Таким образом, по сопротивлению R_n и входному сопротивлению транзистора Т16 протекает переменный ток с амплитудой, пропорциональной величине приложенного ко входу схемы постоянного напряжения. Коэффициент преобразования составляет величину порядка 0,4 - 0,45. Напряжение переменного тока с выхода модулятора подается на усилитель переменного тока.

Усилитель трехкаскадный на транзисторах Т16-Т19.

Первый каскад (Т16) собран по схеме с общим эмиттером и работает в режиме усиления напряжения. Режим по постоянному току транзистора задается при помощи делителя резисторов R41,

R42. Резисторы R45, R46 создают отрицательную обратную связь по постоянному току и стабилизируют температурный режим транзистора T16.

Для увеличения коэффициента усиления каскада резистор R46 зашунтирован конденсатором C16.

Резистор R45, включенный в эмиттер T16, создает также отрицательную обратную связь по переменному току, что несколько увеличивает входное сопротивление каскада.

Следующий каскад, собранный на транзисторе T17, работает аналогичным образом.

Нагрузкой его является согласующий каскад, собранный на транзисторах T18, T19. Резистор R56 служит для создания режима по постоянному току для транзисторов T18, T19.

Нагрузкой согласующего каскада является выходной трансформатор Tr4, вторичная обмотка которого нагружена на фазочувствительный выпрямитель T20-T23.

Конденсатор C24 является разделительным и пропускает только переменное напряжение. Эта схема позволяет исключить подмагничивание сердечника трансформатора.

Фазочувствительный выпрямитель предназначен для преобразования переменного напряжения, снимаемого со вторичной обмотки выходного трансформатора, в постоянное, выделяемое на конденсаторах C26-C28. Полярность постоянного напряжения зависит от соотношения фаз выходного переменного напряжения усилителя и управляющего напряжения, приложенного к транзисторам T20-T23.

Так как на выходе выпрямителя стоят электролитические конденсаторы, предусматривающие отрицательное выходное напряжение, то для защиты их в случае изменения полярности выходного напря-

кения служат диоды Д29, Д30.

При положительной полярности выходного напряжения эти диоды открываются и закрывают транзистор Т17 за счет подачи положительного напряжения на его эмиттер.

Для коррекции частотной характеристики усилителя служит цепочка отрицательной обратной связи R35, R60 и C25.

В случае возбуждения усилителя при работе в канале питания электромагнита анализатора необходимо резистор R60 уменьшить.

Амплитудная характеристика усилителя на рабочем участке ($U_{вых.} = 1-80 \text{ В}$) практически линейная.

Общий коэффициент усиления, включая коэффициенты передачи модулятора и фазочувствительного выпрямителя — порядка $2 \cdot 10^3$.

С целью защиты входного модулятора усилителя от случайных бросков напряжения, снимаемого с выхода усилителя интегрирующего ЦФ3.039.003, вход усилителя зашунтирован диодами Д27, Д28.

Выпрямитель Д5 стабилизатора — 15 В собран по однофазной мостовой схеме выпрямления с RC-фильтром. Стабилизация осуществляется в две ступени: первая ступень — параметрическая стабилизация, осуществляемая на стабилизирующих диодах Д13, Д14; вторая — электронная стабилизация на транзисторах.

Стабилизатор на транзисторах состоит из усилителя обратной связи Т9, согласующего каскада Т6 и проходного каскада Т4.

Источником опорного напряжения стабилизатора служит кремниевый стабилитрон Д23.

Транзистор Т9 включен по схеме с общим эмиттером. На вход его прикладывается разность между опорным напряжением, снимаемым с опорного диода Д23, и частью выходного напряжения, снимаемого с делителя R25, R26.

Нагрузкой транзистора Т9 является транзистор Т6 и резистор

Транзистор Т6 является усилителем тока.

Транзистор Т9 совместно с опорным диодом Д23 и делителем напряжения R25, R26 помещен в активный термостат.

С коллектора Т6 сигнал подается на базу проходного транзистора Т4, включенного по схеме с общим коллектором. На этом транзисторе падает избыточное напряжение между напряжением питания (напряжение на диодах Д13, Д14) и напряжением стабилизации - 15 В.

На выходе стабилизатора включен электролитический конденсатор С10, обеспечивающий достаточно низкое входное сопротивление стабилизатора для преобразователя напряжения усилителя интегрирующего.

Конденсатор С8 служит для повышения устойчивости против самовозбуждения стабилизатора и для уменьшения пульсаций выходного напряжения.

Стабилизатор обеспечивает стабильность выходного напряжения при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$ в пределах $5 \cdot 10^{-3}\%$.

Аналогичный описанному стабилизатору транзисторный стабилизатор на + 15 В.

Для установки дрейфа нуля блока УИ в схеме имеется дополнительный параметрический стабилизатор на диодах Д31, Д32, с которого снимается при помощи резисторов R67 и R70 регулируемое в пределах ± 1 В постоянное напряжение.

Диоды Д31 и Д32 помещены в активный термостат.

Схема стабилизации температуры термостата работает на принципе балансировки моста R12, R13, R10, R4, R8, в одно из плеч которого включен терморезистор R10.

При изменении температуры термостата балансировка моста на-

рушается, и в диагонали появляется переменное напряжение частоты сети, которое усиливается усилителем обратной связи и подается на выходной транзистор ТЗ.

Фаза этого напряжения относительно напряжения, подаваемого на эмиттер ТЗ, зависит от повышения или понижения температуры термостата.

Если температура термостата понижается, то отрицательная полуволна напряжения сети, подаваемого на эмиттер транзистора ТЗ, совпадает с положительно полуволной напряжения, подаваемого на базу транзистора ТЗ. Транзистор ТЗ открывается и начинает нагреваться. Транзистор расположен в термостате на медной шине. Нагрев транзистора производится до тех пор, пока температура термостата не установится до номинальной $+ (38-40)^{\circ}\text{C}$.

При повышении температуры отрицательная полуволна напряжения на эмиттере ТЗ совпадает с отрицательной полуволной, подаваемой на базу ТЗ, транзистор закрывается, нагрев транзистора ТЗ прекращается.

Для установки температуры термостатирования служит резистор R4.

Усилитель обратной связи питается стабилизированным, при помощи параметрического стабилизатора Д4, напряжением.

Первый каскад усилителя смонтирован на транзисторе Т1, работающем по схеме с общим эмиттером. Для стабилизации рабочей точки транзистора Т1 применена отрицательная обратная связь с коллектора на базу через резистор R7.

Конденсатор С5 служит для коррекции частотной характеристики каскада.

Второй каскад работает на транзисторе Т2, который включен по схеме с общим коллектором. Этот каскад является согласующим.

Третий каскад смонтирован на транзисторе Т8 и работает с общим эмиттером.

Этот каскад гальванически связан с выходным транзистором Т3. Резисторами R16 и R17 устанавливается рабочая точка триода, причем таким образом, чтобы при номинальной температуре термостатирования разбаланс моста был равен нулю.

Резистором R18 ограничивается максимальный ток выходного транзистора Т3.

Элементами R2 и Д3 создается надежное запирающее транзистора Т3 при отрицательной полуволне напряжения в базе Т3.

Диод Д2 защищает транзистор Т3 от попадания положительной полуволны напряжения на его эмиттер.

Ручная регулировка индукции анализатора осуществляется потенциометрами R29, R30.

Эти потенциометры изменяют напряжение на конденсаторах С18, С19 путем заряда или разряда их через вход интегрирующего усилителя.

При этом интегрирующему усилителю сообщается определенное количество электричества соответствующего знака, которое сразу же компенсируется за счет отрицательной обратной связи изменением индукции анализатора.

При быстрой развертке индукции используются кнопки Кн1, Кн2. Эти кнопки (при нажатии их) на вход интегрирующего усилителя постепенно подают ток, который интегрируется и компенсируется изменением индукции анализатора.

Управление индукцией от блока программирования осуществляется аналогичным образом через резистор R54.

На передней панели блока располагается переключатель В1, который дает возможность переключить шкалу амперметра на 2 А и 6 А.

а также устанавливать нуль дрейфа интегрирующего усилителя
УИ в положение "П" путем регулировки потенциометров
"нуль УИТ" R70 и R67.

При установке нуля дрейфа в положение "П" вход интегрирующего усилителя закорачивается, а измерительный прибор ИИ подключается параллельно катушке на магните анализатора.

При отсутствии изменения индукции анализатора измерительный прибор будет находиться на нулевом делении. Если прибор отклоняется, необходимо выждать 1-2 мин., медленно вращая потенциометры "нуль УИТ", добиться колебания стрелки измерительного прибора вокруг нулевого отчета.

Положение "I" переключателя В1 является промежуточным при установке нуля дрейфа и предназначено для успокоения схемы стабилизатора индукции при разрыве обратной связи.

Для более точной установки нуля дрейфа рекомендуется выставить ток I А на шкале прибора 2 А. Затем закоротить выводы контактов измерительной катушки на магните анализатора.

Наблюдая по амперметру, установить потенциометрами "Нуль УИТ" отсутствие дрейфа тока электромагнита. В связи с большой постоянной времени установления тока электромагнита при разомкнутой обратной связи наблюдения производить в течение 3-5 мин.

Установку нуля дрейфа стабилизатора индукции анализатора
следует производить при номинальной температуре термостата
38-40°C после 2-3 ч прогрева канала питания электромагнита.

В термостат стабилизатора индукции анализатора входит самостоятельный блок ЦФБ.039.003 - усилитель интегрирующий. Этот блок подключается к схеме стабилизатора индукции анализатора путем подпайки выводов.