

На входе первой ступени генератора включена RC -цепочка, задающая частоту генерируемых колебаний. Для получения очень низких частот в цепь сетки лампы необходимо включить высокоомное сопротивление, в силу чего входное сопротивление лампы должно быть очень высоким, что и выполнено в приведенной конструкции.

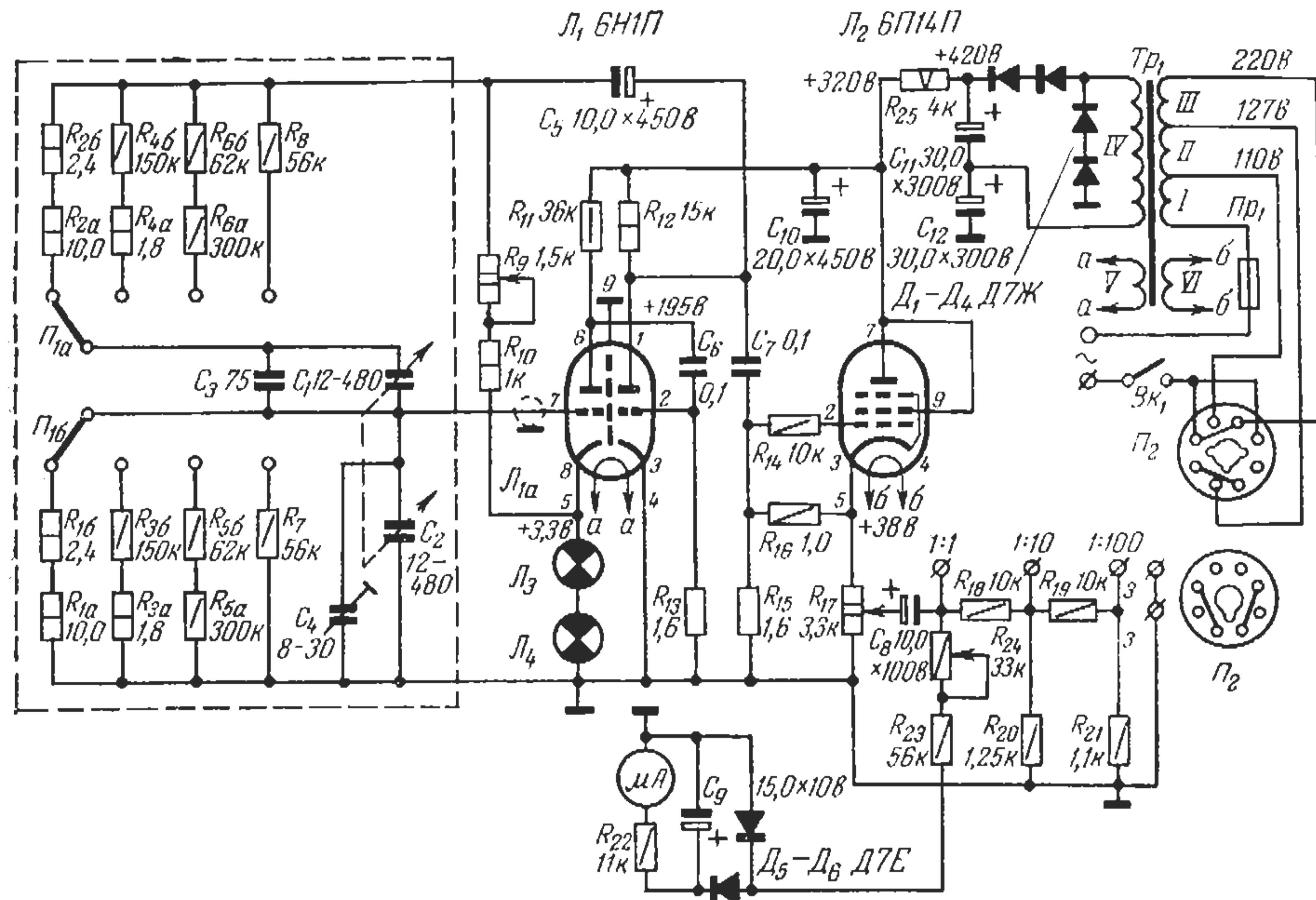


Рис. V.12. Схема RC -генератора, работающего в широком диапазоне частот.

Верхний предел генерируемой частоты зависит от начальной емкости конденсатора, величина которой не может быть менее $20 \div 25 \text{ нФ}$, и паразитной емкости монтажа. Ротор блока переменных конденсаторов заземлять нельзя, поэтому паразитные емкости, шунтирующие оба конденсатора, меняются при вращении ротора и неодинаковы на разных частотах; в результате при изменении частоты изменяется выходное напряжение. Для устранения этого недостатка параллельно конденсатору C_2 включен полупеременный конденсатор C_4 , с помощью которого можно в некоторой степени уравновесить паразитные емкости. Если использовать двосный блок конденсаторов с отдельными роторами, то можно избежать применения конденсатора C_4 и увеличить диапазон генерируемых колебаний до нескольких мегагерц.

Вторая ступень представляет собой обычный усилитель с катодным повторителем на выходе. Для стабилизации амплитуды генери-

руемых колебаний в цепь катода включены две лампы накаливания по 8 вт на 110 в . Амплитуда генерируемых колебаний измеряется с помощью диодного вольтметра. На выходе генератора имеется делитель напряжения, образованный сопротивлениями $R_{17}—R_{21}$.

Генератор легко настраивается и не чувствителен к смене ламп. Настройка генератора сводится к подбору емкости C_4 и величины обратной связи с помощью сопротивления R_{15} . Выходное напряжение можно менять плавно в пределах $0—10 \text{ в}$ и скачком с помощью делителя.

Силовой трансформатор использован от приемника «Рекорд — 53 М», но может быть взят любой, позволяющий получить на выходе фильтра выпрямителя напряжение $290—330 \text{ в}$.

Генераторы синусоидального напряжения очень низкой частоты

Прибор ⁹ состоит из электролитической ячейки, питаемой постоянным током, внутри которой с помощью привода от мотора через редуктор вращаются два стержня. С этих стержней через кольца со щетками снимают напряжение, частота которого зависит от скорости вращения мотора.

В изготовленном приборе ячейка, содержащая две медные посеребренные пластики и заполненная водопроводной водой, имела сопротивление $\sim 1000 \text{ ом}$; сопротивление между стержнями составляло $25\,000 \text{ ом}$. К ячейке подводили напряжение 4 в , переменная составляющая между кольцами была равна $2,5 \text{ в}$. Для повышения напряжения применяли усилитель (рис. V.13), состоящий из двух катодных повторителей (L_1 и L_2), включенных по балансной схеме, и балансного усилителя, выполненного на лампах L_3 и L_4 . Напряжение на выходе составляет $\sim 60 \text{ в}$ на нагрузке 1 Мом . При подключении низкоомной нагрузки следует ввести в схему катодный повторитель.

Напряжение очень низкой частоты можно получить с помощью двух генераторов, действующих по принципу биений. Такие генераторы сложнее обычных RC -генераторов, однако в ряде случаев их использование предпочтительнее. Преимуществом таких генераторов является постоянство амплитуды выходного напряжения в широком диапазоне частот. При вращении ручки настройки частоту генератора

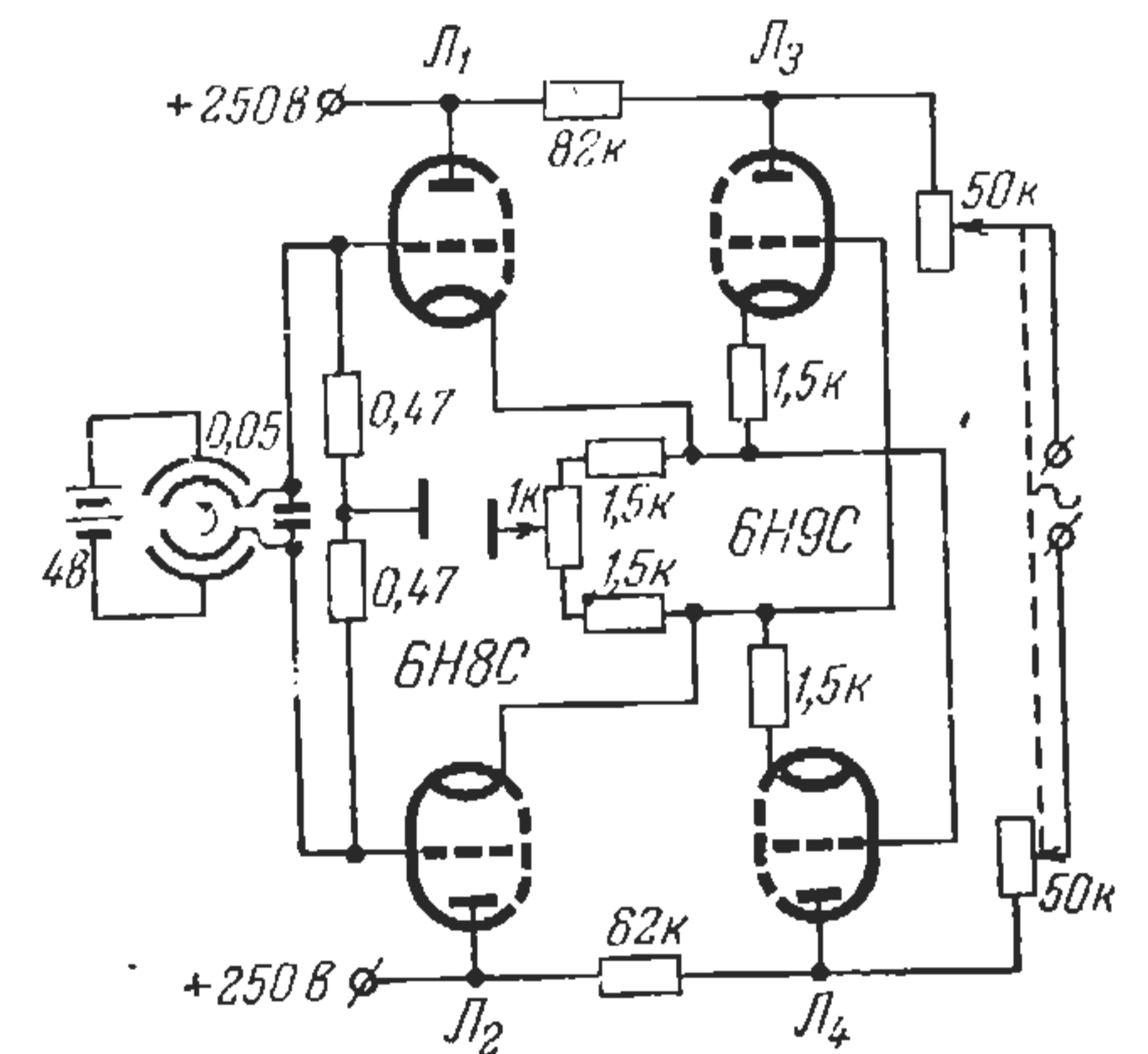


Рис. V.13. Схема генератора синусоидального напряжения инфранизкой частоты.

можно менять в широких пределах без переключения поддиапазонов, что может иметь значение при использовании генератора в автоматических установках.

Особенностью описываемого ¹⁰ генератора (рис. V.14) является отсутствие усилительных каскадов, которые при очень низких частотах трудно сделать высококачественными.

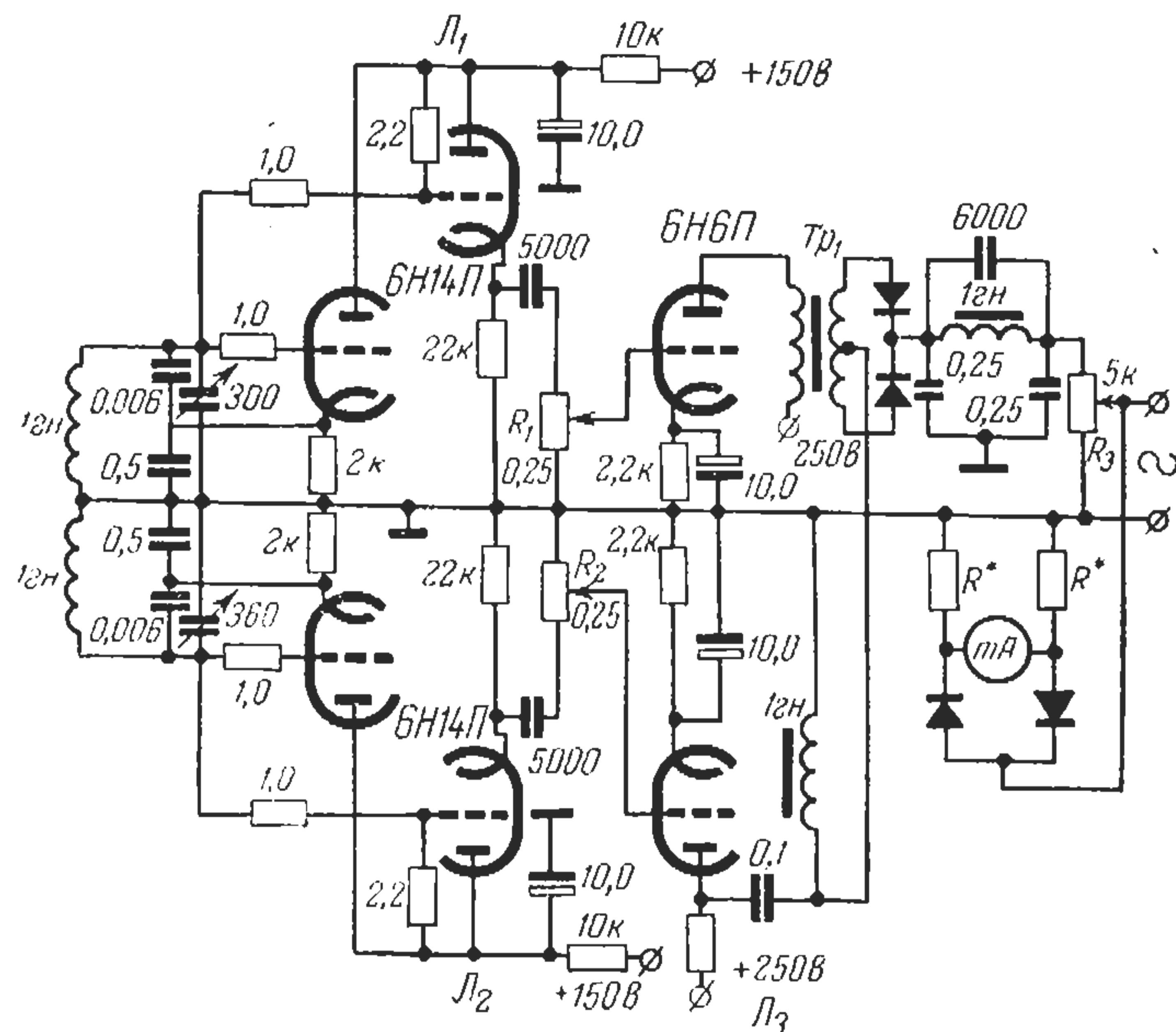


Рис. V.14. Схема генератора низкой частоты на бисениях.

Частоты двух генераторов, колебания которых подводят к смесителю, собранному на полупроводниковых диодах, лежат в диапазоне 2 кГц. В контурах используют катушки с ферромагнитным сердечником тороидальной формы и конденсаторы со слюдяной или воздушной изоляцией. Конденсаторы по 0,5 мкф — бумажные; их емкость мало влияет на частоту.

Правые триоды ламп Л₁ и Л₂ являются буферными каскадами и включены по схеме катодного повторителя без переходных емкостей. Лампа Л₃ усиливает несущие частоты; регулировку усиления осуществляют потенциометрами R₁ и R₂. Нижний генератор, частота которого сохраняется постоянной, работает при меньшем напряжении, чем верхний, частоту которого регулируют. В результате улучшается форма синусоидального напряжения и повышается стабильность амплитуды.

На выходе смесителя установлен низкочастотный фильтр, задерживающий высшие частоты, образующиеся при модуляции. Напря-

жение на выходе регулируют потенциометром в пределах от 0 до 3 в. Уровень шумов и дополнительных частот на выходе генератора на 60 дБ ниже уровня полезного сигнала.

Генератор прямоугольных импульсов на транзисторах

Прибор, схема которого приведена на рис. V.15, состоит из задающего генератора, собранного на транзисторах Т₁ и Т₂ по схеме мультивибратора, формирователя прямоугольных импульсов на транзисторе Т₃, усилителя мощности на транзисторе Т₄ и ограничителя амплитуды ¹¹ на кремниевом диоде Д₂. На выходе генератора включен делитель напряжения 1 : 10 и 1 : 100.

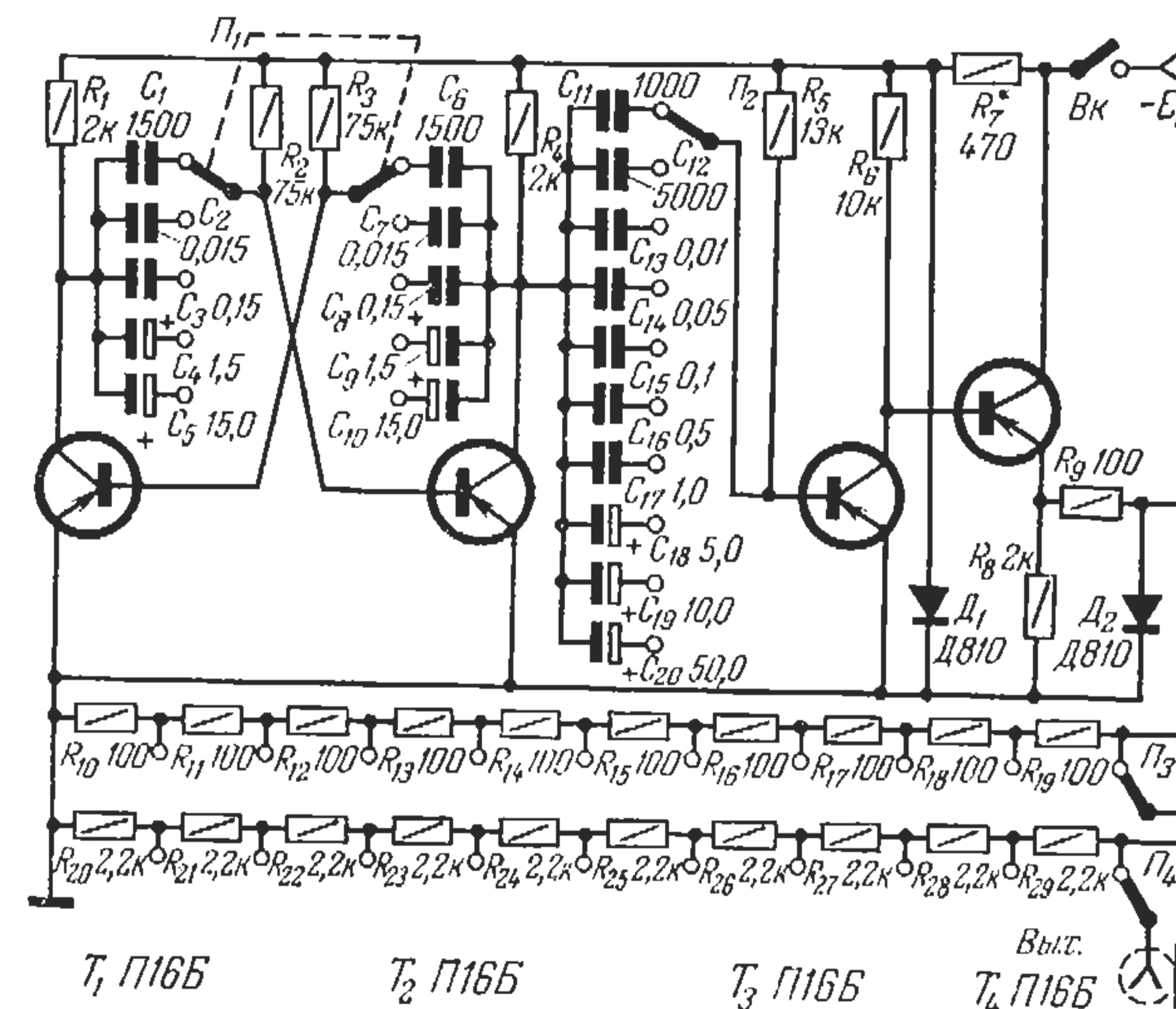


Рис. V.15. Схема генератора прямоугольных импульсов на транзисторах.

Частота следования импульсов составляет 1 гц, 10 гц, 100 гц, 1 кГц, 10 кГц, определяется величиной емкости конденсаторов C₁—C₁₀, подключаемых к мультивибратору переключателем П₁. Длительность импульсов регулируется переключателем П₂ путем подключения соответствующих емкостей C₁₁—C₂₀ в пределах 0,01; 0,05; 0,1; 1; 5; 10; 50; 500 мсек. Длительность фронтов нарастания и спада прямоугольных импульсов не превышает 1 мсек.

Настройка прибора заключается в подборе конденсаторов C₁—C₁₀ и C₁₁—C₂₀ и сопротивлений делителя R₁₀—R₁₉ и R₂₀—R₂₉, которые должны быть подобраны с точностью 2%.

Нагрузка может быть подключена к выходу генератора, непосредственно или через делитель напряжения.

Различные схемы генераторов прямоугольных импульсов описаны в ¹².

Генератор прямоугольных импульсов на электронных лампах

Схема простого генератора прямоугольных импульсов ¹³ приведена на рис. V.16. Рабочий диапазон генератора 20 гц—40,5 кгц разбит на пять поддиапазонов: 20—200 гц; 90—400 гц; 390 гц—3,3 кгц; 2,6—12,5 кгц; 7,1—40,5 кгц. Генератор собран на лампе Л₁ по схеме с заземленной сеткой (левый триод). Смена поддиапазонов производится подключением емкостей C₁—C₅. Плавная регулировка

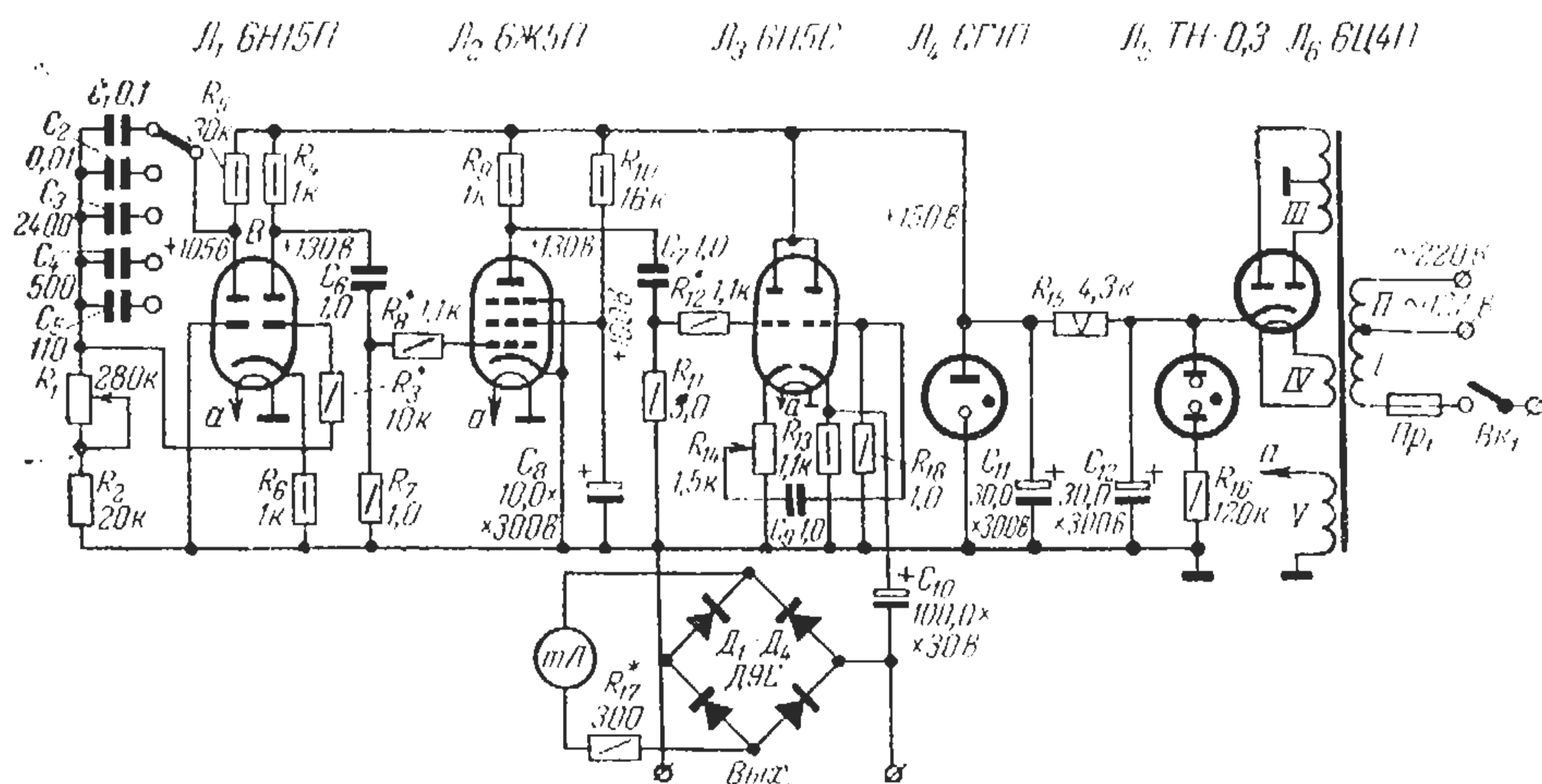


Рис. V.16. Схема генератора прямоугольных импульсов на электронных лампах.

частоты внутри каждого поддиапазона осуществляется переменным сопротивлением R₁. Вторая лампа Л₂ работает в режиме глубокого ограничения амплитуды генерируемых колебаний. Сформированные импульсы усиливаются по мощности катодным повторителем Л₃, нагрузкой которого является сопротивление R₁₃. Выходное напряжение можно менять сопротивлением R₁₄ в пределах 0—8 в. Контроль амплитуды импульсов осуществляется диодным вольтметром, собранным по мостовой схеме.

Чтобы получить импульсы хорошей формы на всех диапазонах, постоянная времени сеточных цепей C₆R₇ и C₇R₁₁ должна быть не менее 1 сек.

Для питания прибора может быть использован любой трансформатор от радиоприемника мощностью 50—60 вт.

Генератор высокой частоты на лучевом тетроде

Используя лучевой тетрод типа 6П3, можно собрать простой генератор синусоидальных колебаний в диапазоне от звуковых частот до нескольких мегагерц. Лампа 6П3 может обеспечить мощность до 25 вт при работе в форсированном режиме.

Схема генератора приведена на рис. V.17. Генератор собран по трехточечной схеме с настроенным анодом и одинаково хорошо работает по схеме последовательного и параллельного питания.

Анодный контур может быть настроен на вторую или третью гармонику. Мощность генерируемых колебаний при этом падает до 5 вт при второй гармонике и соответственно становится еще меньшей для последующих гармоник.

Для получения большой мощности необходимо, чтобы контуры, в особенности анодный, имели хорошую добротность. Катушку индуктивности анодного контура лучше всего намотать на керамическом каркасе толстой проволокой; если контур рассчитан на генерирование коротких волн, применяют бескаркасную намотку посеребренным проводом диаметром 1—2 мм. Чем выше частота генерируемых колебаний, тем толще должен быть провод. Переменный конденсатор контура должен быть рассчитан на высокое напряжение, так как в результате резонанса в анодном контуре может развиваться напряжение до 1000 в и более. Лучше всего использовать переменный конденсатор от коротковолновой радиостанции с керамическими изоляторами.

Генератор может найти применение для получения ультразвуковых колебаний с помощью кварцевых излучателей, при высокочастотном титровании, в преобразователях для получения постоянного тока высокого напряжения.

Генератор прост в изготовлении, наладивание его сводится к подбору отрицательного смещения на сетке лампы и настройке анодного и сеточного контуров.

Если нет необходимости в получении большой мощности колебаний, то режим работы лампы облегчают. При анодном напряжении 250 в от генератора можно получить колебательную мощность до 5—10 вт. Вместо лампы 6П3 могут быть использованы другие лампы (6П6, 6П7, 6П9, 6П1П, 6П13С).

Простой сигнал-генератор

При настройке высокочастотных цепей электронных измерительных установок может оказать помощь применение сигнал-генераторов. Простейшая схема ¹⁴ одного из них приведена на рис. V.18.

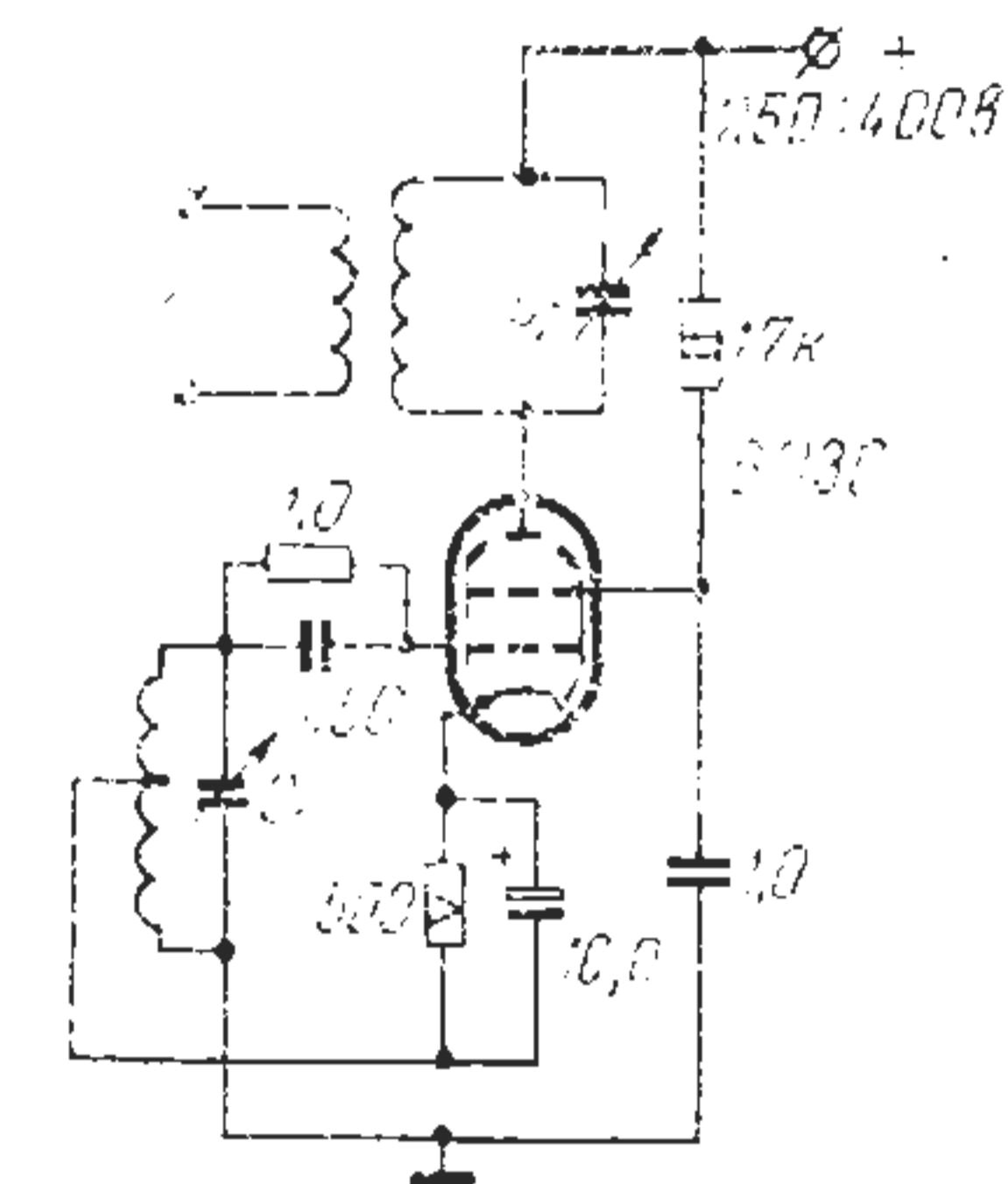


Рис. V.17. Схема генератора на лучевом тетроде.

и имеет отвод от 3200 витка. Вторичная обмотка содержит 750 витков, а обмотка III — 3500 витков того же провода. Обмотка IV содержит 160 витков провода ПЭВ 0,29.

В качестве индикатора используют микроамперметр типа М-205 на 200 мкА. Лампа 6СЗБ может быть заменена на 6С2Б, 6С6Б, 6С7Б, 6Ж2Б, 6Ж5Б или 6Ж9Б.

ГЕНЕРАТОРЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Акустические колебания ультразвуковых частот широко используют в химическом эксперименте¹⁷⁻²⁰. Их применяют для форсирования различных химических и физико-химических процессов, а также для оценки в ходе процесса свойств среды по изменению скорости распространения и затухания колебаний, изменению резонансной частоты образца, отражения и т. п.

Под действием ультразвуковых колебаний ускоряется протекание некоторых химических процессов за счет образования радикалов и других активных молекул. Мощные ультразвуковые колебания используют для диспергирования некоторых веществ и получения коллоидных растворов. При их воздействии ускоряются процессы мойки и обезжиривания. Ультразвуковые колебания ускоряют процессы диффузии на границе раздела жидкой и твердой фазы²¹, они ускоряют процессы кристаллизации и др.

Скорость распространения и степень затухания ультразвуковых колебаний связаны с физико-химическими особенностями среды (вязкостью, концентрацией и др.) и с ее механическими свойствами (модуль упругости, плотность и др.).

С помощью ультразвуковых колебаний можно контролировать изменение физико-химических и механических свойств твердых тел без их разрушения^{22, 23}.

Ультразвуковая установка состоит из генератора электромагнитных колебаний, преобразователя электромагнитных колебаний в акустические и, где это требуется, приемника акустических колебаний для измерения их интенсивности.

Источниками электромагнитных колебаний могут служить обычные ламповые генераторы. В качестве преобразователей используют пьезоэлектрики и магнитострикционные материалы²⁴⁻²⁶.

Пьезоэлектрики. В пьезоэлектрических излучателях используют свойство некоторых диэлектриков изменять свои линейные размеры под действием электрического поля. Пьезоэлектрическими свойствами обладают пластины из кристаллов кварца, турмалина, сегнетовой соли, титаната бария и др. Наибольшее распространение получили преобразователи из кварца и титаната бария ввиду их большой механической прочности и, следовательно, возможности получения большей колебательной мощности без разрушения пластин. Недостатком кварца является сравнительно малый пьезо-

эффект, но преимущество его заключается в большей, чем у других пьезокристаллов, стабильности работы. Резонансная частота колебаний пьезоэлектриков зависит от толщины пластин и от свойств материала и может быть подсчитана по формуле

$$f = \frac{k}{d}$$

где k — коэффициент, для кварца — 2280 кгц·мм; для сегнетовой соли — 1540 кгц·мм, для титаната бария — 2200 кгц·мм; d — толщина пластины, мм.

При частоте электрических колебаний, равной резонансной, наблюдаются оптимальные условия превращения электрических колебаний в акустические.

Обычно не удается вырастить кристаллы большой толщины, поэтому для получения преобразователей сравнительно низких частот составляют пакеты из отдельных пластин, склеивая их через металлизированные покрытия. Такие пакеты обладают большей прочностью, чем отдельные пластины.

Абсолютное изменение линейных размеров пьезоэлектрика пропорционально приложенной разности потенциалов и для обычных кварцевых излучателей составляет примерно 20 Å на 1000 в. Максимальное напряжение, которое может выдержать кварц без разрушения, составляет $1,5 \cdot 10^3$ в/мм (для пластин толщиной 2—8 мм). Для более толстых пластин пробивное напряжение возрастает. Мощность акустических колебаний, отдаваемых кварцем, зависит от приложенного напряжения, ограничиваемого толщиной пластины, и от площади пластины.

Наибольшим к. п. д. при превращении электрических колебаний в акустические обладают излучатели из титаната бария. Его пьезомодуль, т. е. величина относительного смещения, примерно в 100 раз больше модуля кварца. На основе титаната бария можно изготовить излучатели различной формы и размеров, что невыполнимо в случае применения кварца. С помощью пластинок из титаната бария удается получать акустические мощности до 400 вт.

Другие пьезоэлектрики (сегнетова соль, фосфат аммония) для получения ультразвука почти не используют ввиду их малой механической прочности. Рациональные способы крепления пластинок из пьезоэлектриков и подвода к ним электромагнитных колебаний описаны²⁴⁻²⁸ и приведены на рис. V.22. При конструировании преобразователей для максимальной передачи акустической энергии в исследуемую среду необходимо обеспечивать хороший акустический контакт между излучателем и средой.

Электромагнитные колебания, подводимые к пьезоэлектрикам, могут быть получены с помощью обычных ламповых генераторов, конструкции которых описаны выше. Излучатель (кварц, титанат бария) может быть подключен непосредственно к переменному конденсатору анодного контура (рис. V.23). При этом напряжение

на кварце будет равно напряжению на контуре. Для повышения напряжения на кварце последний включают в контур через высокочастотный трансформатор (рис. V.24). Вторичную обмотку трансформатора необходимо согласовать по отдаваемой мощности и частоте (в резонанс) с колебаниями излучателя. Для предохранения от пробоя может быть применен разрядник.

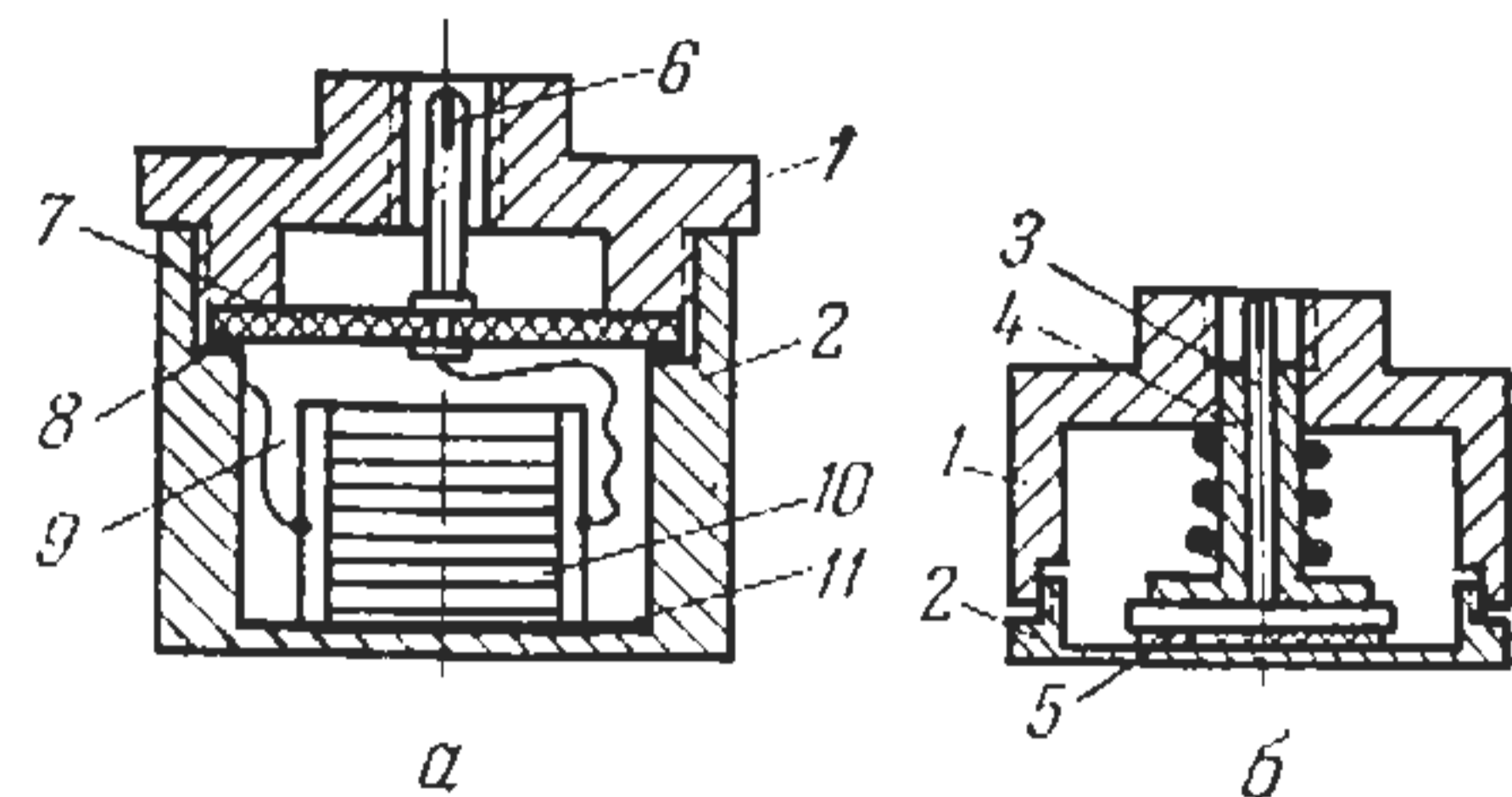


Рис. V.22. Конструкции армировки пьезопреобразователей из сегнетовой соли (а) и титаната бария (б):

1 и 2 — детали корпуса из латуни; 3 — электрод из латуни; 4 — изолятор из тефлона; 5 — пластина из керамики титаната бария; 6 — латунный контакт; 7 — изоляционная прокладка из текстолита; 8 — уплотнительная пластина из прессшпана; 9 — пространство, заполненное трансформаторным маслом; 10 — пакет из сегнетовой соли; 11 — изоляционная прокладка из гетинакса.

Для получения ультразвуковых колебаний небольшой мощности кварц может быть включен по осцилляторной схеме (рис. V.26). В этом случае кварц одновременно является и стабилизатором

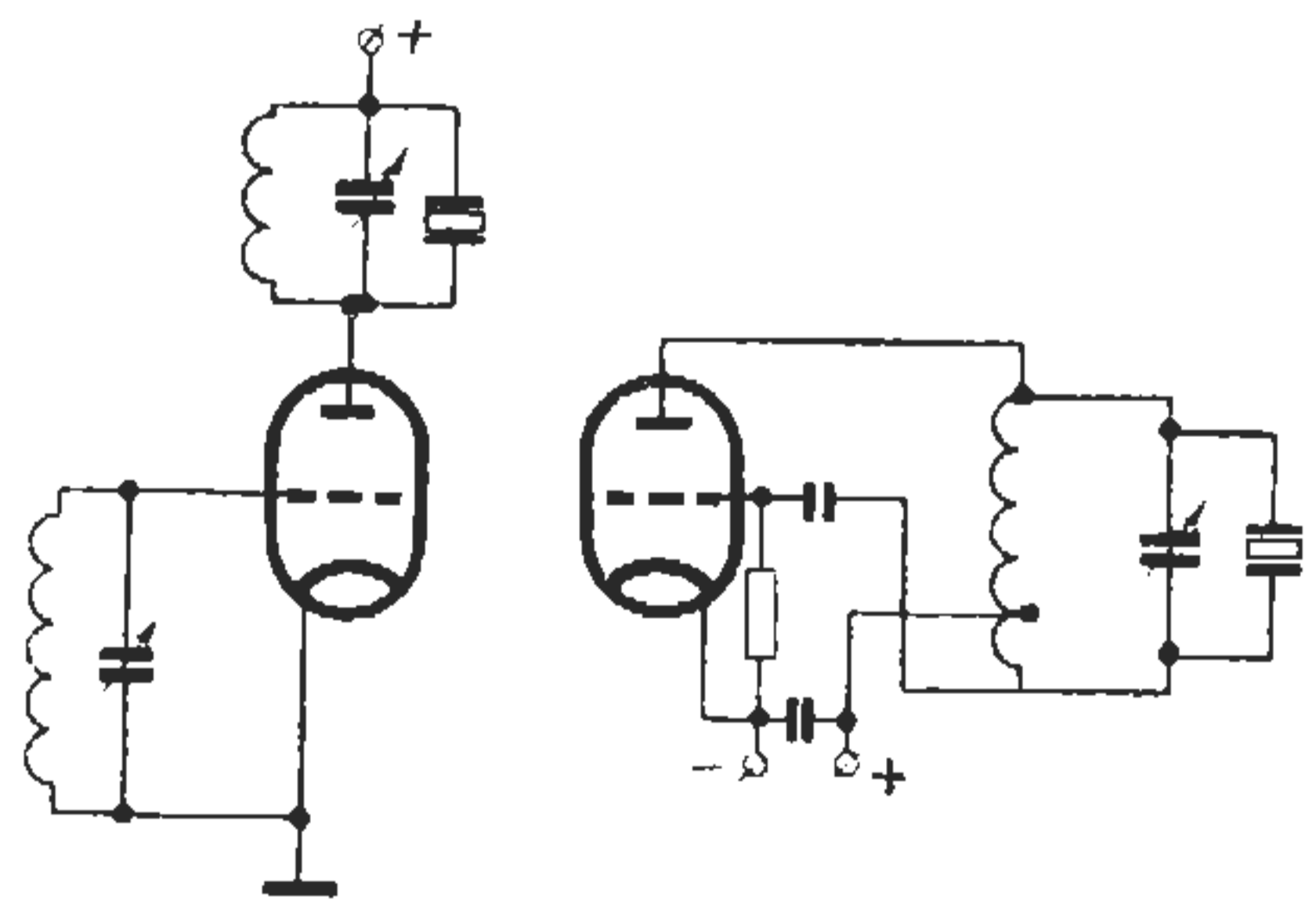


Рис. V.23. Схема включения кварца в анодную цепь.

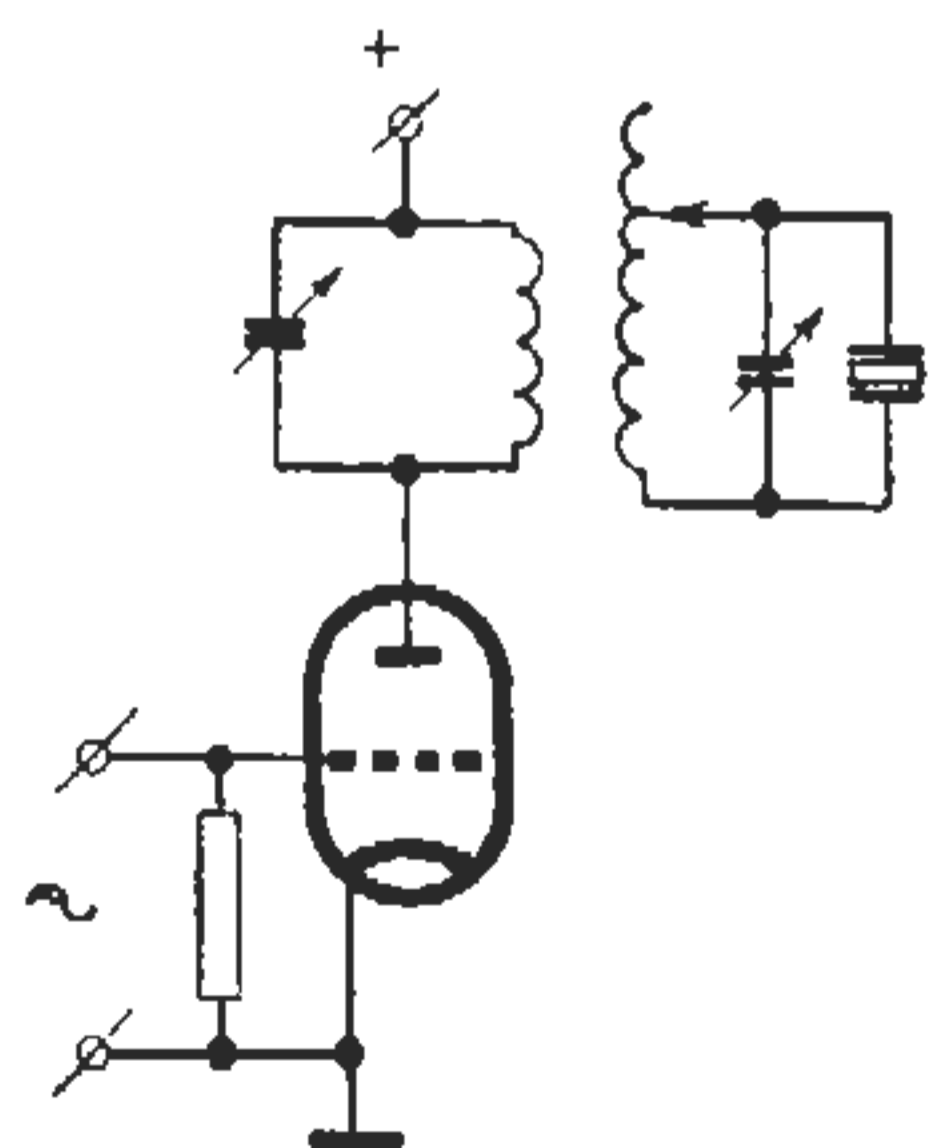


Рис. V.24. Схема включения кварца через высокочастотный трансформатор.

частоты. Генератор будет работать только в том случае, когда частота его колебаний равна собственной частоте кварца.

Если кварц помещен в жидкость, то колебания кварцевых генераторов не возбуждаются из-за большого декремента затухания.

Поэтому такие схемы применяют только для получения ультразвуковых колебаний в газах и парах.

Магнестрикционные генераторы. Для получения мощных ультразвуковых колебаний сравнительно невысокой частоты используют свойство некоторых ферромагнитных материалов изменять свои размеры при намагничивании и размагничивании. В качестве магнестрикционных преобразователей применяют стержни или трубки из никеля и некоторых сплавов: инвар, монельметалл, пермендиур, нержавеющая сталь и др.

Резонансная частота (в *гц*) преобразователя зависит от его длины и для никелевого стержня составляет

$$f = \frac{2,5 \cdot 10^5}{l}$$

где l — длина стержня, см.

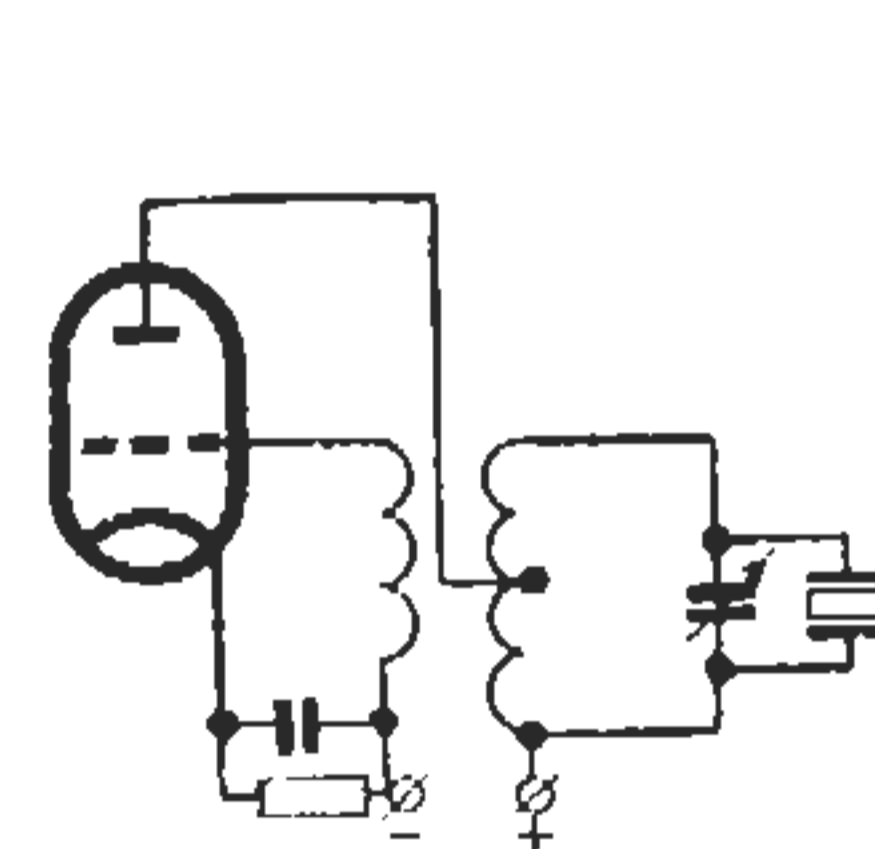


Рис. V.25. Схема автотрансформаторного включения кварца.

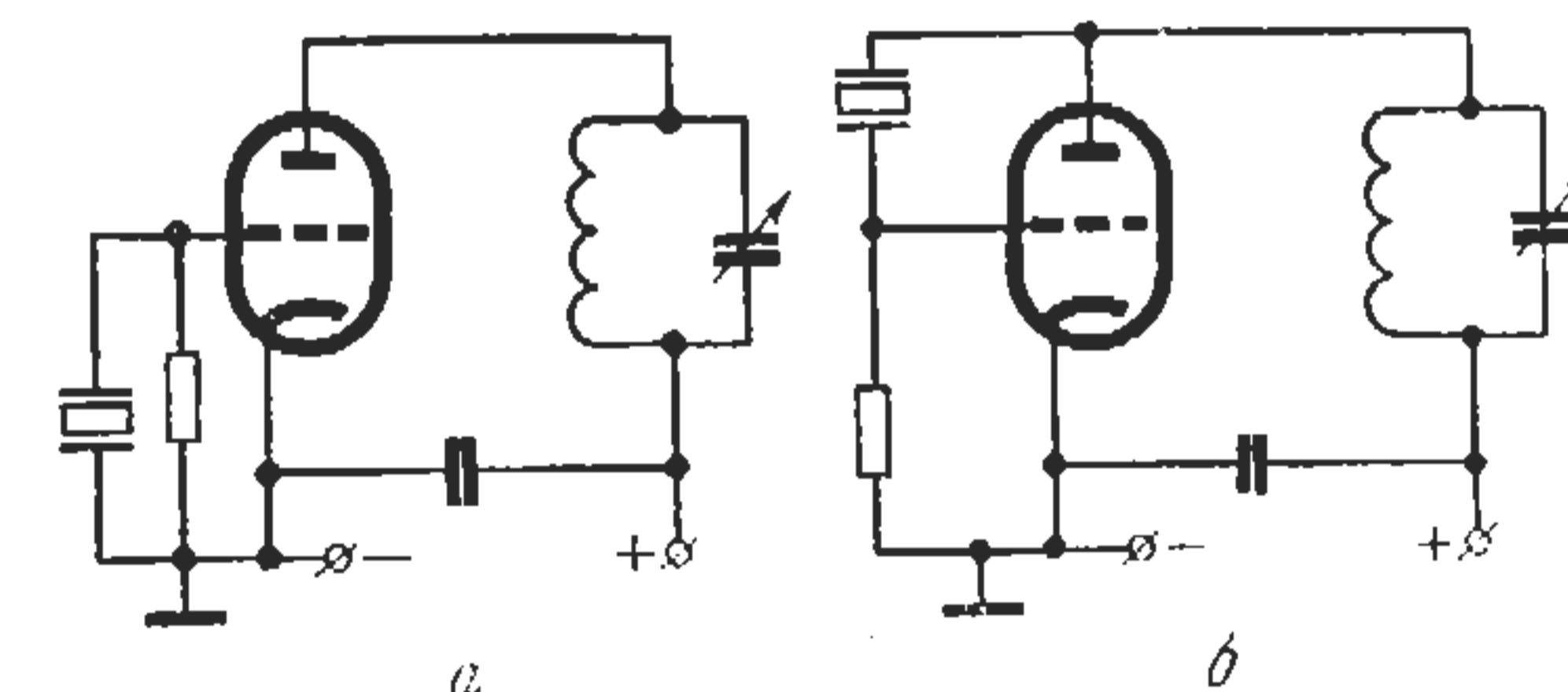


Рис. V.26. Включение кварца по осцилляторной схеме:

а — кварц в цепи сетка — катод; б — кварц в цепи сетка — анод.

При помещении стержня из магнестрикционного материала в катушку, питаемую переменным током, стержень под влиянием электромагнитных колебаний будет изменять свои размеры при намагничивании и размагничивании. При этом направление магнитного поля роли не играет. Поэтому стержень будет совершать колебания с удвоенной частотой по сравнению с подведенной. Если же стержень подмагничивать, поместив его в постоянное магнитное поле электромагнита или постоянного магнита, то частота колебаний стержня будет равна частоте подводимого тока. При этом амплитуда колебаний будет выше, чем без подмагничивания.

Для уменьшения потерь на вихревые токи вместо стержня применяют тонкостенные трубки; при этом с вибраторов можно снимать большие мощности. Для получения больших излучающих поверхностей часто используют пластинчатые вибраторы, собранные в пакет из тонких (0,1—0,3 мм) пластин из никеля или пермаллоя.

Простейший способ присоединения магнестрикционного вибратора к колебательному контуру приведен на рис. V.27. Катушки L_1 , L_2 образуют высокочастотный трансформатор, предназначенный для согласования нагрузки с контуром. При расчете трансформатора

необходимо учитывать, что амплитуда колебаний магнито-стрикционного стержня зависит не от приложенного напряжения высокочастотных колебаний, как в случае пьезоэлектрического вибратора, а от напряженности магнитного поля в катушке вибратора. Катушка вибратора L служит также для создания постоянного подмагничивания. Конденсатор C защищает катушку L_2 от попадания в нее постоянного тока, а дроссель $Др$ исключает утечку тока высокой частоты в цепь питания постоянного тока.

В некоторых случаях магнито-стрикционный стержень помещают внутрь катушки колебательного контура высокочастотного генератора. При этом анодную и сеточную катушки располагают на концах стержня, неподвижно закрепленного посередине (рис. V.28).

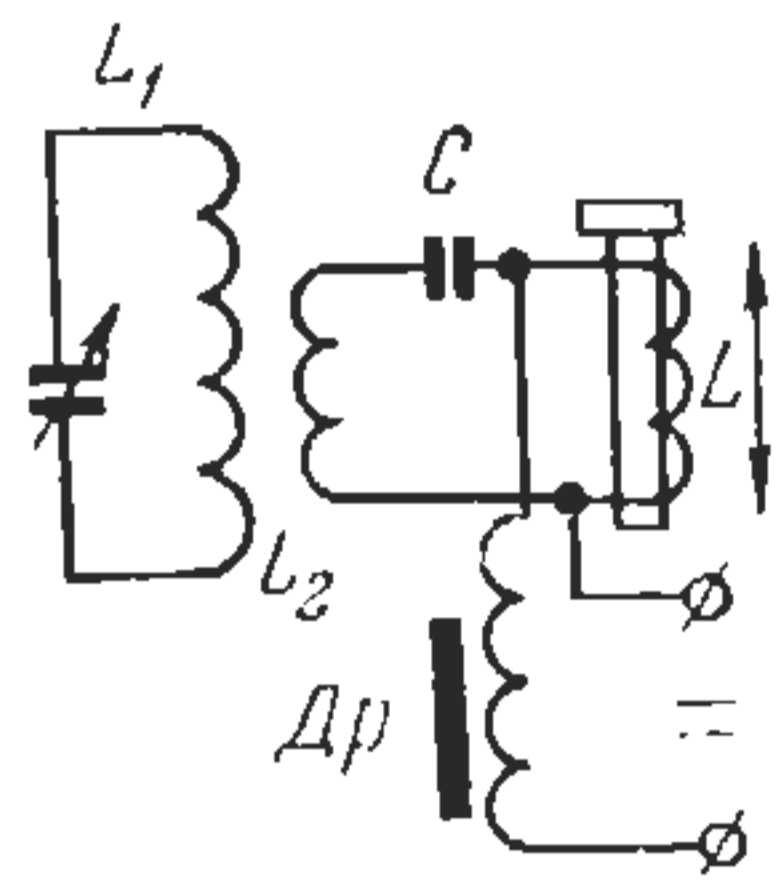


Рис. V.27. Схема присоединения магнито-стрикционного вибратора к колебательному контуру.

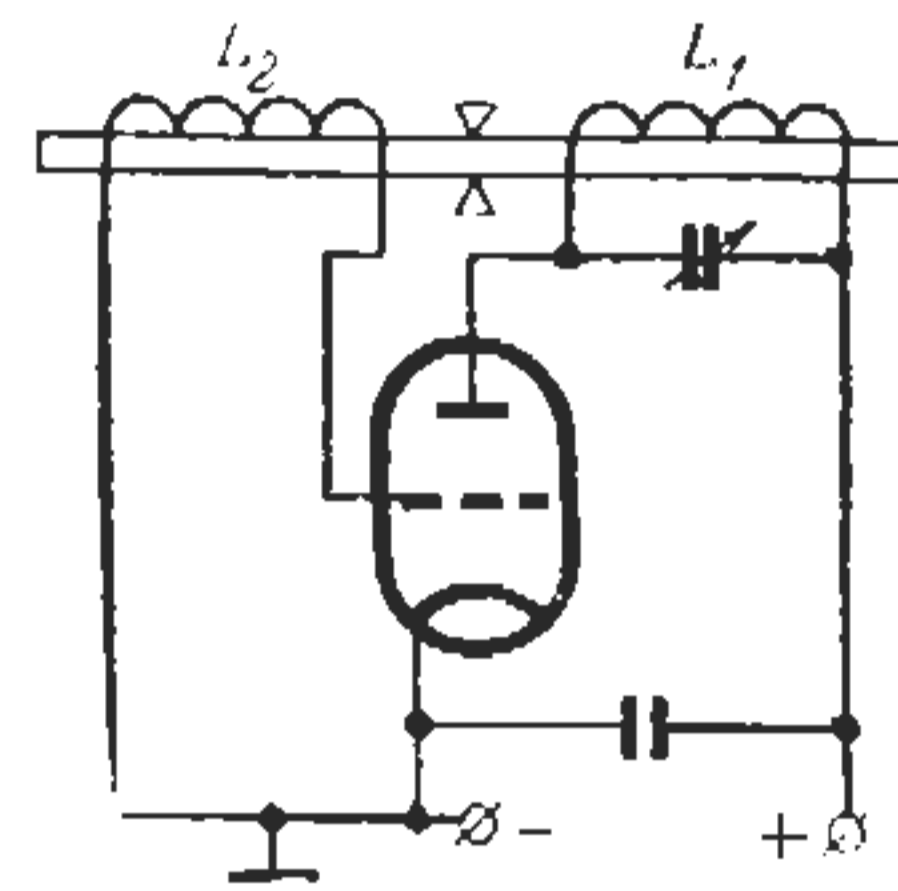


Рис. V.28. Схема колебательного контура со стержнем, расположенным внутри катушки.

Мощность магнито-стрикционных генераторов может достигать 250—1000 *вт*. Коэффициент преобразования электромагнитных колебаний в акустические у них выше, чем у кварцевых преобразователей, и достигает 40—60% и более. При мощности подводимых к кварцу электромагнитных колебаний ~ 150 *вт* максимальное смещение составляло $24 \cdot 10^{-6}$ *мм*, в то время как при помощи магнито-стрикционного генератора мощностью 250 *вт* удавалось получить смещение стержня $\sim 10^{-2}$ *мм*. С никелевых стержней удается снимать мощность акустических колебаний до 17 *вт/см²*, а со стержней из пермендюра — до 60 *вт/см²*.

Недостатками магнито-стрикционных генераторов являются сравнительно малая частота генерируемых колебаний (на первой гармонике порядка 100 *кГц*), большой температурный коэффициент собственных колебаний (приблизительно в 10 раз больший, чем у кварца) и трудность в получении стабильной частоты колебаний.

Ультразвуковой генератор

Генератор ²⁷ электрических колебаний собран по двухтактной схеме на двойной тетроде типа ГУ-32. При использовании тетрода типа ГУ-29 мощность генератора повышается в 3—4 раза без переделки схемы (рис. V.29).

Колебательный контур генератора образован катушкой индуктивности, переменным конденсатором, с помощью которого производится подстройка генератора в резонанс с излучателем, и емкостью излучателя, включенного последовательно с конденсаторами C_1 и C_2 . Катушка генератора намотана на каркасе диаметром 40 *мм* и содержит 360 витков провода ПЭЛ 0,5 с отводом от середины. Разделительный дроссель $Др_1$ содержит 200 витков провода ПЭШО 0,25, намотанного в четырех секциях внавал, и располагается в подвале шасси генератора. В качестве каркаса может быть использован цоколь стеклянной лампы, например от лампы 5Ц3С.

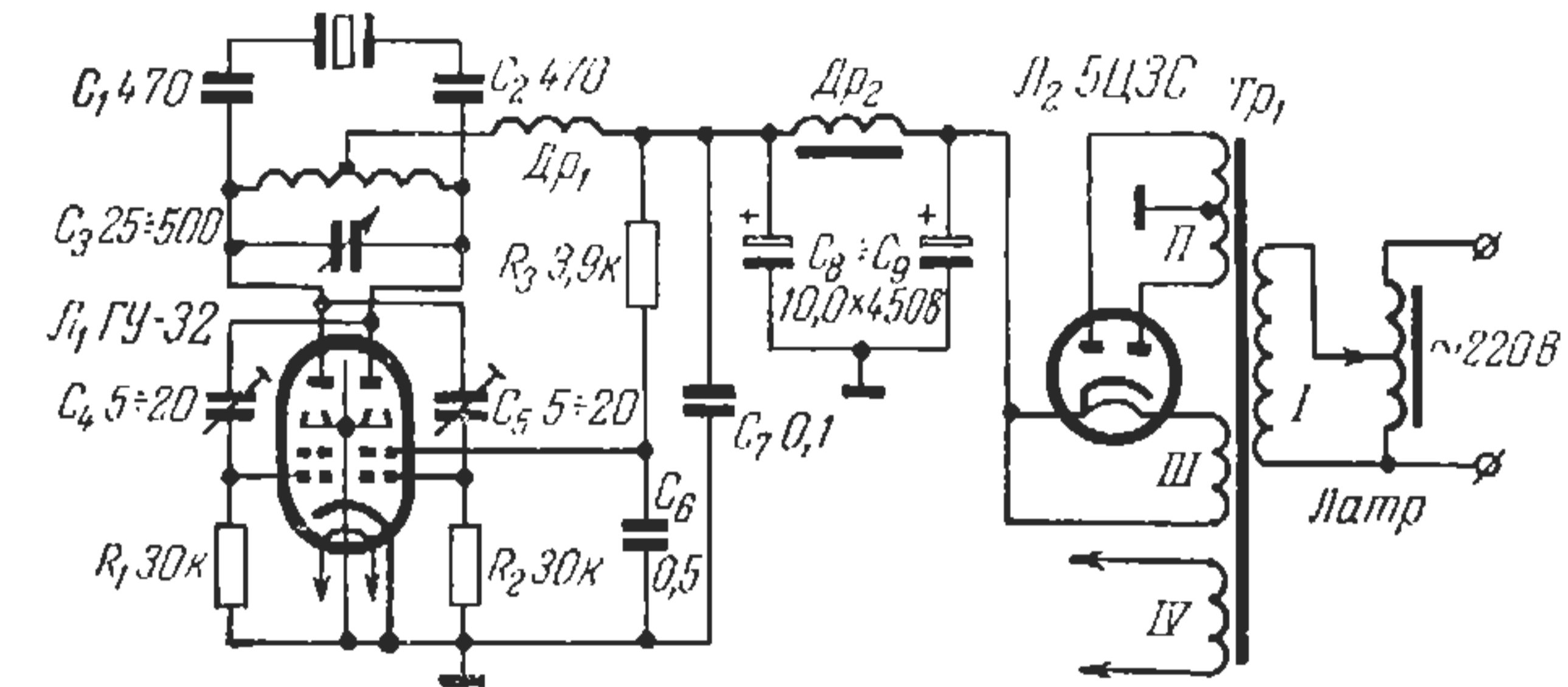


Рис. V.29. Схема генератора средней мощности.

Выпрямитель должен обеспечивать на выходе напряжение 400 *в* при токе до 300 *ма*. Дроссель фильтра имеет сопротивление 200 *ом* и намотан на сердечнике Ш25 × 30 *мм* проводом ПЭЛ 3,2 до заполнения и имеет зазор в сердечнике 0,1 *мм*.

В качестве ультразвукового преобразователя служит пластина титаната бария. Ее резонансная частота может быть подсчитана по формуле, приведенной на стр. 165.

Генератор питает излучатель толщиной 2 *мм* при диаметре в 15 *мм*. Конструкция излучателя приведена на рис. V.30.

Налаживание генератора заключается в проверке монтажа, симметрировании плеч и настройке в резонанс с излучателем. Генератор является мощным источником помех и должен быть хорошо экранирован и заземлен.

Генератор может быть использован для очистки мелких деталей сложной конфигурации, для получения эмульсий и др.

Высокочастотный генератор для получения мощных ультразвуковых колебаний

На рис. V.31 приведена схема простого генератора высокой частоты ²⁸, развивающего мощность до 200 *вт* при частоте колебаний 0,5—3 *МГц*. Генератор собран по видоизмененной трехточечной схеме.

Колебательный контур составлен из индуктивности L_1 и емкости C_1 . Катушка L_1 намотана толстым медным, лучше посеребренным, проводом и имеет 20 витков. Диаметр катушки равен 15 см. Намотка выполнена без каркаса, с распорками из высокочастотной керамики. Индуктивность катушки составляет ~ 45 мкГн.

Катушка L_2 является вторичной обмоткой высокочастотного трансформатора, в которую включают кварц. Вторичный контур с емкостью в виде кварца должен быть настроен в резонанс. Настройку лучше производить путем подбора индуктивности без применения дополнительной емкости. Примерная индуктивность катушки $L_2 \approx$

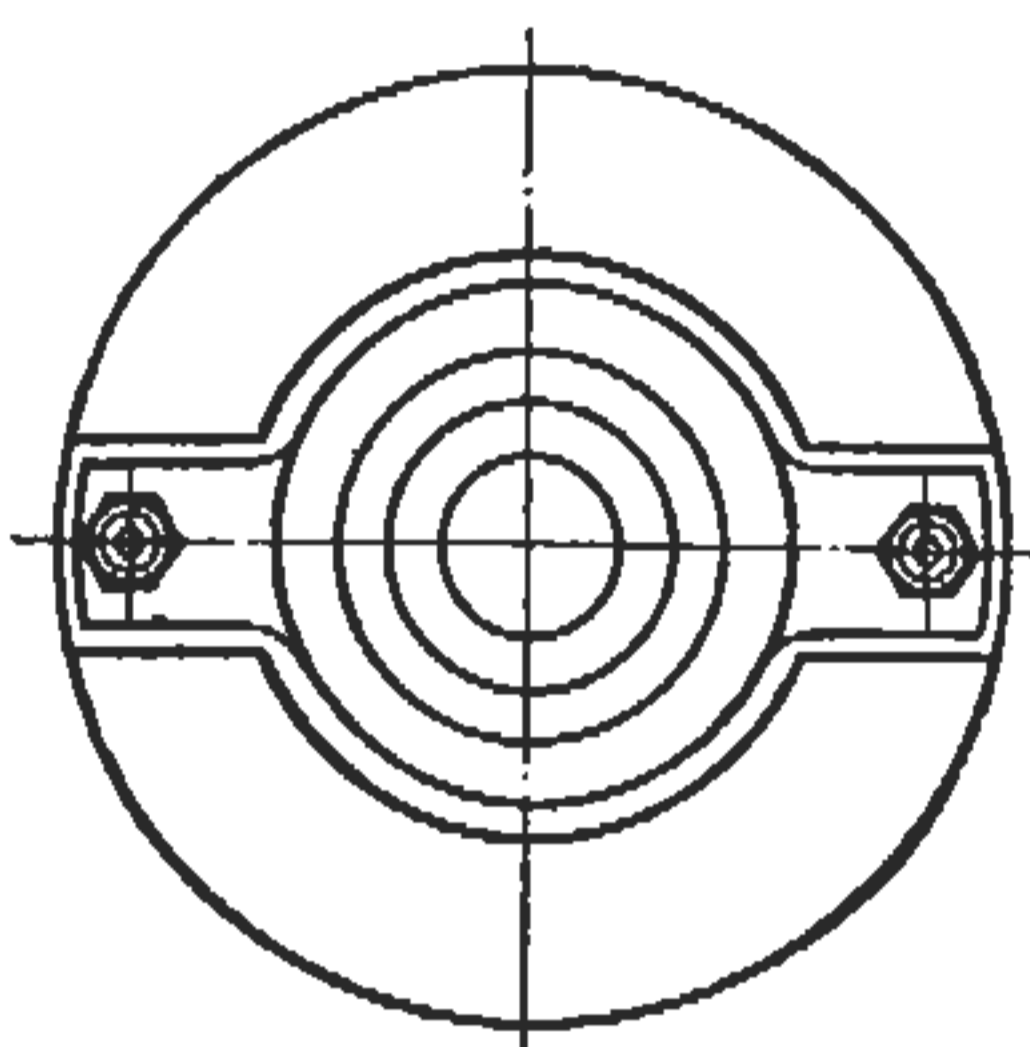
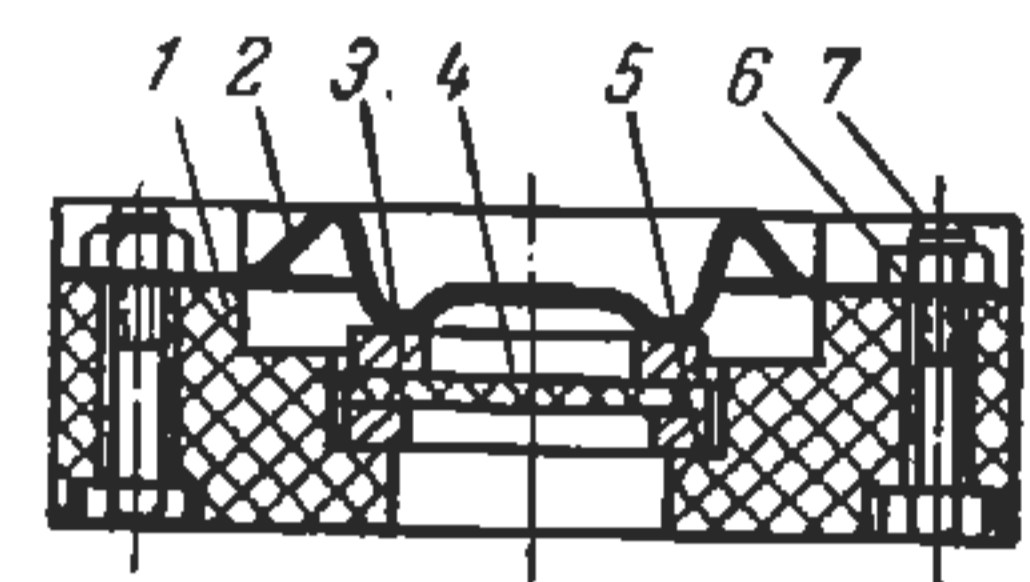


Рис. V.30. Конструкция излучателя:

1 — корпус; 2 — пластина; 3 — кольцо верхнее (второй контакт); 4 — пластина титаната бария; 5 — кольцо нижнее (первый контакт); 6 — гайка; 7 — болт.

Во избежание пробоя расстояние между пластинами выдерживают не менее 5 мм и конденсатор помещают в сухое трансформаторное масло. Перемещением катодного конца контура добиваются устойчивой работы генератора, а перемещением анодного конца — наибольшей полезной мощности.

Генератор подсоединяют к кварцевой пластине диаметром 25 мм; при толщине пластины около 3 мм удается получить ультразвуковые колебания интенсивностью 55 Вт/см².

Конструкции отечественных генераторов большой мощности описаны Фридманом^{17, 29}.

Генератор для магнитоэлектрических вибраторов

Схема генератора на широкий диапазон частот приведена на рис. V.32. Задающий генератор выполнен на двойном триоде 6Н7 по схеме мультивибратора. Частоту колебаний можно менять в пре-

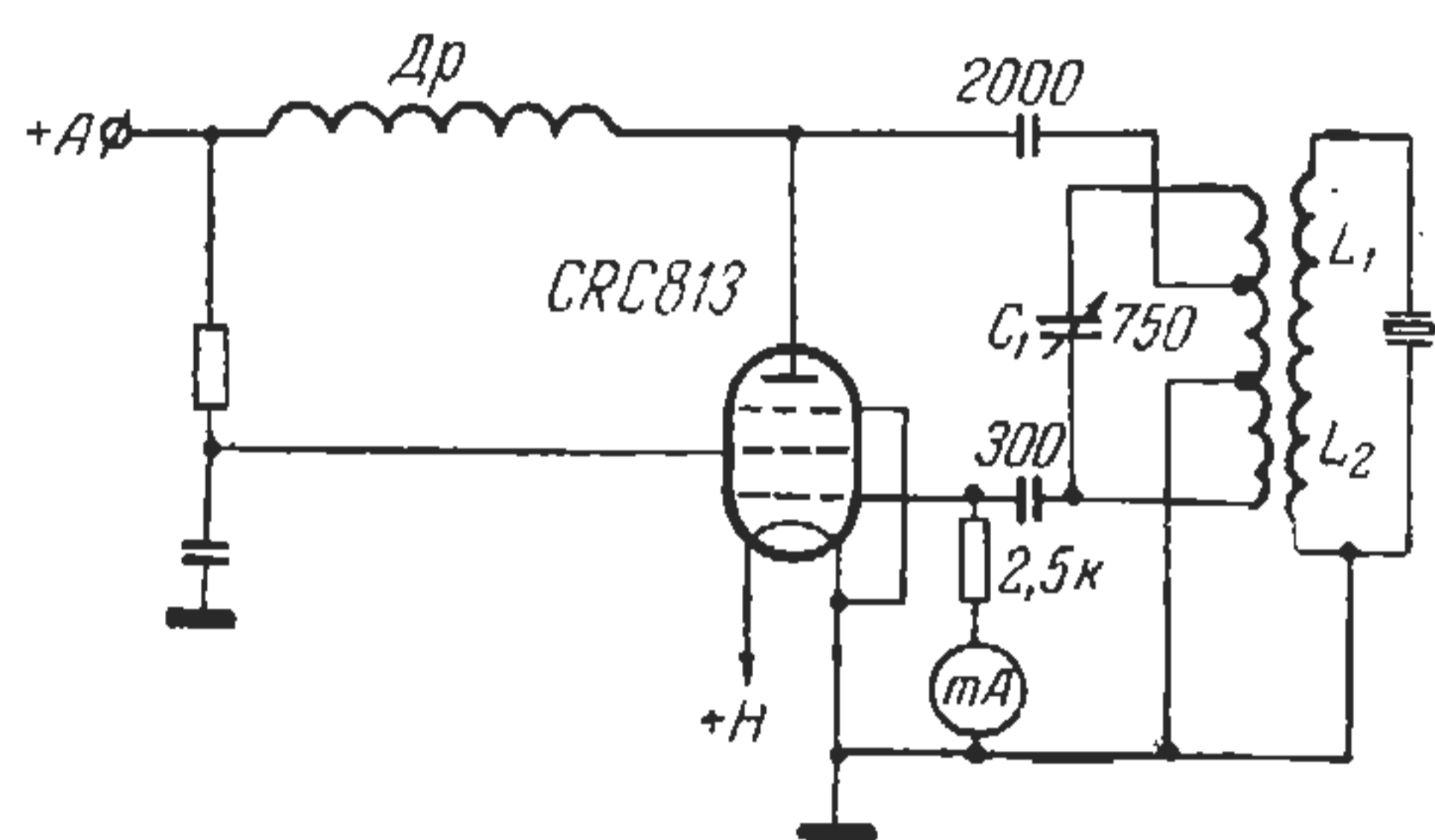


Рис. V.31. Схема генератора для получения мощных ультразвуковых колебаний.

$\approx 1,5$ мкГн. Коэффициент трансформации должен быть как можно большим. Конденсатор колебательного контура имеет максимальную емкость 750 пф. Во избе-

делах 20—100 кГц с помощью переменного сопротивления в цепи сетки лампы. Предварительный усилитель собран на двух лучевых тетрадах 6ПЗ, работающих параллельно. В оконечном каскаде применен мощный усилительный пентод типа ГУ—80. В выходном каскаде использовано параллельное питание во избежание попадания высокого напряжения в выходной трансформатор.

На выходе генератора установлен выходной понижающий трансформатор, который должен быть согласован с используемыми магнитоэлектрическими датчиками. Приблизительный расчет выходного трансформатора может быть проведен по схеме, рекомендуемой для расчета выходных трансформаторов усилителей низкой частоты радиоприемных устройств.

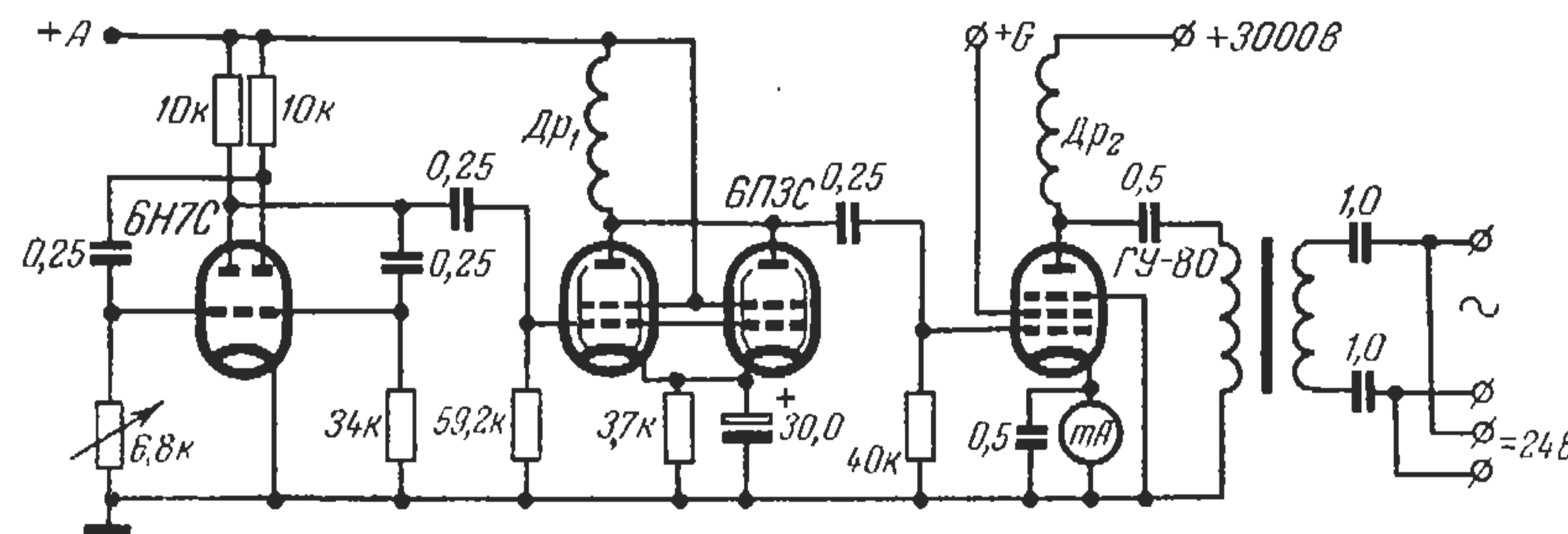


Рис. V.32. Схема генератора на широкий диапазон частот.

Питание анодов лампы 6Н7 и 6ПЗ производят от выпрямителя, собранного на кенотроне 5Ц4С. Для питания экранной сетки выходной лампы применяют отдельный выпрямитель на лампе 5Ц3С. Анод оконечной лампы питают от однополупериодного выпрямителя на газотроне ВГ—237. Вибратор подмагничивают постоянным током силой 6 а при напряжении 24 в от газотронного выпрямителя на лампе ВГ—176.

Потребляемая мощность устройства составит 1,5 кВт, а колебательная мощность 0,5 кВт.

Генератор средней мощности с магнитоэлектрическим вибратором

Особенностью описываемого генератора³⁰ является питание анодов ламп непосредственно переменным током (рис. V.33). При этом лампы работают попеременно в зависимости от полярности на аноде: когда проводит лампа L_2 , лампа L_1 закрыта, и наоборот. Колебательный контур включен одновременно в анодную цепь второй лампы и в катодную цепь первой лампы. Подмагничивание вибратора осуществляется от отдельного выпрямителя током до 4 а.

Колебательный контур наматывается на ребристом каркасе диаметром 8 см (рис. V.34). Катушка L_1 содержит 500 витков провода

ПЭЛ 0,55. По бокам от нее через воздушные промежутки наматываются катушки связи L_3 и L_4 , содержащие по 250 витков провода ПЭЛ 0,27. Большое количество витков в обратной связи необходимо

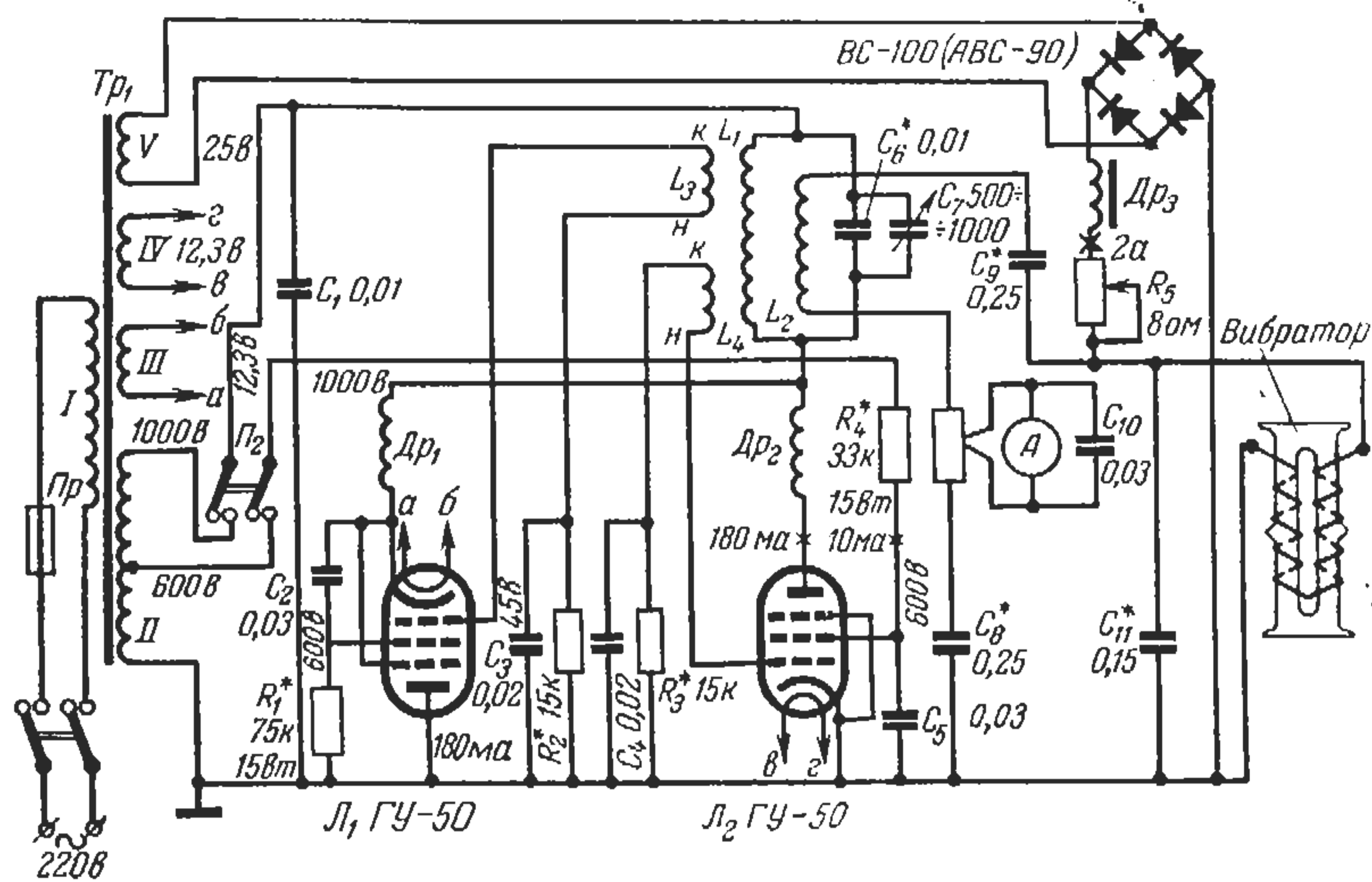


Рис. V.33. Схема генератора средней мощности с магнитострикционным вибратором.

для получения перенапряженного режима работы генератора, при котором отдается наибольшая мощность. Для точного подбора величины обратной связи целесообразно иметь отводы.

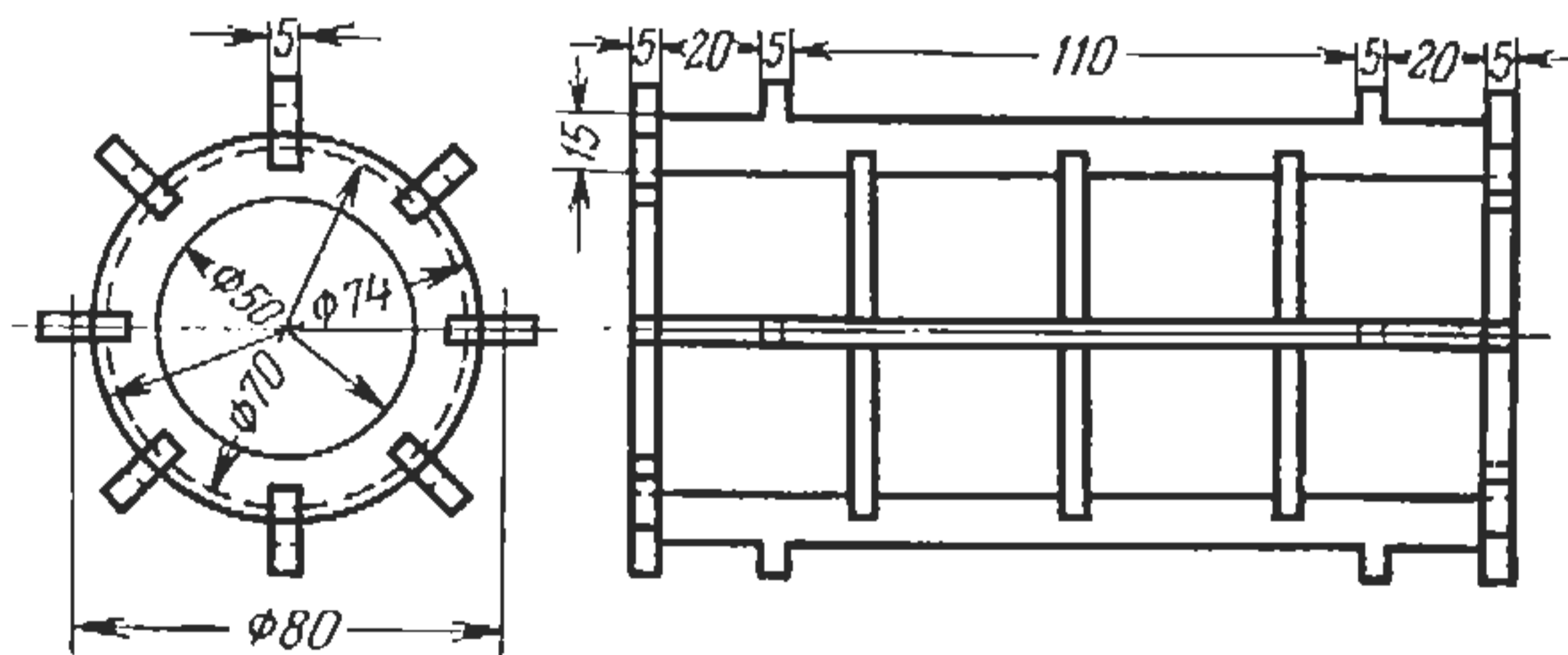


Рис. V.34. Конструкция катушек.

Согласующая обмотка L_2 наматывается сверху контурной обмотки L_1 и содержит 50 витков провода ПШД 1,6. Обмотки разделяются электротехническим картоном. Для более точного согласования нагрузки целесообразно в конце катушки L_2 сделать несколько отводов через 2—3 витка.

Контурные конденсаторы должны иметь пробивное напряжение более 1500 в.

Дроссели $Др_1$ и $Др_2$ намотаны на эбонитовых секционных каркасах диаметром 10 и длиной 75 мм и имеют 5 секций провода ПЭЛ 0,64 по 100 витков в каждой секции. Дроссель $Др_3$ намотан на сердечнике сечением 5 см² проводом ПШД 1,6 до заполнения. Сердечник имеет зазор 0,2 мм.

Магнитострикционный вибратор набирается из никелевых пластин толщиной 0,1—0,3 мм специальной формы (рис. V.35). Пластины промазываются клеем БФ-2 и опрессовываются. Обмотка вибратора выполняется проводом с водостойкой полихлорвиниловой изоляцией до заполнения.

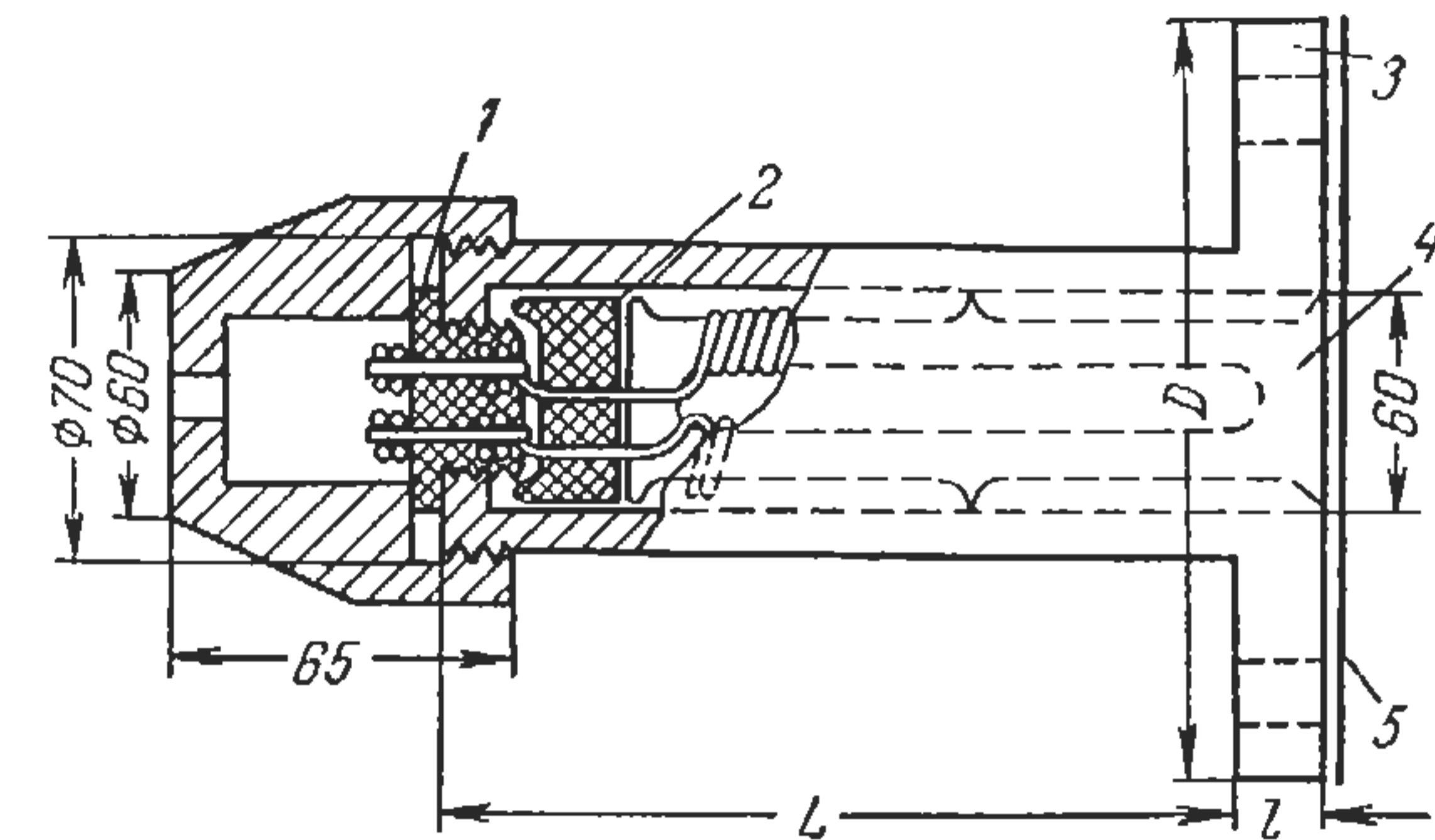


Рис. V.35. Конструкция вибратора:

1 — эбонит; 2 — губчатая резина; 3 — фланец;
4 — вибратор; 5 — мембрана.

Настройка установки заключается в настройке генератора в резонанс с вибратором и в подборе оптимального числа витков в катушке L_2 для согласования выхода генератора с нагрузкой. При хорошем согласовании можно получить излучаемую мощность 100—200 вт.

Ультразвуковые установки малой мощности

Ультразвуковая установка ³¹ состоит из генератора электрических колебаний с частотой 3 мГц и кварцевого излучателя.

Особенностью установки является применение фокусирующего сосуда, что позволяет проследить распространение ультразвука в различных средах и отражение от поверхностей раздела, поглощение в различных веществах, а также проводить очистку мелких деталей и получение эмульсий.

Генератор (рис. V.36) выполнен по двухтактной схеме на двух лампах типа 6ПЗС с индуктивной обратной связью. Аноды ламп генератора питаются непосредственно переменным током, что упрощает его конструкцию. В целях более компактного размещения

катушки индуктивности генератора выполнены в виде плоских спиралей. Конструкция их приведена на рис. V.37. Катушка L_1 имеет 16 витков, а катушка L_2 — 12 витков медного провода диаметром 3 мм. Они наматываются на шаблонах, а затем размещаются друг над другом на крестовине из текстолита или

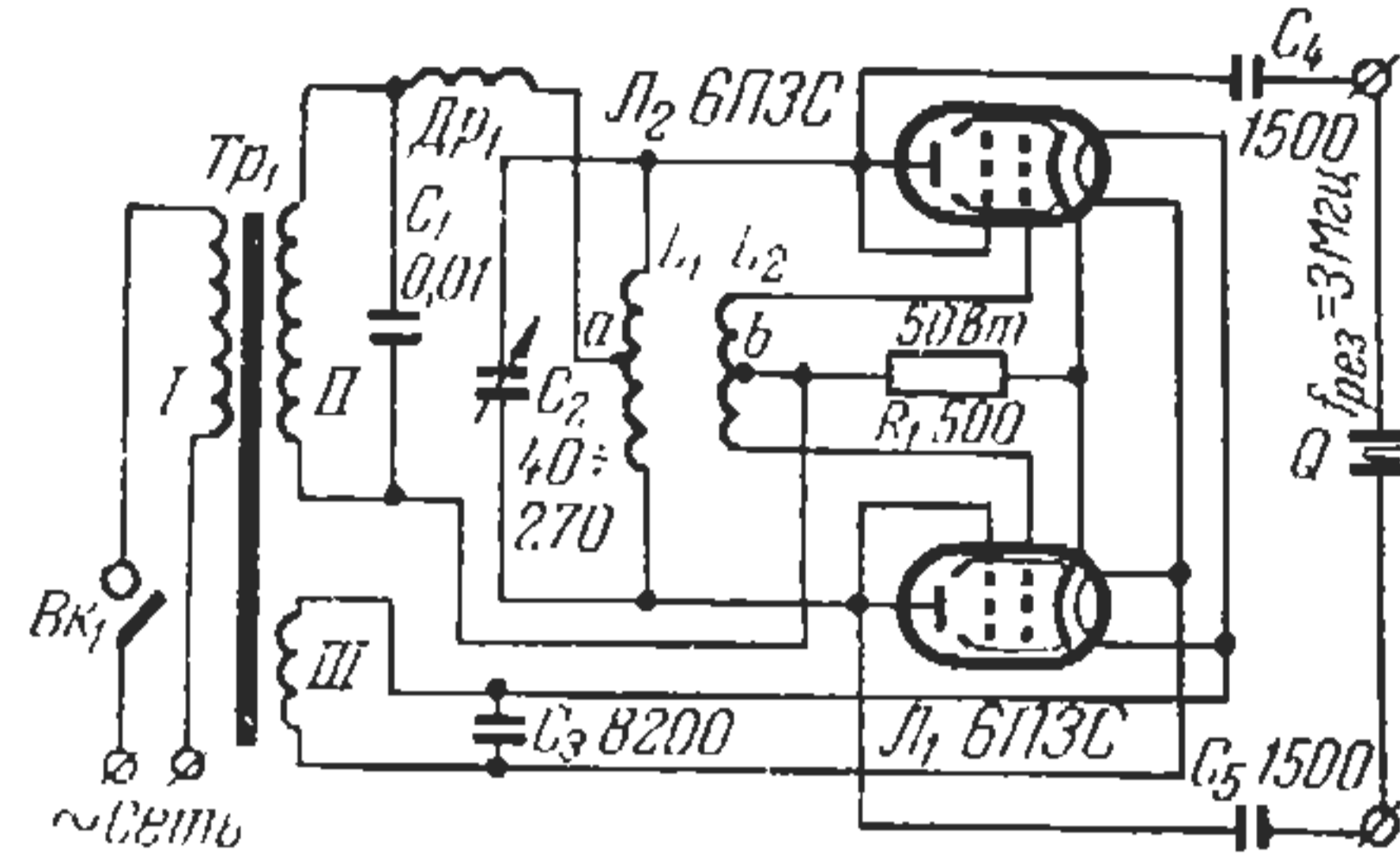


Рис. V.36. Принципиальная схема двухтактного генератора с кварцевой нагрузкой.

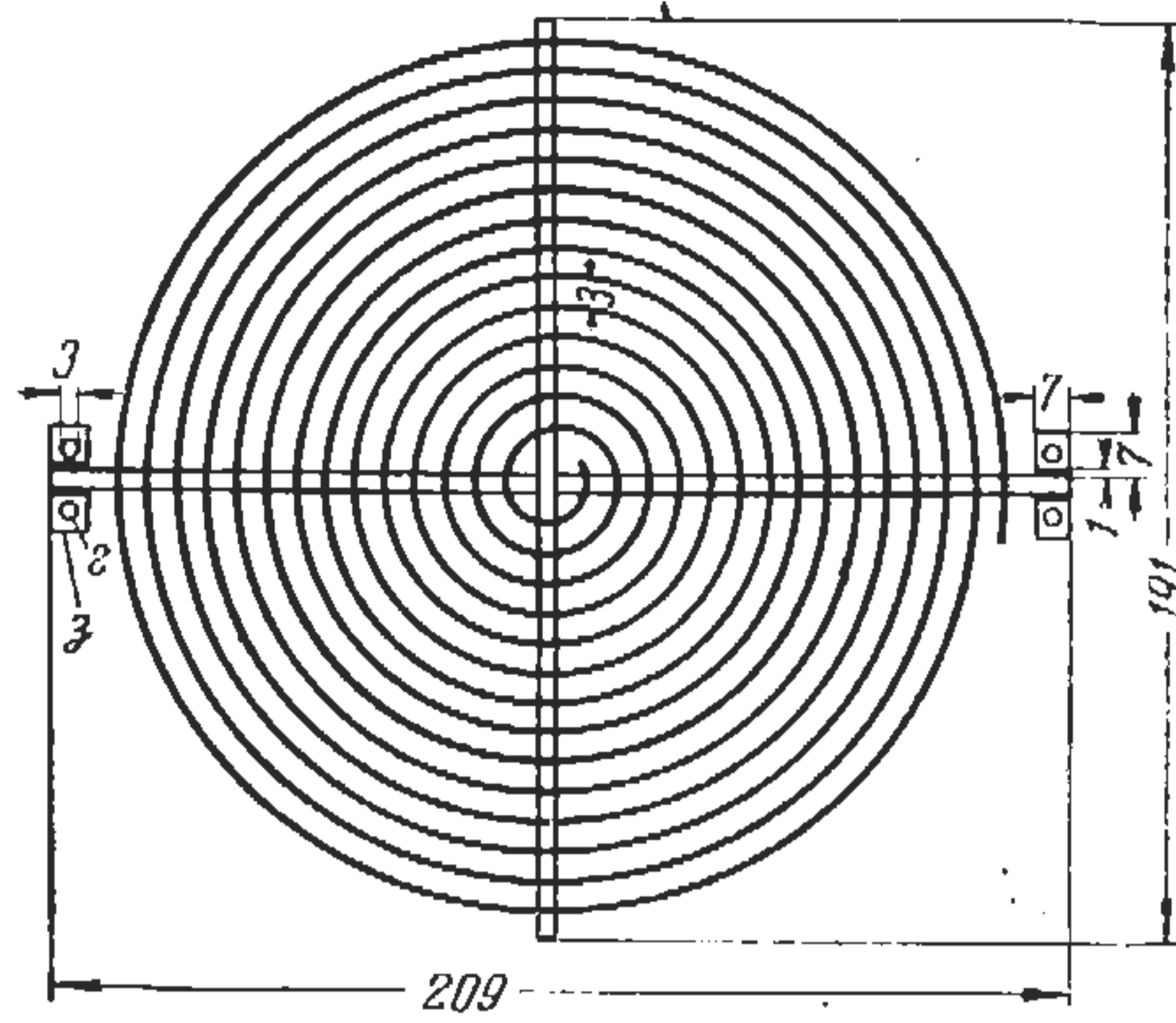


Рис. V.37. Конструкция катушки индуктивности.

гетинакса. Прибор генерирует колебания частотой 0,5—4,5 мГц с электрической мощностью до 60 вт.

Высокочастотные дроссели наматываются на керамическом или пластмассовом каркасе диаметром 30 мм проводом ПЭЛШО 0,25 и содержат по 300—500 витков.

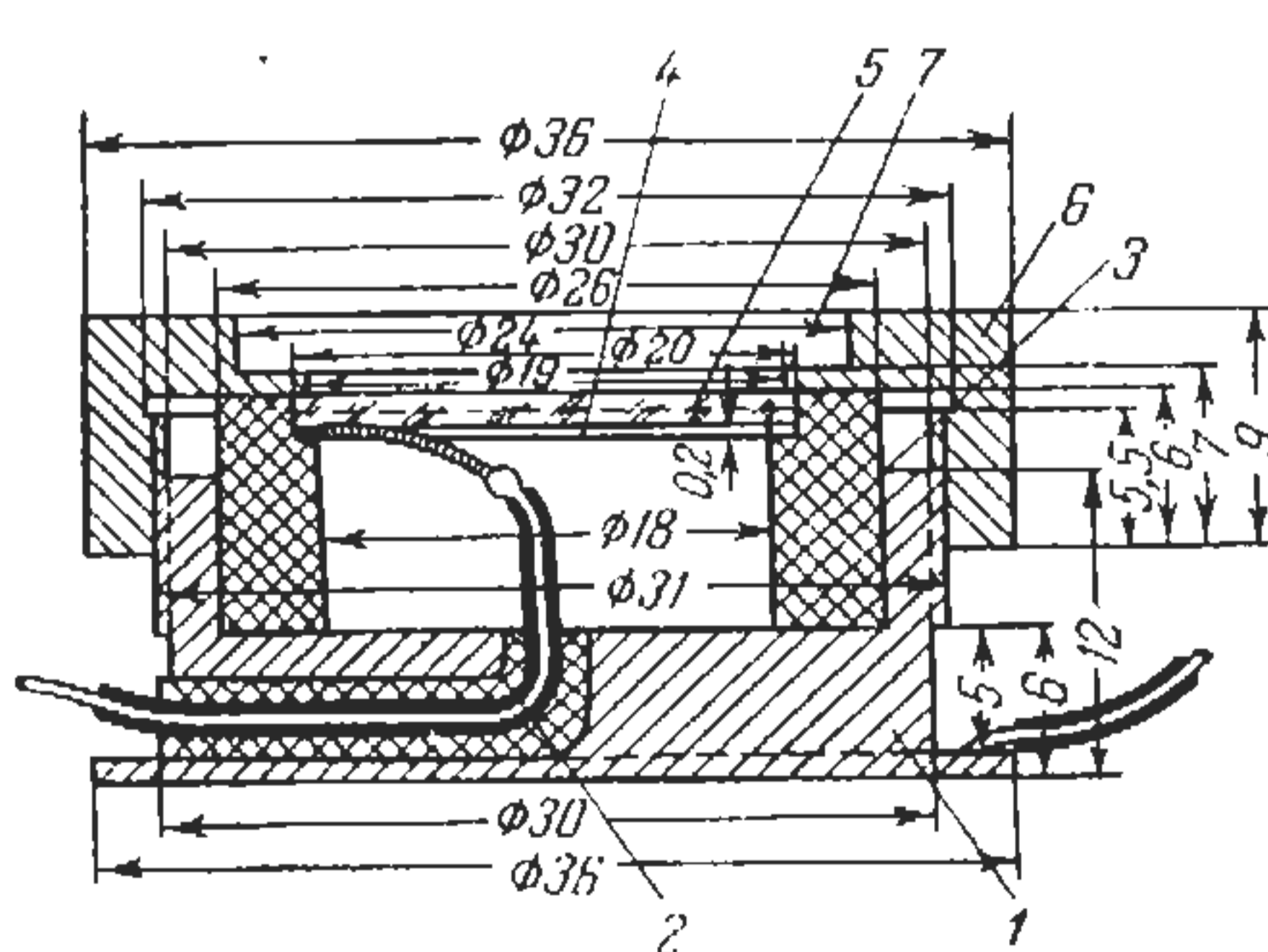


Рис. V.38. Конструкция кварцедержателя.

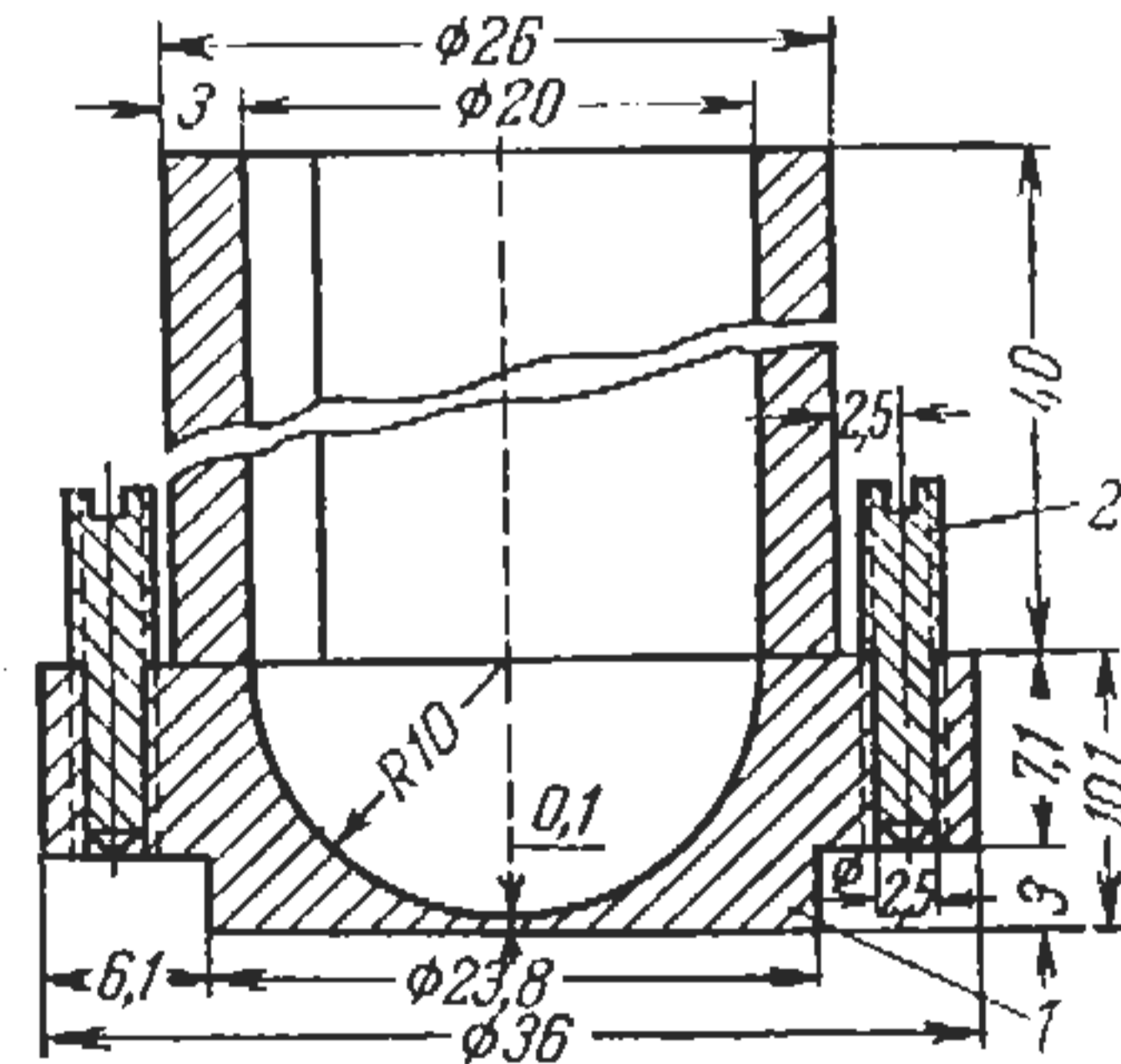


Рис. V.39. Линзовый сосуд.

Силовой трансформатор намотан на сердечнике Ш—33 × 33 мм. Сетевая обмотка содержит 544 витка провода ПЭЛ 0,45 для напряжения 127 в и дополнительно 400 витков ПЭЛ 0,35 для напряжения в 220 в. Вторичная обмотка намотана проводом ПЭЛ 0,14 и имеет 2980 витков. Накальная обмотка имеет 30 витков провода ПЭЛ 1,0.

Конструкция кварцедержателя приведена на рис. V.38. Он изготовляется из бронзы и состоит из корпуса 1, в котором имеется

сверление для пропуска провода 2 с хорошей изоляцией. Внутрь корпуса вставляется резиновое кольцо 3 из мягкой карандашной резинки. Оно служит одновременно амортизатором и изолятором. На резинку накладывается латунная полированная шайба 4, на которую помещается кварц 5. К лепестку шайбы припаивается провод 2. Сверху кварц прижимается кольцом 6. Верхняя поверхность кварца серебрится. Углубление 7 под кварцем заполняется трансформаторным маслом.

Линзовый сосуд изготовляется из плексигласа на токарном станке. Размеры сосуда приведены на рис. V.39. Фокусировка сосуда 1

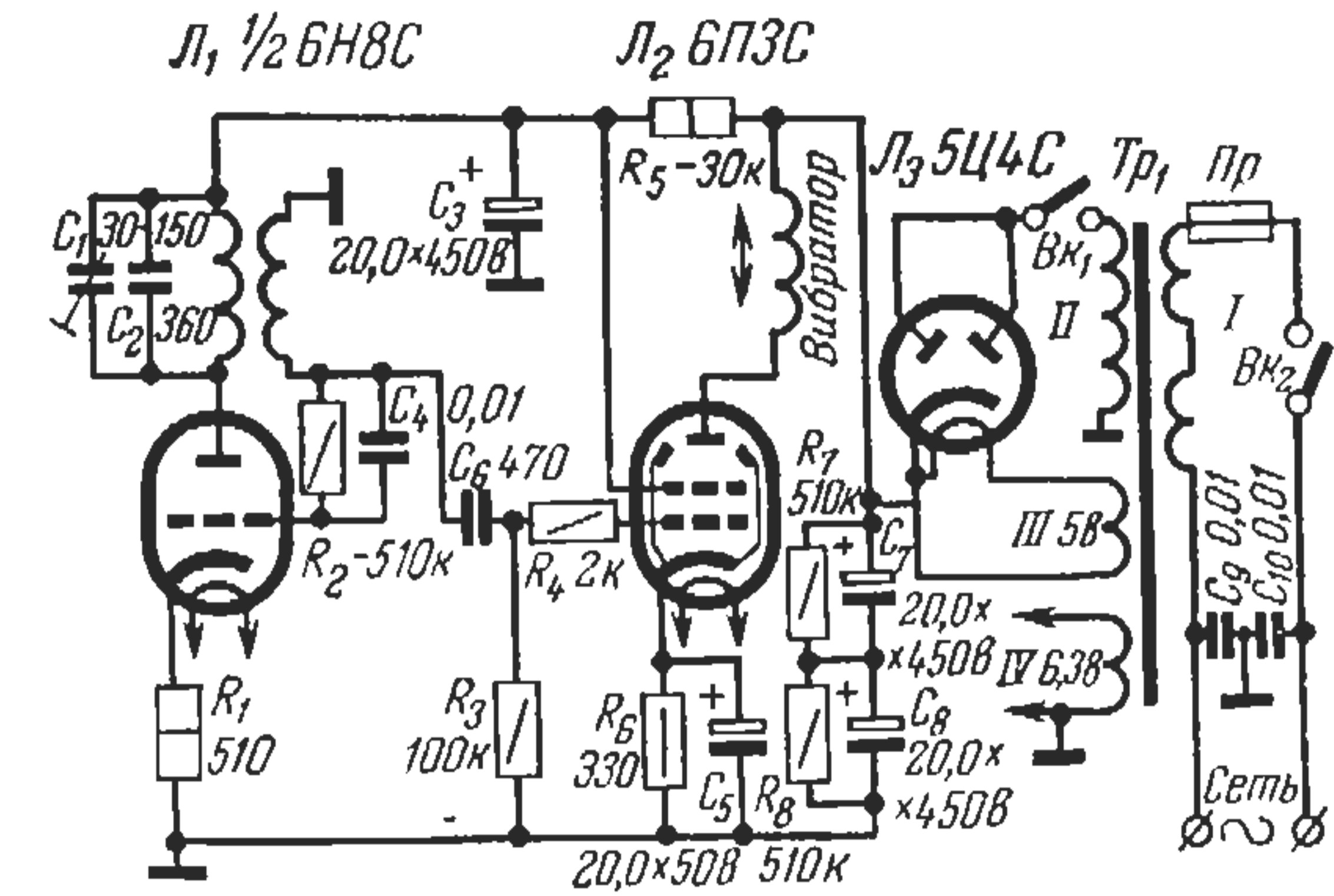


Рис. V.40. Схема простого ультразвукового генератора.

относительно кварца осуществляется винтами 2. При правильной фокусировке удастся получить фонтан воды высотой 30—40 см.

Ультразвуковой генератор ³², схема которого приведена на рис. V.40, предназначен для питания магнестрикционного преобразователя небольшой мощности (10—12 вт). Задающий генератор собран на одной половине лампы 6Н8С, а усилитель мощности на тетроре 6П3С. Рабочая частота генератора — 18 кГц и может изменяться в некоторых пределах полуперемежным конденсатором C_1 .

В качестве излучателя ультразвуковых колебаний служит ферритовый стержень от транзисторного приемника. Подмагничивание вибратора осуществляется анодным током выходной лампы. Обмотка возбуждения наматывается на каркасе диаметром 15 мм по длине 120 мм и имеет 600 витков провода ПЭЛ 0,41.

Собственная частота ферритового стержня связана с его длиной соотношением

$$f = \frac{270 \cdot 10^3}{l}$$

где f — частота, гц; l — длина, см.

Выпрямитель должен обеспечивать ток до 100 ма напряжением до 600 в.