

Лабораторная работа №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХЧАСТОТНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МИКРОПЕРЕМЕЩЕНИЙ

1. Цель работы

1. Изучить принцип действия, конструкцию и схемотехнику измерительного преобразователя микроперемещений и приводимых к ним физических величин (давление, механическое усилие и т.п.), использующего пьезорезонансный (кварцевый) чувствительный элемент, возбуждаемый в переменном по величине межэлектродном зазоре на нескольких резонансных частотах.

2. Приобрести навыки в оценке свойств частотных градуировочных характеристик, определении возможности реализации инвариантного к температуре двумерного измерительного преобразователя с частотным сигнальным базисом.

2. Описание лабораторного макета

Конструктивно лабораторный макет выполнен в виде двух модулей: измерительной ячейки и электронного блока.

Конструкция измерительной ячейки (первичного преобразователя) (рис.1) содержит полированный кристаллический элемент 3 диаметром 18 мм и толщиной 0,169 мм, на одной стороне которого нанесен пленочный электрод (неподвижный) 12. Роль подвижного электрода выполняет торец перемещающегося с помощью микрометрической пары штока 2, микрометрической головки 1. Последняя механически и электрически соединена с корпусом 8, внутрь которого вставлен кварцедержатель 7. Кристаллический элемент 3 жестко фиксируется во всех направлениях путем его зажатия между опорным кольцом кварцедержателя 7 и прижимной втулкой 4, гайкой 5. Проводник вывода 13 неподвижного электрода 12 с помощью пайки во избежание обрыва зафиксирован в пустотелой заклепке, установленной в диэлектрической крышке 6 и через отверстие в защитном стекле 10 выпущен наружу. Крышка 6 присоединена с помощью винтов 9 через кварцедержатель 7 к корпусу 8. Корпусной вывод датчика 11 электрически соединен с подвижным электродом. Конструкция обеспечивает самоэкранирование, но требует

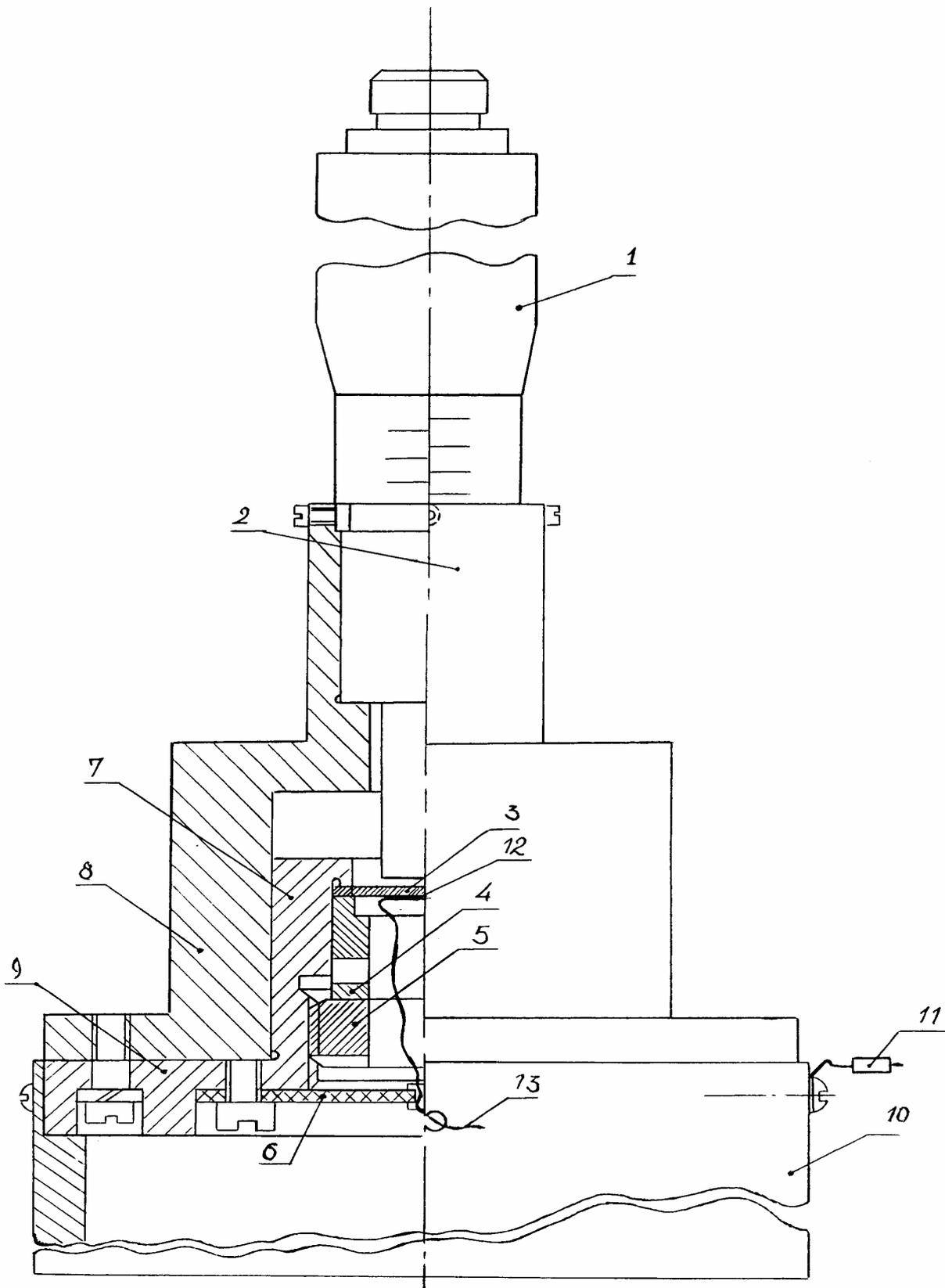
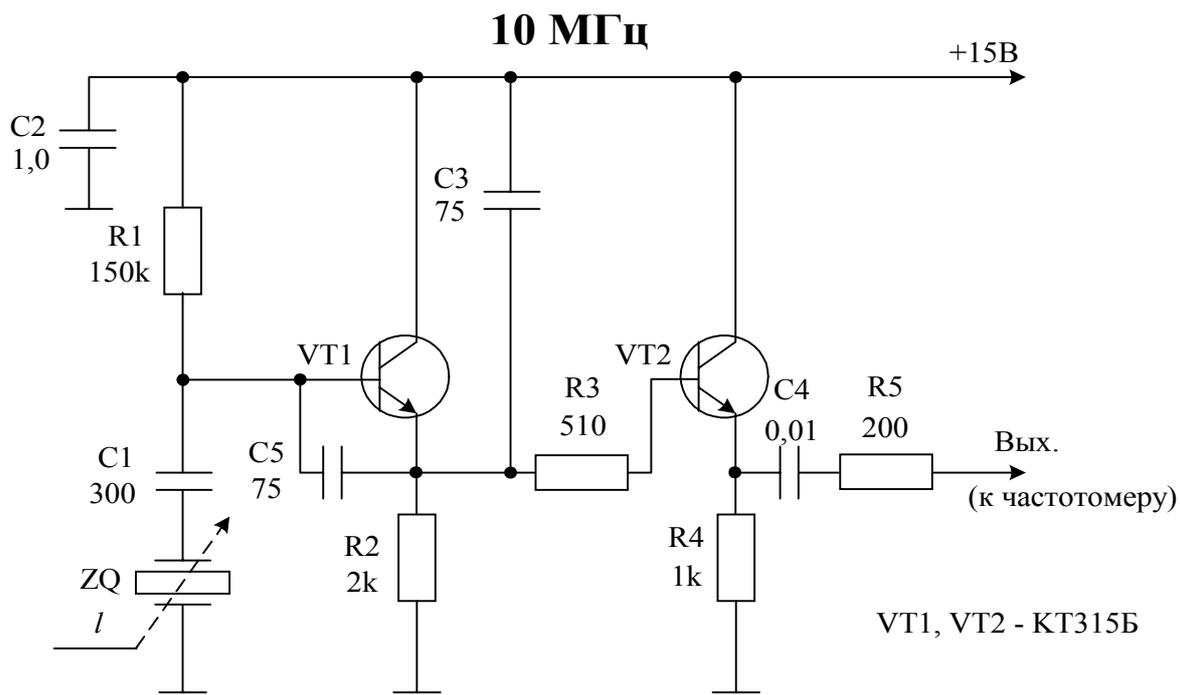
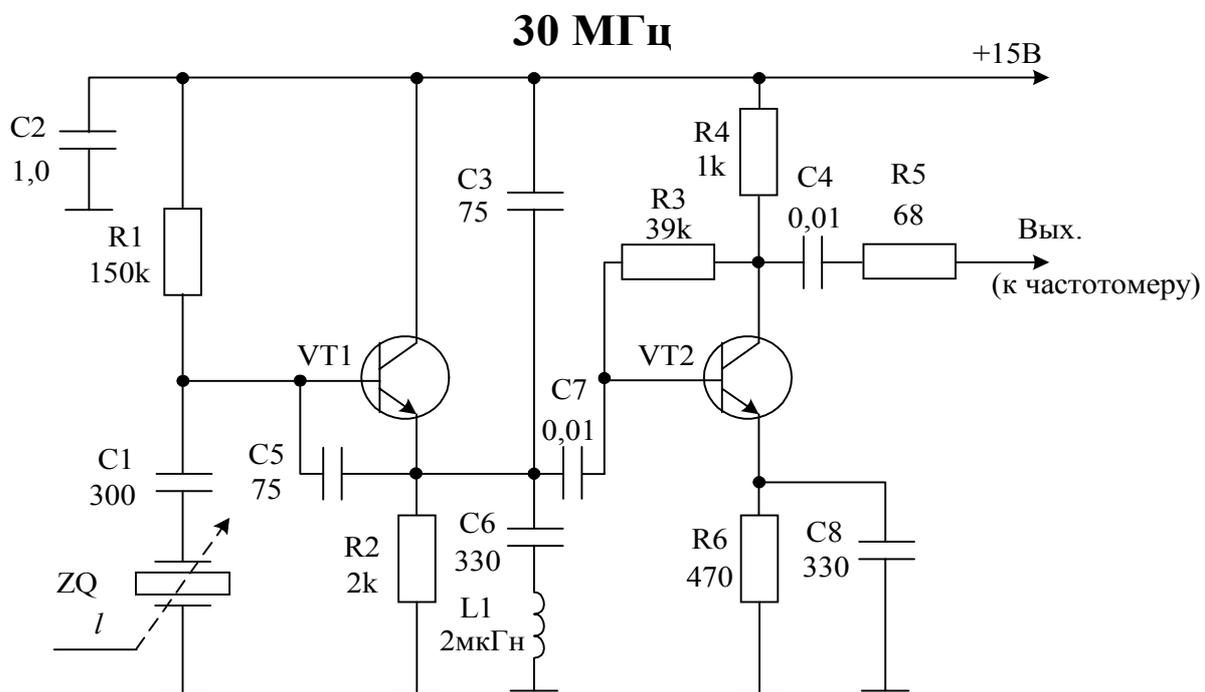


Рис. 1 Конструкция измерительной ячейки



а)



б)

Рис.2

применения такой схемы автогенератора, в которой один электрод кварцевого резонатора ZQ также непосредственно связан с корпусом.

Автогенераторная схема

В установке используются две независимые электронные схемы, одна из которых обеспечивает возбуждение КР на основной частоте кварца (10 МГц), а вторая — на третьей механической гармонике (~30 МГц), причем в силу дисперсии упругих волн в кварце частота третьей электрической гармоники автогенератора, т.е. $10 \times 3 = 30$ (МГц) не совпадает с частотой третьей механической гармоники. Съём градуировочных характеристик на первой и третьей механических гармониках осуществляется поочередным подключением выходных проводников 11 и 13 измерительной ячейки к каждой из пар клемм "□□" каждой из двух автогенераторных схем при фиксированной величине зазора между подвижным электродом и поверхностью кварцевого кристаллического элемента. Обе схемы имеют общее подключение к источнику питания +15В.

Автогенераторные кварцевые преобразователи микроперемещений (рис.2а, б) содержат каждая собственно автогенератор на транзисторе VT1 и эмиттерный повторитель на VT2 в схеме возбуждения основной частоты резонатора 10МГц (рис.2а) или резистивный усилитель на VT2 в схеме возбуждения третьей механической гармоники $f_3 \approx 30$ МГц (рис.2б). Необходимость последнего объясняется в достижении нужной амплитуды сигнала, подаваемого на частотомер. Автогенератор 30МГц в силу высокой частоты ее не обеспечивает.

Оба автогенератора выполнены по схеме Колпитца, емкостной трехточки (емкости C3, C5 и индуктивная реакция кварца ZQ) с обеспечением мягкого режима самовозбуждения заданием смещения на базы VT1 резисторами R1. Конденсаторы C2 — блокировочные. Выходной сигнал автогенераторов снимается с резисторов R2. Для обеспечения возбуждения третьей механической гармоники в автогенераторе 30МГц (рис.2б) и исключения возможности генерации на более активной первой между коллектором и эмиттером VT1 включен последовательный контур L1C6, настроенный на частоту 10МГц, в силу чего коэффициент положительной обратной связи на этой частоте равен нулю.

3. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомится с конструкцией измерительной ячейки, схемами электронного блока.
2. После собеседования, получив разрешение преподавателя на включение лабораторной установки
 - установить по вольтметру блока питания напряжение +15В (проводники питания электронного блока еще не подключать!);
 - подключить выводы измерительной ячейки к автогенератору "10МГц" через клеммы "□", соблюдая соединение корпусного к корпусу и потенциального к потенциальной клемме;
 - выход автогенератора "10МГц" подключить ко входу частотомера, переключатель режима работы поставить в положение 1S;
 - подать питание +15В на электронный блок;
 - осторожно вращая ручку микрометрического винта по часовой стрелке добиться начала генерации, фиксируя его по началу получения отсчетов частоты; наблюдать уменьшение значений частоты. Первый же отсчет, показавший увеличение частоты свидетельствует о механическом контакте подвижного электрода с пьезоэлементом, его прижатии, поэтому необходимо сразу высвободить его, слегка стронув ручку микрометрического винта против часовой стрелки;
 - записать значение частоты, положение лимба микрометра, соответствующее нулевому зазору;
 - переключить выводы измерительной ячейки на клеммы "□" генератора "30МГц", записать значение частоты;
 - отключить питание электронного блока.
3. Включая питание электронного блока, снять характеристики выбега частоты на основной частоте и на третьей механической гармонике.
4. Оценить кратковременную нестабильность частоты измерительного преобразователя. Для этого переключатели режимов частотомеров поставить в положение "10s". Снять 20 последовательных значений по частоте 10МГц. Переключив клеммы электронного блока в положение "30МГц", снять 20 последовательных значений по частоте 30МГц.

Для каждой из гармоник вычислить:

 - среднее значение частоты

$$f_{cp} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} f_i ;$$

- относительную вариацию частоты

$$b_i = \frac{|f_{i+1} - f_i|}{f_{cp}} ;$$

- среднюю относительную вариацию частоты (для оценки разрешающей способности ИП)

$$\delta_{cp} = \frac{1}{19} \sum_{i=1}^{19} b_i .$$

5. Снять градуировочные характеристики "перемещение-частота" на первой и третьей механической гармониках. Для этого, фиксируя 4.. 5 положений подвижного электрода (по лимбу микрометра) при его перемещении вращением ручки против часовой стрелки в каждом из них путем поочередного подключения выводов измерительной ячейки к генератору "10МГц" и "30МГц". Величину перемещения подвижного электрода отсчитывать относительно положения лимба, соответствующего нулевому зазору. Зафиксировать моменты срыва генерации на первой и третьей механической гармониках.

4. Обработка результатов экспериментов и содержание отчета

Используя программу NUMERI:

1. Построить нормированные характеристики выбега обеих частот и оценить время готовности измерителя микроперемещений к работе.
2. Построить нормированные градуировочные характеристики на обеих частотах, проанализировать их.
3. Оценить коэффициенты чувствительности к перемещениям на обеих частотах и разрешающую способность ИП.
4. Оценить условия целесообразности применения двухчастотного возбуждения для достижения инвариантности к температуре преобразователя микроперемещений.