



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3629996/24-10

(22) 29.07.83

(46) 30.01.85. Бюл. № 4

(72) В.Г.Кнорринг, Л.Н.Кнорринг,
В.П.Шумилин, Ю.М.Гусенко и В.И.Лобан

(71) Ленинградский ордена Ленина
политехнический институт им. М.И.Ка-
линина

(53) 531.787(088.8)

(56) 1.Авторское свидетельство СССР
№ 928179, кл. G 01 L 27/00, 1980.

2. Третий Всесоюзный симпозиум
"Динамические измерения". Тезисы
докладов. ВНИИМ им. Д.И.Менделеева,
17-19 марта 1981 г., с. 212-215
(прототип).

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДАВ-
ЛЕНИЯ, содержащее задающий генератор,
соединенный с формирователем меток
времени и через усилитель - с излу-
чателем, размещенным в рабочей ка-
мере с поверяемым и образцовым измери-
тельными преобразователями, два кана-
ла измерения со средствами преобразо-
вания выходных сигналов поверяемого
и образцового измерительных преобра-
зователей, цифровой преобразователь
декартовых координат в полярные, к
выходу которого подключены блок де-
ления, сумматор, и программирующее
устройство, выход которого связан
с задающим генератором, преобразова-
телем декартовых координат в поляр-
ные, блоком деления и сумматором,
отличающееся тем, что,
с целью повышения точности определе-
ния динамических характеристик изме-

рительных преобразователей давления,
в него введены счетчик импульсов с
дешифратором с четырьмя выходами,
подключенный к выходу формирователя
меток времени и связанный с програм-
мирующим устройством, а средства
преобразования выходного сигнала
поверяемого и образцового измеритель-
ных преобразователей давления вы-
полнены в виде четырех двухвыходных
элементов И и двух реверсивных счет-
чиков, причем первые входы всех че-
тырех элементов И, входящие в состав
средства преобразования выходного
сигнала поверяемого преобразователя
давления, подключены к его выходу,
первые входы всех четырех двухвыход-
ных элементов И, входящих в состав
средства преобразования выходного
сигнала образцового преобразовате-
ля давления, подключены к выходу
образцового преобразователя давле-
ния, а вторые входы элементов И
средства преобразования выходного
сигнала поверяемого преобразователя
давления попарно объединены с вто-
рыми входами элементов И средства
преобразования выходного сигнала об-
разцового преобразователя давления,
и каждая пара соединена с одним из
четырех выходов дешифратора счетчика
импульсов, при этом в каждом из
средств преобразования выходного
сигнала выход каждого элемента И со-
единен с одним из входов соответст-
вующего реверсивного счетчика, а ко-
довые выходы счетчиков подключены
к цифровому преобразователю декар-
товых координат в полярные,

Изобретение относится к приборостроению, в частности к устройствам для градуировки измерительных преобразователей давления (ИПД).

Известно устройство для динамической градуировки ИПД, содержащее приводной электродвигатель, кинематически связанный с элементом генерации колебаний, выполненным в виде круглой заслонки с осью вращения, расположенной вдоль ее диаметра и установленной в трубопроводе по диаметру его поперечного сечения [1].

Однако это устройство не обеспечивает высокой точности определения динамических характеристик ИПД.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому эффекту является устройство для градуировки, содержащее задающий генератор, соединенный с формирователем меток времени и через усилитель - с излучателем, размещенным в рабочей камере с поверяемым и образцовым измерительными преобразователями, два канала измерения со средствами преобразования выходных сигналов поверяемого и образцового измерительных преобразователей, цифровой преобразователь декартовых координат в полярные, к выходу которого подключены блок деления, сумматор, и программирующее устройство, выход которого связан с задающим генератором, преобразователем декартовых координат в полярные, блоком деления и сумматором [2].

При испытании и метрологической аттестации ИПД с частотно-импульсным представлением выходной информации (например, струнных датчиков давления) и при наличии образцового ИПД также с частотно-импульсной формой представления информации прототип имеет следующий недостаток. Для преобразования мгновенных значений информативного параметра выходного сигнала аттестуемого датчика (частоты) в цифровую форму в качестве аналого-цифрового преобразователя приходится использовать цифровой периодомер, так как другие методы измерения мгновенной частоты не дают необходимого быстродействия и не обеспечивают синхронности измерения. Последнее снижает точность определения динамических характеристик ИПД, так как измерение периода (при цифровом преобразовании мгновенных значений частотных выходных сигналов аттестуемого и образцового ИПД) может начаться не мгновенно по сигналу с блока синхронизации, а с существенной временной задержкой до прихода очередного импульса выходной частоты того или иного ИПД. Эта временная задержка может изменяться случайным образом в диапазоне от

нуля до одного периода выходных сигналов ИПД и, кроме того, зависит от значений этих сигналов, т.е. от чувствительности аттестуемого и образцового ИПД. Результат цифрового измерения периода получается только в конце следующего периода (второго периода с учетом максимальной задержки в один период), а значение мгновенной частоты, определенное по текущему измеренному периоду, соответствует моменту времени, совпадающему с серединой второго периода. Неопределенность моментов, к которым следует отнести полученные результаты измерения мгновенных частот аттестуемого и образцового ИПД по текущим периодам, зависимость этих моментов от чувствительности того или иного ИПД снижают точность определения динамических характеристик ИПД из-за нарушения синхронности измерений.

Кроме того, поскольку быстродействующие образцовые ИПД имеют аналоговый выходной сигнал, обработку сигналов аттестуемого и образцового ИПД приходится выполнять разными средствами.

То же происходит и при обработке выходных сигналов аналоговых аттестуемого и образцового ИПД, как это производится в прототипе. В этом случае точность определения динамических характеристик существенно снижается из-за значительного апертурного времени (минимального времени преобразования) аналого-цифровых преобразователей, которое также в обоих каналах измерения неопределенно и зависит от значений выходных сигналов ИПД, т.е. от чувствительности аттестуемого и образцового ИПД. Все это затрудняет получение достоверных результатов при определении динамических характеристик ИПД с различной формой представления выходной информации.

Цель изобретения - повышение точности определения динамических характеристик ИПД.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для градуировки измерительных преобразователей давления, содержащее задающий генератор, соединенный с формирователем меток времени и через усилитель - с излучателем, размещенным в рабочей камере с поверяемым и образцовым измерительными преобразователями, два канала измерения со средствами преобразования выходных сигналов поверяемого и образцового измерительных преобразователей, цифровой преобразователь декартовых координат в полярные, к выходу которого подключены блок деления, сумматор, и программирующее устройство, выход которого связан с задающим

генератором, преобразователем декартовых координат в полярные, блоком деления и сумматором, введены счетчик импульсов с дешифратором с четырьмя выходами, подключенный к выходу формирователя меток времени и связан- 5 ный с программирующим устройством, а средства преобразования выходного сигнала поверяемого и образцового измерительных преобразователей давления выполнены в виде четырех двух- 10 входных элементов И и двух реверсивных счетчиков, причем первые входы всех четырех элементов И, входящие в состав средства преобразования выходного сигнала поверяемого пре- 15 образователя давления, подключены к его выходу, первые входы всех четырех двухвходных элементов И, входящих в состав средства преобразования выходного сигнала образцового преобразователя давления, подключе- 20 ны к выходу образцового преобразователя давления, а вторые входы элементов И средства преобразования выходного сигнала поверяемого преобразователя давления попарно объединены с вторыми входами элементов И средства преобразования давления, и каждая пара соединена с одним из 25 четырех выходов дешифратора счетчика импульсов, при этом в каждом из средств преобразования выходного сигнала выход каждого элемента И соединен с одним из входов соответствующего реверсивного счетчика, а кодовые выходы счетчиков подклю- 30 чены к цифровому преобразователю декартовых координат в полярные.

На фиг.1 и 2 дана блок-схема устройства; на фиг.3 и 4 - то же, в случае использования датчиков с аналоговыми выходными сигналами; на 35 фиг.5 - одна из возможных систем весовых функций, реализуемая счетчиком импульсов с дешифратором; а на фиг.6 - процесс накопления данных в соответствии с алгоритмом работы устройства.

Устройство содержит задающий генератор 1, формирователь 2 меток времени внутри периода испытательного сигнала, источник испытательного сигнала 3, например, излучатель 4 с усилителем мощности 5 на входе, размещенный в камере давления 6, аттестуемый ИПД 7, образцовый 40 ИПД 8, программирующее устройство 9, цифровой преобразователь 10 декартовых координат в полярные, блок деления 11, сумматор 12, блоки логического умножения 13,14, счетчик 15 импульсов с дешифратором, формирующий весовые функции, блоки реверсивных счетчиков 16,17, включающие по два реверсивных счетчика, логические элементы И 18-25, реверсивные счетчики импульсов 26-29, преобразо- 45 ватели напряжение-частота 30 и 31.

Устройство для градуировки измерительных преобразователей давления работает следующим образом.

Программирующее устройство 9 устанавливает частоту задающего генератора 1, соответствующую первой точке частотного диапазона, в котором определяется АЧХ и ФЧХ (фиг.1). Задающий генератор 1 синхронизирует формирователь 2 меток времени (вспомогательный генератор или умножитель частоты) и одновременно приводит в действие источник 3 испытательного сигнала, например, с помощью излучателя 4, подключенного к задающему генератору 1 через усилитель мощности 5, создает гармонически изменяющееся давление в камере 6. Воспроизводимое в камере 6 поле давления источника 3 одновременно воздействует на аттестуемый частотный ИПД 7 и образцовый частотный ИПД 8. В отличие от прототипа выходные частотно-импульсные сигналы этих преобразователей в первом и втором канале измерения поступают на блоки логического умножения 13 и 14 (фиг.1), на которые подается одна и та же система весовых функций, формируемая счетчиком импульсов с дешифратором 15. Каждый блок логического умножения состоит из четырех элементов И (фиг.2), блок 13 канала измерения - из элементов И 18-21, а блок 14 канала измерения - из элементов И 22-25, причем первые входы элементов И 18-21 соединены с выходом ИПД 7, 35 первые входы элементов И 22-25 - с выходом ИПД 8, вторые объединенные попарно входы элементов И 18,22 соединены с первым выходом дешифратора счетчика 15 импульсов с дешифратором (сигнал а), вторые входы элементов 19,23 - с вторым выходом дешифратора блока 15 (сигнал б), вторые входы элементов И 20,24 - с третьим выходом дешифратора блока 15 (сигнал с), вторые входы элементов И 24,25 - с четвертым выходом дешифратора блока 15 (сигнал д). 40 Формы и временные сдвиги сигналов а, б, с, д на выходе дешифратора блока 15, а также эквивалентные весовые функции W_1 и W_2 , формируемые с помощью меток времени, показаны на фиг.5.

В процессе накопления данных 45 каждый логический элемент И в блоках логического умножения 13 и 14 пропускает импульсы с выходов ИПД 7 и 8 на соответствующие входы реверсивных счетчиков 26, 27 в блоке 16 канала измерения 28 и 29, в блоке 17 канала измерения в течение тех интервалов времени, когда на втором входе этого элемента действует логическая единица. Расположение этих 50 интервалов по отношению к сигналам

ИПД не меняется в течение всего времени накопления (на какой-либо из частот испытательного сигнала).

В результате каждый из реверсивных счетчиков в течение заданного числа периодов испытательного сигнала накапливает число импульсов, пропорциональное сумме заштрихованных на соответствующей кривой фиг.6 площадей с учетом указанных на каждой заштрихованной площади знаков, т.е. интегралу произведения частоты на весовую функцию.

Если кривые выходной частоты ИПД 7 и 8 содержат, помимо основной гармоники, только те высшие гармоники, которые отсутствуют в весовых функциях, а именно с номерами четными и кратными трем, то число импульсов N_{A1} , N_{B1} , N_{A2} , N_{B2} в реверсивных счетчиках 26-29 в определенном (одном и том же) масштабе соответствуют коэффициентам A_1 , B_1 , A_2 , B_2 разложения кривых выходных частот ИПД 7 и 8 в ряды Фурье.

Поэтому из вычислительных операций прототипа в данном устройстве остается выполнить определение

$$\text{амплитуд } N_{C1} = \sqrt{N_{A1}^2 + N_{B1}^2}, \quad N_{C2} = \sqrt{N_{A2}^2 + N_{B2}^2},$$

$$\text{начальных фаз } \varphi_1 = \arctg \frac{NB_1}{NA_1}, \quad \varphi_2 = \arctg \frac{NB_2}{NA_2},$$

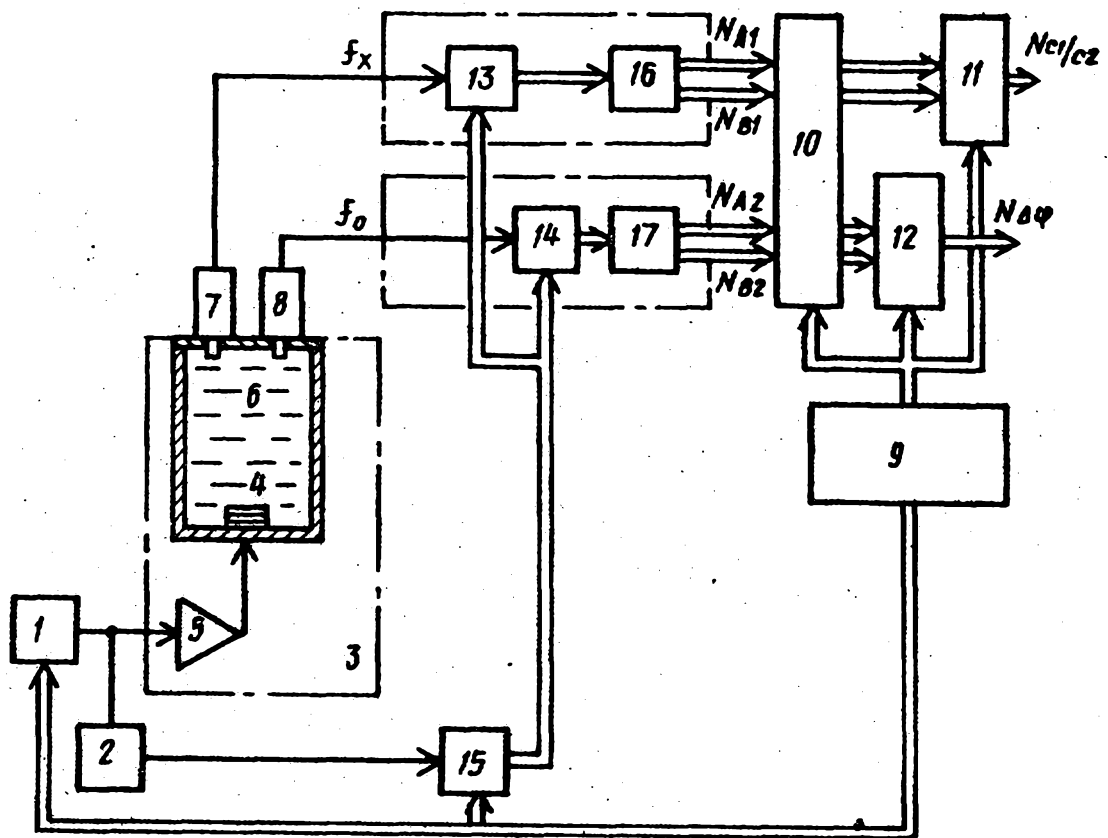
а также вычисление отношения амплитуд N_{C1}/N_{C2} и разности $\varphi_1 - \varphi_2$, которые представляют ординаты искоемых амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик аттестуемого ИПД. Первые операции по определению N_{Cj} и φ_j (где $j=1,2$) соответствуют алгоритму работы преобразователя декартовых координат в полярные 10 и определяются им последовательно во времени под управлением программирующего устройства 9. Ордината АЧХ, равная отношению амплитуд N_{C1}/N_{C2} , определяется цифровым делительным устройством 11, а ордината ФЧХ, равная разности фаз $\varphi_1 - \varphi_2$, вычисляется сумматором 12. Делительное устройство 11 и сумматор 12 управляются программирующим устройством 9. После выполнения перечисленных операций сигналами с выхода программирующего устройства 9 изменяется частота испытательного сигнала задающего генератора 1, и находится следующая точка АЧХ и ФЧХ и т.д. по всем точкам частотного диапазона, в котором определяются данные характеристики.

В случае, когда испытуемый ИПД имеет частотно-импульсную форму представления выходной информации (как,

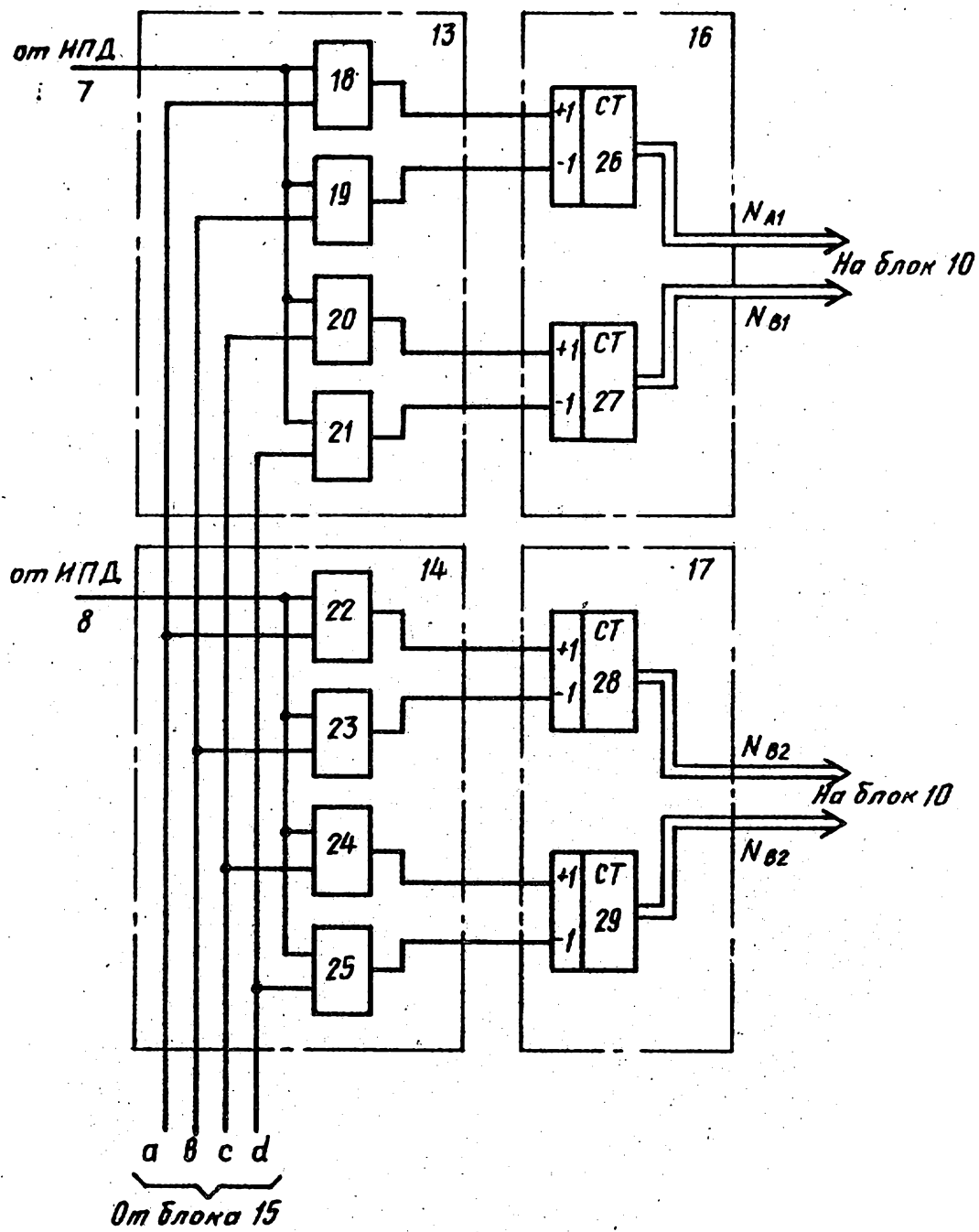
например, струнный датчик давления), а образцовый ИПД имеет непрерывный выходной сигнал (как, например, пьезоэлектрический датчик давления), выходной сигнал аналогового образцового ИПД можно преобразовать в частотно-импульсную форму с помощью дополнительно введенного в устройство быстродействующего (например, интегрирующего) преобразователя напряжение-частота 30 (фиг.3).

В том случае, когда оба ИПД являются аналоговыми, необходимо выполнить преобразование в частотно-импульсную форму выходных сигналов обоих ИПД с помощью преобразователей напряжение-частота 30 и 31 (фиг.4).

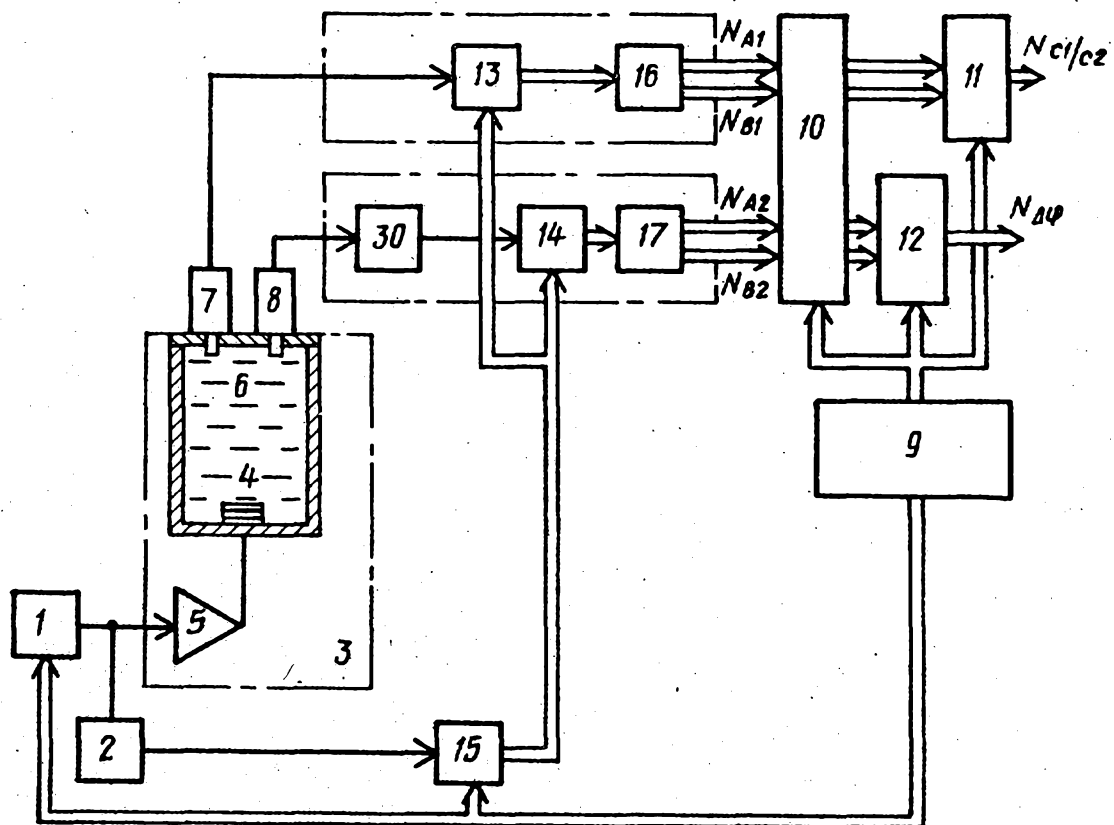
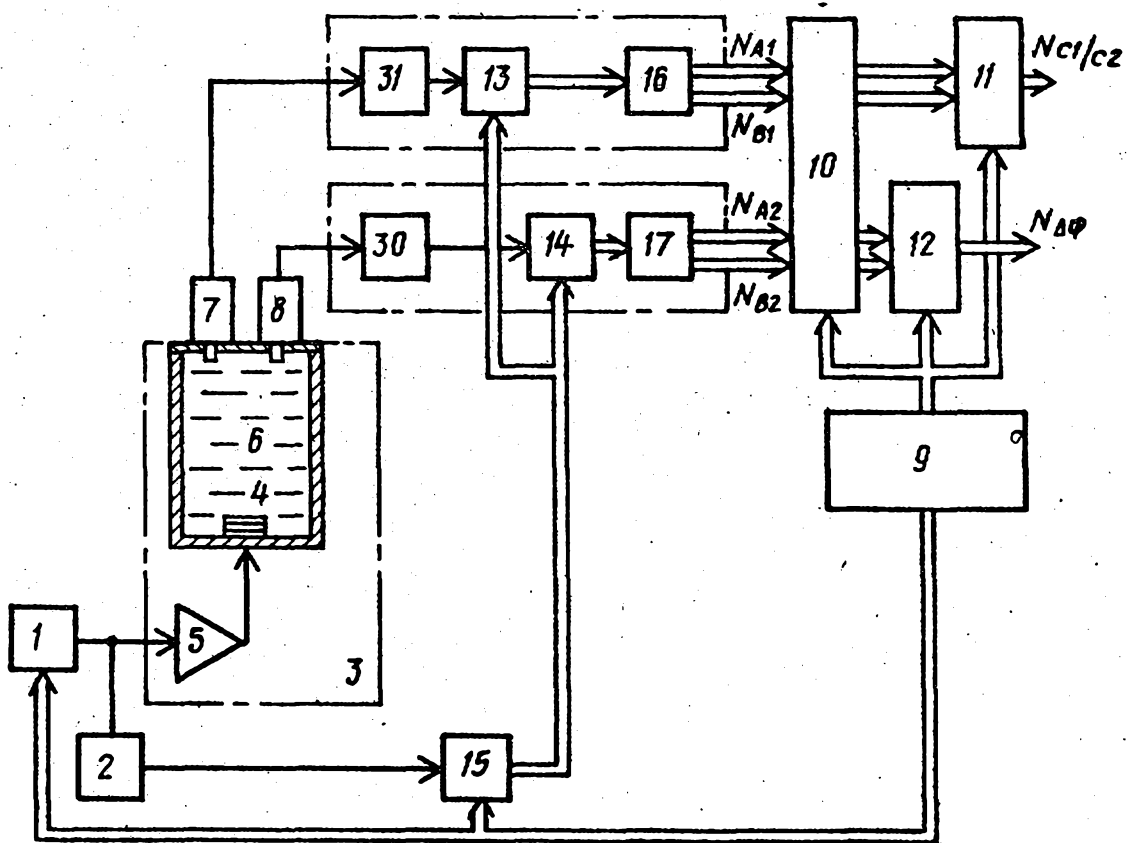
Устройство позволяет существенно повысить точность экспериментального определения динамических характеристик ИПД. Это объясняется тем, что элементы И срабатывают практически мгновенно по сигналам с выходов дешифратора счетчика импульсов, формирующего весовые фракции, в то время как аналого-цифровые преобразователи всегда имеют значительное апертурное время (минимальное время преобразования), которое к тому же зависит от преобразуемого напряжения. Кроме того, в предлагаемом устройстве обрабатывается информация не об отдельных точках на кривых сигналов, как в прототипе, а о площадях, что существенно снижает влияние шумов и помех, в том числе уменьшает влияние случайных возмущений воспроизводимого давления в камере устройства. В предлагаемом устройстве выходные сигналы аттестуемого и образцового ИПД умножаются на одну и ту же систему весовых функций, и при этом не требуется точной фазировки весовых функций по отношению к испытательному сигналу или выходному сигналу испытуемого ИПД, и, таким образом, погрешности формирования весовых функций практически не сказываются на результатах определения динамических характеристик ИПД. Одновременно достигается существенное упрощение устройства. В предлагаемом устройстве по сравнению с прототипом значительно упрощены вычислительные операции (поскольку не требуется производить операции накопления данных и определения коэффициентов рядов Фурье как в прототипе, эти операции в предлагаемом устройстве выполняются без введения специальных узлов), в связи с чем отсутствуют такие узлы как усредняющие и множительные устройства на их входах, а также существенно разгружается память программирующего устройства.

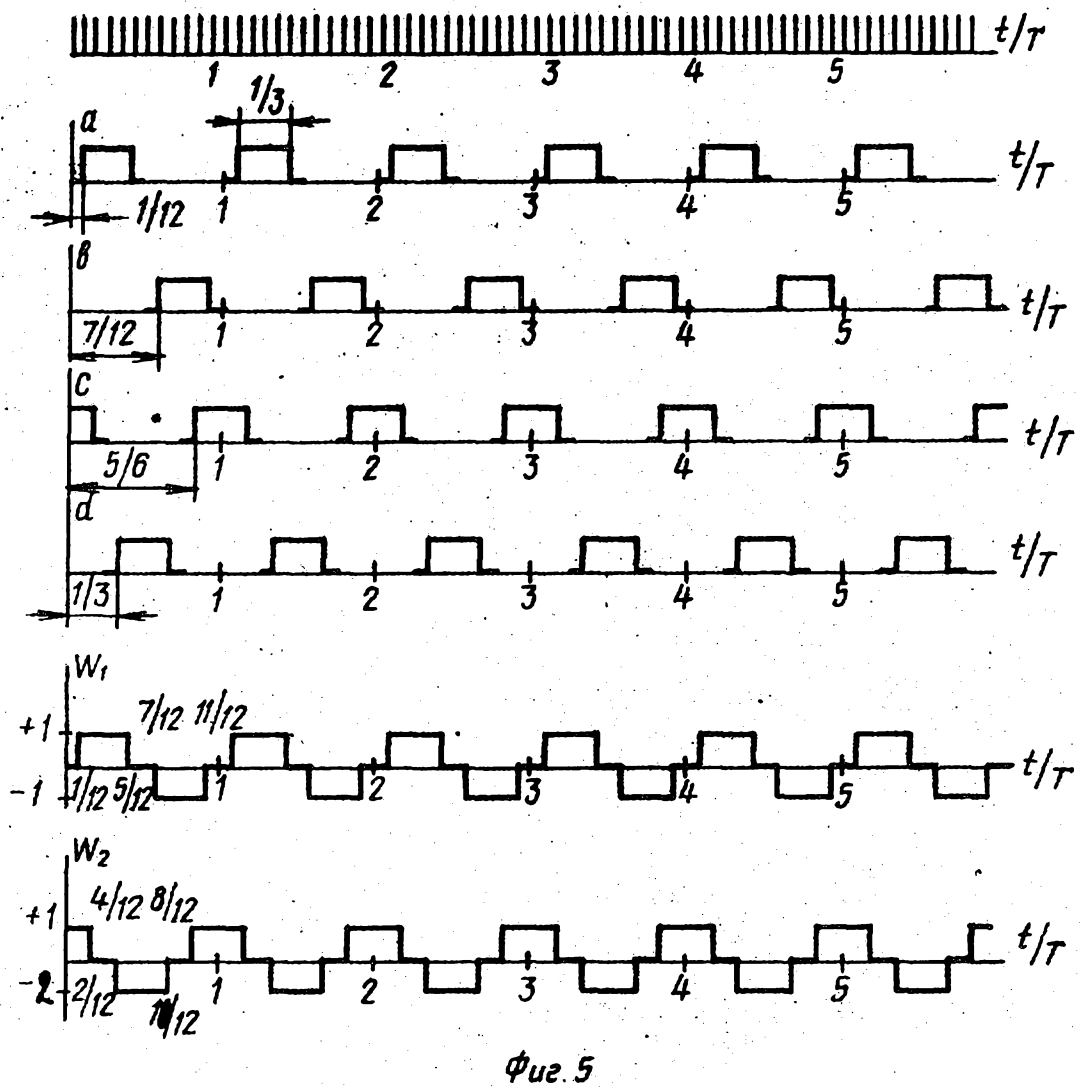


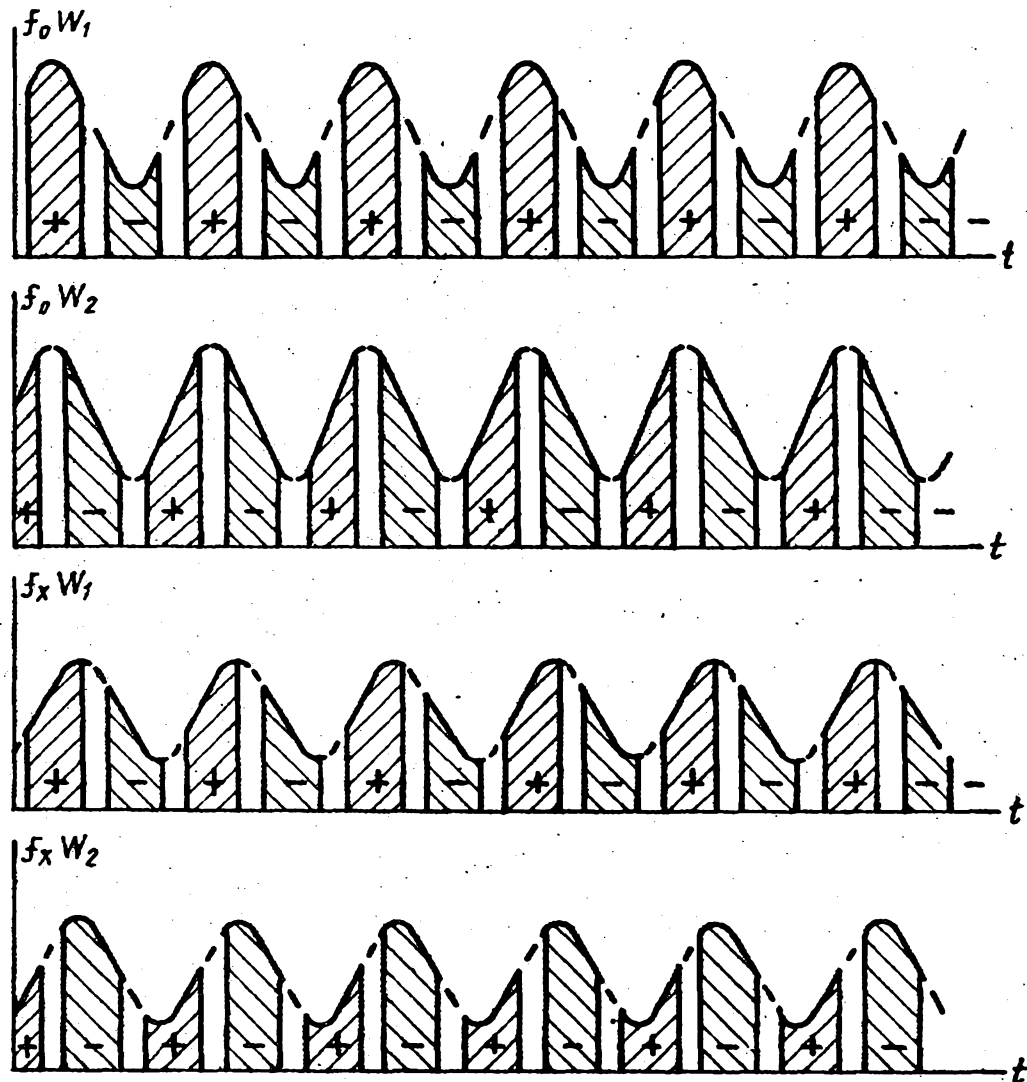
Фиг. 1



Фиг. 2

 $\Phi_{ue.3}$  $\Phi_{ue.4}$





Фиг. 6

Составитель О.Сафонов

Редактор Н.Швыцкая Техред Т.Дубинчак Корректор М.Максимишинец

Заказ 10513/31

Тираж 898

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Филиал ППП "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4