



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1200855 A**

(51) 4 E 21 C 35/24

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

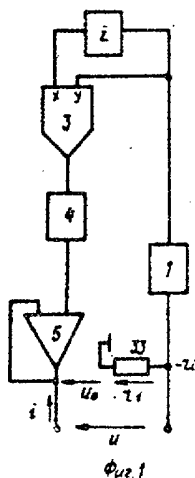
ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 3352199/22-03
(22) 30.09.81
(31) 495549
(32) 01.10.80
(33) ES
(46) 23.12.85. Бюл. № 47
(71) Эмпреса Насьональ Хулперас
дель Норте, С.А. (ХУНОСА) (ES)
(72) Висенте Люк Кабаль, Хосе Мария
Фернандес Кото и Карлос Фернандес
Рамон (ES)
(53) 622.232.72 (088.8)
(56) 1. Автоматизация в угольной
и горнорудной промышленности. М.:
Недра, 1969, вып. 1, с. 41-51.

2. Угольное и горнорудное машино-
строение. М.: НИИинформтяжмаш, 1966,
вып. 1, с. 120-131.

(54)(57) 1. АНАЛОГОВЫЙ ИМИТАТОР ФЛЮ-
ИДНЫХ ЦЕПЕЙ, содержащий базовый эле-
мент в виде стеллажа с переменным
количеством гнезд, в которых уста-
навливают модули с различными функ-
циями в виде управляющего модуля,

вентиляционного модуля, штрекового
модуля и расходного модуля, причем
количество модулей каждого типа за-
висит от имитируемой модели, о т -
л и ч а ю щ и й с я тем, что, с
целью повышения точности имитации
горной выработки, штрековый модуль
выполнен в виде блока усиления, опе-
рационного усилителя, блока умноже-
ния, инвертирующего умножителя, ком-
паратора и резистора, смонтированных
на двухсторонней печатной плате, при-
чем резистор включен между землей и
входом блока усиления, выход которо-
го через операционный усилитель, ра-
ботающий в режиме линейного выпрями-
теля, подключен к первому входу и
непосредственно подключен к второму
входу блока умножения, выход кото-
рого через инвертирующий умножитель
соединен с входом компаратора, при
этом инвертирующий умножитель снаб-
жен переключателем для непрерывной
и ступенчатой фиксации сопротивления.



(19) **SU** (11) **1200855 A**

2. Имитатор по п.1, отличающийся тем, что, с целью повышения точности имитации вентилятора, вентиляционный модуль снабжен сумматором и последовательно соединенными усилителем, инвертором, умножителем, вторым сумматором, компаратором и управляющим блоком, причем вход усилителя соединен с выходом источника напряжения, а выход подключен к входу сумматора, выход которого соединен с вторым входом умножителя.

3. Имитатор по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что вентиляционный модуль дополнительно снабжен вторым компаратором, выход которого соединен с диодом и подключен к входу второго сумматора, и двумя потенциометрами, подключенными к входам сумматоров.

4. Имитатор по п.1, отличающийся тем, что, с целью повышения точности имитации расхода, расходный модуль состоит из двух компараторов, сопротивления обратной связи, усилителя и пары дополнительных транзисторов, подключенных к выходу второго компаратора, причем выход первого компаратора соединен с входом второго компаратора, а выход пары дополнительных транзисторов соединен с входом усилителя, при этом все элементы смонтированы на двухсторонней печатной плате.

5. Имитатор по пп. 1 и 4, отличающийся тем, что расходный модуль имеет установленные на лицевой панели переключатель и прецизионный потенциометр с градуированным диском.

6. Имитатор по п.1, отличающийся тем, что управляющий модуль состоит из двух операционных усилителей, двух переключателей и источника питания, смонтированных на двухсторонней печатной плате, причем источник питания выполнен в виде выпрямителя, двух блоков стабилизации и сглаживающих конденсаторов.

1

Изобретение относится к горной автоматике, а более конкретно к имитации и расчету шахтных вентиляционных сетей и может быть использовано также при имитации и расчете других флюидных цепей.

Известен имитатор флюидных цепей, содержащий универсальный модуль в виде диодного функционального преобразователя, который работает с переменным коэффициентом сопротивления [1].

Недостатком имитатора является то, что с его помощью можно имитировать лишь один участок флюидной цепи.

Известен аналогичный имитатор флюидных цепей, содержащий базовый элемент в виде стеллажа с переменным количеством гнезд, в которых устанавливаются модули с различными функциями в виде управляющего модуля, вентиляционного модуля, штрекового модуля и расходного модуля, причем количество модулей каждого типа зависит от имитируемой модели [2].

2

Недостатком известного устройства является низкая точность имитации горной выработки.

Целью изобретения является повышение точности имитации горной выработки.

Поставленная цель достигается тем, что в аналоговом имитаторе флюидных цепей, содержащем базовый элемент в виде стеллажа с переменным количеством гнезд, в которых устанавливают модули с различными функциями в виде управляющего модуля, причем количество модулей каждого типа зависит от имитируемой модели, штрековый модуль выполнен в виде блока усиления, операционного усилителя, блока умножения, инвертирующего умножителя, коммутатора и резистора, смонтированных на двухсторонней печатной плате, причем резистор включен между землей и входом блока усиления, выход которого через операционный усилитель, работающий в режиме линейного выпрямителя, подключен к первому входу и непосредственно подключен к вто-

рому входу блока умножения, выход которого через инвертирующий умножитель соединен с входом компаратора, при этом инвертирующий умножитель снабжен переключателем для непрерывной и ступенчатой фиксации сопротивления.

Для повышения точности имитации вентилятора вентиляционный модуль снабжен сумматором и последовательно соединенными усилителем, инвертором, умножителем, вторым сумматором, компаратором и управляющим блоком, причем вход усилителя соединен с выходом источника напряжения, а выход подключен к входу сумматора, выход которого соединен с вторым входом умножителя.

Вентиляционный модуль дополнительно снабжен вторым компаратором, выход которого соединен с диодом и подключен к входу второго сумматора, и двумя потенциометрами, подключенными к входам сумматоров.

Для повышения точности имитации расхода расходный модуль состоит из двух компараторов, сопротивления обратной связи, усилителя и пары дополнительных транзисторов, подключенных к выходу второго компаратора, причем выход первого компаратора соединен с входом второго компаратора, а выход пары дополнительных транзисторов соединен с входом усилителя, при этом все элементы смонтированы на двухсторонней печатной плате.

Расходный модуль имеет установленные на лицевой панели переключатель и прецизионный потенциометр с градуированным диском.

Управляющий модуль состоит из двух операционных усилителей, двух переключателей и источника питания, смонтированных на двухсторонней печатной плате, причем источник питания выполнен в виде выпрямителя, двух блоков стабилизации и сглаживающих конденсаторов.

На фиг.1 показана схема штрекового модуля; на фиг.2 - рабочая характеристика штрекового модуля; на фиг.3 - схема штрекового модуля с переключателями; на фиг.4 - рабочие характеристики штрекового модуля; на фиг.5 - рабочие характеристики вентиляторов; на фиг.6 - принципиальная схема вентиляционного модуля; на фиг.7 - подробная схема вентиляцион-

ного модуля; на фиг.8 - блок-схема расходного модуля, на фиг.9 - рабочая характеристика расходного модуля; на фиг.10 - принципиальная схема расходного модуля; на фиг.11 - источник питания расходного модуля; на фиг.12 - схема управляющего модуля; на фиг.13 - схема соединений между соединительными колодками расхода и давления и входом; на фиг.14 - вид лицевой панели одного из вентиляционных модулей; на фиг.15 - рабочая характеристика штрекового модуля; на фиг.16 - рабочая характеристика штрекового модуля в крайних режимах; на фиг.17 - рабочие характеристики вентиляторов.

Устройство содержит блок 1 усиления, операционный усилитель 2, блок 3 умножения, инвертирующий умножитель 4, компаратор 5 (фиг.1), переключатель 6 (фиг.3), усилитель 7, инвертор 8, сумматор 9, умножитель 10, второй сумматор 11, компаратор 12, управляющий блок 13, источник 14 напряжения, второй компаратор 15, диод 16, потенциометры 17 и 18 (фиг.6), усилитель 19 и второй компаратор 20 (фиг.8), пару транзисторов 21, первый компаратор 22 (фиг.10), операционные усилители 23 и 24, первый переключатель 25, второй переключатель 26, выпрямитель 27 (фиг.12), вентиляционные модули 28, штрековые модули 29, управляющий модуль 30, измерительный элемент 31, базовый элемент в виде стеллажа 32 (фиг.14).

На чертеже обозначены также сопротивление 33 (фиг.1), двухпозиционный переключатель 34, установка 35 нуля с кнопкой, потенциометр 36, переключатель 37, сопротивление 38, кнопка 39 потенциометра (фиг.7), сопротивление 40 обратного питания, прецизионный потенциометр 41 (фиг.8), двухпозиционный переключатель 42, цепь 43, кнопка 44, стабилитроны 45 и 46, конденсаторы 47-50 (фиг.10).

Работа имитатора осуществляется следующим образом.

В имитаторе взаимосоответствуют: сила тока (I) и расход (Q), падение напряжения (U) и потеря нагрузки (H).

В аналоговом имитаторе флюидных цепей каждый элемент цепи представлен автономным электронным блоком, называемым модулем, в котором изменение силы тока и падения напряжения осуществляется мгновенно, что обус-

лавливает его основное преимущество перед другими системами: легкость и удобство интерпретации результатов измерения любого колебания цепи.

Для конструирования имитатора использовались обычные аналоговые интегральные схемы и множитель (делитель оригинальной конструкции).

В имитаторе использован базовый элемент, представляющий собой стандартный стеллаж 32 с двенадцатью гнездами. В одном из этих гнезд постоянно находится управляющий модуль 30, который позволяет переводить в единицы измерения значения силы тока и падения напряжения каждого модуля с помощью простого переключателя.

В остальных гнездах можно размещать до трех вентиляционных модулей 28, штрековые модули 29 или модули постоянного расхода (потока).

Основные модули аналогового имитатора следующие: штрековый модуль, вентиляционный модуль, управляющий модуль, расходный модуль.

Максимальные пределы работы имитатора:

максимальная сила тока 20 мА;
максимальное падение напряжения 10 В.

В силу того, что трансформаторы питания каждого модуля независимы от последнего, их первичные обмотки могут быть подключены к напряжению цепи, имеющемуся в месте установки аналогового имитатора. Однако предусмотрено также производство трансформаторов на 220 В.

Аналогия. Максимальная допустимая сила тока 20 мА и максимальное напряжение 10 В даже когда вентиляторы дают несколько повышенное напряжение. Поэтому эти значения расхода и давления будут ограничивать устанавливаемую аналогию.

Расход. Во-первых, необходимо установить максимально возможную величину расхода $Q_{\max}$, в цепях, питаемых непосредственно вентилятором или насосом.

Устанавливается соотношение

$$Q_{\max} = 20 \text{ мА},$$

при этом скалярный коэффициент F_Q для расхода будет

$$F_Q = \frac{Q_{\max} \cdot \text{м}^3/\text{с}}{20 \text{ мА}} = \frac{Q_{\max}}{20} \cdot \frac{(\text{м}^3/\text{с})}{\text{мА}}$$

$$\text{и } Q = F_Q \cdot I \text{ (мА)}.$$

Падение давления. Аналогичным образом, рассчитав максимальное падение давления, которое можно установить на каком-либо участке цепи по величине $\Delta H_{\max}$ устанавливается соотношение

$$\Delta H_{\max} = 10 \text{ В},$$

при этом скалярный коэффициент F_H и для падения давления будет

$$F_H = \frac{\Delta H_{\max} \text{ мм вод.ст.}}{10 \text{ В}} = \frac{H_{\max}}{10} \times \frac{(\text{мм вод.ст.})}{\text{В}}; \quad \Delta H = F_H \cdot U \text{ (В)}.$$

Сопротивление в штреке или на участке цепи. После определения скалярных коэффициентов для расхода и падения давления устанавливается скалярный коэффициент F_K для сопротивления:

$$K = F_K M,$$

после чего становится очевидным, что

$$F_K = \frac{F_H \cdot \frac{\text{мм вод.ст.}}{U}}{F_Q^2 \cdot \frac{(\text{м}^3/\text{с})^2}{\text{мА}}} = \frac{F_H}{F_Q^2} \cdot \frac{\frac{(\text{м}^3/\text{с})^2}{U}}{\frac{(\text{мА})^2}{U}} = 10^3 \cdot \frac{F_H}{F_Q^2} \cdot \frac{M}{U(\text{мА})^2}.$$

Штрековый модуль. В аналоговом имитаторе флюидных цепей штрековый модуль получается из уравнения $H = k \cdot Q^2$ и регулирует режим штрека или участки цепи, электрически связанные уравнением $U = K \cdot I^2$, где U — напряжение, приложенное к модулю В (аналог давления в мм вод.ст.); I — сила тока, мА, проходящего по нему (расход в м³/с), M — коэффициент пропорциональности, выраженный в $U(\text{мА})^2$.

Этот модуль выдает в любой момент не только абсолютные величины расхода и давления, но и направление циркуляции. Это предполагает, что режим штрека или участка цепи отвечает уравнению, наиболее точно отражающему действительное положение $H = KQ \cdot Q$. Следовательно, модуль, имитатор штрека или участка цепи, должен отвечать уравнению

$$U = MI \cdot I.$$

При наличии напряжения U на входе (фиг. 1 и 2) появляется определенная сила тока i (согласно выбранному значению K), которая проходя по сопротивлению 33 обратного питания, вызывает некоторое падение напряжения ($-r \cdot i$) таким образом, что выполняется уравнение $U - U_0 = r \cdot i$. Это напряжение, усиленное блоком 1 усиления, под-
ходит к одному из входов y блока 3 умножения, в то время как на другом входе y остается потенциал массы. До того как сигнал дойдет до входов x , он проходит через операционный усилитель 2, работающий как линейный выпрямитель. Включение этого блока позволяет сигналу переключаться на один из входов x -умножителя в зависимости от знака напряжения U , приложенного к блоку, в то время как на другом входе появляется потенциал массы. Этот выбор входов в умножитель позволяет получить не только квадратичный выход, пропорциональный величине тока, но и указание его знака. Напряжение подводится к блоку 4, действующему как умножитель-инвертор, который позволяет получить линейное изменение коэффициента усиления с помощью внешнего калиброванного потенциометра с диском, градуированным от 0 до 1000 делений. Посредством переключателя обеспечивается выбор этого коэффициента усиления в отношении 10 к 1.

Этот сигнал сравнивается в блоке 5 (фиг.3) с первоначальным сигналом ($-r \cdot i$) и с выходным напряжением указанного блока, позволяя осуществить регулировку i таким образом, чтобы для зафиксированных величин выполнялось уравнение $U = M \cdot (i)$. Если необходимо, чтобы этот модуль мог моделировать различные типы штреков или участков цепей, коэффициент M должен быть как можно более широким, поскольку изменения этого коэффициента представляют изменения аэродинамического сопротивления в штреке. Переключатель 6 позволяет обеспечить изменение коэффициента M в четыре скачка. Каждый скачок изменяет M в 10 раз (фиг.3).

Для нормальной работы блока (фиг.3) установлены максимальные значения для напряжения и силы тока 10 В и 20 мА соответственно. При

этих максимальных значениях и с учетом четырех скачков переключателя 6 и изменения коэффициента усиления от 1 до 10, установленного для блока 4, обеспечивается возможность изменения коэффициента M до 25 В/мА (фиг.4, цифры в кружках означают одно из положений переключателя 6, а стрелки показывают направление изменения M при вращении калиброванного диска в сторону уменьшения). Для обеспечения правильной работы в зоне нуля блок имеет внешнее устройство "Установка нуля", скомбинированное с кнопкой, включающей вход усилителя. Кроме того, для обеспечения надежности показаний вблизи нуля имеется двухпозиционный переключатель 34.1 и 10, расположенный в верхней части лицевой панели. Этот переключатель позволяет модулю множителя работать для выходных напряжений, близких к нулю, на тех же уровнях напряжения, что и с максимальным входным напряжением. Для этого увеличивают коэффициент усиления блока 1 и уменьшают его в блоке 4 в 10 раз, что не меняет общего коэффициента усиления системы, но увеличивает надежность показаний вблизи нуля. Измерение напряжения осуществляется косвенным путем с выхода А.

Выход 1 обеспечивает измерение силы тока, проходящего в блоке, с помощью преобразователя "Напряжение - ток", расположенного в блоке управления.

Все компоненты блока смонтированы на плате с печатной схемой с двух сторон.

Вентиляционный модуль. В вентиляторе давление изменяется с расходом, который существует для определенного давления. На штриховой линии для каждой характеристики (фиг.5) можно видеть также параболы или их участки, которые математически выражаются уравнением

$$y = y_0 + Ax^2 + Bx,$$

где величины x и y соответствуют значениям, взятым из рабочих характеристик указанных вентиляторов.

Учитывая полное совпадение между этими параболами и характеристиками вентиляторов, были спроектированы модули, моделирующие последние таким образом, чтобы они отвечали вышеприведенному математическому уравнению.

Конструкция модуля должна предусматривать возможность применения к любому типу параболы, соответствовать работе любого вентилятора в определенных установленных пределах (фиг.6)

Отправная цепь — это цепь от источника напряжения последовательного включения, в которую включена секция "Расчет" для адаптации напряжения (давление в мм вод.ст.) к выходному току (расход в м³/с). Данная секция представляет собой сопротивление 189,7 $\pm$ 1%, которое вызывает падение напряжения, пропорциональное выходному току. Это напряжение доводится до соответствующего уровня блоком 7 усилителя (максимальный ток 20 мА соответствует напряжению 10 В), с выхода которого через блоки — инвертор 8 и сумматор 9 попадает на входы x и y умножителя.

Это напряжение умножается на коэффициент A , с которым суммируется коэффициент B , оба соответствующие параболе, которую желательно получить, и которые были предварительно рассчитаны вместе с величиной V_0 . Инверторный модуль необходим для установки знака сигнала до его входа в умножитель. Во втором сумматоре 11 соответствующая величина V_0 суммируется с выходным сигналом умножителя 10 и на выходе указанного сумматора получается напряжение, удовлетворяющее уравнению $y = Ax^2 + Bx + V_0$, которое с подстановкой V и I принимает следующий вид $V = AI^2 + BI + V_0$. Это напряжение сравнивается с выходным напряжением блока в компараторе 12 и выдается сигнал ошибки, усиленный на коэффициент усиления в разомкнутой цепи, который регулирует работу управляющего блока 13 (два транзистора, включенные по схеме Дарлингтона).

Подстройка коэффициентов A и B и величины V_0 осуществляется с лицевой панели, позволяя, таким образом, регулировать работу блока в любом желаемом режиме.

Парабола (фиг.5), соответствующая вентиляторам V_4 и V_5 , имеет для данного значения V ниже 12 В два возможных значения силы тока. Для избежания этого двойного математического решения при нормальной работе в блоке имеется второй компаратор 15 (фиг.6), в котором сравнивается сигнал (пропорциональный I) с эта-

лонным напряжением. Когда сила тока падает ниже зафиксированной величины, компаратор переключается на отрицательную зону насыщения. Поскольку выход этого компаратора через диод 16 соединяется с входом второго сумматора 11, он заставляет насыщаться второй сумматор 11 и компаратор 12, обеспечивая, таким образом, при больших величинах тока постоянное выходное напряжение блока, равное 14 В.

Насыщение сигнализируется на лицевой панели загоранием диода. Потенциометры 17, 18 и 36 служат для регулировки значений V_0 , B и A соответственно, имеют по 17 витков, а их ручки выведены на лицевую панель. Переключатель 37 имеет два положения и расположен в верхней части лицевой панели с надписями ОР-А. Для работы в нормальном режиме он должен стоять в положении ОР, а в положении А он отключает защиту и цепь коэффициента B , переключая на массу сопротивление 38 первого сумматора и подготавливая таким образом блок для регулировки и не позволяя никакого суммирования с коэффициентом A . Для проведения этой регулировки выдается эталонный сигнал нажатием кнопки потенциометра 39 на лицевой панели. Это эталонное напряжение имеет такую величину, которая обеспечивает силу тока в блоке, равную 6 мА.

Установлены следующие пределы работы этого блока:

$$\begin{aligned} U_{\max} &= 14 \text{ В} & I_{\max} &= 20 \text{ мА} \\ U_{\max} &= 12 \text{ В} & U_{0 \min} &= 38 \text{ В} \\ A_{\max} &= 0,35 \text{ В/мА} & A_{\min} &= 0,04 \text{ В/мА} \\ B_{\max} &= 3,8 \text{ В/мА} & B_{\min} &= 0,15 \text{ В/мА} \end{aligned}$$

Если необходимо применить блок к какой-либо характеристике, коэффициенты которой выходят за указанные пределы это требует новой конструкции с тем, чтобы не были превышены характеристики некоторых элементов. Как и в модуле (фиг.1) все элементы смонтированы на плитах с двухсторонними печатными схемами. Эта плата с печатной схемой имеет те же размеры и распределение контактов, что и модуль (фиг.1), для обеспечения заменяемости.

Обычно характеристика давления — расход моделируемого вентилятора дается в мм рт.ст. — в м³/с соответст-

венно. Поэтому необходимо, используя уже известные скалярные коэффициенты F_n и F_Q , перевести эти координаты в значения напряжения и силы тока с учетом пределов, установленных для блока, а именно:

$U_{\max} = 10$ В и $I_{\max} = 20$ мА. На этой новой характеристике напряжение, сила тока берутся из кривой (четыре или более точек) с координатами $I_1, U_1, I_2, U_2, \dots, I_n, U_n$ и эти значения подставляются в многочлен $U = U_0 + AI^2 + BI$, представляющий уравнение параболы. Решив это уравнение каким-либо математическим способом, получаем величины U_0, A и B , которые используются для регулировки модуля.

Расходный модуль. В этом модуле сила тока независима от приложенного напряжения. Модуль применяется главным образом в очистных забоях, где по условиям эксплуатации требуется определенный расход воздуха. Модуль, вмонтированный в вентиляционную сеть в соответствующем месте, позволяет задавать желаемый расход с помощью диска на передней панели. На его зажимах создается разность потенциалов, подаваемая цепью для поддержания этого расхода. В случае, если последний не устанавливается в сети, это свидетельствует о том, что вентиляторы не обеспечивают подачу в забой минимального напора, чтобы заставить циркулировать заданный расход. Ток i , проходящий через второй компаратор 20 на массу, создает определенное падение напряжения ($-r_i$) на сопротивлении 40 обратного питания. Это напряжение, пропорциональное силе тока, усиливается в усилителе 19 и сравнивается в компараторе 22 с постоянным напряжением, пропорциональным желаемой силе тока (фиг. 8 и 9). Вследствие этого сила тока поддерживается постоянной и равной

$$i = V_0 / G_n.$$

Из принципиальной схемы расходного модуля (фиг. 10) видно, что на выходе компаратора 20 включены два добавочных транзистора 21 с тем, чтобы позволить установление тока выше 5 мА, который может принять операционный усилитель. Переключатель 42, смонтированный на передней панели, позволяет выбирать в две ступени ($\times 1$ и $\times 10$) максимальные режимы тока, точ-

ная регулировка которого осуществляется с помощью прецизионного потенциометра 41, расположенного также на лицевой панели и приводимого диском, градуированным на 1000 делений так же, как и в модуле М. Аналогично этому модулю с сопротивления обратного питания снимается напряжение, пропорциональное i , которое через выход подается на измерительный элемент для указания расхода. Для измерения приложенного напряжения необходимо включение усилителя 19, выполненного в виде разностного усилителя. Для избежания перегрузки шунта его отрицательный вход соединяется с выходом первого компаратора 22 и поэтому регулировка осуществляется посредством сопротивлений, подключенных к усилителю 19.

Источник питания ± 15 В (фиг. 11) комплектует схему этого модуля. Устанавливается максимальный рабочий ток 20 мА с помощью переключателя 12 в положении $\times 1$ диска, поставленного на максимум (1000 деление). Благодаря большой точности (25%) и линейности потенциометра 41 при приложении переключателя на $\times 1$ каждое деление диска соответствует току 20 мА.

В положении $\times 10$ переключателя 42 чувствительность увеличивается настолько, что 1000 делений диска соответствуют току 2 мА. Таким образом, каждому делению соответствует ток 2 мкА.

Все компоненты модуля (за исключением 42 и 41) смонтированы на плате с двухсторонней печатной схемой таких же размеров и таким же распределением контактов, что и в модуле (фиг. 1), для обеспечения возможности замены в любом положении.

Управляющий модуль. На стандартный стеллаж с разъемами для печатной схемы с гнездами максимум на 12 модулей монтируется серия вентиляционных и штрековых модулей и один управляющий модуль, образующие базовый элемент.

Управляющий модуль (фиг. 12) служит для выбора с помощью переключателя и отвода давления (напряжения и расхода тока) от каждого из модулей и подачи на измерительный элемент, состоящий из двух цифровых устройств панельного типа, размещенных в не-

большом контейнере в верхней части стеллажа.

Основные элементы модуля: 12-позиционный первый переключатель 25, шесть цепей 43, два операционных усилителя 23 и 24, источник 27 напряжения на ± 15 В и разъем для печатной схемы 2-25 контактов с шагом 2,54.

Между выходами 1 и 6 разъема вентиляционных и штрековых модулей существует напряжение, пропорциональное току, проходящему по этим модулям, а между А и С существует напряжение выхода или входа в зависимости от выбранного модуля. В соответствии со схемой проводки эти выходы подаются на основной разъем управляющего модуля и оттуда через три первых секции переключателя 25 - на вход операционных усилителей 23 и 24. Усилитель 23 подгоняет напряжение, пропорциональное силе тока, к входному напряжению, требуемому цифровым индикатором, выбранным для измерения давлений.

Выпрямитель 27 содержит два стабилизатора 45 и 46 и конденсаторы 47-50, обеспечивающие стабилизированное напряжение 15 В для питания усилителей 23 и 24. На стеллаже 32 предусмотрены установка максимума 11 модулей (вентиляционных 28 и штрековых 29) и одного управляющего модуля 30. Если необходимо установить большее количество модулей, то требуется увеличить количество стеллажей. Для избежания дублирования измерительного элемента управляющий модуль имеет два разъема с шестью ножками на задней части стеллажа: ВХОД (СО-2) и ВЫХОД (СО-3). Вход выполнен в форме розетки, а выход - в форме штепселя. Этот разъем служит для следующего: если добавляются несколько стеллажей и требуется получить информацию о расходе и давлении от модуля, размещенного во втором стеллаже, необходимо, чтобы информация, имеющаяся на выходном разъеме управляющего модуля во втором стеллаже, могла дойти до модуля через первый стеллаж. Для этого с помощью соответствующего проводника соединяют выход второго стеллажа с входом первого стеллажа, а выход последнего - с измерительным элементом.

Поставим переключатель 25 (управляющего модуля) второго стеллажа в

выбранное положение измерения, а переключатель 25 управляющего модуля первого стеллажа - в положение 12 или проходное. При этом каждый выход управляющего модуля второго стеллажа соединен с измерительным элементом в следующей последовательности. Выходы 1 и 2, обеспечивающие положение запятой, закорочены с выходом 3 в зависимости от выбранной чувствительности $\times 1$ или $\times 10$ и проходят прямо через входной разъем на выход первого стеллажа и от него - на измерительный элемент. С выхода 3 сигнал поступает на вход 3 первого стеллажа и оттуда через четвертую секцию переключателя 25, поставленного в проходное положение, подается на выход 3 указанного модуля и на измерительный элемент. В такой же последовательности работают выходы 4 и 6, несущие информацию о расходе (силе тока и давлении, напряжении) соответственно. С выхода 5 массы или эталонного уровня сигнал поступает прямо на выход.

Очевидно, что если вместо двух стеллажей используются три или более и требуется произвести измерения в модуле, расположенном в третьем стеллаже, переключатель управляющих модулей первого и второго стеллажей должен стоять в проходном положении, а переключатель третьего стеллажа - в положении, соответствующем модулю, с которого снимаются показания. Кроме того, необходимо соединить вход и выход указанных модулей.

Все компоненты этого модуля смонтированы на двух платах из стеклотекстолита с печатными схемами.

Измерительный элемент. Для показаний расходов и давлений предусмотрены два панельных цифровых индикатора со следующими основными характеристиками: максимальное входное напряжение 2 В (1999), указание полярности и возможности локализации запятой. Все входы осуществляются через разъем 2x15 контактов с шагом 2,51, пронумерованные от 1 до 15 с маркировкой А или В перед цифрой, в зависимости от стороны соединителя. Питание от внешнего источника 5 В.

На лицевой панели шасси 190x80 мм и глубиной 150 мм смонтированы индикаторы, а в задней части - входной разъем как и в управляющих модулях.

Внутри монтируются все элементы источника питания (фиг.13). Вход на 220 В осуществляется через сетевую соединительную колодку, расположенную также в задней части шасси.

Разъем индикатора давления подключается для указания знака приложенного сигнала (мостик между В2 и В6) и десятичной точки в положении 10 (мостик между А4 и А6). Поэтому при максимально возможном напряжении на входе (2 В) индикатор покажет 19,99 В.

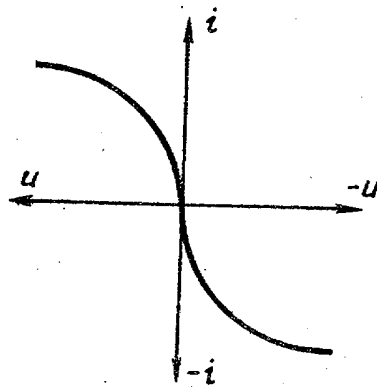
Такая же проводка осуществлена для индикатора расхода за исключением того, что запятая может занимать положение 10^1 или 10^2 , в зависимости от положения переключателя чувствительности управляющего модуля $\times 1$ или $\times 10$. Так, при положении переключателя $\times 1$ замыкается мостик А6-А4 и поэтому при максимальном входе 2В индикатор покажет 19,99 мА. То же происходит в положении $\times 10$, где шунтируются А6 с А3, и индикатор покажет 1,999 мА. На фиг.14 (масштаб 1/2) показан вид лицевой панели одного из базовых элементов, состоящего из двух вентиляционных модулей 28, девяти штрековых

модулей штреков 29, одного управляющего модуля 30 и измерительного элемента 31 в правой верхней части.

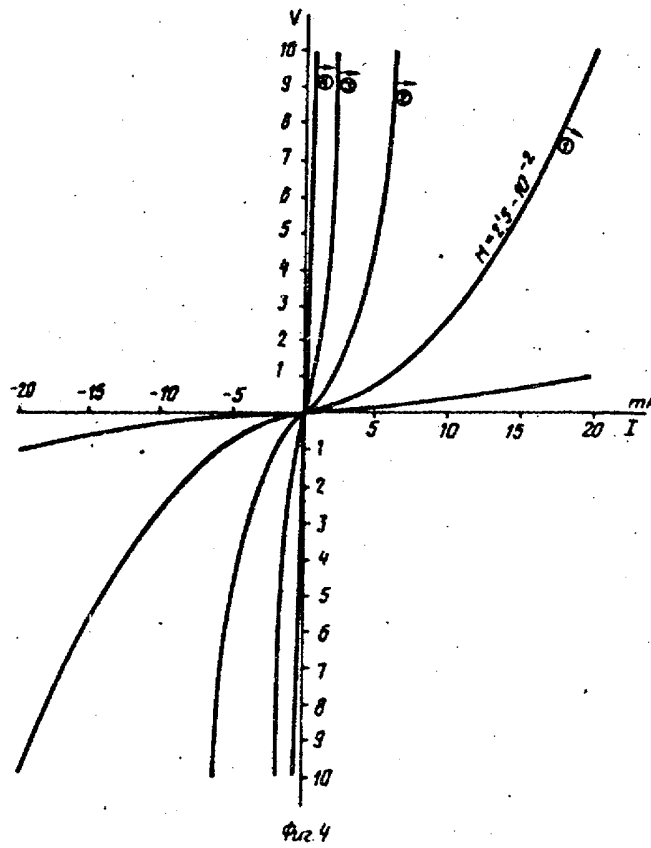
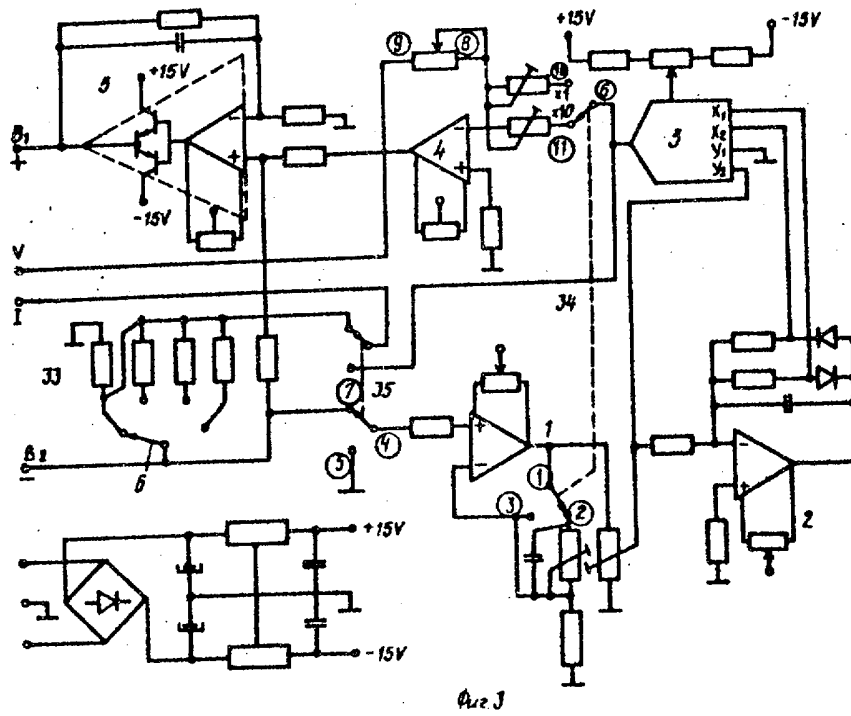
Из всех описанных элементов смонтированы и отрегулированы только один штрековый модуль, один вентиляционный модуль, один расходный и один управляющий модуль (фиг. 15-17).

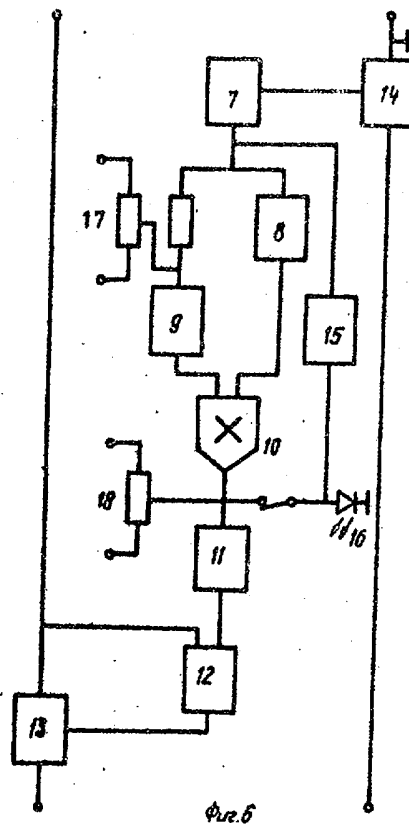
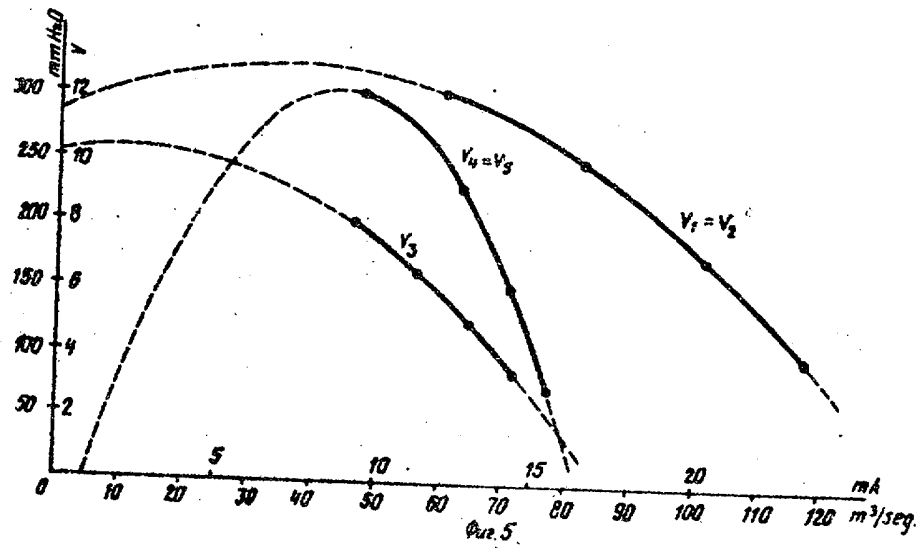
На фиг.15 показана рабочая характеристика в первом и третьем квадратах штрекового модуля; на фиг.16 - эта же характеристика (работа в первом квадрате) при максимальном, промежуточном и минимальном показании диска для каждого из четырех возможных положений переключателя. Характеристики в штриховой линии показывают нахлестку положений 4,3 и 2 при показании 100 диска с положениями 3, 2 и 1 при показании диска 1000.

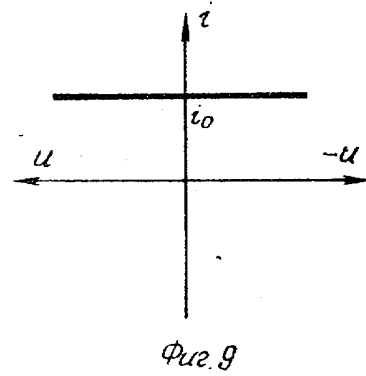
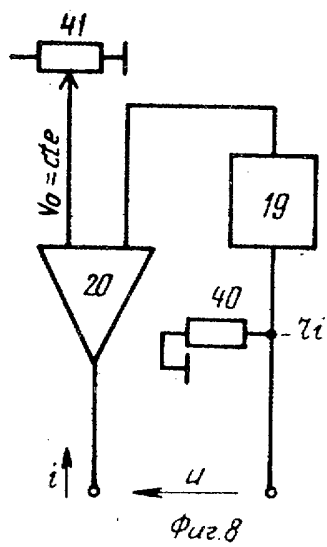
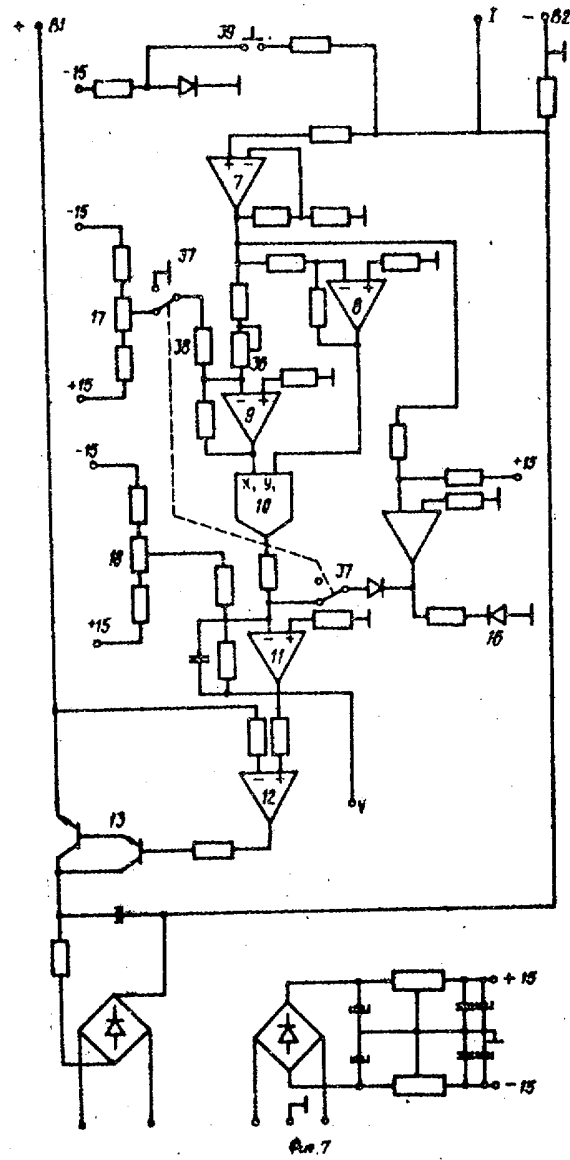
На фиг.17 показана рабочая характеристика каждого из трех вентиляторов, отрегулированная последовательно в вентиляционном модуле. При выходном токе 4,5 мА срабатывает цепь защиты механизмов, доводя выходное напряжение до 14 В.

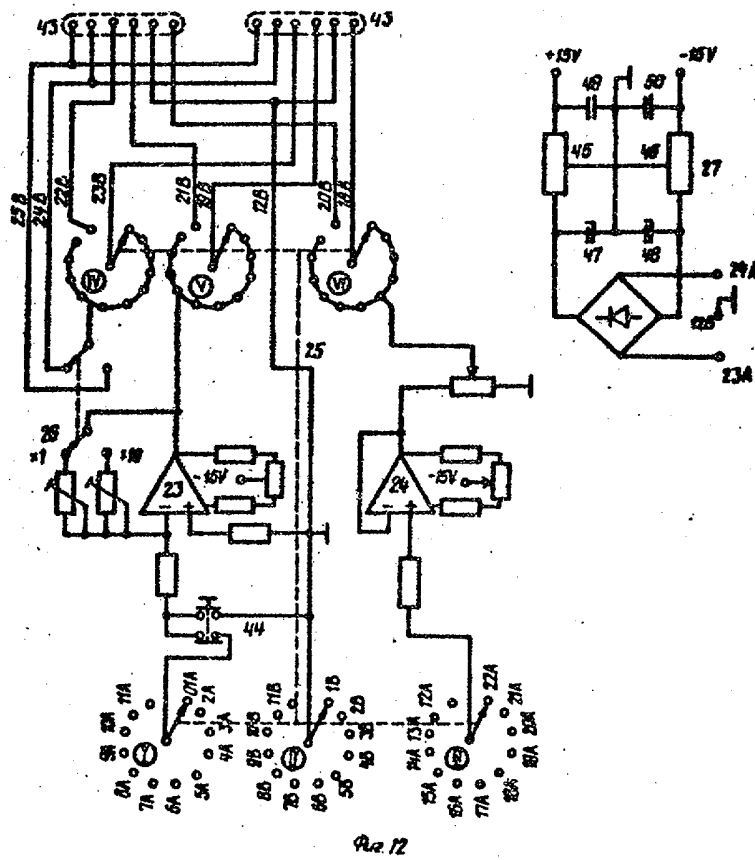
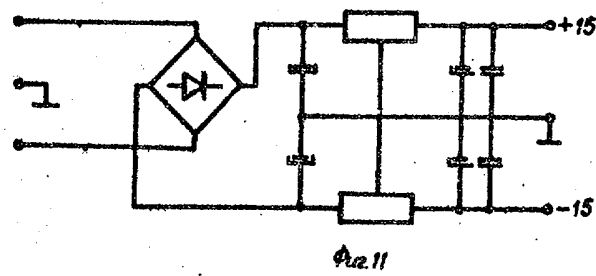
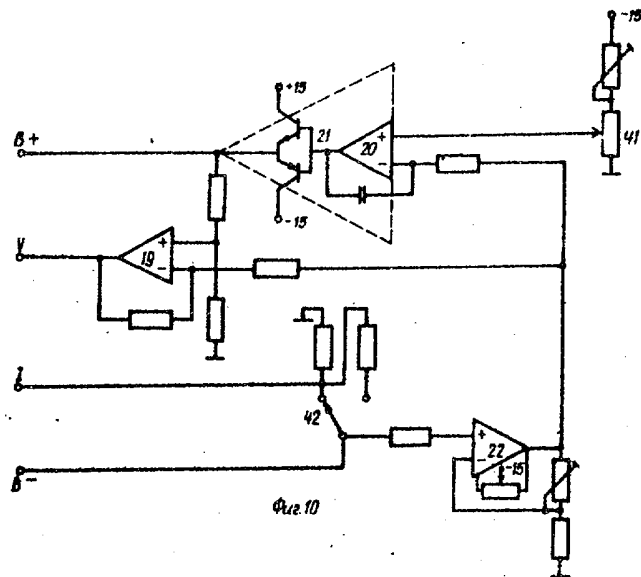


Фиг.2









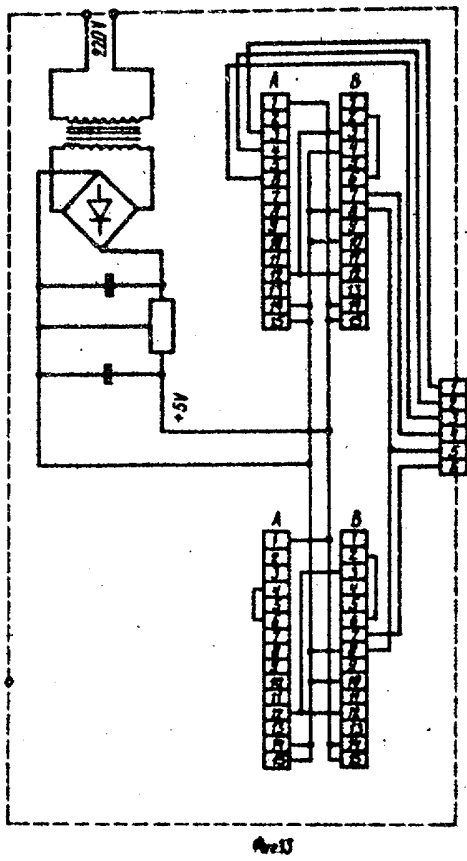


Fig. 13

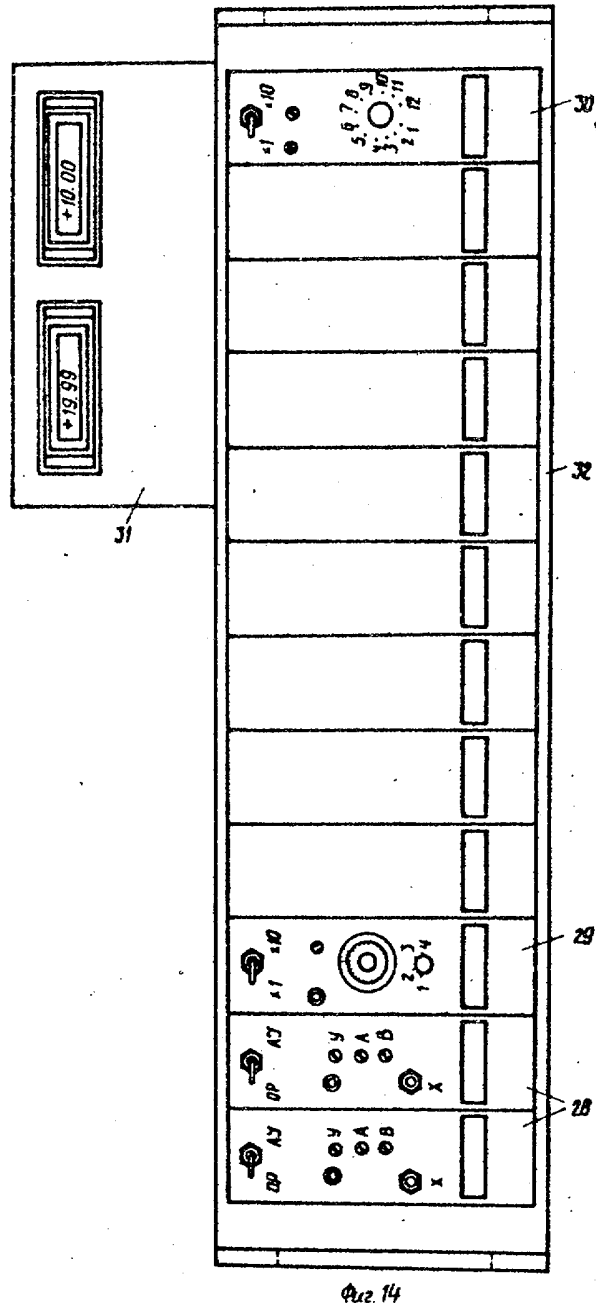
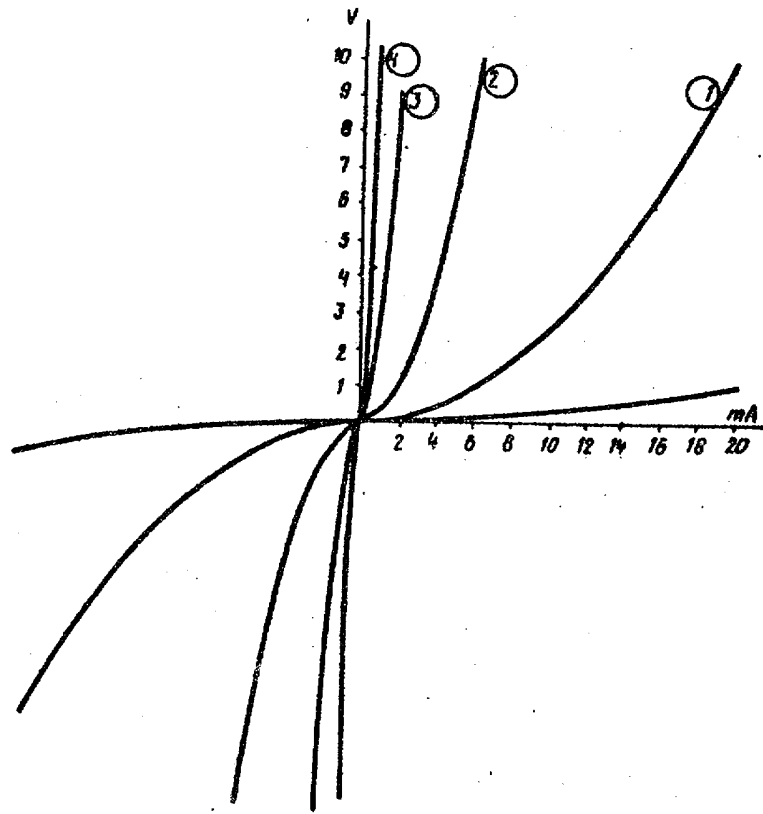
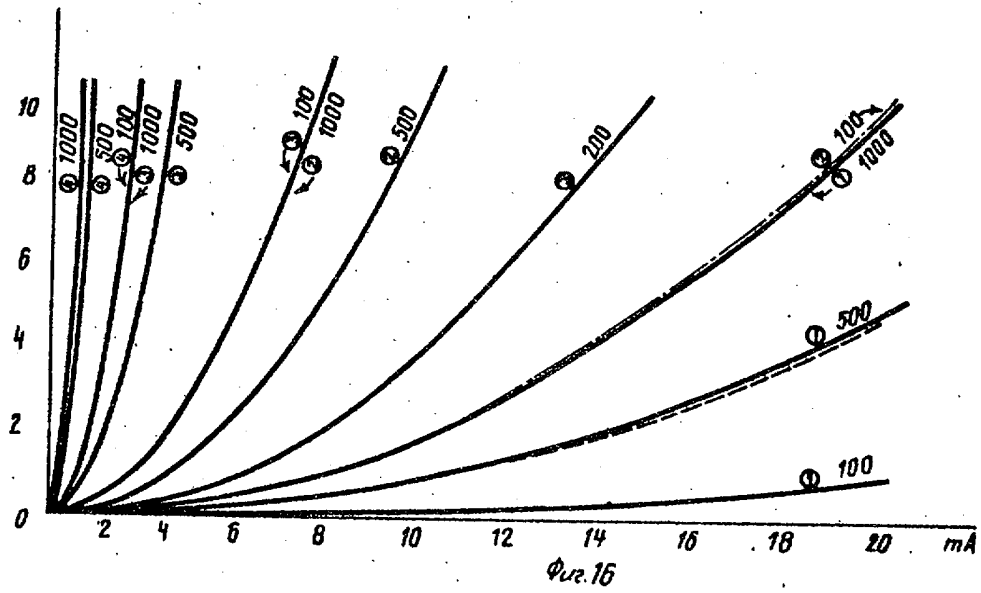
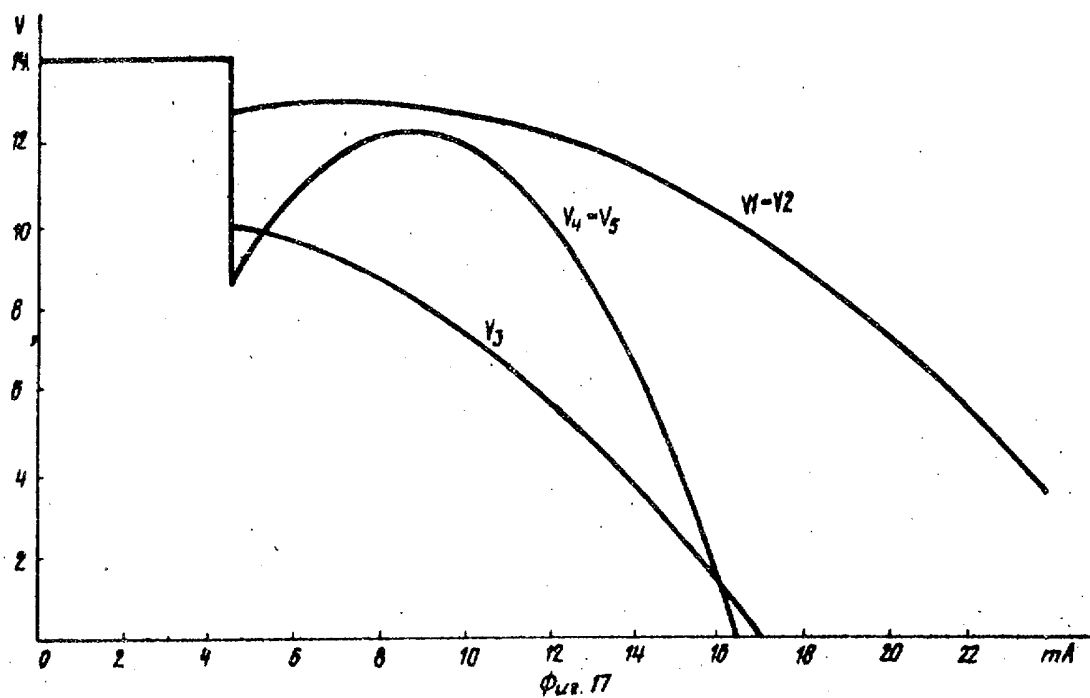


Fig. 14

 ϕ_{15}  ϕ_{16}



Составитель И.Назаркина
 Редактор Н.Пушненко Техред И.Гайдош Корректор С.Шекмар

Заказ 2540 Тираж 481 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4