



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1721225 A1

(51)5 E 21 B 47/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4787646/03

(22) 01.02.90

(46) 23.03.92. Бюл. № 11

(71) Специальное проектно-конструкторское и технологическое бюро по погружному электрооборудованию для бурения скважин и добычи нефти Всесоюзного научно-производственного объединения "Потенциал"

(72) М.Н.Салимон, А.И.Бару и К.В.Шепиль

(53) 622.241 (088.8)

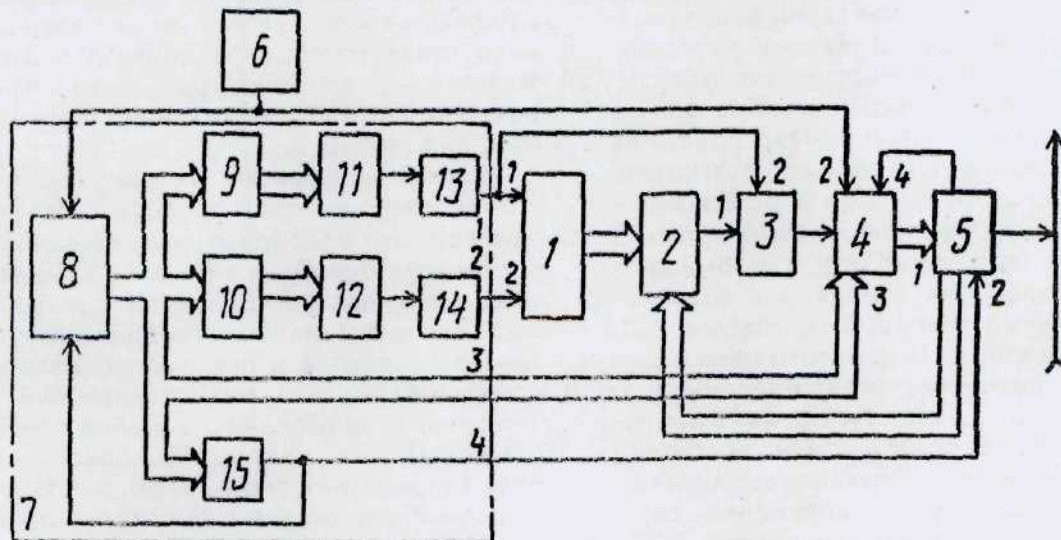
(56) Авторское свидетельство СССР

№ 462019, кл. E 21 B 47/02, 1967.

(54) СКВАЖИННЫЙ ИНКЛИНОМЕТР

(57) Изобретение касается телеизмерений в скважине. Цель - повышение точности измерений. Инклинометр содержит блок 1

датчиков угловых параметров, коммутатор 2, преобразователь фаза-время 3, блок 4 усреднения, формирователь 5 выходного кода, генератор 6, формирователь 7 квадратурных напряжений, содержащий двоичный счетчик 8 по модулю 360, первый 9 и второй 10 элементы памяти ординат напряжений синуса и косинуса, первый 11 и второй 12 цифроаналоговые преобразователи, усилители 13, 14 мощности, образующие цепи формирования квадратурных напряжений соответственно синусного и косинусного, элемент сброса 15. Блок 4 усреднения осуществляет преобразование временного интервала, определяемого фазовым сдвигом выходного напряжения блока 1 датчиков и опорного, с преобразователя фаза-время 3



Фиг. 1



(19) SU (11) 1721225 A1

в параллельный двоичный код с усреднением результата измерения за определенное число измерений параметра в пределах одного канала, определяемого сигналом с первого выхода формирователя 5 выходного кода. Блок 4 усреднения связан по второму входу с генератором 6, используемым одновременно для формирования квадратурных напряжений питания блока 1 датчиков параметров и формирования сигнала синхронизации (сброс) формирователя 5 выходного

кода. Параллельный двоичный код на выходе блока 4 усреднения преобразуется в последовательный двоичный код с модуляцией нулей и единиц кода по длительности с помощью формирователя 5 выходного кода, соединенного с управляющими входами коммутатора 2 для формирования адреса канала измерения. Применение устр-ва позволяет уменьшить погрешность измерения от влияния внешних условий. 1 з.п.ф-лы, 4 ил.

Изобретение относится к телеизмерениям и может быть использовано для постоянного контроля и измерения глубинных параметров скважины в процессе бурения забойными двигателями, а также при теле-

напряжений, а выходы — к информационным входам коммутатора 2. Коммутатор 2 служит для распределения во времени по каналам измерения выходных сигналов блока 1 датчиков. Управляющие входы коммутатора 2 подключены к третьему выходу формирователя 5 выходного кода. Выход коммутатора 2 подключен к первому входу преобразователя 3 фаза-время.

Цель изобретения — повышение точности измерения за счет использования одного генератора как для формирования квадратурных напряжений питания датчика, так и для выполнения преобразования значений измеряемых параметров.

Преобразователь 3 фаза-время преобразует сдвиг фаз выходных напряжений блока 1 датчиков относительно опорного в длительность импульса, начало которого формируется опорным синусоидальным напряжением с первого выхода формирователя квадратурных напряжений подключенного к второму входу преобразователя 3, а конец — выходным сигналом датчика, поступающим в данный момент времени через коммутатор 2, связанный с выходом блока датчиков 1, на первый вход преобразователя 3.

На фиг. 1 представлена функциональная схема скважинного инклинометра; на фиг. 2 — функциональная схема преобразователя фаза-время и блока усреднения; на фиг. 3 — функциональная схема формирователя выходного кода и приемной стороны устройства; на фиг. 4 — временные диаграммы работы скважинного инклинометра.

Блок 4 усреднения, соединенный первым входом с выходом преобразователя 3, осуществляет преобразование временного интервала с преобразователя 3 фаза-время в параллельный двоичный код с усреднением результата измерения текущих значений одного параметра в цикле, определяемом стробирующим сигналом, поступающим на четвертый вход блока 4 усреднения с первого выхода формирователя 5 выходного кода. Блок 4 усреднения также связан по второму и третьему входам с выходом генератора 6 и третьим выходом формирователя 7 квадратурных напряжений соответственно. Параллельный код с выхода блока 4 усреднения поступает на соединенный с ним вход формирователя 5 выходного кода.

Скважинный инклинометр содержит блок 1 датчиков для угловых параметров, коммутатор 2, преобразователь 3 фаза-время, блок 4 усреднения, формирователь 5 выходного кода, генератор 6, преобразователь 7 квадратурных напряжений, содержащий двоичный счетчик 8 по модулю 360, первый 9 и второй 10 элементы памяти для ординат напряжений синуса и косинуса соответственно, первый 11 и второй 12 цифроаналоговые преобразователи, усилители мощности 13 и 14, образующие цепи формирования квадратурных напряжений, соответственно синусного и косинусного.

Формирователь 5 выходного кода связан по второму входу с четвертым синхронизирующим выходом формирователя 7

Блок 1 датчиков преобразует угловые изменения измеряемых параметров в сдвиг фаз выходных напряжений относительно опорного.

Первый и второй входы блока 1 датчиков подключены к первому и второму выходам формирователя 7 квадратурных

квадратурных напряжений, по первому входу с выходом блока 4 усреднения, а вторым выходом через линию связи с дневной поверхностью. Формирователь 5 выходного кода преобразует параллельный код с выхода блока 4 усреднения в последовательный двоичный код с модуляцией нулей и единиц кода по длительности, формирует по третьему выходу, соединенному с управляющими входами коммутатора 2, адрес канала измерения и осуществляет синхронизацию начала времени измерения параметра с переходом опорного напряжения через ноль.

Генератор 6 подключен к входу формирователя 7 квадратурных напряжений и второму входу блока 4 усреднения и служит для формирования питающих датчика блока 1 напряжений цифровым способом и для преобразования значения измеряемого параметра в параллельный двоичный код.

Формирователь 7 квадратурных напряжений своим входом подключен к генератору 6, первым и вторым выходами к блоку 1 датчиков, третьим выходом к управляющим входам блока усреднения, четвертым синхронизирующим выходом к второму входу формирователя 5 выходного кода. Формирователь 7 содержит двоичный счетчик 8 по модулю 360, который формирует своими разрядными выходами развертку оси абсцисс (текущий угол) во времени.

Элемент 15 сброса представляет собой дешифратор кода 360, связан по входам с разрядными выходами счетчика 8, а по выходу — с входом установки счетчика 8 и определяет модуль счета 360.

В элементах 9 и 10 памяти, подключенных так же к разрядным выходам счетчика 8, записаны ординаты напряжений синуса и косинуса.

Выход элемента 9 памяти соединен с входом цифроаналогового преобразователя 11, выход которого подключен к усилителю 13, где формируется кривая синусоидального напряжения при постоянном изменении выходного кода счетчика 8.

В цепи, образованной последовательно соединенными элементом 10 памяти, цифроаналоговым преобразователем 12 и усилителем 14, формируется кривая косинусоидального напряжения при постоянном изменении выходного кода счетчика 8.

Выходы усилителей 13 и 14, обеспечивающих усиление сформированных напряжений, являются первым и вторым выходами формирователя 7 квадратурных напряжений и подключены к входам блока 1 датчиков.

Блок 4 усреднения включает счетчик-накопитель 16 по модулю 360, двоичный счетчик 17 числа n переходов содержимого счетчика 16 через модуль счета 360 за цикл измерения m текущих значений одного параметра, дешифратор 18 I и IV квадрантов, с помощью которого производится определение квадранта, где находится текущее значение измеряемого параметра, триггер 19, управляющий работой коммутатора 20, счетчик 21 числа значений текущего параметра, расположенных в I квадранте.

Блок 4 содержит также сумматор 22 чисел n и k , сумматор-перемножитель 23 с выходным регистром памяти, играющим роль оперативного запоминающего устройства, а также ключ 24.

Выход ключа 24 подключен на счетный вход счетчика 16, разрядно выходы которого соединены с одним из входов сумматора-перемножителя 23, другие входы которого соединены с выходом сумматора 22 и кодом числа 360/ m соответственно. Вход n сумматора 22 соединен с разрядными выходами двоичного счетчика 17, а вход k — с выходами коммутатора 20, информационные входы которого подключены к выходу счетчика 21 числа значений I квадранта, а управляющий вход — к выходу триггера 19, счетный вход счетчика 21 соединен с выходом I квадранта дешифратора 18, выход IV квадранта которого подключен к счетному входу триггера 19.

Выход дешифратора 360 счетчика-накопителя 16 соединен с счетным входом двоичного счетчика 17.

Первый вход ключа 24 является первым входом блока 4 усреднения, второй вход — вторым входом блока, третий вход ключа, соединенный с установочными входами двоичного счетчика-накопителя 16, двоичного счетчика 17, счетчика 21 числа значений I квадранта, триггера 19 и сумматора-перемножителя 23, образует четвертый вход блока 4 усреднения. Третий вход блока 4 образован входной шиной дешифратора 18, а выход — разрядными выходами регистра сумматора-перемножителя 23.

Выполнение математических операций усреднения текущих значений осуществляется с учетом перехода измеряемого параметра через значение полной фазы (360) путем реализации следующего преобразования:

$$A = \left\lfloor \frac{\sum_{i=1}^m A_i \bmod 360}{m} + \frac{360 \cdot b}{m} \right\rfloor \bmod 360 \quad (2)$$

где A — усредненное значение измеряемого параметра;

A_i – текущее значение измеряемого параметра;

m – число текущих значений одного измеряемого параметра в цикле измерения;

b – коэффициент, учитывающий переход измеряемых параметров через значение полной фазы;

$b=n+k$ при колебании в районе точки, соответствующей значению полной фазы, в I и IV квадрантах,

$b=n$ при отсутствии перехода измеряемых параметров через значение полной фазы;

n – число переходов значения $\sum_{i=1}^m A_i \bmod 360$ через значение полной фазы (360°)

k – число текущих значений измеряемого параметра, расположенных в I квадранте.

Преобразователь 3 фаза-время содержит компараторы 25 и 26 опорного и входного сигналов соответственно и триггер 27, причем входы компараторов 25 и 26 являются первым и вторым входами преобразователя, а выход образован прямым выходом триггера 27.

Формирователь 5 выходного кода (фиг.3) содержит коммутатор 28 разрядов, счетчик 29 адреса, счетчик 30 разрядов кода, схему И31, формирователь 32 кадрового импульса, формирователь 33 длительности импульсов, распределитель 34 импульсов, генератор 35 длительностей, генератор 36 заполнения, выходной усилитель 37 и формирователь 38 стробирующего сигнала.

Генератор 35 длительностей соединен с распределителем 34 импульсов, первые выходы которого подключены к формирователю 33 длительности импульсов непосредственно, а второй выход – через формирователь 32 кадрового импульса, второй вход которого подключен к выходу схемы И31, счетному входу счетчика 29 адреса и входу формирователя 38 стробирующего сигнала. Старший разрядный выход счетчика 29 адреса подключен к своему установочному входу, а остальные разрядные выходы к адресным входам коммутатора 28 разрядов кода, другие входы которого подключены к выходам счетчика 30 разрядов кода, своим установочным входом связанным с выходом формирователя 32 кадрового импульса, а счетным входом с входом формирователя 32 кадрового импульса, подключенным к выходу распределителя 34 импульсов. Выход коммутатора 28 соединен с третьим входом формирователя 33 длительности импульсов, четвертый вход которого соединен с генератором 36

заполнения, а выход подключен к входному усилителю 37. Информационные входы коммутатора 28 разрядов образуют первый вход формирователя 5 выходного кода, вход формирователя 38 стробирующего сигнала является вторым входом блока 5, а выход формирователя 38 является первым выходом, выход выходного усилителя 37 образует второй выход формирователя 5, а разрядные выходы счетчика 29 адреса – третий.

Скважинный инклинометр на приемной стороне 39 содержит фильтр 40 для выделения полезного сигнала на линии связи, входной усилитель 41, необходимый для обеспечения нормального функционирования устройства, преобразователь 42 последовательного кода, поступающего по линии связи, в параллельной двоично-десятичный код, коммутатор 43 каналов и блок 44 индикации для отображения значения измеренных параметров на световых табло.

На фиг. 4 представлены временные диаграммы 45 и 46 выходных напряжений формирователя 7 квадратурных напряжений, временная диаграмма 47 синхронизирующих сигналов с элемента сброса 15 формирователя 7 квадратурных напряжений, временные диаграммы 48, 49 и 50 выходных напряжений блока 1 датчиков, временная диаграмма 51 выходного напряжения коммутатора 2, временная диаграмма 52 импульсов на выходе формирователя 3 фаза-время, временная диаграмма 53 импульсов, поступающих с первого выхода формирователя 5, для разрешения начала измерения параметра, синхронизированного с переходом опорного напряжения через ноль.

Скважинный инклинометр работает следующим образом.

На датчики блока 1 подаются питающие напряжения 45 и 46 с формирователя 7 квадратурных напряжений. Принцип действия скважинного инклинометра заключается в измерении фазовых сдвигов выходных напряжений блока 1 датчиков угловых параметров относительно опорного напряжения и преобразования измерений величины в последовательную двоичную кодоимпульсную структуру для передачи в линию связи.

Импульсы с генератора 6 поступают на счетчик 8 формирователя 7 квадратурных напряжений. При изменении состояния выходных разрядов счетчика 8, которые служат адресными сигналами элементов памяти 9 и 10, на их выходных разрядах изменяются ординаты напряжений синуса и косинуса, записанные в элементы памяти 9 и 10 соответственно.

При достижении счетчиком 8 состояния 360 срабатывает элемент 15 сброса и своим сигналом 47 устанавливает счетчик 8 в нулевое состояние, формируя один период питающего напряжения датчиков. Сигнал с выхода элемента 15 сброса совпадает по времени с моментом перехода питающей синусоиды через ноль. Через усилители 13 и 14 сформированные квадратурные напряжения синусоидальной и косинусоидальной формы равной амплитуды поступают на блок 1 датчиков для питания отдельных датчиков угловых параметров (для питания статорных обмоток синус-косинусных вращающихся трансформаторов СКВТ).

Выходные сигналы (48, 49, 50) блока 1 датчиков поступают на коммутатор 2, управляемый адресными сигналами с формирователя 5 выходного кода. Коммутатор 2 последовательно во времени на длительность канала (измерение одного параметра) подключает соответствующие выходы блока 1 датчиков к компаратору 25 преобразователя 3 фаза-время, формируя на его выходе сигнал 51. На компаратор 26 преобразователя 3 подается опорное напряжение, в данном случае синусоидальное. Компараторы 25 и 26 формируют в моменты перехода входных кривых через ноль короткие импульсы, поступающие на установочные входы триггера 27. Таким образом, длительность выходного импульса 52 триггера 27 пропорциональна сдвигу фаз выходного напряжения датчика измеряемого в данный момент параметра и опорного напряжения, причем начало этого импульса совпадает с моментом перехода опорного напряжения через ноль.

Сформированные по длительности импульсы с выхода триггера 27 разрешают прохождение импульсов от генератора 6 через ключ 24 на счетный вход счетчика накопителя 16 блока 4 усреднения при наличии на входе ключа 24 сигнала 53 разрешения измерения (стробирующего сигнала), поступающего с формирователя 38, входящего в формирователь 5 выходного кода. Начало сигнала 53 разрешения измерения синхронизировано с моментом перехода опорного напряжения через ноль, что уменьшает погрешность измерения.

Подсчет количества импульсов генератора 6 счетчиком 16 проводится за m периодов опорного напряжения, причем число импульсов, поступающих на вход счетчика 16 за один период, соответствует мгновенному значению измеряемого параметра. В счетчике 16 происходит накопление числа импульсов по модулю 360. На выходе дешифратора счетчика 16 появляются импуль-

сы в моменты перехода через число 360 насчитываемой в счетчике 16 суммы, которые поступают на счетный вход двоичного счетчика 17 числа переходов n . Двоичный код числа n поступает на вход сумматора 22, на вторые входы которого с коммутатора 20 кодов поступает двоичный код числа k , соответствующий числу текущих значений одного измеряемого параметра из множества m , соответствующих I квадранту.

Число k формируется в счетчике 21 путем подсчета числа импульсов, поступающих на счетный вход счетчика 21 с дешифратора 18 I и IV квадрантов, если измеряемый параметр расположен в I квадранте. При наличии текущих значений измеряемого параметра за весь цикл измерения как в I, так и в IV квадрантах триггер 19 при появлении первого текущего значения измеряемого угла, расположенного в IV квадранте, подключает на весь цикл измерения выход счетчика 21 через коммутатор 20 на вход сумматора 22. При любом другом расположении текущих значений одного измеряемого параметра по квадрантам коммутатор 20 закрыт, что соответствует нулевому значению его выходного кода. Таким образом, на выходе сумматора 22 образуется сумма $(k+n)$ только в случае колебания измеряемого параметра в течение времени измерения вокруг точки перехода полной фазы (360°). Во всех других случаях на выходе коммутатора 20 присутствуют нули и на выход сумматора 22 переходит только число n . Выходной код сумматора 22 поступает на перемножающий вход сумматора-перемножителя 23. На второй перемножающий вход сумматора-перемножителя 23 подается код числа $360/m$. На суммирующие входы сумматора-перемножителя 23 поступают старшие разряды счетчика 16 накопителя,

представляющие код числа $\sum_{i=1}^m A_i \bmod 360/m$.

В результате проведения арифметических операций в соответствии с формулой (1) в выходном регистре сумматора-перемножителя 23 по окончании импульса 53 разрешения измерения присутствует код числа, соответствующего усредненному параметру за m измерений текущего значения одного параметра в цикле с учетом точки перехода через 360° .

Проведение операций усреднения не увеличивает время, необходимое для измерения одного параметра, так как частота напряжения питания датчиков значительно выше частоты передачи информации в линию связи, что позволяет за время передачи

канала измерения одного параметра обработать m его текущих значений. По окончании измерения одного параметра на выходе блока 4 усреднения формируется параллельный двоичный код, пропорциональный измеряемому параметру, который поступает на информационные входы коммутатора 28 разрядов формирователя 5 выходного кода. На адресные входы коммутатора 28 поступает адрес передаваемого в данный момент канала с счетчика 29 адреса.

При изменении выходного кода счетчика 30 разрядов кода, поступающего на управляющие входы коммутатора 28, код адреса и код измеряемого параметра последовательно во времени поразрядно подключаются к выходу коммутатора 28, тем самым преобразуя входной параллельный код в последовательный. С выхода коммутатора 28 последовательная кодовая посылка поступает на формирователь 33 длительности импульсов, где по сигналам с распределителя 34 импульсов и формирователя 32 кадрового импульса модулируется по длительности нулей и единиц в соответствии со структурой выходного кода, т.е. происходит преобразование нулей и единиц последовательного кода в импульсы разной длительности, заполненные высокой частотой от генератора 36 заполнения.

С формирователя 33 длительности импульсов сигнал через выходной усилитель 37 поступает в линию связи.

Формирование последовательного кода измеряемого параметра и кода адреса происходит следующим образом. Импульсы с генератора 35 длительностей поступают на распределитель 34 импульсов. На выходе распределителя 34 появляются импульсы через различное число периодов генератора 35 длительности в зависимости от выбранного соотношения длительностей нулей и единиц выходного кода и длительности паузы между импульсами. Импульсы, соответствующие длительности разряда, поступают на счетный вход счетчика 30 разрядов и на формирователь 32 кадрового импульса, на выходе счетчика 30 при этом происходит формирование кода порядкового номера разряда, который поступает на управляющие входы коммутатора 28 разрядов, определяя последовательность опроса входов коммутатора 28.

По завершению опроса информационных входов коммутатора 28 разрядов через схему И31 на счетный вход счетчика 29 адреса поступает импульс, который меняет состояние счетчика 29 на единицу, тем самым подготавливая опрос результата измерения следующего параметра в канале. Одновре-

менно импульс с И31 поступает на формирователь 32 кадрового импульса, который по сигналу с распределителя 34 импульсов формирует кадровый импульс.

Поступая на формирователь 38 стробирующего сигнала, импульс с И31 разрешает прохождение на вход формирователя 38 импульса сброса с элемента сброса 15 формирователя 7 квадратурных напряжений. Таким образом осуществляется синхронизация разрешения измерения вырабатываемого формирователем 38 стробирующего сигнала с началом опорного напряжения.

Выходной сигнал формирователя 38 разрешает прохождение выходных импульсов преобразователя 3 фаза-время на вход блока 4 усреднения для обработки результатов измерения следующего параметра.

Таким образом производится преобразование информации, поступающей от блока датчиков, и передача ее по линии связи.

На приемной стороне передаваемый сигнал выделяется из линии связи фильтром 40, нормируется усилителем 41, преобразуется в параллельный двоичный код преобразователем 42 и выводится в удобный для отображения информации форме на световые табло блока 44 индикации.

Использование одного генератора для формирования квадратурных напряжений питания датчиков и заполнения импульса, пропорционального сдвигу фаз выходного напряжения датчика и опорного, позволяет резко уменьшить погрешность измерения от влияния внешних условий, так как с изменением частоты генератора меняется и частота питающего датчика напряжения, а отношение длительности импульса, пропорционального сдвигу фаз выходного напряжения датчика и периода питающего напряжения, остается постоянным.

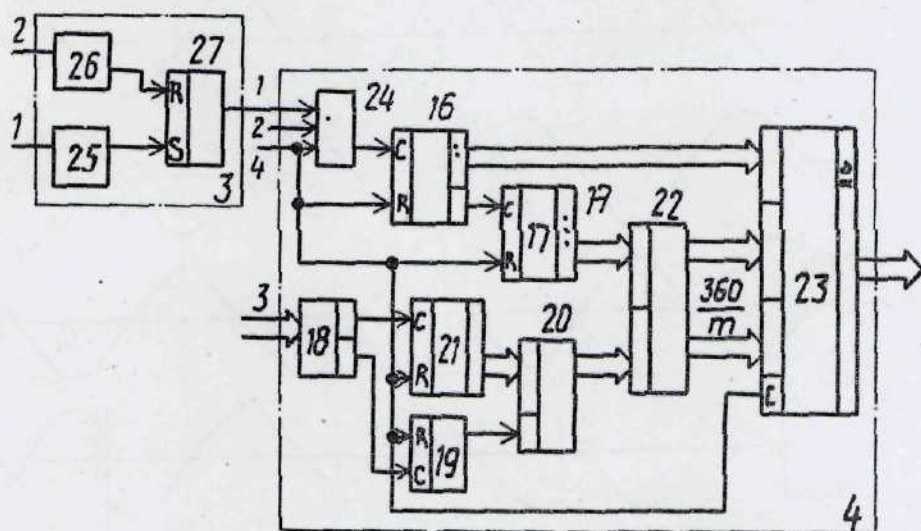
Формула изобретения

1. Скважинный инклинометр, содержащий блок датчиков, коммутатор, преобразователь фаза-время, формирователь выходного кода, генератор и формирователь квадратурных напряжений, причем выход генератора подключен к входу формирователя квадратурных напряжений, первый и второй выходы которого соединены соответственно с первым и вторым входами блока датчиков, а выход коммутатора подключен к первому входу преобразователя фаза-время, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности, он снабжен блоком усреднения, первый, второй, третий и четвертый входы которого соответственно соединены с выходом преобразователя фаза-время, выходом генератора, третьими выходами формирователя квадра-

турных напряжений и первым выходом формирователя выходного кода, первый вход которого подключен к выходу блока усреднения, второй вход соединен с четвертым выходом формирователя квадратурных напряжений, второй и третий выходы соответственно подключены к выходу инклинометра и управляющим входам коммутатора, входы которого соединены с выходами блока датчиков, при этом второй вход преобразователя фаза-время подключен к первому выходу формирователя квадратурных напряжений.

2. Инклинометр по п.1, отличающийся тем, что формирователь квадратурных напряжений выполнен в виде двоичного счетчика, первого и второго элементов памяти.

первого и второго цифроаналоговых преобразователей, первого и второго усилителей мощности и элемента сброса, причем вход установки двоичного счетчика соединен с входом формирователя квадратурных напряжений, вход установки двоичного счетчика подключен к четвертому выходу формирователя квадратурных напряжений и выходу элемента сброса, выход соединен с третьими выходами формирователя квадратурных напряжений, входом элемента сброса и входами первого и второго элементов памяти, выходы которых соответственно подключены через первый и второй цифроаналоговые преобразователи, первый и второй усилители к первому и второму выходам формирователя квадратурных напряжений.



Фиг. 2

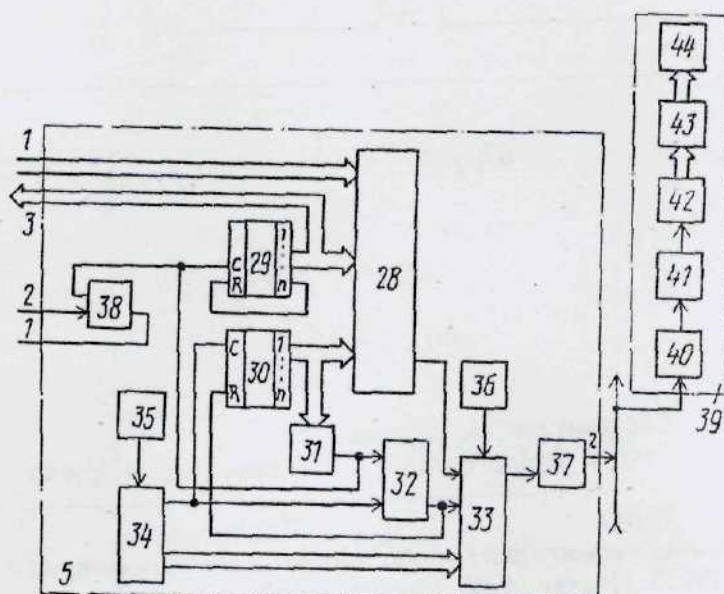
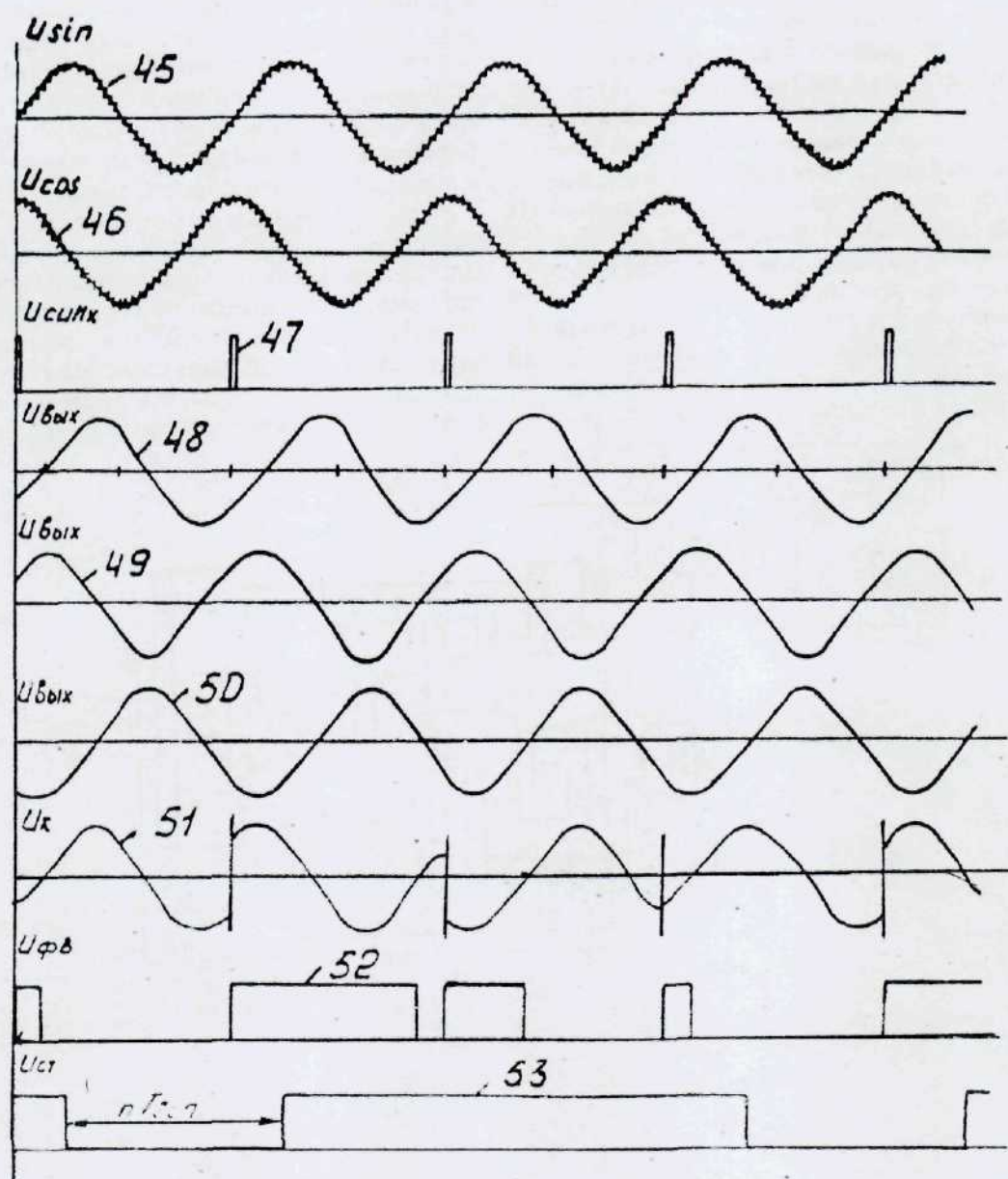


Fig. 3



Фиг. 4

Редактор М. Янкович

Составитель К. Шепиль
Техред М. Моргентал

Корректор И. Муска

Заказ 935

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101