



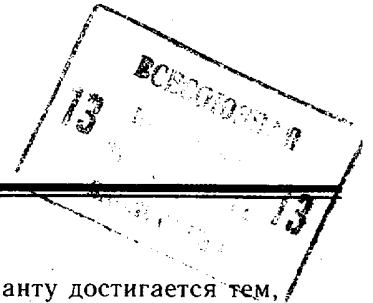
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1229733** **A1**

(51) 4 G 05 D 11/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3768372/24-24

(22) 10.07.84

(46) 07.05.86. Бюл. № 17

(71) Научно-исследовательский институт автоматизации производственных процессов в промышленности

(72) Ю. И. Карпов, Р. А. Тевзадзе, А. Е. Пасс, А. М. Веретенник, А. М. Махарадзе и И. П. Мурадели

(53) 62-50 (088.8)

(56) Система контроля над сливом нефтесодержащих вод с танкеров ОТМ—17Х. Проспект фирмы Babcock Bristol Ltd, 1982, № 328871.

Проспект Salwico Oil Content Monitor фирмы Salin und Wicander, Швеция, 1982.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАД СЛИВОМ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД С ТАНКЕРОВ (ЕГО ВАРИАНТЫ)

(57) Изобретение относится к области охраны окружающей среды, конкретнее к проблемам предотвращения загрязнения моря нефтью с танкеров и приравненных к ним нефтеналивных судов в процессе перевозок нефти. Целью изобретения является повышение точности устройства за счет компенсации времени срабатывания устройства. Цель изобре-

тения по первому варианту достигается тем, что в устройство, содержащее пробоотборник, расположенный на сливном трубопроводе, пробоотборный трубопровод с расположенными на нем пробоотборным клапаном и насосом, датчик концентрации нефтеводной смеси, установленный на выходе пробоотборного трубопровода, блок контроля предельных значений нефтесодержания и блок управления пробоотборным клапаном и сливными клапанами, расположенными на сливном трубопроводе, введены первый пороговый блок, интегратор, блок памяти, сумматор, делитель, квадратор, первый блок умножения, блок выбора максимума, задатчик, второй блок умножения, блок вычитания и второй пороговый блок. По второму варианту цель достигается тем, что в устройство введены первый пороговый блок, интегратор, первый блок памяти, первый сумматор, делитель, квадратор, первый блок умножения, второй сумматор, блок выбора максимума, задатчик, второй блок умножения, первый блок вычитания, фильтр, второй блок вычитания, второй пороговый блок, второй блок памяти, третий блок вычитания и третий пороговый блок. 2 с.п.ф-лы, 4 ил.

(19) **SU** (11) **1229733** **A1**

Изобретение относится к охране окружающей среды, конкретнее к проблеме предотвращения загрязнения моря нефтью с танкеров и приравненных к ним нефтеналивных судов в процессе перевозок нефти.

Нефтеналивные и приравненные к ним суда с целью уменьшения загрязнения моря нефтью, содержащейся в сливаемых балластных и промывочных водах, оборудуются системами автоматического контроля над сливом таких вод. Слив нефтесодержащих балластных и промывочных вод должен автоматически прекращаться как только контролируемые параметры нефтесодержания, вычисляемые с учетом концентрации нефти в сливаемой воде, превысят установленные ИМО пределы, при этом остатки нефтесодержащих вод направляются в отстойные танки.

Цель изобретения — повышение точности устройства за счет компенсации времени срабатывания устройства.

На фиг. 1 представлена блок-схема устройства по первому варианту; на фиг. 2 — то же, по второму варианту; на фиг. 3 — функциональная схема блока контроля предельных значений нефтесодержания; на фиг. 4 — функциональная схема блока управления пробоотборным и сливными клапанами.

Устройство для контроля над сливом нефтесодержащих вод с танкеров по первому варианту (фиг. 1) содержит пробоотборник 1 и сливные клапаны 2 и 3, установленные на сливном трубопроводе, пробоотборный клапан 4 и пробоотборный насос 5, установленные на пробоотборном трубопроводе, датчик 6 концентрации нефтеводяной смеси, пороговые блоки 7 и 8, интегратор 9, задатчик 10 корректирующей уставки, блок 11 памяти, блоки 12 и 13 умножения, сумматор 14, блок 15 вычитания, делитель 16, квадратор 17, блок 18 выбора максимума, блок 19 контроля предельных значений нефтесодержания и блок 20 управления пробоотборным и сливными клапанами.

Устройство для контроля над сливом нефтесодержащих вод с танкеров по второму варианту (см. фиг. 2) содержит пробоотборник 1 и сливные клапаны 2 и 3, установленные на сливном трубопроводе, пробоотборный клапан 4 и пробоотборный насос 5, установленные на пробоотборном трубопроводе, датчик 6 концентрации нефтеводяной смеси, пороговые блоки 7—9, интегратор 10, задатчик 11 корректирующей установки, блоки 12 и 13 памяти, блоки 14 и 15 умножения, сумматоры 16 и 17, блоки 18—20 вычитания, делитель 21, квадратор 22, блок 23 выбора максимума, блок 24 контроля предельных значений нефтесодержания, блок 25 управления пробоотборным и сливными клапанами и фильтр 26.

Слив нефтесодержащих балластных и промывочных вод (НСВ) с танкеров разрешен только в том случае, когда мгновенная интенсивность слива нефти не превышает 60 л на милю пройденного пути, а общее ко-

личество слитой за балластный рейс нефти не превышает предела  $K$ , определяемого по количеству перевезенного в предыдущем рейсе груза, из которого образуется сливаемый остаток, с учетом года постройки танкера и сроком оборудования его системой контроля нефтесодержания.

Текущие значения мгновенной интенсивности слива нефти  $E$  и количества слитой нефти рассчитываются по формулам

$$E = \frac{C \cdot Q}{V};$$

$$S = \int_0^{T_c} C \cdot Q \cdot dt,$$

где  $C$  — концентрация нефти в сливаемых НСВ;

$Q$  — расход сливаемых НСВ;

$V$  — скорость судна;

$T_c$  — время, в течение которого производится контролируемый слив НСВ.

Блок контроля предельных значений нефтесодержания в составе предлагаемого устройства предназначен для автоматического вычисления контролируемых параметров нефтесодержания — мгновенной интенсивности слива  $E$  и общего количества слитой нефти  $S$ , и выработки сигнала на прекращение слива НСВ за борт в случае превышения этими параметрами установленных пределов. Блок контроля состоит из блока 27 умножения, интегратора 28, делителя 29, пороговых блоков 30 и 31 и элемента ИЛИ 32 (фиг. 3).

Блок управления пробоотборным и сливными клапанами состоит из гидрораспределителя 33, гидроцилиндров 34 и 35, пневмораспределителя 36 и пневмоцилиндра 37 (фиг. 4). К гидрораспределителю подключены напорная масляная магистраль и выход блока контроля. Гидрораспределитель соединен гидравлическими магистралями с гидроцилиндрами 34 и 35, штоки которых механически связаны с затворами сливных клапанов 2 и 3. К пневмораспределителю подключены пневмомагистраль и выход блока контроля. Пневмораспределитель соединен пневмомагистралью с пневмоцилиндром, шток которого механически связан с затвором пробоотборного клапана 4.

Устройство по первому варианту работает следующим образом.

При проведении слива по сливному трубопроводу проба нефтесодержащей воды через пробоотборник 1, пробоотборный клапан 4 и пробоотборный трубопровод подается пробоотборным насосом 5 на вход датчика 6 концентрации. В течение большей части времени слива концентрация нефти в сливаемой воде постоянна и имеет малое значение, поэтому влияние времени срабатывания устройства на точность измерения незначительно. Интегратор 9 в этот период не запущен и сигнал нулевого уровня с его выхода

через блоки 11, 14, 15, 16 17 и 12 подается на один вход блока 18 выбора максимума. Поскольку на другой вход блока 18 поступает отличный от нуля сигнал о концентрации от датчика 6 концентрации, этот сигнал через блок 18 поступает на вход блока 19 контроля предельных значений нефтесодержания. Содержание нефти в сливаемых водах в этот период незначительно, поэтому сливной клапан 3 открыт, а 2 закрыт, т. е. слив нефтесодержащих вод производится в море.

В заключительный период слива концентрация быстро возрастает, при этом разница между значением концентрации в сливном трубопроводе и сигналом о концентрации на выходе датчика концентрации зависит от скорости изменения концентрации и инерционности датчика и пробоотборного оборудования. Процесс изменения концентрации нефти  $C(t)$  в конечный период слива можно представить соотношением:

$$C(t) = \frac{a}{(t_k - t)^2}, \quad (1)$$

где  $a$  — параметр, характеризующий скорость нарастания концентрации (чем  $a$  больше, тем плавнее нарастает скорость);

$t_k$  — параметр, определяющий момент захвата приемным устройством сливного трубопровода слоя отстоявшейся нефти.

Эти параметры могут быть выражены через входной сигнал  $C(t)$  и через его интеграл, причем операция интегрирования позволяет отфильтровать флюктуации концентрации. Приняв за начало отсчета времени точку  $t_1=0$ , имеем

$$C(t) = \int_0^t \frac{a}{(t_k - t)^2} dt = \frac{a}{t_k - t} - A. \quad (2)$$

Используя соотношение (1), совместно с его начальными условиями при  $t_1=0$ , получаем выражение для параметра  $t_k$ :

$$C(t_1) = C_1 = \frac{a}{t^2}; \quad \frac{C(t)}{C_1} = \frac{t_k^2}{(t_k - t)^2};$$

$$t_{k,2} = t \frac{C(t)}{C(t) \pm \sqrt{C(t) \cdot C_1}}. \quad (3)$$

Анализ начальных условий формулы (3) показывает, что знак «+» в этом выражении должен быть исключен. Тогда после преобразований соотношения (2) с использованием (3) получаем следующее выражение для параметров  $A$ :

$$A = \bar{C}(t) \cdot \frac{\sqrt{C_1 \cdot C(t)}}{C(t) - \sqrt{C_1 \cdot C(t)}}. \quad (4)$$

Практически определить параметр  $A$  можно зафиксировав момент  $t_2$  достижения концентрацией значения  $C_2$ :

$$C_2 = C(t_2) = K \cdot C_1.$$

Исследованиями установлено, что достаточная степень сглаживания флюктуаций концентрации достигается при значении  $K=3$ . Тогда из формулы (4) следует выражение для  $A$ :

$$A = 1,37 \bar{C}(t_2) - 1,37 \int_{t_1}^{t_2} \frac{a}{(t_k - t)^2} dt. \quad (5)$$

Используя выражения (2) и (5), получаем следующие соотношения для параметров формулы (1):

$$a = \frac{[\bar{C}(t) + A]^2}{C(t)}, \quad (6)$$

$$t_k - t = \frac{\bar{C}(t) + A}{C(t)}. \quad (6a)$$

Сигнал  $\bar{C}(t)$  на входе устройства в точке отбора пробы может быть восстановлен по сигналу  $C(t)$  на выходе концентратомера согласно соотношению:

$$\bar{C}(t) = C(t + \Theta), \quad (7)$$

где  $\Theta$  — задержка срабатывания устройства, включающая задержку пробы в пробоотборном оборудовании и время срабатывания датчика концентрации.

Сюда могут быть включены время закрытия сливных клапанов, а также задержка срабатывания блоков 18 и 19.

Используя соотношения (1), (6) и (7), получаем откорректированное с учетом величины  $\Theta$  значение концентрации

$$\bar{C}(t) = C(t) \cdot \left[ \frac{\bar{C}(t + A)}{\bar{C}(t) + A - C(t) \Theta} \right]^2. \quad (8)$$

Устройство начинает работать с момента времени  $t_1$ , когда уровень сигнала о концентрации нефти в сливаемой воде на выходе датчика концентрации достигает значения  $C_1$ . В этот момент срабатывает пороговый блок 7, который запускает интегратор 9. Продолжая возрастать, сигнал концентрации достигает уровня  $C_2$ , в этот момент ( $t_2$ ) срабатывает пороговый блок 8, благодаря чему в блоке 11 фиксируется вычисленное согласно формуле (5) значение  $A$ . Это значение суммируется с выходным сигналом интегратора и подается на вход «делимое» делителя 16. Одновременно посредством блока 15 вычитания формируется сигнал, подаваемый на вход «Делитель» делителя 16. Задатчиком 10 корректирующей уставки устанавливается значение  $\Theta$ , соответствующее задержке срабатывания устройства формула (8). В соответствии с формулой (8) квадратором 17 и блоком 12 выполняются дальнейшие преобразования, необходимые для расчета величины  $\bar{C}(t)$ . Поскольку концентрация нефти в этот период быстро возрастает, выполняется усло-

вие  $\tilde{C}(t) > C(t)$ . Поэтому на вход блока контроля предельных значений нефтесодержания через блок выбора максимума поступает откорректированный сигнал о концентрации  $\tilde{C}(t)$ , не искаженный влиянием задержки срабатывания устройства и соответствующий значению концентрации в точке отбора пробы. Благодаря этому слив нефтесодержащей воды будет прекращен по сигналу от блока 19 посредством сливных клапанов 2 и 3, управляемых блоком 20 управления, как только контролируемые характеристики нефтесодержания в точке отбора пробы превысят установленные пределы.

Работа устройства по второму варианту основана на представлении процесса изменения концентрации нефти в конечный период слива соотношением:

$$C(t) = C_0 + \frac{a}{(t_k - t)^2} \quad (1a)$$

Сигнал от датчика 6 поступает на вход фильтра 26 с достаточной большой постоянной времени ( $\sim 120$  с). В период слива основного объема нефтесодержащей воды с медленно меняющимся во времени низким уровнем концентрации нефти сигнал на выходе фильтра незначительно отличается от входного. Поэтому уровень сигнала на выходе блока 19 вычитания близок к нулевому, пороговый блок не срабатывает и блок 13 памяти пропускает выходной сигнал фильтра 26 на вход блока 20 вычитания, выходной сигнал которого также близок к нулевому. При этом, как и в первом варианте устройства, интегратор 10 не запускается и на вход сумматора 17 с выхода блока 14 умножения поступает сигнал нулевого уровня, на другой вход сумматора 17 с выхода блока 13 памяти поступает осредненный фильтром 26 сигнал о концентрации. Таким образом, на входы блока 23 поступают осредненный сигнал о концентрации с выхода сумматора 17 и сигнал непосредственно с выхода датчика 6 концентрации, наибольший из них (безразлично какой, поскольку они близки по уровню) проходит на вход блока 24 контроля предельных значений нефтесодержания.

В заключительный период слива концентрация начинает быстро возрастать, при этом сигнал, снимаемый с выхода датчика 6 концентрации, задерживается фильтром 26, благодаря чему возрастает сигнал на выходе блока 19. При определенном уровне этого сигнала  $C_3$  срабатывает пороговый блок 8 и блок 13 памяти фиксирует начальный уровень сигнала  $C_0$ . На выходе блока 20 формируется сигнал

$$C^1(t) = C(t) - C_0$$

который блоками 7, 9, 12, 15, 16, 18, 21, 22 и 14 используется как входной для формирования сигнала  $\tilde{C}^1(t)$  аналогично тому, как

это обеспечивается в первом варианте устройства. Окончательно выходной сигнал  $\tilde{C}(t)$  формируется в сумматоре 17 по формуле

$$\tilde{C}(t) = \tilde{C}^1(t) + C_0$$

после чего через блок 23 он поступает на вход блока 24 и далее снова аналогично первому варианту.

Блок контроля работает следующим образом.

В период слива НСВ на входы блока умножения поступают сигналы о концентрации нефти от блока выбора максимума и о расходе сливаемых НСВ от датчика расхода, а на вход «Делитель» делителя — сигнал о скорости судна от судового лага. Эти сигналы обрабатываются блоками 27—29 в соответствии с формулами (1) и (2), причем на выходе интегратора формируется сигнал об общем количестве слитой нефти, а на выходе делителя — сигнал о мгновенной интенсивности слива нефти. Уровень срабатывания порогового блока 30 соответствует ограничению на общее количество слитой нефти, уровень срабатывания порогового блока 31 — ограничению на мгновенную интенсивность слива нефти. Таким образом, как только один или оба контролируемых параметра превысят установленные пределы, сработают пороговый блок 30 и элемент ИЛИ 32 и через элемент ИЛИ на вход блока управления поступит команда на прекращение слива НСВ за борт.

Блок управления работает следующим образом.

При наличии на выходе блока контроля сигнала, разрешающего слив НСВ за борт, гидрораспределитель подает рабочее масло под давлением к полостям гидроцилиндров 34 и 35, вследствие чего штоком гидроцилиндра 34 открывается клапан 3, пропускающий НСВ за борт, а штоком гидроцилиндра 35 закрывается клапан 2, перекрывая трубопровод, ведущий к отстойному танку. Одновременно пневмораспределитель подает сжатый воздух к пневмоцилиндру, штоком которого открывается пробоотборный клапан 4, вследствие чего проба НСВ поступает на вход датчика концентрации.

По запрещающему забортный слив НСВ сигналу от блока контроля гидрораспределитель снимает давление рабочего масла с полостей и подает его на полости гидроцилиндров 34 и 35, вследствие чего перекрывается клапан 3, прекращая слив НСВ за борт, и открывается клапан 2, направляя НСВ с недопустимо высокими параметрами нефтесодержания в отстойный танк. Одновременно пневмораспределителем снимается питание с пневмоцилиндра, шток которого, перемещаясь под действием пружины, перекрывает пробоотборный клапан, предотвращая попадание в датчик концентрации НСВ с высоким содержанием нефти и тем са-

мым исключая необходимость проведения трудоемких операций по промывке датчика и пробоотборных линий.

Устройство по первому варианту обеспечивает требуемую точность измерения концентрации нефти в сливаемой воде (в пределах погрешности датчика концентрации  $\pm 20\%$ ) если концентрация имеет малый начальный (фоновый) уровень. Такую концентрацию имеет хорошо отстаившаяся вода в балластных танках.

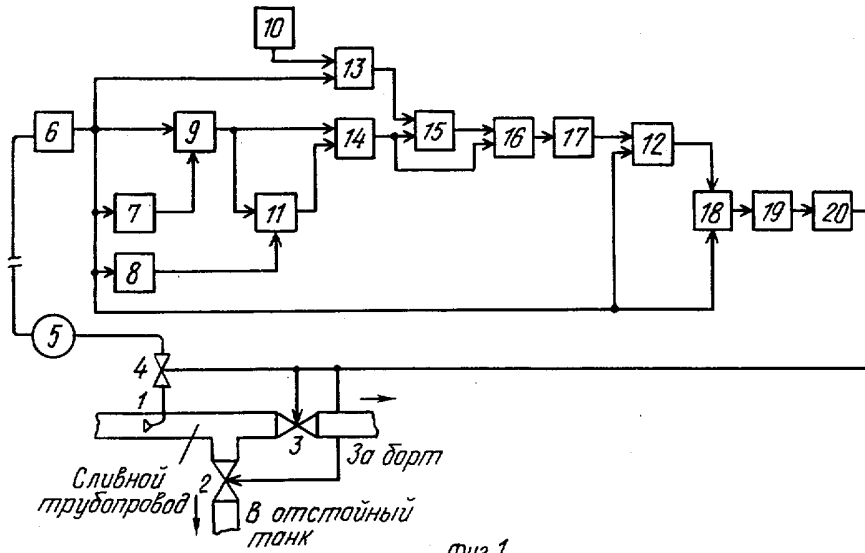
Устройство по второму варианту позволяет получить требуемую точность измерения и при повышенном уровне начальной концентрации, когда нет возможности дать воде достаточно отстояться, либо когда из отстойного танка производится слив сильно загрязненной нефтью воды. Таким образом, точность устройства по второму варианту за счет его усложнения в меньшей степени зависит от технологии проведения слива нефтесодержащих вод по сравнению с первым вариантом устройства.

#### Формула изобретения

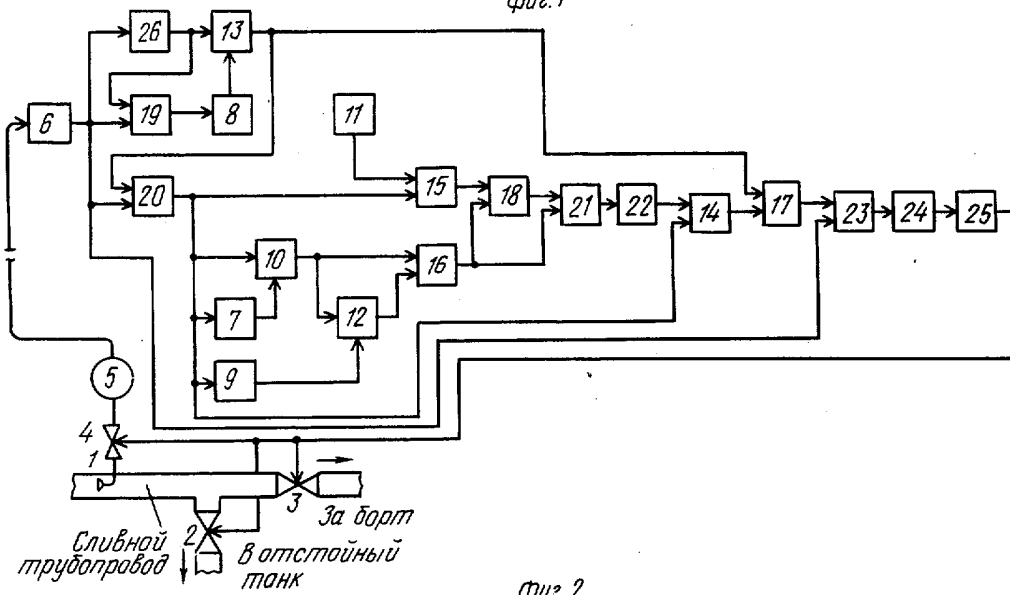
1. Устройство для контроля над сливом нефтесодержащих вод с танкеров, содержащее пробоотборник, расположенный на сливном трубопроводе, пробоотборный трубопровод с расположенными на нем пробоотборными клапаном и насосом, датчик концентрации нефтеводяной смеси, установленный на выходе пробоотборного трубопровода, последовательно соединенные блок контроля предельных значений нефтесодержания и блок управления пробоотборным клапаном и сливными клапанами, расположенными на сливном трубопроводе, отличающееся тем, что, с целью повышения точности устройства, оно содержит последовательно соединенные первый пороговый блок, интегратор, блок памяти, сумматор, делитель, квадрататор, первый блок умножения и блок выбора максимума, последовательно соединенные задатчик, второй блок умножения и блок вычитания, а также второй пороговый блок, вход которого подключен к выходу датчика концентрации нефтеводяной смеси, к входу первого порогового блока, к второму входу блока выбора максимума, к второму входу второго блока умножения, к второму входу интегратора и к второму входу первого блока умножения, а выход — к второму вхо-

ду блока памяти, выход блока выбора максимума соединен с входом блока контроля предельных значений нефтесодержания, выход второго блока умножения подключен к второму входу блока вычитания, соединенного вторым входом с выходом сумматора, а выходом — с вторым выходом делителя, выход интегратора подключен к второму входу сумматора.

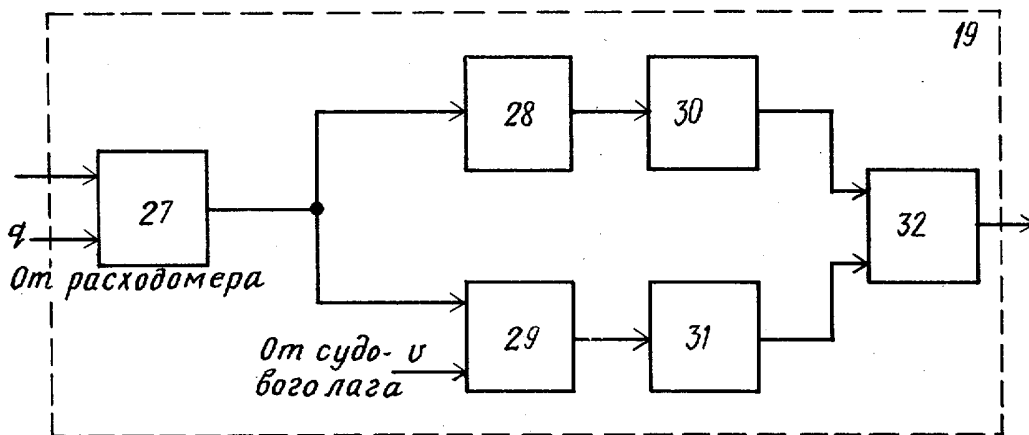
2. Устройство для контроля над сливом нефтесодержащих вод с танкеров, содержащее пробоотборник, расположенный на сливном трубопроводе, пробоотборный трубопровод с расположенными на нем пробоотборными клапаном и насосом, датчик концентрации нефтеводяной смеси, установленный на выходе пробоотборного трубопровода, последовательно соединенные блок контроля предельных значений нефтесодержания и блок управления пробоотборным клапаном и сливными клапанами, расположенными на сливном трубопроводе, отличающееся тем, что, с целью повышения точности устройства, оно содержит последовательно соединенные первый пороговый блок, интегратор, первый блок памяти, первый сумматор, делитель, квадрататор, первый блок умножения, второй сумматор и блок выбора максимума, последовательно соединенные задатчик, второй блок умножения и первый блок вычитания, последовательно соединенные фильтр, второй блок вычитания, второй пороговый блок, второй блок памяти и третий блок вычитания, а также третий пороговый блок, вход которого подключен к входу первого порогового блока, к второму входу интегратора, к выходу третьего блока вычитания, к второму входу второго блока умножения и второму входу первого блока умножения, а выход — к второму входу блока памяти, второй вход третьего блока вычитания соединен с выходом датчика концентрации нефтеводяной смеси, с вторым входом второго блока вычитания, с входом фильтра и с вторым входом блока выбора максимума, второй вход второго сумматора подключен к выходу второго блока памяти, выход блока выбора максимума подключен к входу блока контроля предельных значений нефтесодержания, второй вход первого блока вычитания соединен с выходом первого сумматора, а выход — с вторым входом делителя, а второй вход первого сумматора подключен к выходу интегратора.



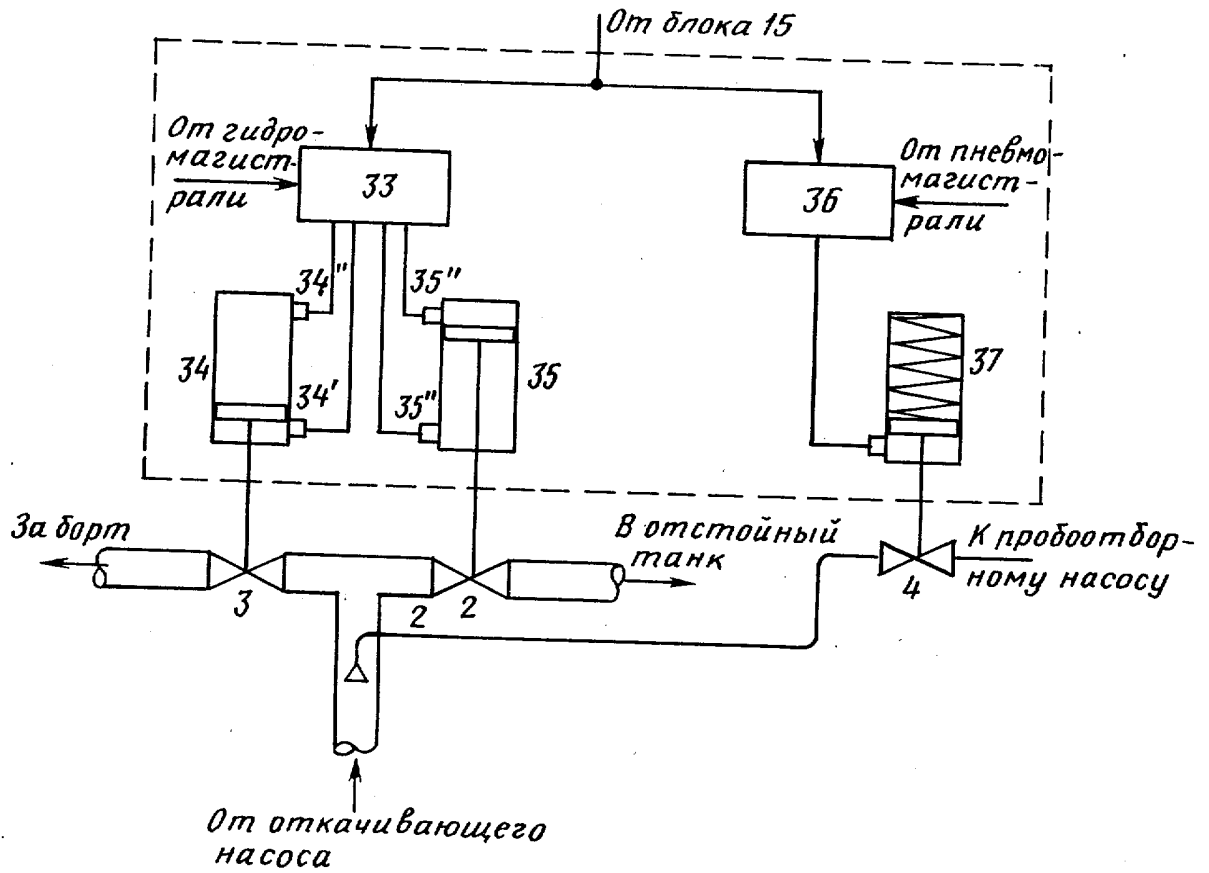
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Редактор Н. Гулько  
Заказ 2228/47

Составитель Л. Цаллагова  
Техред И. Верес  
Тираж 836

Корректор М. Шароши  
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