

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2790955

### СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КЛАПАНА

Патентообладатель: *Открытое акционерное общество  
"Севернефтегазпром" (RU)*

Авторы: *Дмитрук Владимир Владимирович (RU), Крапивин  
Андрей Станиславович (RU), Федотов Александр  
Геннадьевич (RU)*

Заявка № 2022110656

Приоритет изобретения **20 апреля 2022 г.**

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **28 февраля 2023 г.**

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает **20 апреля 2042 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G01F 25/00* (2023.01)

(21)(22) Заявка: 2022110656, 20.04.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.04.2022

Дата регистрации:  
28.02.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.04.2022

(45) Опубликовано: 28.02.2023 Бюл. № 7

Адрес для переписки:  
629380, Ямало-Ненецкий автономный округ,  
г. Новый Уренгой, а/я 1130, ОАО  
"Севернефтегазпром"

(72) Автор(ы):

Дмитрук Владимир Владимирович (RU),  
Крапивин Андрей Станиславович (RU),  
Федотов Александр Геннадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество  
"Севернефтегазпром" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2671612 C1, 02.11.2018. RU  
2721453 C2, 19.05.2020. SU 1756770 A1,  
23.08.1992. SU 1293514 A1, 28.02.1987. WO  
2002025391 A1, 28.03.2002. CN 104656015 B,  
22.12.2017.

## (54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КЛАПАНА

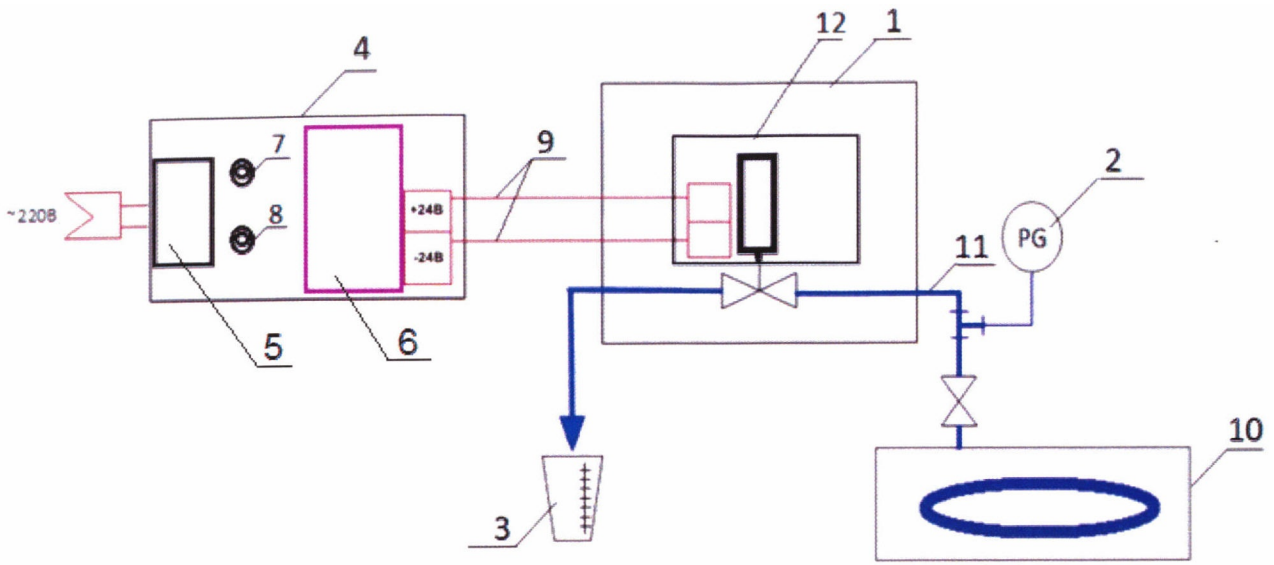
(57) Реферат:

Изобретение относится к газодобывающей промышленности и может быть использовано для определения фактической пропускной способности электромагнитного клапана, размещенного в блоке дозирования ингибитора. В предложенном способе определения пропускной способности электромагнитного клапана путем пролива жидкости вначале определяют поправку к объему проливаемой жидкости за время, затраченное на стабилизацию давления, а затем приступают к определению коэффициента пропускной способности на основании измеренного манометром перепада давления на клапане и измеренного мерной емкостью расхода воды через клапан. Определение фактической пропускной способности электромагнитного клапана в

составе блока дозирования ингибитора позволяет эффективно решать задачи дозирования ингибитора в газоносные скважины с целью устранения гидратообразования за счет более точного расчета подачи метанола в скважину. Кроме того, периодическая проверка дозирующих клапанов может использоваться для определения степени их износа, чтобы своевременно корректировать алгоритмы системы подачи ингибитора в скважины. Предлагаемый способ можно использовать при проведении входного контроля блоков дозирования ингибитора с целью выявления изделий с заводским браком и несоответствий техническим характеристикам завода-изготовителя. Технический результат - повышение точности измерения, сокращение времени измерения. 3 з.п. ф-лы, 3 ил., 3 табл.

RU 2 790 955 C1

RU 2 790 955 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01F 25/00 (2023.01)*

(21)(22) Application: **2022110656, 20.04.2022**

(24) Effective date for property rights:  
**20.04.2022**

Registration date:  
**28.02.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **20.04.2022**

(45) Date of publication: **28.02.2023** Bull. № 7

Mail address:

**629380, Yamalo-Nenetskiy avtonomnyj okrug, g.  
Novyj Urengoj, a/ya 1130, OAO  
"Severneftegazprom"**

(72) Inventor(s):

**Dmitruk Vladimir Vladimirovich (RU),  
Krapivin Andrej Stanislavovich (RU),  
Fedotov Aleksandr Gennadevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo  
"Severneftegazprom" (RU)**

(54) **METHOD FOR DETERMINING CAPACITY OF ELECTROMAGNETIC VALVE**

(57) Abstract:

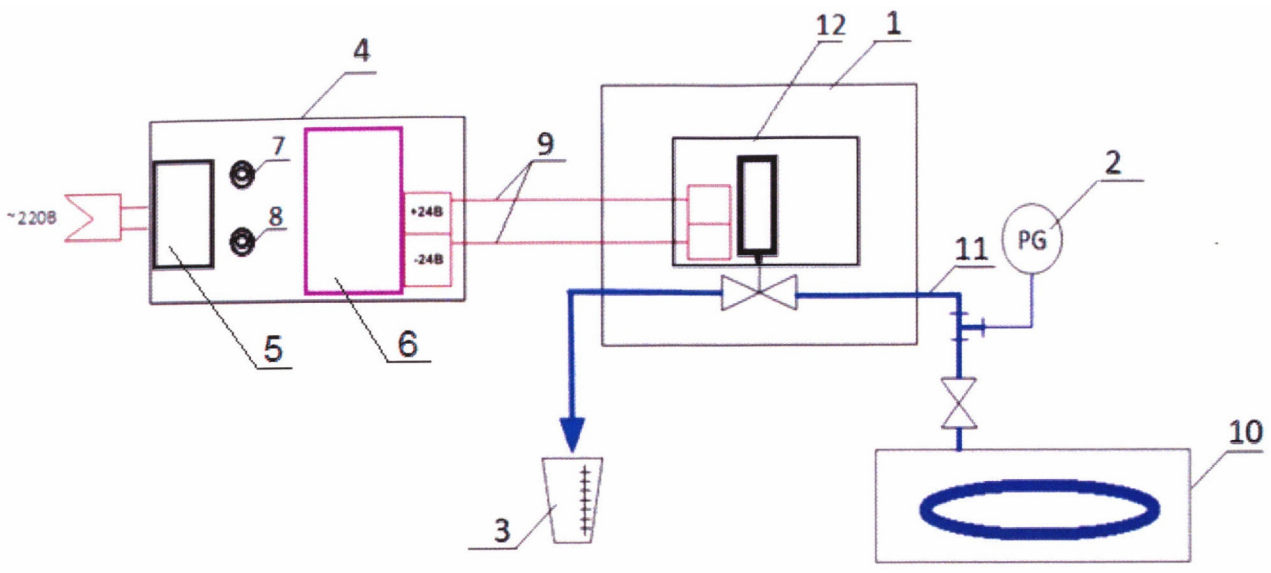
FIELD: gas industry.

SUBSTANCE: invention can be used to determine the actual capacity of the electromagnetic valve located in the inhibitor dosing unit. In the proposed method for determining the capacity of the electromagnetic valve by spilling liquid, at first, the correction to the volume of spilled liquid during the time spent on pressure stabilization is determined, and then, based on the pressure drop across the valve measured by a pressure gauge and the water flow through the valve measured with a measuring tank, the flow factor is determined. Determining the actual capacity of the electromagnetic valve as part of the inhibitor dosing unit allows to effectively solve the problem of dosing the inhibitor

into gas-bearing wells in order to eliminate hydrate formation due to a more accurate calculation of the methanol supply to the well. In addition, periodic checks of metering valves can be used to determine the degree of their wear in order to timely correct the algorithms of the system of the inhibitor supply to the wells. The proposed method can be used by conducting receipt inspection of inhibitor dosing units in order to identify products with factory defects and inconsistencies with the manufacturer's technical specifications.

EFFECT: improved measurement accuracy, reduced measurement time.

4 cl, 3 dwg, 3 tbl



Фиг. 1

Изобретение относится к газодобывающей промышленности и может быть использовано для определения фактической пропускной способности электромагнитного клапана, размещенного в блоке дозирования ингибитора.

5 Ингибирование осуществляют для предотвращения образования гидратов в трубопроводах, по которой газ из газоносных скважин поступает на установку  
подготовки товарного газа. Загидрачивание трубопровода в случае отсутствия  
ингибирования или его недостаточного количества может полностью перекрыть  
10 поступление газа от скважины, поэтому ингибирование газа является важной составляющей процесса его добычи. В качестве ингибитора обычно применяют метанол, который подается в трубопроводы, отходящие от газоносных скважин, с помощью  
15 специальных блоков дозирования, управление которыми осуществляется от автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) с установки комплексной подготовки газа (УКПГ). АСУ ТП рассчитывает необходимое количество метанола, исходя из технологических параметров (давления, температура,  
20 влажность) добываемого газа и подает соответствующую команду на блок дозирования. При формировании команды на блок дозирования важно знать его пропускную способность по дозированию. Основным элементом, определяющим пропускную способность блока дозирования, является электромагнитный клапан, при открытии которого по команде от АСУ ТП ингибитор начинает подаваться в трубопровод  
назначения. Количество ингибитора зависит от коэффициента пропускной способности (Kv) клапана и времени его открытия.

Создание данного изобретения обусловлено необходимостью проверки проливым способом пропускной способности электромагнитного клапана, определяющего пропускную способность блока дозирования ингибитора, так как вследствие неточности  
25 изготовления или износа в процессе эксплуатации пропускная способность клапана может отличаться от значения, заявленного заводом - изготовителем.

Существующая методика проверки ведущего изготовителя клапанов для блоков дозирования ингибитора (Клапан электромагнитный взрывозащищенный КЭО 03/250/650/111 с ЭВ 07/DC/024/2. Расчет пропускной способности, шифр ТП5122-0662 РР1. -  
30 ООО НПП «Технопроект», 2018, <https://www.solenoid.ru/catalog/diametr-nominalnyy-dn-80-100/keo-03-250-650-111-s-ev-07-dc-024-21/>) основывается только на теоретическом расчете пропускной способности клапана, не предполагающей инструментальной проверки.

Технических решений по определению пропускной способности электромагнитных клапанов в составе блоков дозирования ингибитора не найдено.  
35

Известно устройство, которое относится к проверке пропускной способности клапанов, содержащее источник испытательной среды, расходомер, преобразователь пневматических сигналов в электрические (авторское свидетельство СССР 1293514, МПК G01M 3/28, опубликовано 28.02.1987).

40 Известное техническое решение имеет следующие недостатки:

- невысокую точность измерения, определяемую суммарной погрешностью расходомера с пневматическим выходным сигналом и пневмоэлектрического преобразователя (обычно более 2,5%);
- длительное время измерения для получения стабильного расхода через расходомер  
45 (около 1 мин);
- высокие требования к стабильности источника воды высокого давления из-за большего времени измерения (около 1 мин).

Задачей настоящего изобретения является устранение указанных недостатков, а

именно повышение точности измерения, сокращение времени измерения, а также упрощение конструкции.

Указанная задача решается тем, что в предложенном способе определения пропускной способности электромагнитного клапана путем пролива жидкости вначале измеряют поправочный объем проливаемой жидкости за время, затраченное на стабилизацию давления, а затем измеряют объем жидкости за полное время открытия клапана и наблюдают за перепадом давления на клапане и на основании полученных данных вычисляют коэффициент пропускной способности клапана. Время стабилизации давления составляет 4 секунды. Полное время открытия клапана составляет 15 секунд.

10 Коэффициент пропускной способности клапана вычисляют по формуле:

$$K_v = ((V - V_{п}) / I) / \sqrt{P}, \text{ где:}$$

V - объем воды, измеренный мерной емкостью за полное время открытия клапана (мл);

15  $V_{п}$  - поправочный объем воды, измеренный мерной емкостью за 4 секунды открытия клапана (мл);

P - избыточное давление по манометру (бар);

$K_v$  - коэффициент пропускной способности клапана (мл/с).

Технический результат заключается в повышенной точности определения коэффициента пропускной способности, которая достигается за счет предварительного определения поправки к объему проливаемой через клапан жидкости. Введение 20 указанной поправки позволяет исключить из расчета  $K_v$  объем жидкости, проливаемой через клапан при нестабильном давлении на входе клапана.

Сущность изобретения поясняется схемами и фотографией. На фиг. 1 показана принципиальная электрогидравлическая схема стенда, реализующего предлагаемый способ, на фиг. 2 - схема блока управления стенда. На фотографии (фиг. 3) представлен 25 блок управления стенда с открытой крышкой в рабочем положении.

Для осуществления способа на представленных схемах и фотографии использованы следующие элементы:

- 1 - электромагнитный клапан;
- 30 2 - манометр;
- 3 - мерная емкость;
- 4 - электронный блок управления;
- 5 - блок питания электронного блока управления;
- 6 - программируемое реле электронного блока управления;
- 35 7 - кнопка открытия клапана на 4 секунды;
- 8 - кнопка открытия клапана на 15 секунд;
- 9 - электрическая цепь управления соленоидом клапана;
- 10 - источник воды высокого давления;
- 11 - подводящие трубки к клапану.
- 40 12 - соленоид клапана.

Способ определения пропускной способности клапана проливным методом сводится к вычислению коэффициента пропускной способности ( $K_v$ ) на основании измеренных данных:  $\Delta P$  (перепад давления на клапане) и Q (расход жидкости через клапан).

Коэффициент пропускной способности клапана ( $K_v$ ) есть условный объемный расход жидкости через полностью открытый клапан, м<sup>3</sup>/час при перепаде давлений в 1 Бар при стандартных условиях (атмосферное давление 101325 Па, температура 20°C). Общая формула для расчета при использовании в качестве испытательной жидкости воды имеет вид:  $K_v = Q / \sqrt{\Delta P}$ , (1). Для определения Q необходимо измерить объем воды,

прошедший через клапан 1 за заданное время открытия клапана при перепаде давления ( $\Delta P$ ) на клапане. Перепад давления на клапане ( $\Delta P$ ) в данном случае равен показаниям избыточного давления по манометру 2 (фиг. 1), так как слив воды в мерную емкость 3 осуществляется при атмосферном давлении, равном нулю. Время открытия клапана 1

устанавливается с помощью электронного блока управления 4 (фиг. 1, фиг. 2). При использовании в качестве источника высокого давления 10 обычной системы водоснабжения с давлением от 4 до 5 кгс/см<sup>2</sup> гидравлические соединения - подводящие трубки 11 к клапану можно выполнять пластиковыми пневмотрубками. При использовании заполненного водой баллона с пневмоаккумулятором (для давлений

10 кгс/см<sup>2</sup> и выше) гидравлические соединения 11 выполняются красномедной трубкой. При расчетах по формуле (1) важно, чтобы  $\Delta P$  было постоянным, но практически установлено, что в первое время после открытия клапана, это давление падает почти в два раза и пульсирует в пределах до 20% от шкалы манометра 2. Для устранения этого недостатка определяется поправка на время стабилизации давления по манометру 2. Соответственно учитывается поправка на объем воды, прошедшей через клапан 1 за это время.

Для определения поправки экспериментально установлено, что время стабилизации давления перед клапаном при его открытии не превышает 4 секунд для всех проходных сечений клапана, поэтому поправочный объем воды, пролитой через клапан, определяется за 4 секунды. Полное время открытия клапана при проливе задается равным 15 секундам.

С учетом вышеизложенного, формула (1) принимает вид:

$K_v = ((V - V_{п}) / 11) / \sqrt{P}$ , (2) где:

$V$  - объем воды, измеренный мерной емкостью 3 за полное время открытия клапана 1 (мл);

$V_{п}$  - поправочный объем воды, измеренный мерной емкостью 3 за 4 секунды открытия клапана 1 (мл);

$P$  - избыточное давление по манометру 2 (бар);

$K_v$  - коэффициент пропускной способности клапана 1 (мл/с).

Способ осуществляют следующим образом.

Кнопкой 7 (SB-4s) блока управления 4 подачей тока на соленоид 12 клапана 1 производят открытие клапана на 4 секунды с целью полного заполнения водой подходящих к клапану трубок. По истечении интервала (4 секунды) напряжение автоматически снимается и клапан 1 закрывается. Затем повторно открывают клапан кнопкой 7 (SB-4s) на 4 секунды, при этом с помощью мерной емкости 3 измеряют объем воды, прошедшей через клапан 1 и получают значение поправки  $V_{п}$ . Далее открывают клапан кнопкой 8 (SB-15 s) на 15 секунд, при этом с помощью мерной емкости 3 измеряют объем воды, прошедшей через клапан 1. В результате получают значение  $V$ . При проведении измерений записывают стабильное значение давления  $P$  по манометру 2 (бар). В заключение вычисляют коэффициент  $K_v$  пропускной способности клапана по формуле (2).

Пример реализации изобретения.

Для реализации предлагаемого способа на предприятии заявителя был собран стенд состоящий:

- из электронного блока управления (4) открытием/закрытием клапана включающего: блок питания (4) Phoenix Contact QUINT-PS-100-240AC/24DC/5, программируемое реле (6) ОВЕН ПР110-24.8Д.4Р и кнопки управления (7, 8): SB-4s, SB-15s, нажатие на которые обеспечивает открытие клапана на 4 секунды и 15 секунд соответственно;



- клапана, пропускная способность которого проверяется;
- источника воды высокого давления (от 4 до 30 кгс/см<sup>2</sup>) с манометром;
- мерной емкости.

Реле ОВЕН было запрограммировано в программе OwenLogic.

5 На испытания представлены электромагнитные клапаны КЭО 03/250/650/111 с заводскими номерами: 01, 02, 03, 04, 05, 06 вместе с комплектом сменных жиклеров, обеспечивающих диаметр проходного сечения клапана в 2,0 мм и 1,4 мм. Без жиклера диаметр проходного сечения клапана равен 2,8 мм.

10 Целью испытаний явилось экспериментальное определение коэффициентов пропускной способности клапанов ( $K_v$ ) и сравнение их с паспортными значениями.

Испытания проводились проливным методом, при этом задавалось время открытия клапана, фиксировались перепад давления на клапане, равный входному давлению на клапане, (т.к. слив осуществлялся при атмосферном давлении) и объем воды, пролитый через клапан. Для повышения точности определения коэффициентов пропускной способности, для каждого типа проходного сечения клапана определялась поправка, учитывающая время открытия клапана и время стабилизации давления перед клапаном. При определении поправки экспериментально установлено, что время стабилизации давления перед клапаном, включая время открытия клапана, не превышает 4 с для всех проходных сечений, поэтому поправочный объем воды, пролитой через клапан, 15 определяется за 4 с. Время открытия клапана при проливе задавалось равным 15 с.

20 Результаты испытаний с проходным сечением клапана 2,8 мм представлены в таблице 1:

№ п/п	Зав. № клапана	Перепад на клапане, бар	Поправочный объем воды, мл	Пролитый объем воды, мл	$K_v$ , мл/с расчётное значение	$K_v$ , мл/с паспортное значение	отклонение, заключение о годности
1	1806276012	10	600	2260	47,7	47	1,5%, годен
2	1806276004	10	600	2250	47,4	47	1,5%, годен
3	1806276008	10	600	2260	47,7	47	1,5%, годен
4	1806276002	10	600	2305	49,0	47	4,3%, годен
5	1806276001	10	600	2260	47,7	47	1,5%, годен
6	1806276006	10	600	2315	49,3	47	4,9%, годен

Таблица 1

35 Результаты испытаний клапана №1806276006 с проходным сечением 2,0 мм представлены в таблице 2:

№ п/п	Перепад на клапане, бар	Поправочный объем воды, мл	Пролитый объем воды, мл	$K_v$ , мл/с расчётное значение	$K_v$ , мл/с паспортное значение	отклонение, заключение о годности
1	11,3	419	1500	29,2	30	2,6%, годен

Таблица 2

45

Результаты испытаний клапана № 1806276006 с проходным сечением 1,4 мм представлены в таблице 3:

№ п/п	Перепад на клапане, бар	Поправочный объём воды, мл	Пролитый объём воды, мл	Кv, мл/с расчётное значение	Кv, мл/с паспортное значение	отклонение, заключение о годности
1	13,3	267	980	17,8	17	4,7%, годен

Таблица 3

Определение фактической пропускной способности электромагнитного клапана в составе блока дозирования ингибитора позволяет эффективно решать задачи дозирования ингибитора в газоносные скважины с целью устранения гидратообразования (ведущего к снижению пропускной способности трубопровода) за счет более точного расчета подачи метанола в скважину, не допуская его перерасхода.

Кроме того, периодическая проверка дозирующих клапанов может использоваться для определения степени их износа, чтобы своевременно корректировать алгоритмы системы подачи ингибитора в скважины. Предлагаемый способ можно использовать при проведении входного контроля блоков дозирования ингибитора с целью выявления изделий с заводским браком и несоответствия техническим характеристикам завода-изготовителя.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ определения пропускной способности электромагнитного клапана путем пролива жидкости, характеризующийся тем, что вначале измеряют поправочный объём проливаемой жидкости за время, затраченное на стабилизацию давления, а затем измеряют объём жидкости за полное время открытия клапана и наблюдают за перепадом давления на клапане и на основании полученных данных вычисляют коэффициент пропускной способности клапана.

2. Способ по п. 1, характеризующийся тем, что время стабилизации давления составляет 4 секунды.

3. Способ по п. 1, характеризующийся тем, что полное время открытия клапана составляет 15 секунд.

4. Способ по пп. 1-3, характеризующийся тем, что коэффициент пропускной способности клапана вычисляют по формуле

$$K_v = ((V - V_{п}) / 11) / \sqrt{P},$$

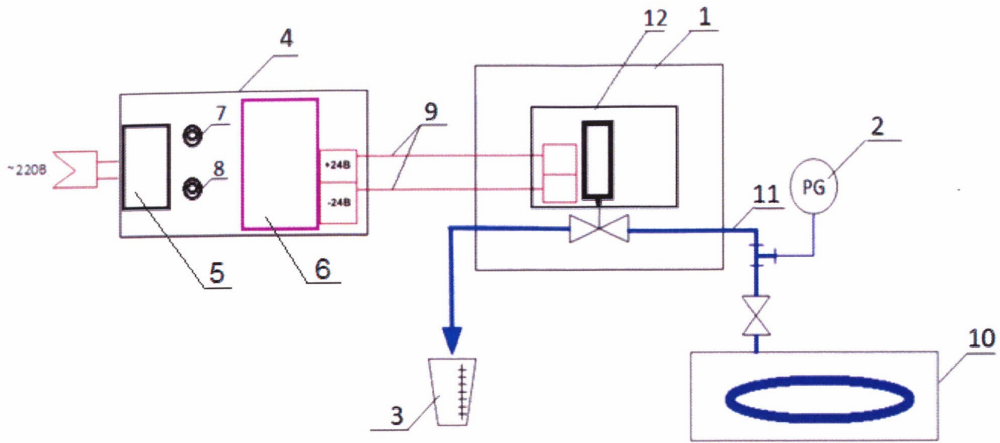
где V - объём жидкости, измеренный мерной емкостью за полное время открытия клапана (мл);

V<sub>п</sub> - поправочный объём жидкости, измеренный мерной емкостью за 4 секунды открытия клапана (мл);

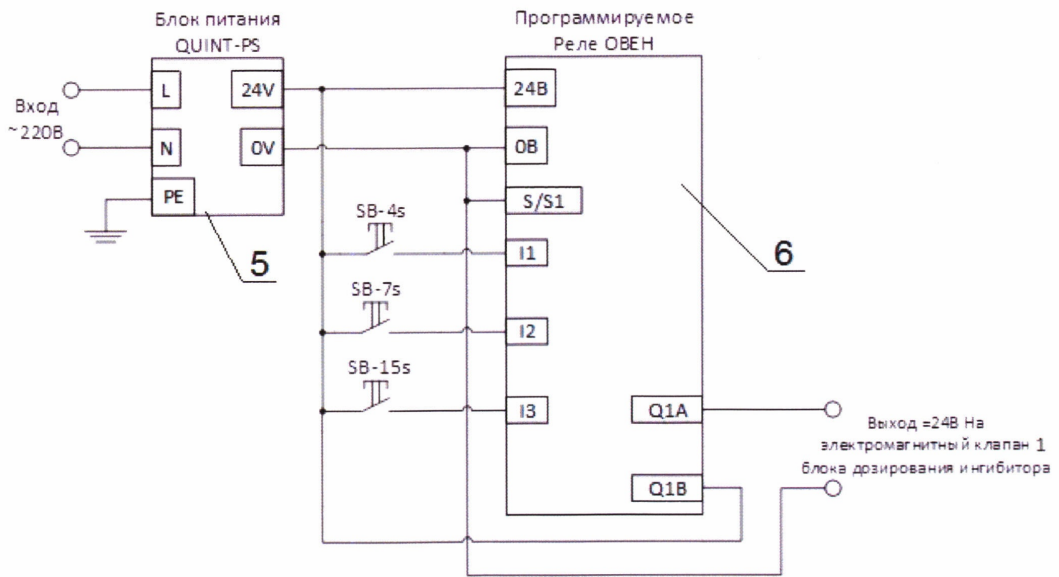
P - избыточное давление по манометру (бар);

K<sub>v</sub> - коэффициент пропускной способности клапана (мл/с).

1

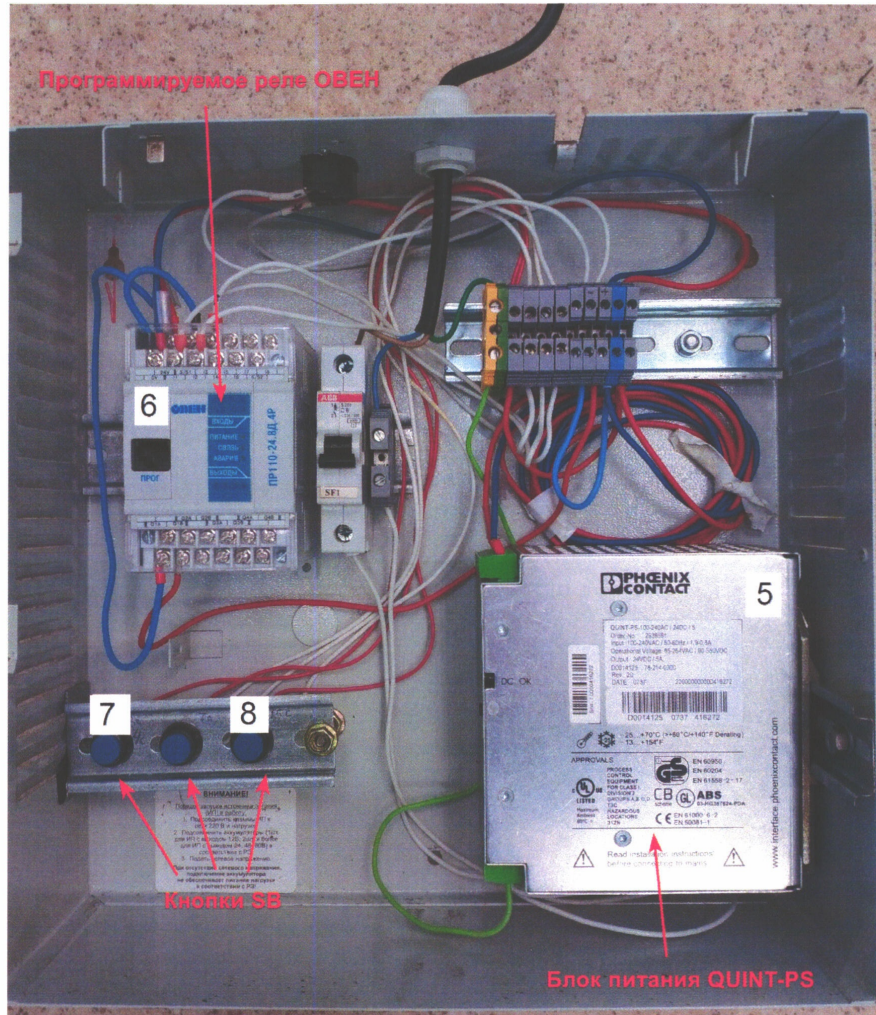


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг. 3