БЛОК АНАЛИТИЧЕСКИЙ "ХРОМАТЭК-КРИСТАЛЛ 7000"

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЧАСТЬ 1

ОПИСАНИЕ И РАБОТА

214.2.840.070-01РЭ

Редакция 17.07.2023г

ЗАО СКБ "Хроматэк"

Руководство по эксплуатации блока аналитического "Хроматэк-Кристалл 7000" состоит из двух частей.

Часть 1. Описание и работа	214.2.840.070-01РЭ часть 1
Часть 2. Техническое обслуживание	214.2.840.070-01РЭ часть 2

СОДЕРЖАНИЕ

1 Технические характеристики 6
2 Обеспечение взрывозащищенности 6
3 Функциональные узлы хроматографа 7
3.1 Регуляторы расхода и давления газа 7
3.2 Детектор по теплопроводности (ДТП) 10
3.2.1 Конструкция ДТП 11
3.2.2 Усилители ДТП 13
3.2.3 Газовые и электрические подключения ДТП 13
3.2.4 Особенности применения ДТП 14
3.2.5 Защита спиралей ДТП от окисления 16
3.3 Детектор пламенно-ионизационный (ПИД) 17
3.3.1 Конструкция ПИД 17
3.3.2 Газовые и электрические подключения ПИД 18
3.3.3 Особенности применения ПИД 19
3.4 Детектор пламенно-фотометрический (ПФД) 21
3.4.1 Принцип действия ПФД 21
3.4.2 Конструкция ПФД 22
3.4.3 Газовые и электрические подключения ПФД 23
3.4.4 Особенности применения ПФД 23
3.5 Блок аналитический 25
3.6 Блок электронный 27
3.7 Блок питания 28
3.8 Расположение электронных плат в блоках хроматографа 29
3.9 Блок аналитический (трансмиттер) 33
3.10 Контроллер (плата управления) трансмиттера 34

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для лиц, работающих с блоком аналитическим Хроматэк-Кристалл 7000 (далее блоком аналитическим) и обслуживающего его персонала. Руководство служит для ознакомления с устройством блока аналитического, выполненного во взрывозащищенном исполнении, и его составных частей, а также для обеспечения его правильной эксплуатации.

При эксплуатации необходимо дополнительно руководствоваться эксплуатационными документами согласно ведомости 214.2.840.071-01ВЭ, а также нормативными документами, на которые приводятся ссылки.

Сведения об устройстве и принципе действия блока аналитического приводятся ориентированными на специалистов, ознакомленных с теоретическими основами хроматографического анализа и принципами построения хроматографического оборудования.

В соответствующих разделах руководства по эксплуатации приведены указания, которые необходимо выполнять при эксплуатации и обслуживании.



Указание, выделенное данным символом, необходимо выполнять, чтобы исключить получение травм при работе с хроматографом.



Указание, выделенное данным символом, необходимо выполнять, чтобы исключить повреждение хроматографа.



Указание, выделенное данным символом, необходимо выполнять, чтобы избежать поражения электрическим током.



Указание, выделенное данным символом, предупреждает об опасности взрыва.



Указание, выделенное данным символом, необходимо выполнять, чтобы исключить ожог при контакте с нагретой поверхностью.



Данным символом выделены конкретные действия, которые необходимо выполнить для решения поставленной задачи.



Примечание, выделенное данным символом, помогает организовать работу эффективнее.



Изделия СКБ "Хроматэк" могут содержать не отражённые в настоящем документе непринципиально модернизированные части в соответствии с новыми разработками или могут быть подвергнуты несущественным непринципиальным доработкам, не влияющие на технические характеристики и требования безопасности.

1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технические характеристики блока аналитического в составе хроматографа приведены в руководстве по эксплуатации 214.2.840.071-01РЭ.

2 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ

Взрывозащищенность обеспечена видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка» по ГОСТ IEC 60079-1-2013 и ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017). Область применения – взрывоопасные зоны помещений и наружных установок согласно ГОСТ IEC 60079-10-1-2013, гл. 7.3. ПУЭ

Вопросы обеспечения взрывобезопасности подробно описаны в обязательном

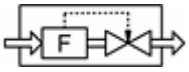
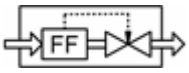
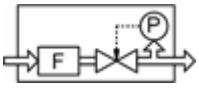
Приложении А «Обеспечение взрывобезопасности» 214.2.840.071-01РЭ, выпущенном отдельной книгой.

3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УЗЛЫ ХРОМАТОГРАФА

3.1 Регуляторы расхода и давления газа

Регуляторы расхода и давления газа (далее РРГ) предназначены для установления соответственно расхода и давления питающих хроматограф газов в различных узлах газовой схемы блока аналитического.

Таблица 1 – Типы регуляторов расхода и давления

Тип и обозначение	**Входное давление, кПа**	**Схема**	**Параметр**	**Диапазон (расход по азот)**
РРГ-10-02 Регулятор расхода	360-700 (изб)		Расход	10 – 500 мл/мин
РРГ-10Д-02 Регулятор расхода быстродействующий	360-700 (изб)		Расход	1 – 500 мл/мин
РРГ-11-02 Регулятор давления	360-700 (изб)		Давление	5 – 400 кПа
			Расход	10 – 500 мл/мин
РРГ-11h-02 Регулятор давления	360-1250 (изб)		Давление	10 – 1050 кПа
			Расход	10 – 500 мл/мин
ИРГД Индикатор расхода газа и давления	20-400 (абс)		Давление	20-400 кПа абс
			Расход	1 – 500 мл/мин

Условные обозначения в таблице:

F – измеритель расхода, FF – быстродействующий измеритель расхода, P – датчик давления.

Входное давление газа должно быть достаточным для обеспечения заданных расходов (давлений) газа с учётом пневмосопротивлений газовых схем на выходах регуляторов.

Из-за разброса параметров покупных элементов регуляторов верхние пределы измерений могут незначительно отличаться от указанных.

Регуляторы РРГ-10 содержат измеритель расхода газа и электромагнитный аналоговый клапан. Регуляторы РРГ-11 содержат измеритель расхода газа, измеритель давления газа и электромагнитный аналоговый клапан. ИРГД содержит измеритель расхода и измеритель абсолютного давления газа.

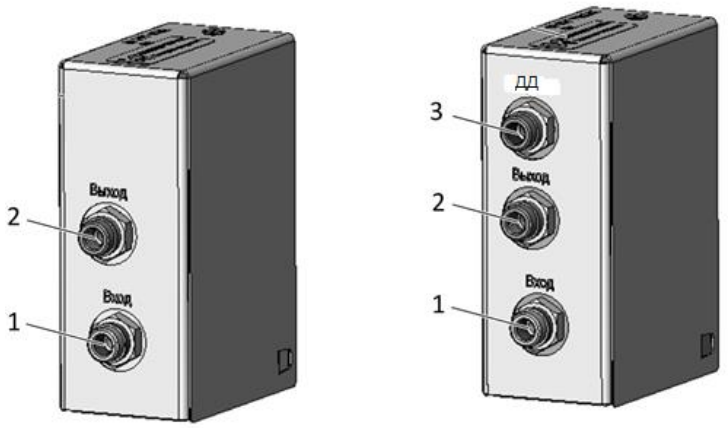
Измерение расхода газа производится преобразователем расхода по тепловому принципу. Для обеспечения заданного расхода или давления газа подается напряжение на электромагнитный клапан.

Электромагнитный клапан работает в диапазоне напряжений от 0 до 10 В: наименьшее значение соответствует закрытому положению клапана, наибольшее – максимально открытому. Работа клапана наиболее устойчива при напряжениях от 3,5 до 6,0 В.

Для стабильной работы регулятора расхода рекомендуется, чтобы перепад давления между входом и выходом регулятора был не менее 50 кПа.

Основное отличие регуляторов РРГ-10Д-02 от РРГ-10-02 – быстродействующий преобразователь расхода газа, за счет которого регуляторы быстрее выходят на заданный режим. Кроме того, для РРГ-10Д-02 возможно поддержание расхода от 1 мл/мин для микронасадочных колонок.

Регуляторы РРГ-11-02, РРГ-11h-02 поддерживают на выходе давление газа и измеряют его расход. В РРГ-11-02, РРГ-11h-02, датчик контролирует давление газа в выходном штуцере регулятора. Регуляторы РРГ-11-02, РРГ-11h-02 могут работать как в режиме поддержания постоянного давления, так и в режиме поддержания скорости или потока газа через капиллярную колонку. В программном обеспечении "Хроматэк Аналитик" реализован калькулятор, позволяющий оперировать параметрами: давление, поток, линейная скорость газа через капиллярную колонку. Газовый калькулятор реализован в составе программы "Панель управления", а также в виде отдельной программы.



1 – входной штуцер РРГ, 2 – выходной штуцер РРГ, 3 – штуцер датчика давления.

Рисунок 1 – Регуляторы расхода газа и давления, измеритель расхода газа и давления

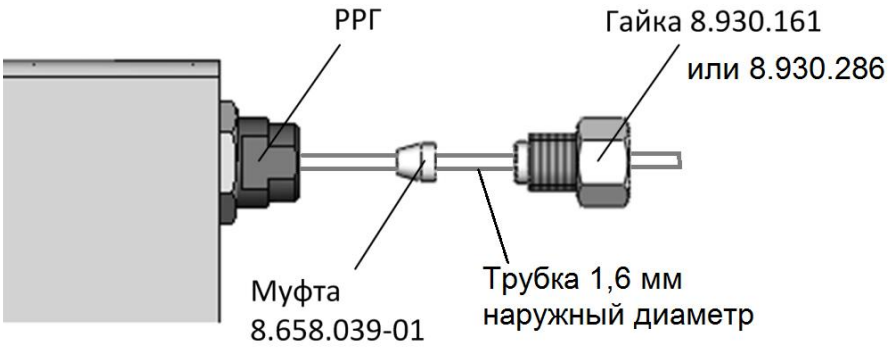


Рисунок 2 – Подключение газовых линий к РРГ

Таблица 2 – Электрические подключения РРГ 10

Контакт	**Цепь**	**Контакт**	**Цепь**
1	GND(з)	6	GND
2	Uзад	7	-12V
3	Uклап	8	+12V
4	GND	9	
5	UвыхF	10	

Таблица 3 – Электрические подключения РРГ 11

Контакт	**Цепь**	**Контакт**	**Цепь**
1	GND	6	GND
2	Uзад	7	-12V
3	UвыхP	8	+12V
4	GND	9	
5	UвыхF	10	

Таблица 4 – Номинал резистора R (идентификация типа РРГ)

РРГ-10-02	3,3 кОм
РРГ-10Д-02	1,0 кОм
РРГ-11-02	1,5 кОм
РРГ-11h-02	3,9 кОм
ИРГД	5,9 кОм

3.2 Детектор по теплопроводности (ДТП)

Принцип действия

В основу работы ДТП положен процесс передачи тепла от нагретого термочувствительного элемента к более холодному корпусу детектора за счет теплопроводности газового потока. С изменением состава газового потока меняется его теплопроводность. Это, в свою очередь, приводит к изменению температуры, а, следовательно, и электрического сопротивления чувствительного элемента.

Для более стабильной работы в ДТП применяется не один, а два термочувствительных элемента, и измеряется различие в теплопроводности чистого газа–носителя и смеси газа–носителя с веществом, выходящим из хроматографической колонки.

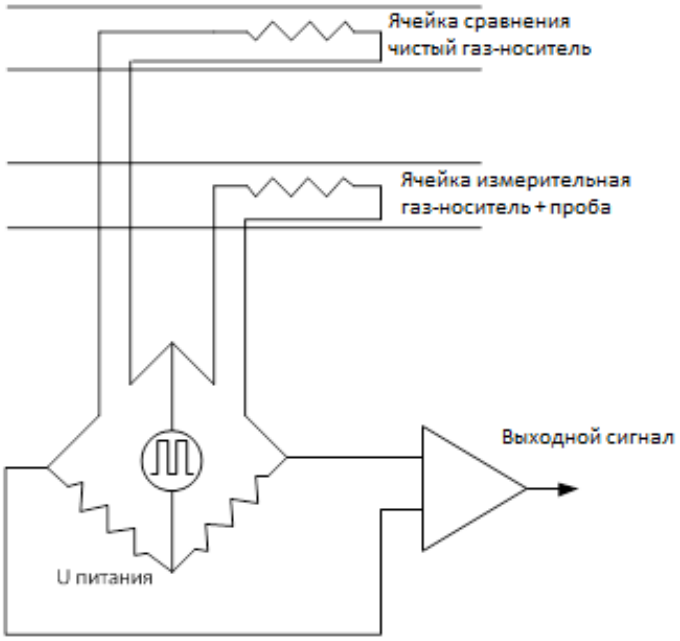


Рисунок 3 – Принцип детектирования. Детектор ДТП

ДТП обладает чувствительностью ко всем соединениям, теплопроводность которых отличается от теплопроводности газа–носителя. Чем больше теплопроводность анализируемого вещества отличается от теплопроводности газа–носителя, тем выше чувствительность ДТП к данному соединению при одних и тех же прочих условиях. Также для ДТП наблюдается зависимость: чем ниже рабочая температура ДТП, тем будет выше чувствительность. В качестве газа-носителя обычно применяется водород, гелий и аргон. В ряде задач допускается применять в качестве газа-носителя азот.

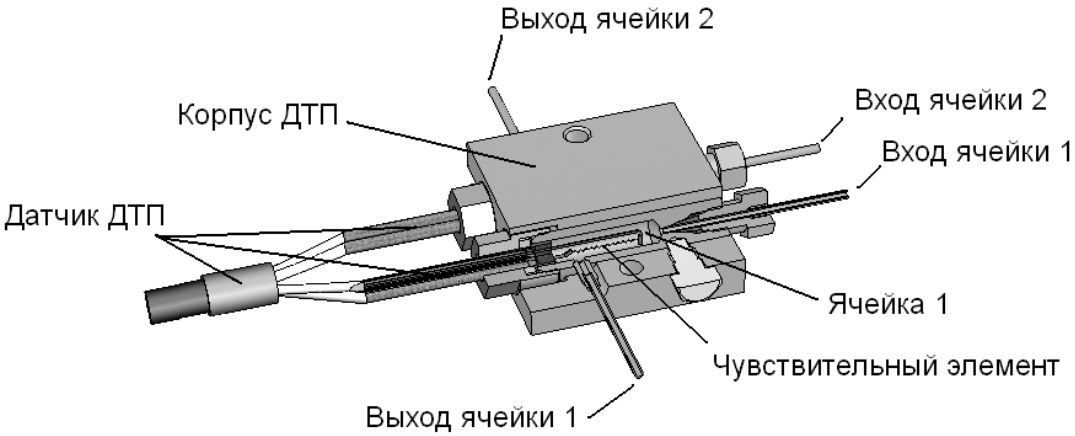
ДТП является неразрушающим детектором, поэтому прошедшую через него пробу можно определять далее с помощью иных детекторов.

Линейный диапазон ДТП составляет свыше 10^5.

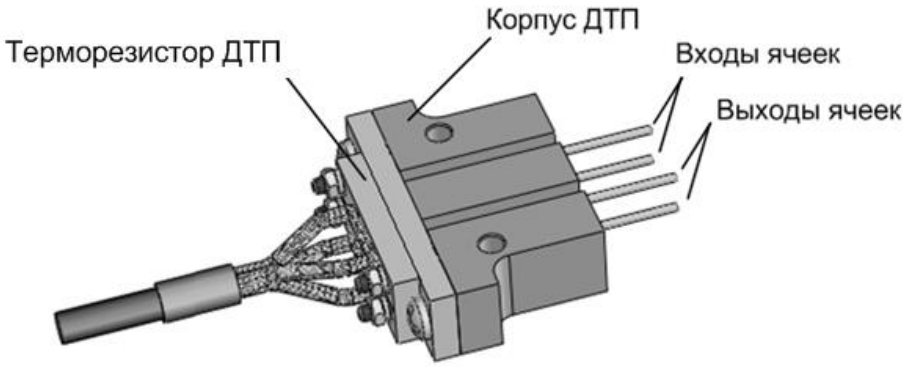
3.2.1 Конструкция ДТП

Прикосновение к детектору, работавшему при температуре свыше 60°С, может привести к ожогам.

Конструктивно ДТП представляет собой металлический блок, в двух камерах (ячейках) которого расположены термочувствительные элементы – элемент сравнения и рабочий элемент. Через рабочую ячейку продувается газ-носитель с пробой, через ячейку сравнения – только газ-носитель. Обе ячейки детектора полностью одинаковые, поэтому в качестве рабочей и сравнительной ячейки может выступать любая из них. Термочувствительные элементы включены в измерительный мост.



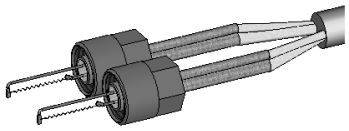
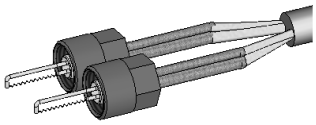
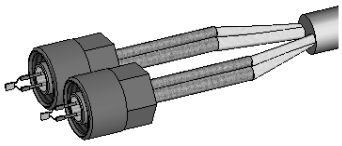
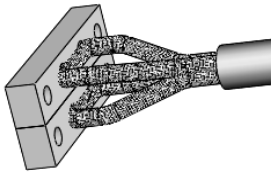
ДТП 2.840. 081



ДТП 2.840.082 (микро-ДТП)

Рисунок 4 – Конструкция детекторов ДТП

Таблица 5 – Варианты исполнений ДТП

Обозначение (исполнение ДТП)	Объем камеры, мм^3	Тип термочувствительного элемента	Диаметр трубки (наруж)×(внутр), мм	
			Входной	Выходной
2.840.081	600	Терморезистор 5.863.194 Биспираль (W/Re) Сопротивление (R) = 60 Ом(при 20 °С)  Хорошая чувствительность и стойкость к окислению	Ø1.6×1.0	Ø1.6×1.0
2.840.081-02	400	Терморезистор 5.863.194-02 Спираль (W) R = 19 Ом (при 20 °С)  Отличная чувствительность, хорошая стойкость к окислению. Терморезистор Спираль (позолоченный W) R = 24 Ом (при 25 °С) Отличная чувствительность, отличная стойкость к окислению.	Ø1.6×1.0	Ø1.6×1.0
2.840.081-01	200	Терморезистор 5.863.194-01 Датчик стойкий к коррозии (КС) R = 108 Ом (при 20 °С)  Хорошая чувствительность, отличная стойкость к окислению. Не подходит для определения водорода и гелия.	Ø1.6×1.0	Ø1.6×1.0
2.840.082	10	Терморезистор 5.863.207 Спираль R = 40 Ом (при 20 °С)  Отличная чувствительность, хорошая стойкость к окислению	Ø1.6×0.25	Ø1.6×0.25

3.2.2 Усилители ДТП

Для разных типов терморезисторов требуются разные типы усилителей! В противном случае датчик выйдет из строя или будет работать некорректно.

Величину базовой линии детектора для автоматической балансировки моста ДТП (СМЕЩЕНИЕ ДТП) рекомендуется устанавливать 1000 мВ.

Максимальная величина базовой линии детектора при автоматической балансировке моста определяется качеством подбора терморезисторов ДТП и составляет не менее 5000 мВ.

Таблица 6 – Типы усилителей ДТП

Тип усилителя ПМ2	**Тип усилителя ПМ3 (трансмиттер)**	**Тип терморезистора, сопротивление при 20°С**	**Маркировка**	**Тип входного разъема**	**Динамический диапазон / макс. уровень сигнала, В**
5.173.045	5.173.039	5.863.194-01, R = 108 Ом	ДТП-100	РС-4 АТВ	10^6 / 100
5.173.044	5.173.032	5.863.194 R = 60 Ом	ДТП-60	РС-4 АТВ	10^6 / 100
5.173.046	5.173.040	5.863.194-02 R = 19 Ом 5.863.149-03 R = 24 Ом 5.863.207 R = 40 Ом	ДТП-20	РС-4 АТВ	10^6 / 100

3.2.3 Газовые и электрические подключения ДТП

Типичная схема газового питания сравнительной ячейки ДТП показана на рисунке ниже.

Расход газа-носителя через сравнительную камеру необходимо задавать равным расходу газа-носителя через рабочую камеру. Для стабилизации потока на входе в ячейку сравнения устанавливается Фильтр 5.884.065. Дополнительно после фильтра может быть установлено пневмосопротивление 5.150.015-02.

Если 2 детектора ДТП питаются от одного газа-носителя, питание ячеек сравнения может быть осуществлено от одного РРГ.

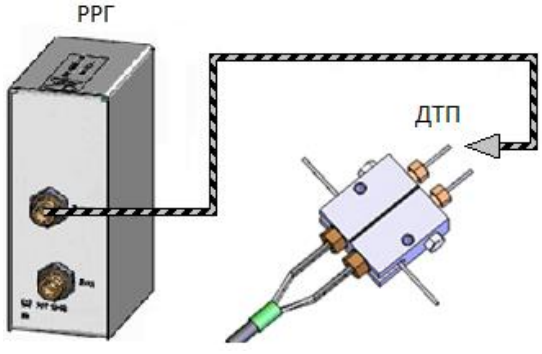


Рисунок 5 – Подключение сравнительной ячейки к регулятору расхода РРГ.

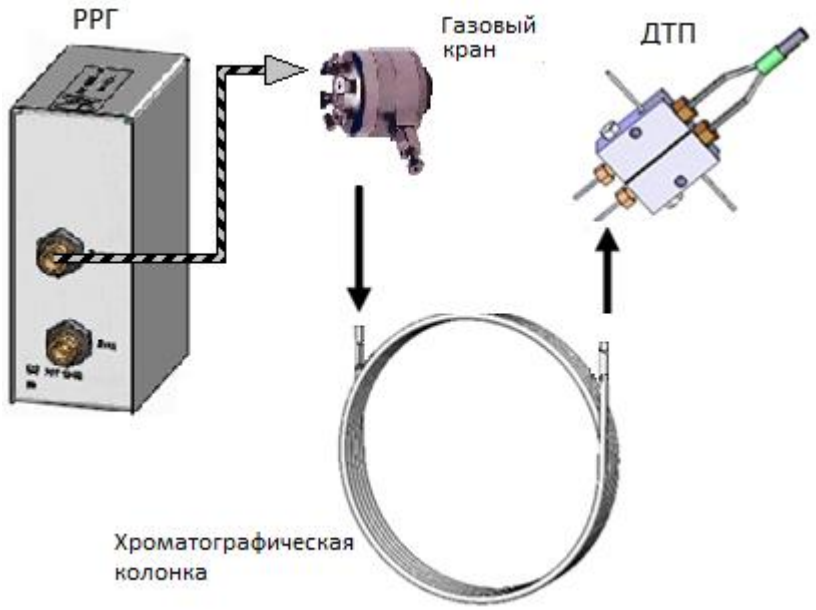


Рисунок 6 – Схема газового питания рабочей камеры при работе с насадочной колонкой

Таблица 7 – Электрические подключения терморезисторов ДТП

Контакт	Цепь	Контакт	Цепь
1	терморезистор 1	3	терморезистор 1, терморезистор 2
2	терморезистор 2	4	свободный

Таблица 8 – Электрические подключения усилителя ДТП шина CAN

Контакт	Цепь	Контакт	Цепь
1	DATA +	6	GND
2	GND	7	+12V
3	DATA-	8	GND
4	GND	9	+12V
5	+5V	10	-12V

3.2.4 Особенности применения ДТП

Конструктивное исполнение ДТП 2.840.081 с подводящими трубками внешним диаметром 1,6 мм (внутренним – 1,0 мм) рекомендуется для работы с насадочными колонками с расходом от 8 мл/мин и выше.

Микро-ДТП 2.840.082 применяется при работе с капиллярными и микронасадочными колонкам, с расходом газа носителя от 1 до 8 мл/мин.

Детектор по теплопроводности является концентрационным детектором. Отклик детектора на вещество зависит от его концентрации в детекторе. Поэтому, чем будет больше поток газа-

носителя через детектор, тем ниже будет концентрация анализируемого вещества в детекторе и, следовательно, будет ниже его чувствительность.

При этом не следует путать зависимость отклика от потока через детектор (обратная пропорциональность) и зависимость высоты компонента от потока через колонку (прямая пропорциональность). В детекторе ДТП эти два явления борются друг с другом.

Рисунок 7 показывает итоговую зависимость высоты пика от расхода газа–носителя через измерительную камеру детектора для колонки длиной 2 м и внутренним диаметром 2 мм (на примере 0,2 об % пропана в гелии). До определённого значения расхода газа-носителя эффект увеличения высоты от скорости (потока) газа через колонку преобладает над эффектом по снижению концентрации вещества в детекторе за счёт разбавления этим же газом, что приводит к увеличению высоты пика, а значит можно видеть меньшие концентрации. Но с некоторого момента влияние концентрационного эффекта начинает преобладать и высота пика начинает снижаться.

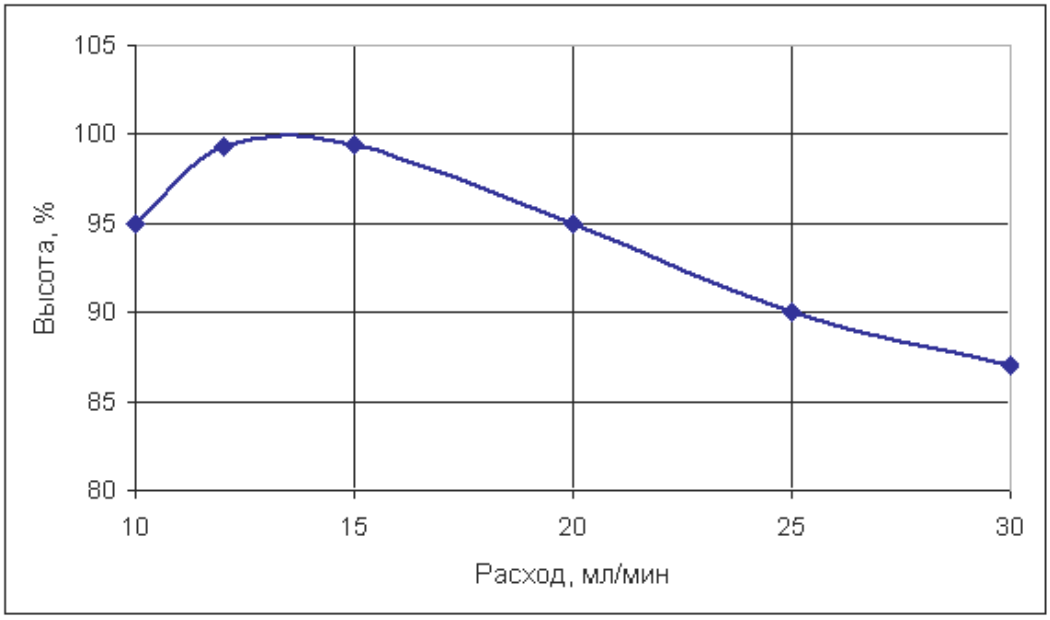


Рисунок 7 – Зависимость высоты пика от расхода газа–носителя

Наилучшая чувствительность детектора ДТП достигается применением газа–носителя максимально отличающегося по теплопроводности от анализируемых компонентов. Такими газами являются водород (при анализе большинства компонентов) и аргон (при анализе водорода и гелия). Вместо водорода в качестве газа-носителя часто применяется гелий, т. к. он менее опасен в эксплуатации.

Существуют особые пары компонентов, которые дают "атипичные" пики на ДТП. Например, при анализе водорода на газе–носителе гелии возможна регистрация пиков:

- отрицательных при больших концентрациях водорода;
- положительных при малых концентрациях водорода;
- положительных с инверсной вершиной при средних концентрациях водорода.

При положительных пиках для водорода на газе–носителе гелии относительный коэффициент чувствительности детектора может значительно отличаться от коэффициента чувствительности остальных компонентов. Для количественного определения водорода на детекторе рекомендуется применять газ–носитель аргон или азот.

3.2.5 Защита спиралей ДТП от окисления

Для защиты термочувствительных элементов ДТП от необратимого окисления в хроматографе реализованы следующие меры.

- Защита спиралей ДТП от перегрева проверяется только при работе на 100% мощности и только для усилителя ДТП-60. При отличии сопротивления включенной спирали от номинального рабочего значения вследствие изменения состава или отсутствия потока газа-носителя спирали отключаются. Данная защита игнорируется для усилителей ДТП-20 и ДТП-100, для любых типов усилителей при заданной мощности 25%, для любых типов усилителей на этапе "Анализ".
- Автоматическое включение спиралей возможно только при условии установления всех газов на заданный режим, прогрева ДТП до заданной температуры, истечении 15 мин с момента задания режима после включения прибора.
- При фактическом расходе на РРГ-10 любого из заданных в методике газов менее 5 мл/мин в течение более 1 минуты с одновременным выводом сообщения "Вне нормы" о расходе газа отключается ток спиралей. После того, как расход газа–носителя восстановится, ток спиралей автоматически включится. Это условие реализуется всегда, вне зависимости от этапа и режима работы хроматографа.

Данные защитные меры достаточно эффективны, но не могут защитить термочувствительные элементы ДТП от необратимого окисления во всех случаях. Поэтому необходимо соблюдать следующие меры:

- нельзя включать терморезисторы ДТП без подачи газа-носителя или без продувки линий газа-носителя после длительного простоя хроматографа.
- Нельзя отсоединять хроматографическую колонку от детектора, не отключив программно терморезисторы (спирали) ДТП.
- При работе с хроматографом без подачи газа-носителя в детектор ДТП, терморезистор должен быть программно выключен.



Терморезисторы ДТП – это расходный материал.

3.3 Детектор пламенно-ионизационный (ПИД)

Принцип действия ПИД

Работа ПИД основана на изменении фонового тока водородного пламени при внесении в него органического вещества. Фоновый ток самого водородного пламени чрезвычайно мал. Органические вещества, сгорая в водородном пламени, вызывают протекание тока, между коллекторным электродом и горелкой детектора, к которой приложено напряжение. Протекающий ток пропорционален количеству органического вещества, сгоревшего в пламени детектора.

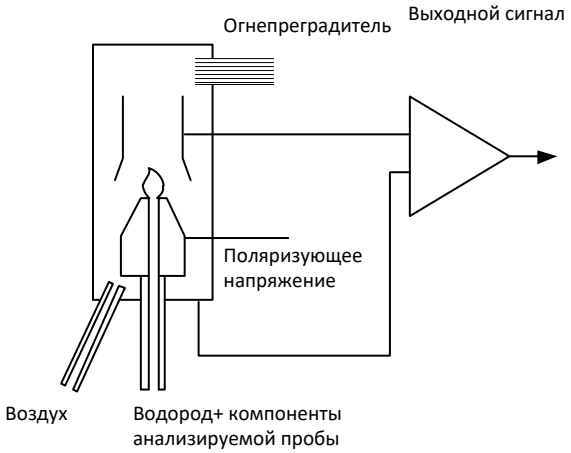


Рисунок 8 – Принцип детектирования. Детектор ПИД

ПИД обнаруживает большинство органических соединений, содержащих связь С–Н. К снижению чувствительности детектора приводит наличие в молекуле других атомов, а также примеси паров воды и углеводородов в питающих газах.

Детектор обладает малой инерционностью и малым рабочим объемом.

Линейный диапазон ПИД составляет свыше 10^7.

3.3.1 Конструкция ПИД

В ПИД используется ионизирующее напряжение 200 В. Запрещается обслуживание детектора при включенном хроматографе.

Прикосновение к детектору, работавшему при температурах свыше 60°С, может привести к ожогам.

Конструктивно ПИД представляет собой герметичный металлический блок, состоящий из трех частей. Герметизация частей осуществляется с помощью резиновых колец. На выход детектора установлен огнепреградитель.

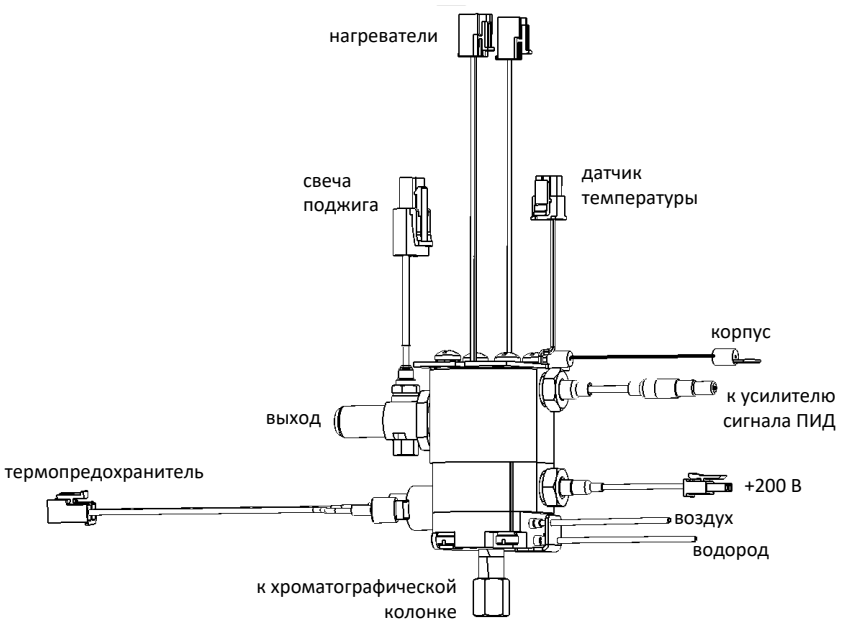


Рисунок 9 – Конструкция ПИД

На выход ПИД установлен огнепреградитель. Любое изменение конструкции, влияющее на взрывобезопасность хроматографа, недопустимо.

На выходе ПИД из аналитического блока образуется конденсат паров воды. При необходимости для отвода сконденсировавшейся влаги с выхода ПИД может быть применена гибкая трубка внутренним диаметром 12 мм, не допускающая перегибов и уложенная с постоянным отрицательным уклоном по отношению к горизонту.

3.3.2 Газовые и электрические подключения ПИД



Рисунок 10 – Подключение вспомогательных газов и газа-носителя к ПИД

При работе с капиллярными колонками может потребоваться дополнительный РРГ для подмешивания газа-носителя к водороду, т.н. "поддув" в ПИД. Это позволяет увеличить чувствительность детектора примерно в 1,4 раза.

1 - вход ПИД
2 - муфта 8.658.039-01
3 - гайка 8.930.283
4 - трубка 1,6 мм (наружный диаметр)

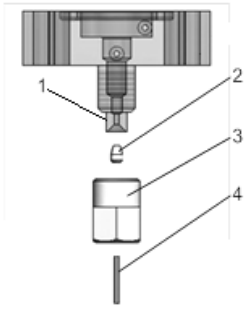


Рисунок 11 – Подключение трубки к входу ПИД

Таблица 9 – Электрические подключения усилителя ПИД шина CAN

Контакт	Цепь	Контакт	Цепь
1	DATA +	6	GND
2	GND	7	+12V
3	DATA-	8	GND
4	GND	9	+12V
5	+5V	10	-12V

3.3.3 Особенности применения ПИД

Основным условием работы ПИД является устойчивое горение пламени, которое обеспечивается конструкцией детектора и соотношением газа–носителя, водорода и воздуха. Рекомендуется выдерживать соотношение водорода и воздуха 1:10.

Таблица 10 – Рекомендуемые рабочие расходы газов

Тип газа	Расход газа, мл/мин			Диапазон значений
	Поджиг	Работа с капиллярной колонкой	Работа с насадочной колонкой	
Газ–носитель	20	20 (поддув)	25	10 – 50
Водород	35	20	25	20 – 40
Воздух	200	200	250	200 – 300

Алгоритм поджига пламени ПИД:

- Формируются заданные в конфигурации значения расходов газов, кроме водорода. У водорода устанавливается значение, равное нулю.
- Измеряется выходной сигнал детектора.
- Формируется заданное в конфигурации значение расхода водорода.
- Раскаляется спираль поджига детектора в течении 3 секунд.

- Отключается спираль поджига.
- Контролируется наличие пламени по увеличению фона детектора. Если приращение выходного сигнала детектора больше приращения порогового значения, задаваемого в меню, то поджиг выполнен успешно, если нет – производится повторная попытка поджига с увеличением расхода водорода на величину приращения из конфигурации.
- В случае успеха поджига формируются заданные в режиме расходы газов и снова контролируется наличие пламени по увеличению фона детектора.

Хроматограф производит не более семи попыток поджига, по истечении которых при отсутствии пламени устанавливается этап "Нулевой" и выводится сообщение "Поджиг невозможен".



При горении пламени образуется вода. Не рекомендуется работа с детектором при его температуре ниже 100°С, так как конденсация воды может привести к выходу детектора из строя.

3.4 Детектор пламенно-фотометрический (ПФД)

3.4.1 Принцип действия ПФД

Работа детектора основана на возбуждении молекул анализируемых соединений в обогащенном водородом пламени и регистрации фотоэлектронным умножителем (ФЭУ) фотонов определенной длины волны при переходе молекул в основное состояние. Детектор является селективным к серосодержащим соединениям.

Процессы, происходящие в детекторе, можно разделить на четыре стадии:
на первой стадии в горячей области водородного пламени происходит разложение исходных серосодержащих соединений с образованием атомов серы или сероводорода;
на второй осуществляются различные обратимые реакции в верхней части пламени с образованием соединения S_2, S_4, S_6 и т.д.;
на третьей происходит возбуждение молекул серы;

- на четвертой возбужденные молекулы серы возвращаются в холодном внешнем конусе пламени в основное состояние, излучая свет в широком диапазоне длин волн 300-450 нм с максимумом на длине волны 394 нм.

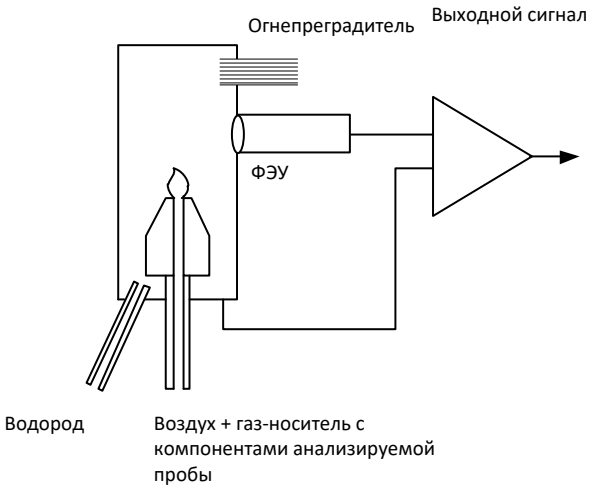


Рисунок 12 – Принцип детектирования. Детектор ПФД

Для стандартных веществ и условий тестирования линейный диапазон ПФД составляет свыше 10^3 (в логарифмических осях) для серосодержащих соединений. Селективность ПФД не хуже 10^6:1 для отношения серы к углероду по массе.

3.4.2 Конструкция ПФД

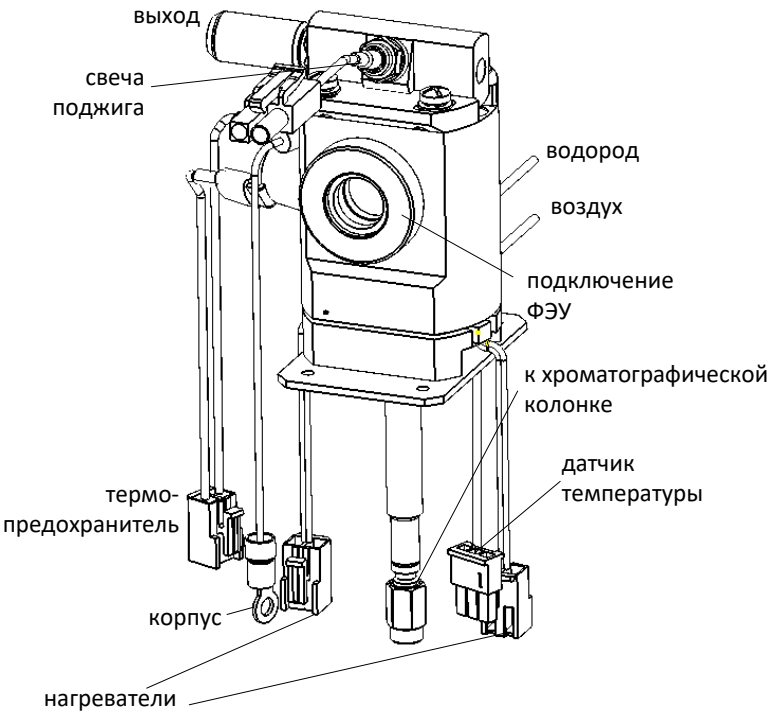


Рисунок 13 – Конструкция ПФД

В ПФД используется напряжение 800 В для питания ФЭУ. Запрещается обслуживание детектора при включенном хроматографе.

Прикосновение к детектору, работавшему при температурах свыше 60°С, может привести к ожогам.

На выход ПФД установлен огнепреградитель. Любое изменение конструкции как влияющее на взрывобезопасность хроматографа недопустимо.

На выходе ПФД из аналитического блока образуется конденсат паров воды. При необходимости для отвода сконденсировавшейся влаги с выхода ПИД может быть применена гибкая трубка внутренним диаметром 12 мм, не допускающая перегибов и уложенная с постоянным отрицательным уклоном по отношению к горизонту.

Во избежание выхода из строя ФЭУ, запрещается разбирать детектор при включенном хроматографе.

3.4.3 Газовые и электрические подключения ПФД

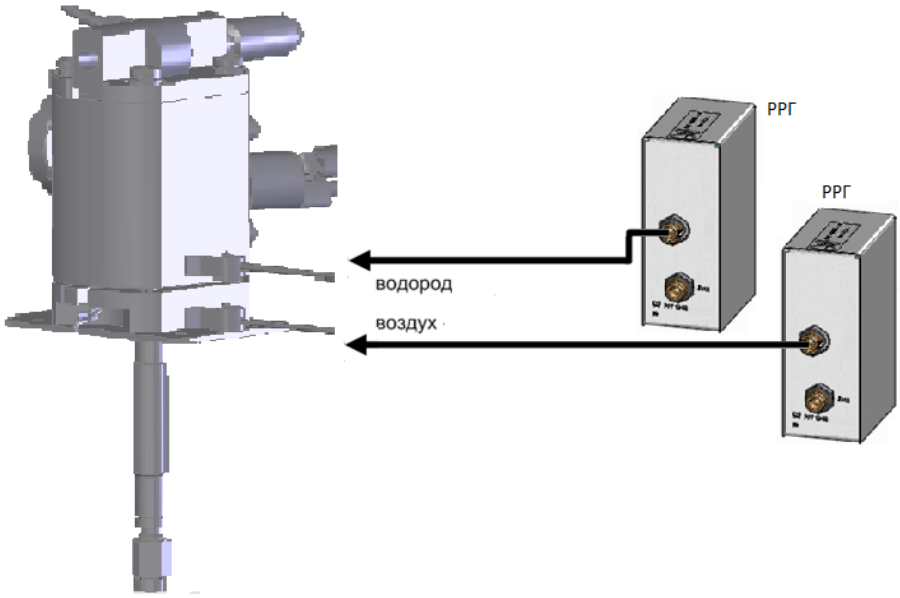


Рисунок 14 – Подключение к ПФД водорода и воздуха от регуляторов расхода РРГ-10

Таблица 11 – Электрические подключения ФЭУ

Контакт	**Цепь**
VL1	-800V
XL1	сигнал
корпус	корпус

Таблица 12 – Электрические подключения усилителя ПФД шина CAN

Контакт	**Цепь**	**Контакт**	**Цепь**
1	DATA +	6	GND
2	GND	7	+12V
3	DATA-	8	GND
4	GND	9	+12V
5	+5V	10	-12V

3.4.4 Особенности применения ПФД

При анализе углеводородных матриц на ПФД, если анализируемые серосодержащие соединения не разделяются от углеводородов, проявляется углеводородный эффект гашения отклика детектора. Он сопровождается понижением чувствительности к анализируемому веществу из-за процесса передачи молекулами серы энергии возбуждения органическим веществам без излучения фотонов. Поэтому при анализе углеводородных матриц на ПФД рекомендуется использовать высокоэффективную капиллярную колонку.

Наоборот, наличие в питающих газах серосодержащих веществ приведёт к увеличению отклика детектора.

Для достижения наилучшей чувствительности, линейности и сходимости при анализе серосодержащих соединений на ПФД необходимо обеспечить минимальное содержание углеводородов, диоксида углерода и серосодержащих соединений поступающих в детектор газов.

Таблица 13 – Рекомендуемые расходы газов

Тип газа	**Расход газа, мл/мин**	
	Поджиг	**Работа с капиллярной колонкой**
Водород	20	140
Воздух	100	40

При понижении расхода водорода и/или повышении расхода воздуха чувствительность ПФД к углеводородам повышается.

Алгоритм поджига пламени ПФД:

- Формируются заданные в конфигурации значения расходов газов, кроме водорода. У водорода устанавливается значение, равное нулю.
- Измеряется выходной сигнал детектора.
- Формируется заданное в конфигурации значение расхода водорода.
- Раскаляется спираль поджига детектора в течении 3 секунд.
- Отключается спираль поджига.
- Контролируется наличие пламени по увеличению фона детектора. Если приращение выходного сигнала детектора больше приращения порогового значения, задаваемого в меню, то поджиг выполнен успешно, если нет – производится повторная попытка поджига с увеличением расхода воздуха на величину приращения из конфигурации.
- В случае успеха поджига формируются заданные в режиме расходы газов и снова контролируется наличие пламени по увеличению фона детектора.

Хроматограф производит не более семи попыток поджига, по истечении которых при отсутствии пламени устанавливается этап "Нулевой" и выводится сообщение "Поджиг невозможен".

При горении пламени образуется вода. Не рекомендуется работа с детектором при его температуре ниже 100°С, так как конденсация воды может привести к выходу детектора из строя.

3.5 Блок аналитический 214.2.840.070-01

Блок аналитический размещен во взрывонепроницаемой оболочке – литом алюминиевом корпусе, состоящем из двух частей: верхней и нижней. Части корпуса соединяются по резьбе.

На боковой поверхности нижней части корпуса расположены вентиляционный клапан и газовые вводы, которые представляют из себя штуцеры с щелевым взрывонепроницаемым зазором.

Вентиляционный клапан служит для выравнивания давления внутри оболочки с наружным атмосферным.

Газовый ввод служит для транспортировки пробы, газа-носителя, вспомогательных газов или продуктов горения сквозь корпус. Открытый с двух сторон газовый ввод может выполнять функцию вентиляционного клапана.

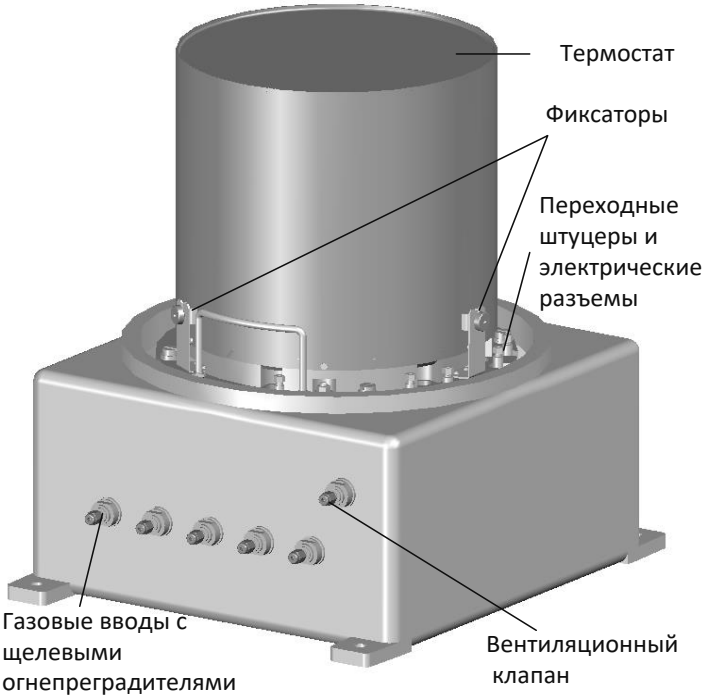


Рисунок 15 – Блок аналитический. Нижняя часть корпуса и термостат

Основные функциональные узлы аналитического блока:

- термостат,
- хроматографические колонки,
- детекторы,
- краны,
- регуляторы расхода газа-носителя и вспомогательных газов,
- электромагнитные клапаны,
- усилители детекторного сигнала.

Термостат закрыт съёмным теплоизолирующим кожухом, находящимся непосредственно под верхней частью корпуса блока аналитического. В термостате расположены хроматографические колонки, детекторы и краны Теплоизолирующий кожух закреплен с помощью винтовых фиксаторов.

Переходные штуцеры газовых линий, электрические разъемы температурных датчиков и нагревателей расположены снаружи теплоизолирующего кожуха.

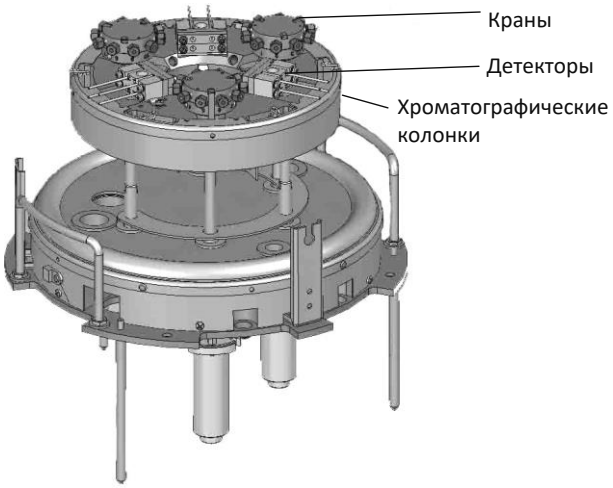


Рисунок 16 – Термостат колонок, снятый с блока аналитического.

В нижней части корпуса аналитического блока установлены усилители детекторного сигнала, электронный измеритель расхода и давления в линии пробы, электронные регуляторы расхода и давления газа-носителя и вспомогательных газов, электромагнитные клапаны.

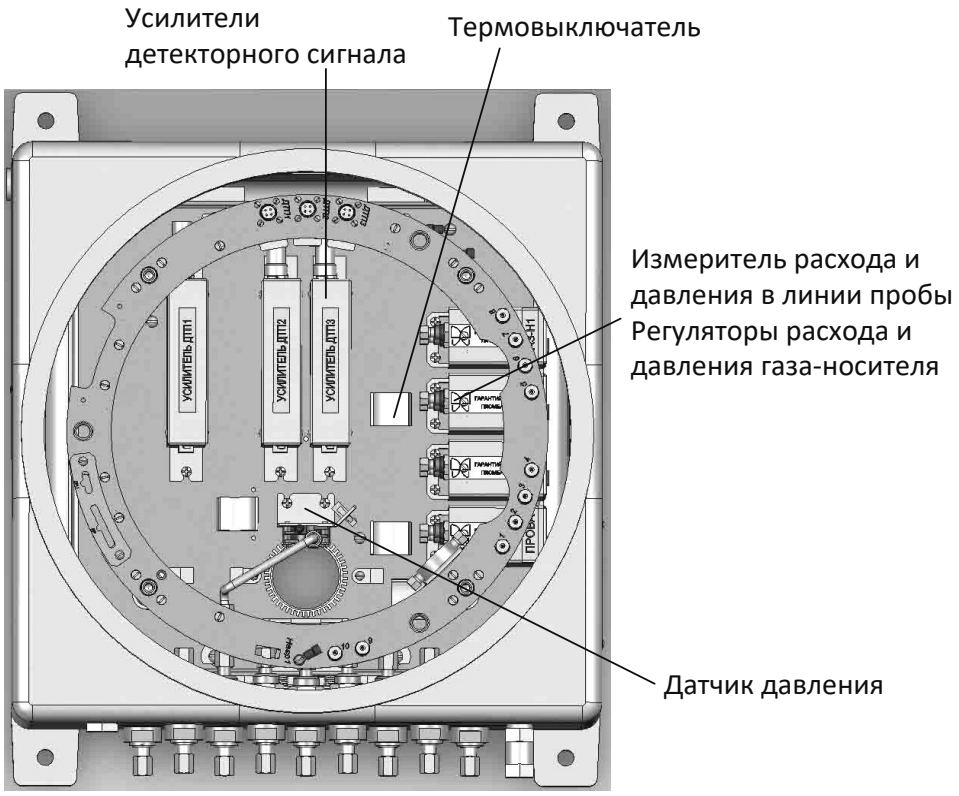


Рисунок 17 – Блок аналитический. Нижняя часть блока аналитического

Для защиты от неконтролируемого нагрева в блок аналитический установлен механический термовыключатель на температуру 90°С, имеющий тепловой контакт с нижней частью корпуса.

Для включения термовыключателя после срабатывания требуется механическое вмешательство, автоматическое включение невозможно.

Срабатывание термовыключателя говорит о нештатной ситуации и требует тщательного анализа случая и устранения неполадок перед повторным включением.

Давление среды внутри блока аналитического контролирует дифференциальный датчик давления, сравнительная камера которого соединена через газовый ввод с атмосферой. При избыточном давлении внутри корпуса более 10 кПа питание блока аналитического отключается. Повторное включение возможно только после выравнивания давления с атмосферным.

Срабатывание датчика давления говорит о нештатной ситуации и требует тщательного анализа случая и устранения неполадок перед повторным включением.

3.6 Блок электронный

Основные функциональные узлы блока электронного.

- Плата процессорная. Управление и связь с другими электронными платами, измерение температуры, удалённая связь с управляющим компьютером, управление расходом и давлением РРГ.
- Модуль силовой. Разводка силовой токовой части и управление зонами нагрева
- Модуль поджига. Поджиг свечи ПФД и ПИД.

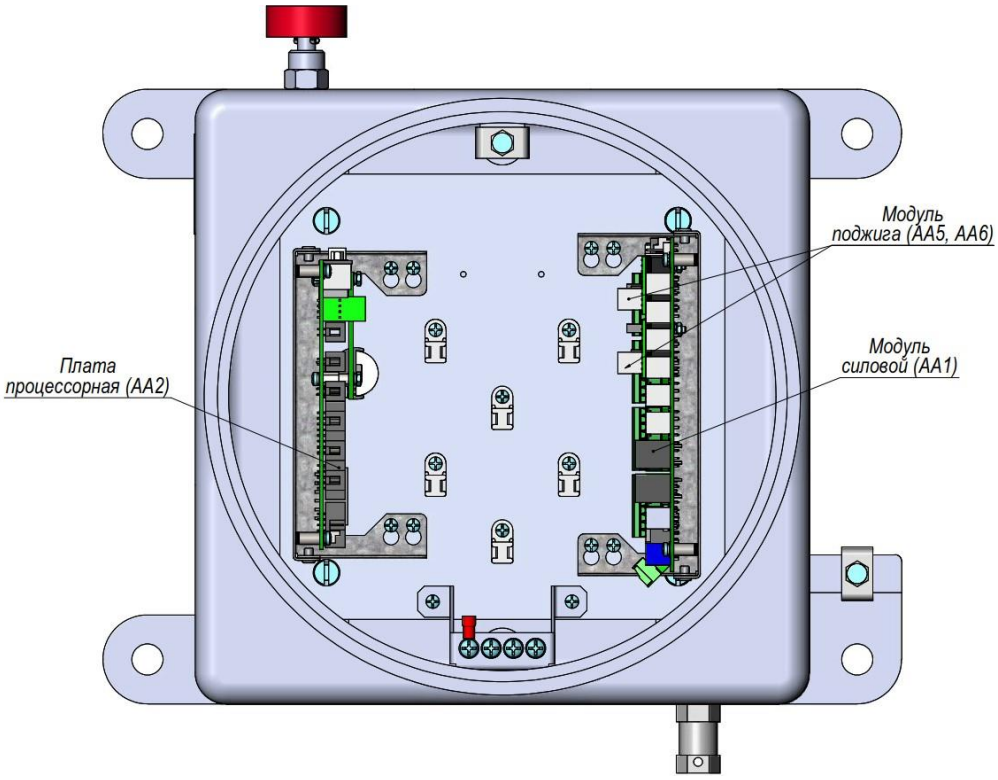


Рисунок 18 – Блок электронный

Управление хроматографом осуществляется с помощью программного обеспечения, установленного на удаленном компьютере или на переносном терминале (планшете или ноутбуке). Связь с указанными устройствами осуществляется через:

- RS422 (полный дуплекс);
- Enhernet;
- беспроводной интерфейс Wi-Fi (связь с переносным терминалом).

По согласованию возможно использование других интерфейсов связи путём применения соответствующего конвертора.

3.7 Блок питания

Основные функциональные узлы блока питания:

- Блок питания (3 шт max);
- Плата коммутации.

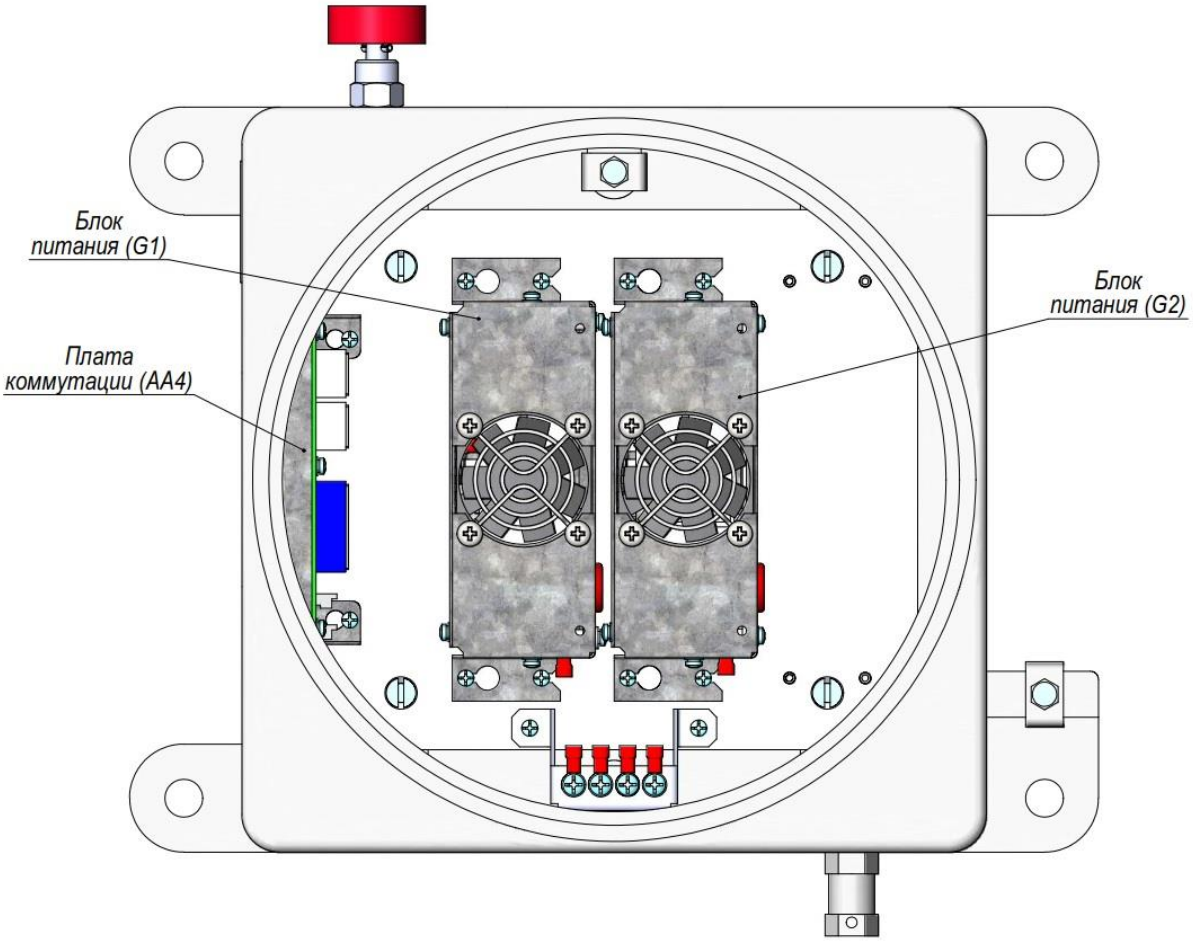


Рисунок 19 – Блок питания

3.8 Расположение электронных плат в блоках хроматографа

Таблица 14 – Расположение электронных плат ПМ31

Обозначение	Название	Расположение
214.3.030.021-910	Плата процессорная	Блок электронный
214.5.121.009	Модуль поджига	Блок электронный
214.5.428.020	Модуль силовой	Блок электронный
214.5.087.055	Блок питания	Блок питания
214.5.087.055-01	Блок питания (2 шт max)	Блок питания
214.6.730.432	Плата коммутации	Блок питания



Рисунок 20 – Плата процессорная 214.3.030.021-910

Таблица 15 – Обозначения разъемов Плата процессорная 214.3.030.021-910

Обозначение	Расшифровка
XP1, XP4..XP7	Разъемы для подключения датчиков температуры

Обозначение	Расшифровка
XP11..XP13, XP17..XP19	Разъемы для подключения усилителей (внутренняя шина)
XP8..XP10, XP16,XP21	Разъемы для подключения РРГ
XP14	Разъем для подключения РРГ «Воздух»
XP22	Разъем для подключения питания платы процессорной
XP23	Разъем для подключения индикации
XP20	Разъем для подключения интерфейса RS232
XS2	Разъем для подключения USB Device
XS3	Разъем сигнала готовности, внешнего старта

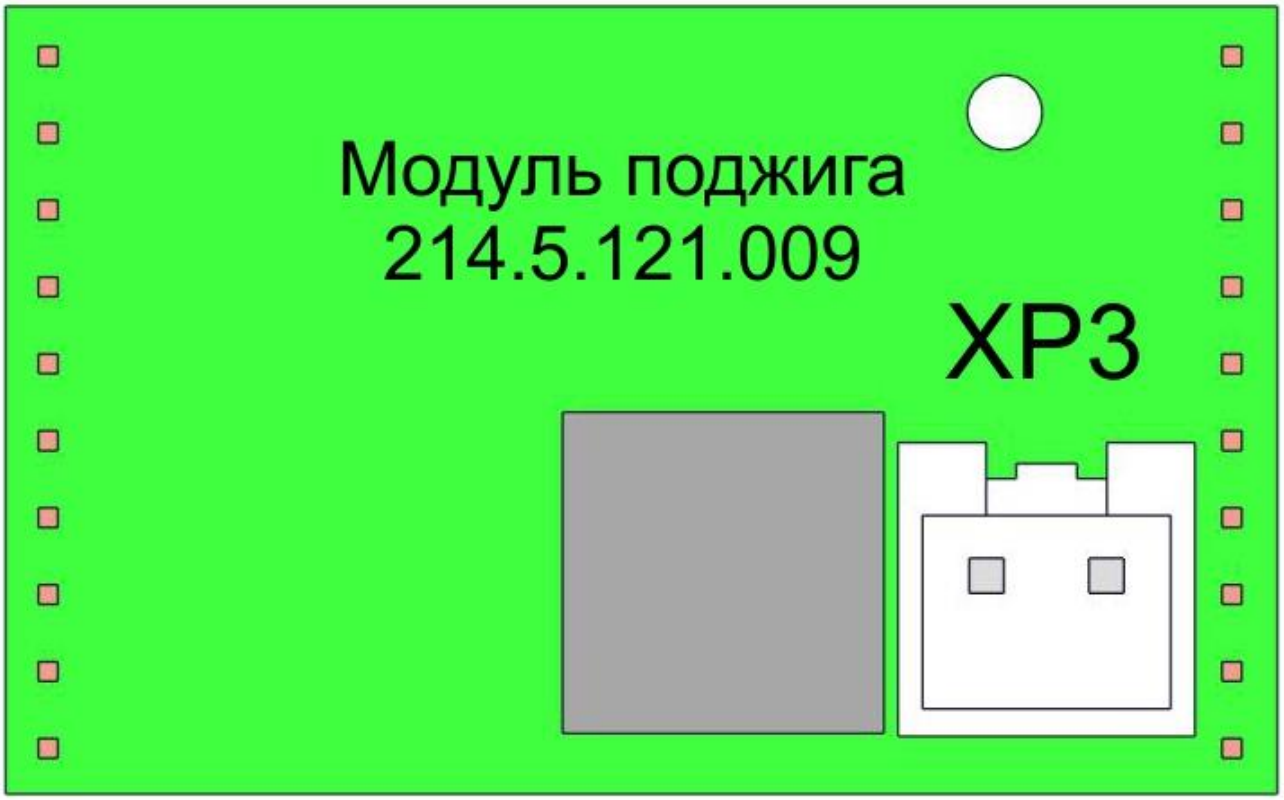


Рисунок 21 – Модуль поджига 214.5.121.009

Таблица 16 – Обозначения разъемов Модуль поджига 214.5.121.009

Обозначение	Расшифровка
XP3	Разъём для подключения свечи поджига

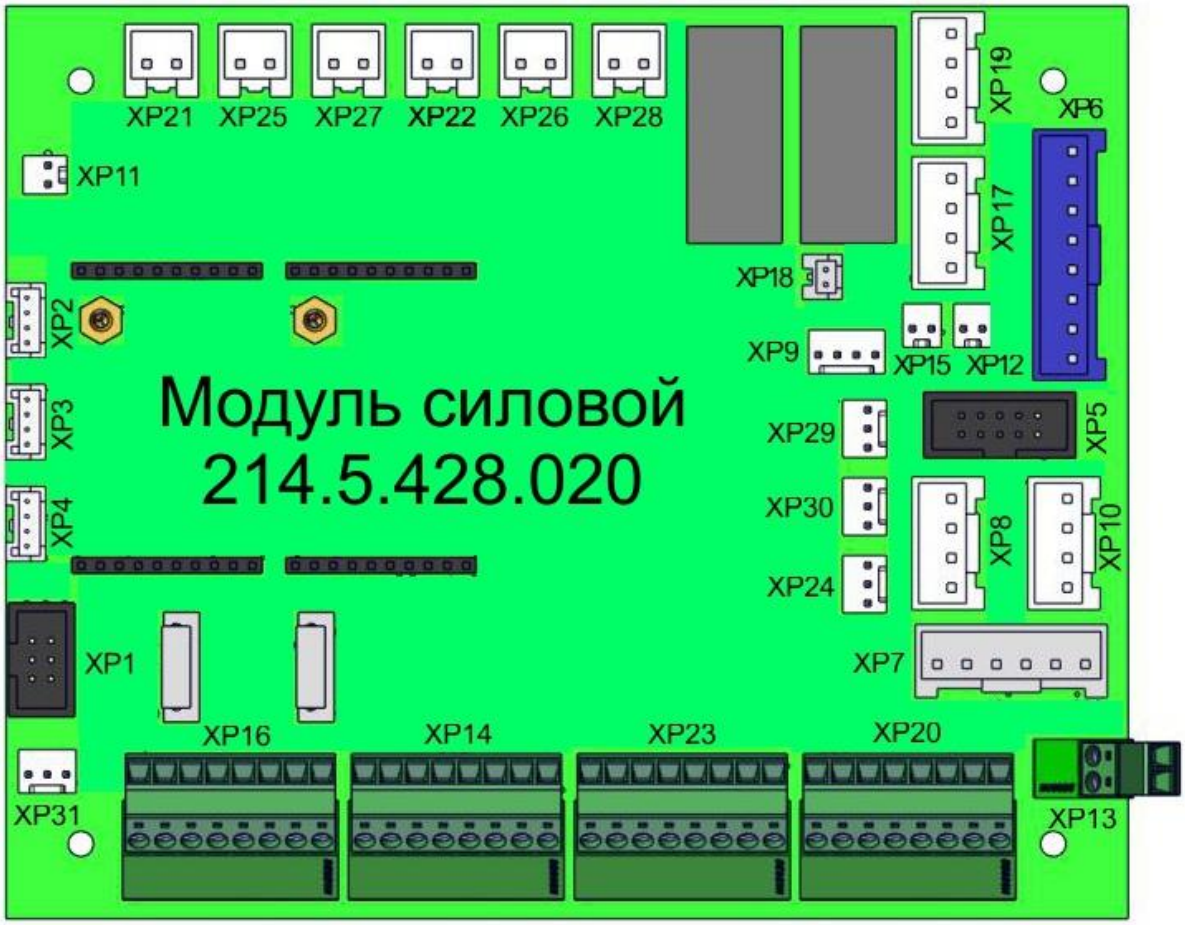


Рисунок 22 – Модуль силовой 5.428.020

Таблица 17 – Обозначения разъемов Модуль силовой 5.428.020

Обозначение	**Расшифровка**
XP1	Разъем подключения датчика водорода
XP2..XP4	Разъемы подключения датчиков давления
XP5	Шина данных к плате процессорной
XP6	Входной разъем питания от блока питания G1
XP7,XP8,XP10	Выходной разъем питания
XP9	Разъем включения блока питания G1
XP11	Выход +12В для внешнего устройства (Разъем питания стабилизатора 200В, 800В)
XP12	Разъем включения блока питания G2
XP13	Разъем для питания клапанов Блока клапанов (+24В)
XP14,XP16, XP20, XP23	Разъемы управления клапанами
XP15	Разъем включения блока питания G3
XP18	Разъем для подключения термопредохранителя термостата колонок
XP21,XP22, XP25..XP28	Разъемы для подключения нагревателей

Обозначение	Расшифровка
XP24	Разъем для подключения вентилятора охлаждения блока питания G3
XP29	Разъем для подключения вентилятора охлаждения блока питания G1
XP30	Разъем для подключения вентилятора охлаждения блока питания G2
XP31	Резервный разъем для подключения вентилятора
XP17	Входной разъем питания от блока питания G2
XP19	Входной разъем питания от блока питания G3

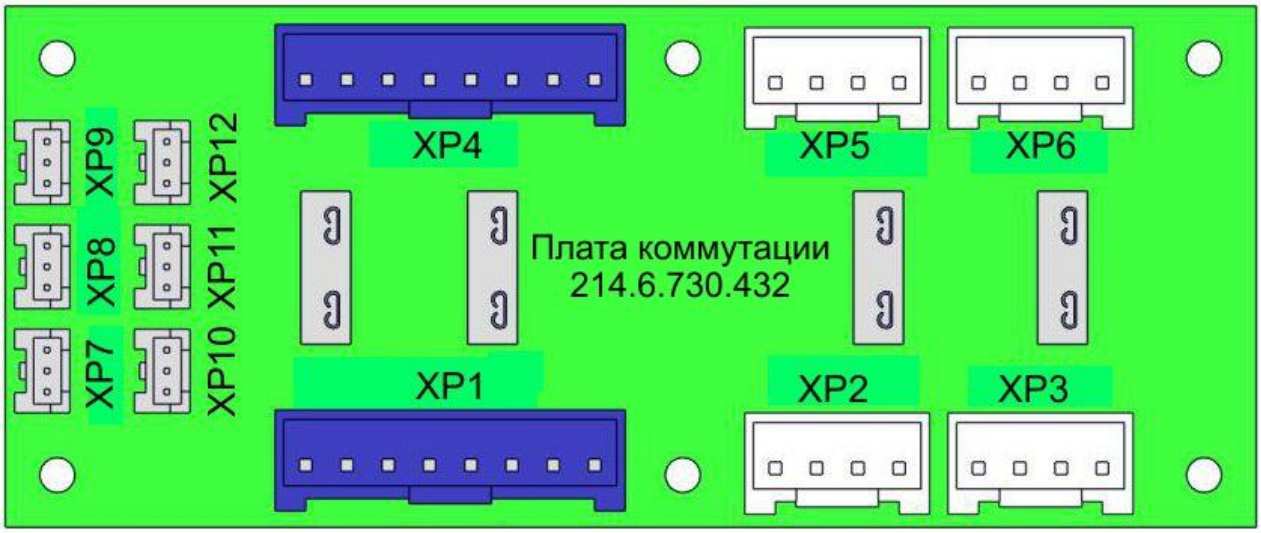


Рисунок 23 – Плата коммутации 214.6.730.432

Таблица 18 – Обозначения разъемов Плата коммутации 214.6.730.432

Обозначение	Расшифровка
XP1	Разъем для подключения блока питания G1 электроники
XP2	Разъем для подключения блока питания G2 нагревателей термостата колонок и испарителей
XP3	Разъем для подключения блока питания G3 нагревателей детекторов, трубопроводов, метанатора, инжектора
XP4	Разъем питания электроники
XP5	Разъем питания нагревателей термостата колонок и испарителей
XP6	Разъем питания нагревателей детекторов, трубопроводов, метанатора, инжектора
XP7	Разъем для подключения вентилятора охлаждения блока питания G1
XP8	Разъем для подключения вентилятора охлаждения блока питания G2
XP9	Разъем для подключения вентилятора охлаждения блока питания G3
XP10	Разъем управления вентилятором блока питания G1
XP11	Разъем управления вентилятором блока питания G2

Обозначение	Расшифровка
XP12	Разъем управления вентилятором блока питания G3

3.9 Блок аналитический 214.2.840.070-02

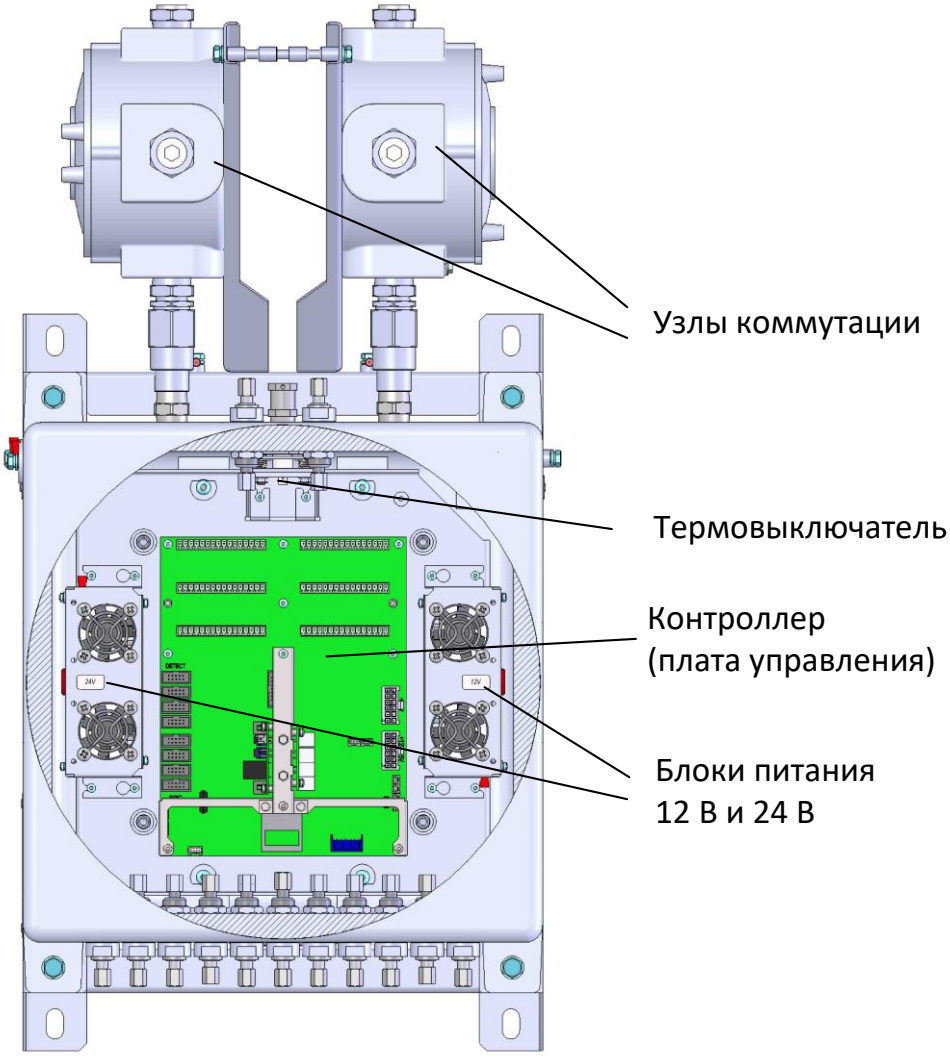


Рисунок 24 – Блок аналитический 214.2.840.070-02

3.10 Контроллер (плата управления)

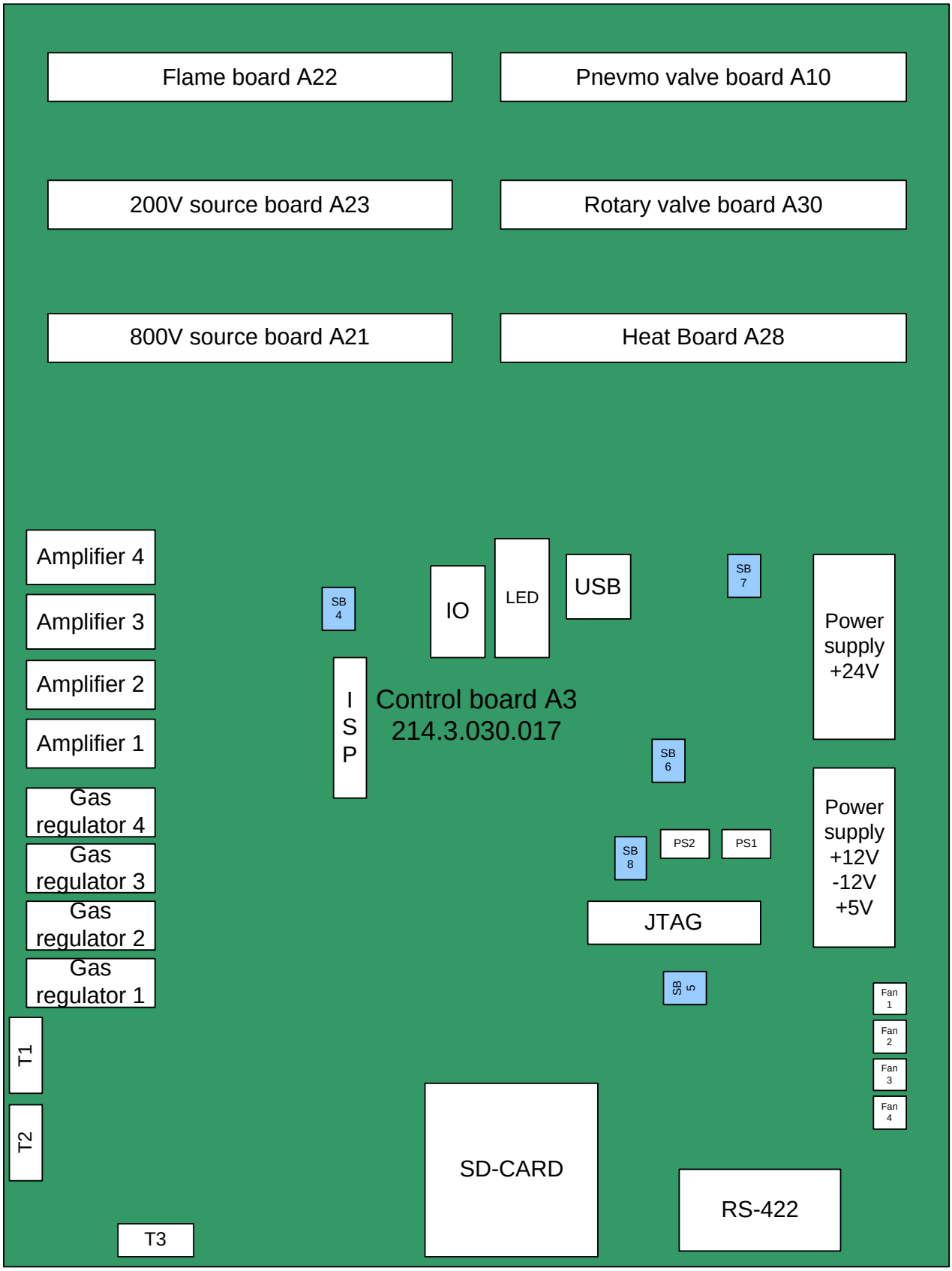


Рисунок 25 – Контроллер 214.3.030.017

Таблица 19 – Обозначения разъемов Контроллер трансмиттера 214.3.030.017

Обозначение	**Расшифровка**
Flame Board	Плата поджига
200V source board	Источник напряжения 200 В
800V source board	Источник напряжения 800 В
Pnevmo valve board	Плата клапанов
Rotary valve board	Плата кранов
Heat board	Плата нагревателей
Amplifier 1…4	Разъёмы для подключения усилителей
Gas Regulator 1…4	Разъёмы для подключения РРГ
T1, T2, T3	Разъёмы для датчиков температуры
SD-CARD	Подключение карты памяти
RS-422	Подключение к компьютеру по интерфейсу RS-422
Fan1…4	Подключение вентиляторов охлаждения БП
PS1, PS2	Входы датчиков избыточного давления внутри корпуса
Power supply +24V	Источник питания +24 В
Power supply +12V, -12V, +5V	Источник питания +12 В, -12 В, +5 В
ISP	Внутрисхемное программирование
IO	Дополнительные линии ввода вывода (не используется)
LED	Управление опциональной платой индикации
USB	USB device интерфейс
JTAG	Разъём подключения внутрисхемного отладчика

Таблица 20 – Микропереключатели Контроллер трансмиттера 214.3.030.017

Обозначение	**Расшифровка**
SB4	Штатный режим работы – OFF, в режиме "ISP программирование" – ON
SB5	Штатный режим работы – OFF.
SB6	Штатный режим работы – OFF. В положении ON переводит прибор в режим калибровки датчиков давления (в ранних версиях программного обеспечения до 2017 г.) и включения режима Bypass (игнорирование показаний датчиков давления, отключена перезагрузка прибора).
SB7	Штатный режим работы – OFF
SB8	Штатный режим работы – ON, в режиме "ISP программирование" –OFF