

ОЧИСТКА ВОЗДУХА ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ, ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКЕ И СВАРКЕ МЕТАЛЛОВ



Технологический прогресс сопровождается развитием различных технологий, которые призваны повышать качество выпускаемой продукции, а также повышать производительность труда, снижая производственные издержки, что, в свою очередь, приводит к возможности снижения стоимости производимой продукции.

Постоянное развитие получают технологические процессы, связанные с обработкой металлов. Так, в последние 10-15 лет широкое распространение стали получать процессы лазерной и плазменной резки металлов, которые обеспечивают автоматизацию и высокую точность производства металлических заготовок

Процессы лазерной и плазменной резки металлов сопровождаются значительными выделениями мелкодисперсных аэрозолей с размером частиц от десятых долей микрон до 3-5 микрон.

При этом, концентрации таких загрязнений являются достаточно высокими, так, например, при плазменной резке легированной стали толщиной 20 мм выделяется 1600г/ч мелкодисперсного аэрозоля. При среднем количестве воздуха, удаляемого вытяжными устройствами от таких установок 6-8 тыс. м³/ч, концентрация аэрозолей составит около 200-300 мг/м³. Вытяжные установки, удаляющие загрязненный воздух от таких устройств должны содержать высокоэффективные системы фильтрации.

Другим видом обработки металлов является электросварка, которая подразделяется на механизированную в углекислом газе, ручную дуговую, автоматическую дуговую под флюсом, контактную и д.р.

Электросварка сопровождается выделением сварочного аэрозоля, содержащего мелкодисперсную твердую фазу и газы. Интенсивность выделений зависит от характеристики процесса, марки сварочных материалов и свариваемого металла. При этом определяющее влияние оказывает состав сварочного материала.

Сварочный аэрозоль содержит соединения железа, марганца, никеля, хрома, алюминия, меди и других веществ, а также газы (оксиды азота, оксид и диоксид углерода, озон, фтористый водород).

В соответствии с ГОСТ 12.3.003-86* (Работы электросварочные. Требования безопасности) [1] не допускается проведение сварки при не работающей местной вытяжной вентиляции.

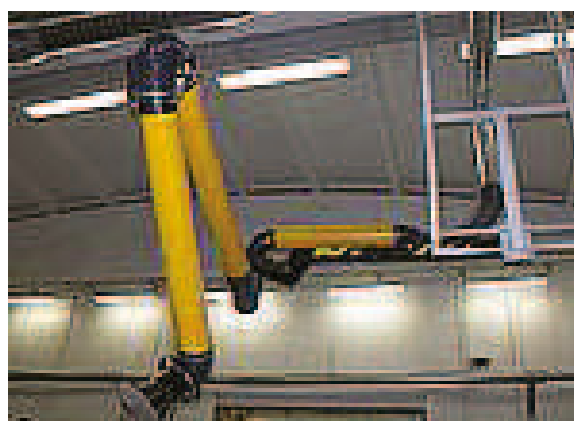
В таблице приведены предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварочных цехов, регламентированные ГОСТ [1].

Наименование вещества	ПДК, мг/ м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние (а-аэрозоль, п- пары)	Примечание
Содержание марганца в сварочных аэрозолях, масс %				
До 20	0,20	2	а	
До 20-30	0,10	2	а	
Хроматы, бихроматы	0,01	1	а	в пересчете на CrO ₃
Оксид хрома (Cr ₂ O ₃)	1,00	2	а	
Никель и его оксиды	0,05	1	а	в пересчете Ni
Оксид цинка	0,50	2	а	
Титан и его двуоксид	10,00	4	а	
Алюминий и его сплавы	2,00	2	а	
медь металлическая	1,00	2	а	
Вольфрам	6,00	3	а	
Двуоксид кремния Аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10 до 60 %	2,00	4	а	
двуоксид азота	2,00	2	п	
Озон	0,10	1	п	
Оксид углерода	20,00	4	п	
втористый водород	0,05	1	п	
Соли фтористоводородной кислоты:				
Хорошо растворимые(NaF, KF)	0,20	2	а	по HF
Плохорастворимые (AlF ₃ , NaAlF ₄)	0,50	2	а	по HF

Также как и установка резки металлов, сварочные посты (участки) должны оснащаться вытяжной вентиляцией, удаляющей выше-указанные загрязнения от рабочих мест, с последующей очисткой этого воздуха.

В отличие от установок лазерной и плазменной резки металлов, сварочные посты могут быть, как фиксированные (стационарные), так и нефиксированные (например, сборочно-сварочные цеха крупно-габаритных металлоизделий.

Для нефиксированных сварочных постов могут быть использованы передвижные фильтровентиляционные агрегаты, которые в данном случае должны быть оснащены консольно-поворотным вытяжным устройством, позволяющим максимально близко приближать вытяжную воронку к месту сварки, а значит и источнику выделения загрязнений.



Нефиксированные сварочные посты могут также оснащаться централизованной системой вытяжной вентиляции, которая в свою очередь оснащается консольно-поворотными устройствами с большим радиусом (5-7 метров) действия.

Фиксированные сварочные посты чаще оснащаются централизованными вытяжными системами, но в ряде случаев (при малом количестве таких постов) могут оснащаться и стационарными автономными фильтровентиляционными агрегатами. Для удаления и очистки воздуха от стационарных сварочных постов могут быть также использованы специализированные столы сварщика FTW, оснащенные фильтровентиляционными агрегатами.

Вытяжной воздух, удаляемый от установок лазерной и плазменной резки, сварочных постов, должен подвергаться очистке с целью выполнения требований ПДВ (предельно-допустимого выброса) при выбросе очищенного воздуха в атмосферу или более эффективной очистке воздуха в случае осуществления рециркуляции очищенного воздуха. Следует отметить, что это техническое решение находит все большее распространение в связи с тем, что оно позволяет экономить энергоресурсы во время отопительного сезона, который на большей части территории России продолжается 7-8 месяцев.

Для решения задачи очистки удаляемого воздуха от установок плазменной и лазерной резки металлов предпринимались попытки использования аппаратов мокрой очистки. Однако, такая система не получила широкого распространения в связи с тем, что эффективность такой очистки не превышала 80% из-за мелкодисперсности образующихся аэрозолей, а также возникла задача последующей очистки воды, от уловленных окислов металлов.

Прорывом в решении этой непростой задачи явилось создание новых высокоэффективных фильтрующих материалов.

На основе этих материалов были разработаны патронные (картриджные) фильтрующие элементы типа ФЭП (рис. 1). Конструктивно такие элементы представляют собой мини-плиссированный пакет фильтрующего материала, размещенного так называемой «звездой» в цилиндрическом корпусе. Обеспечение надежной герметизации элементов патронных фильтров достигается соединением концевых дисков и миниплиссированного фильтрующего пакета с помощью специальных герметиков.

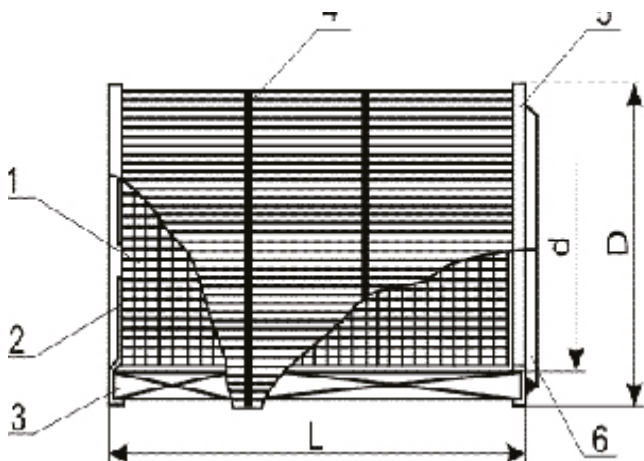


Рис.1 Схема патронного фильтрующего элемента. 1 - опорная сетка; 2 - металлический концевой диск; 3 — миниплиссированный фильтрующий пакет; 4 - бандажный пояс; 5 - концевое кольцо;

С использованием патронных фильтрующих элементов были разработаны патронные фильтры с импульсной регенерацией сжатым воздухом типа ФПИ [2].

Фильтры ФПИ выпускают производительностью от 2 до 32 тыс. м³/ч и позволяют эффективно решать задачи очистки воздуха, выбрасываемого в атмосферу от аэрозолей автоматизированных установок резки металлов, обеспечивая выполнение требований ПДВ. Выпускаются также фильтры ФПИ во взрывозащищенном исполнении, а также фильтры для работы при температуре очищаемого воздуха 130-140 С

Для решения задачи рециркуляции очищенного воздуха от установок резки металлов с последующей его рециркуляцией разработаны и выпускаются специальные патронные элементы типа ФЭП с применением сверхэффективных материалов, покрытых мембранами. Такие мембранные покрытия могут наноситься на основу из синтетических и целлюлозных волокнистых структур.

Эффективность элементов типа ФЭП, оснащенных такими материалами в отношении частиц 0,3-0,5 мкм составляет более 99%.

Применение мембранных покрытий в фильтрующих материалах ФЭП не позволяет мелкодисперсным аэрозолям глубоко проникать внутрь материала, обеспечивая, таким образом, поверхностную фильтрацию, что в дальнейшем позволяет эффективно проводить регенерацию ФЭП импульсами сжатого воздуха.

ФЭП, оснащенные такими материалами используются в составе фильтров ФПИ, которые могут обеспечивать очистку рециркуляционного воздуха.

Для случаев очистки воздуха от взрывоопасной (например, алюминиевой пыли) или сильно электризующихся пылей могут изготавливаться ФЭП из “антистатичных” материалов.

В ряде случаев при условии высоких начальных концентраций, а также выделении в процессе резки металлов газообразных загрязнений в системе рециркуляции может устанавливаться вторая ступень очистки, обеспечивающая доочистку воздуха от мелкодисперсных аэрозолей и газообразных загрязнений. В качестве этой ступени может быть использована секция складчатых фильтров типа ССФ на соответствующую производительность [2] с установкой 2-х ступеней: первая - фильтры ФяС-К (класс F9-H11) и вторая - угольный фильтр ФяС-С. Такая схема обеспечивает более надежную схему очистки рециркуляционного воздуха, выполнения требования санитарных норм даже в случае незначительного разрушения нескольких фильтров ФЭП в процессе эксплуатации (а как следствие снижения эффективности очистки всего фильтра ФПИ), что входе эксплуатации фильтров контролировать очень сложно.

Наличие секции ССФ, как второй ступени очистки, позволяет доочистить рециркуляционный воздух, а быстрый рост сопротивления первой ступени ФяС-К будет сигнализировать о необходимости проверки работы фильтра ФПИ на предмет разрушения ФЭП.



Рис. 2 Фильтрующий патронный элемент типа ФЭП



Рис. 3 Патронный фильтр типа ФПИ

Угольный фильтр ФяС-С или ФяС-С-К, как 2-ая ступень ССФ, осуществляет доочистку рециркуляционного воздуха от газообразных загрязнений, обеспечив тем самым полное выполнение требований санитарных норм.

Как указывалось ранее, другим технологическим процессом обработки металлов является сварка, которая также сопровождается выделением в рабочую зону, как аэрозоль свариваемых металлов, так и газообразных загрязнений.

Ранее для очистки воздуха от сварочного аэрозоля использовались электрические фильтры, которые способны улавливать мелкодисперсные сварочные аэрозоли. Однако эксплуатация таких фильтров выявила ряд существенных недостатков.

Во-первых, электрические фильтры, на разумных скоростях фильтрации способны обеспечить эффективность не выше 95-98%, что в ряде случаев недостаточно для рециркуляции очищаемого воздуха. Во-вторых, регенерация электрофильтров, как правило, осуществляется промывкой электрических кассет водой в ручном или в автоматическом режиме, это, в свою очередь, влечет необходимость последующей очистки воды



Рис. 4 Секция складчатых фильтров типа ССФ

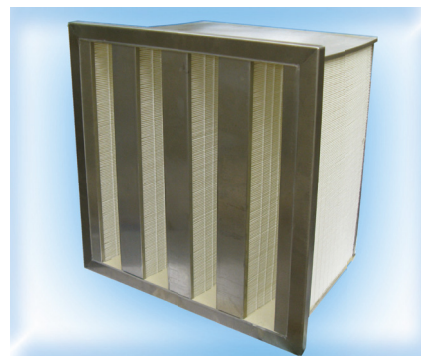


Рис. 5 Фильтр типа ФяС-К

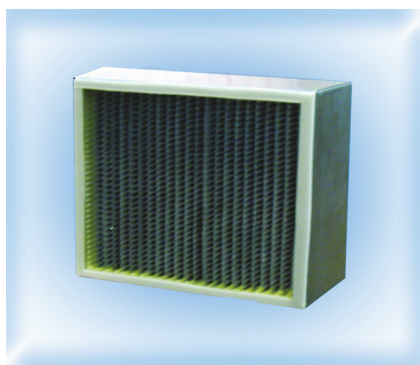


Рис. 6 Фильтр типа ФяС-С



Рис. 6 Фильтр типа ФяС-С-К

Определенные трудности при эксплуатации электрических фильтров вызывает необходимость иметь в обслуживающем персонале квалифицированных электриков, допущенных к работе с электроустановками свыше 1000В, так как рабочее напряжение в электрических фильтрах составляет от 8 до 12 кВ.

Появление сверхэффективных мембранных фильтрующих материалов и использование их в составе патронных фильтрующих элементов позволило более эффективно и надежно решить задачи очистки воздуха от сварочного аэрозоля. Для решения этой задачи ООО "НПП "Фолтер" были разработаны патронные фильтрующие элементы ФЭП для оснащения фильтро-вентиляционных агрегатов типа ПАР-ПИ, ПАР-М и фильтров ФПИ.

При удалении и очистке загрязненного воздуха от отдельно стоящих сварочных постов может быть использован стационарный агрегат ПАР-ПИ [2]. Этот агрегат обеспечивает удаление воздуха в объеме до 1000-1300 м³/ч. Передвижная версия агрегата ПАР-ПИ, оснащенная консольно-поворотным устройством позволяет обслуживать нестационарные сварочные посты. Практически все виды сварки металлов сопровождаются выделением окислов азота, озона и других видов газообразных загрязнений (например, фтористый водород при сварке под слоем флюса). Для обеспечения очистки воздуха от газообразных загрязнений агрегаты ПАР-ПИ имеют возможность дооснащения угольными фильтрами ФяС-С. В случае сварочных процессов носящих кратковременный характер: точечная сварка, выделяющихся загрязнений являются невысокими, для удаления и очистки воздуха может быть использован агрегат ПАР-М в стационарном или передвижном исполнении. В этом случае агрегат ПАР-М оснащается 2-х ступенчатой системой очистки: 1-ая ступень - карманный фильтр класс G4-F5, 2-ая ступень ФяС-Ф класс F9-H11.



Агрегаты ПАР-М имеют также возможность дооснащения дополнительной (третьей) ступенью очистки - угольным фильтром ФяС-С, при необходимости очистки от газообразных загрязнений.

При решении задач очистки больших объемов воздуха, удаляемых централизованными вытяжными системами, от фиксированных и нефиксированных сварочных постов могут быть использованы патронные фильтры ФПИ, оснащенные специальными сверхэффективными ФЭП. Фильтры ФПИ имеют полную автоматизацию с контролем сопротивления фильтров датчиком перепада давления. Этот датчик управляет системой регенерации фильтра при достижении заданного конечного сопротивления.

Фильтры ФПИ, также как агрегаты ПАР-ПИ, позволяют очищать воздух до чистоты, позволяющей осуществлять рециркуляцию этого воздуха. В случаях, когда возникает дополнительная необходимость очистки воздуха от газообразных загрязнений, в вытяжную систему после фильтра ФПИ могут устанавливаться или секция складчатого фильтра ССФ с угольными фильтрами ФяС-С или секция угольного фильтра СУФ [2].

В случае организации новых фиксированных сварочных постов могут быть использованы фильтровентиляционные столы для сварщика типа FTW .

Преимуществом столов типа FTW по сравнению с обычными столами является наличие встроенного фильтровентиляционного агрегата типа ПАР-МГ и вытяжного устройства позволяющего эффективно удалять и очищать образующиеся в процессе обработки металла загрязнения. Столы типа FTW могут оснащаться фильтровентиляционными агрегатами 2-х типов ПАР-МГ и ПАР-ПИГ. Отличие этих агрегатов заключается в том, что для работы ПАР-МГ требуется подвод только электроэнергии, мощность 2,2 кВт, а для работы ПАР-ПИГ дополнительный подвод сжатого воздуха для регенерации фильтрующего элемента, установленного в этом агрегате.

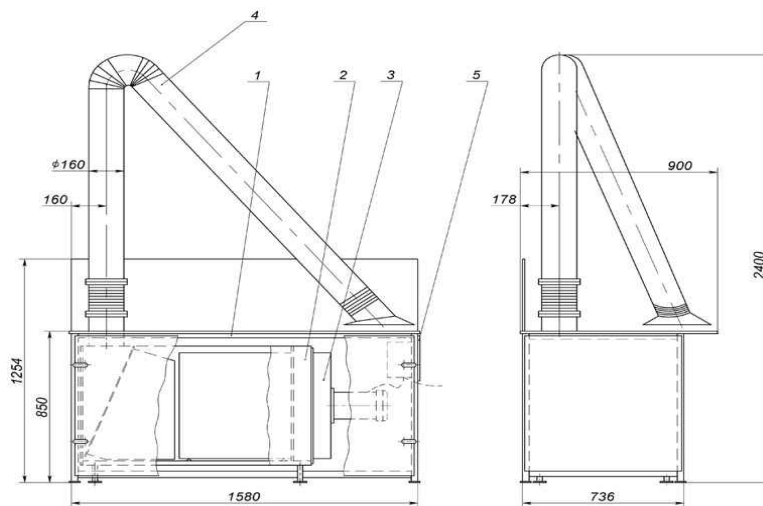


Рис.8 Схема стола сварщика. 1 - ПАР; 2 - стол сварочный; 3 - вентилятор с электродвигателем; 4 - консольно-поворотное устройство; 5 - блок управления

Дополнительно для решения очистки воздуха от фиксированных сварочных постов, и также от участков сварки крупногабаритных изделий, могут быть использованы фильтро-вентиляционные камеры типа КФВ-О.

Камера фильтро-вентиляционная обеспыливающая КФВ-О предназначена для организации локальных рабочих зон различных технологических процессов, сопровождающихся выделением загрязнений (пыль, мелкодисперсные аэрозоли) в воздух рабочей зоны, таких как сварка, резка, зачистка, шлифовка различных металлов, дерева, пластика и т.д. Дополнительно КФВ-О могут быть оснащены специальными фильтрами для очистки воздуха от газообразных загрязнений и запахов.

Вентиляторы, обеспечивающие удаление воздуха из рабочей зоны КФВ-О, могут устанавливаться как наверху камеры, так и на полу рядом с камерой. По требованию Заказчика вентиляторы могут также располагаться на некотором расстоянии от камеры КФВ-О.

В этом случае вентилятор и камера должны соединяться воздуховодом.

Вентилятор и воздуховод в стандартную комплектацию КФВ-О не входят и поставляются по согласованию и техническому заданию заказчика.

Фильтро-вентиляционная камера КФВ-О обеспечивает:

- удаление загрязнений, выделяемых в воздух рабочей зоны, и препятствует их распространению в воздушной среде всего производственного помещения, где установлена КФВ-О;

- высокоэффективную очистку загрязненного воздуха;

- возврат (рециркуляцию) очищенного воздуха в то же помещение.

Применение камер КФВ-О позволяет:

- экономить тепло во время отопительного сезона за счет циркуляции очищенного воздуха;

- снизить капитальные затраты, связанные с проектированием и монтажом централизованных вытяжных и аспирационных систем, требующих протяженных сетей воздуховодов.

- обеспечить мобильность и гибкость технологических процессов за счет возможности быстрого перемещения КФВ-О в пределах производственного цеха или технологической линии.

Фильтровентиляционные камеры КФВ-О подразделяются на два типа в зависимости от системы фильтрации воздуха.

I. КФВ-ОИ - самоочищающаяся, с патронными фильтрующими элементами ФЭП, которые регенерируются автоматически в процессе эксплуатации импульсной продувкой сжатым воздухом. Для эксплуатации КФВ-ОИ в этом случае необходимо подключение к линии сжатого воздуха.

II. КФВ-ОН - накопительная, с ячейковыми кассетными фильтрами, не требующая потребления сжатого воздуха. Ресурс работы ячейковых фильтров может составлять от 3-4 месяцев до одного года в зависимости от условий эксплуатации

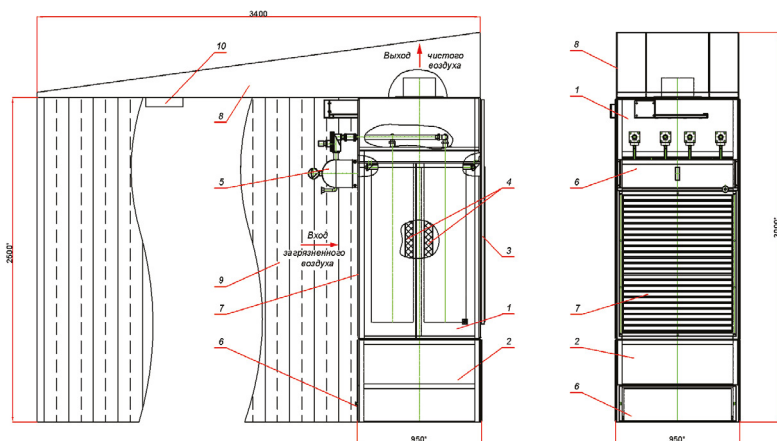


Рис. 1 Схема камеры КФВ-ОИ с самоочищающейся системой фильтрации воздуха.

1 – корпус камеры; 2 – бункер; 3 – съемная дверь; 4 - фильтр типа ФЭП; 5 - ресивер; 6 – ящик для сбора пыли; 7 – вентиляционная решетка; 8 – потолочное укрытие; 9 – защитная штора; 10 – светильник.

Запыленный воздух через вентиляционную решетку 7 поступает в камеру, где расположены патроны. Проходя через них, воздух удаляется через верхние открытые части патронов в камеру очищенного воздуха, а пыль оседает на поверхности фильтрующего материала.

Регенерация фильтров осуществляется периодически, по сигналу от датчика перепада давления, входящего в стандартную комплектацию, без отключения работы камеры. Регенерация проводится импульсной продувкой сжатым воздухом, поступающим внутрь патронов через ресивер 5. Длительность импульсов и частота циклов регенерации устанавливаются с помощью прибора управления регенерацией, входящего в комплект поставки КФВ-ОИ. Сжатый воздух для регенерации патронов должен быть очищен не хуже 10 класса по ГОСТ17433-80.

Уловленная патронами пыль при регенерации сыпается в ящик 6 и должна периодически из него удаляться.

Для предотвращения загрязнения воздуха в производственных помещениях сварочными аэрозолями и сухой промышленной пылью, на КФВ-ОИ установлено потолочное укрытие 8 с боковыми защитными шторами 9. Защитные шторы также предохраняют от производственного шума, сварочных брызг, шлифовальных искр и т.п.

Камера КФВ-ОН, с накопительной системой фильтрации (см. рис. 2), состоит из корпуса камеры 1, съемной двери 2 с вентиляционной решеткой 5, потолочного укрытия 6 с защитными шторами 7. За вентиляционной решеткой 5 в корпусе устанавливаются фильтры типа ФяК 3, выполняющие предварительную очистку загрязненного воздуха. Тонкая очистка осуществляется фильтрами типа ФяС-Ф 4, размещенными в верхней части корпуса. Замена фильтров ФяК и ФяС-Ф осуществляется через съемную вентиляционную решетку, расположенную на съемной двери 2.

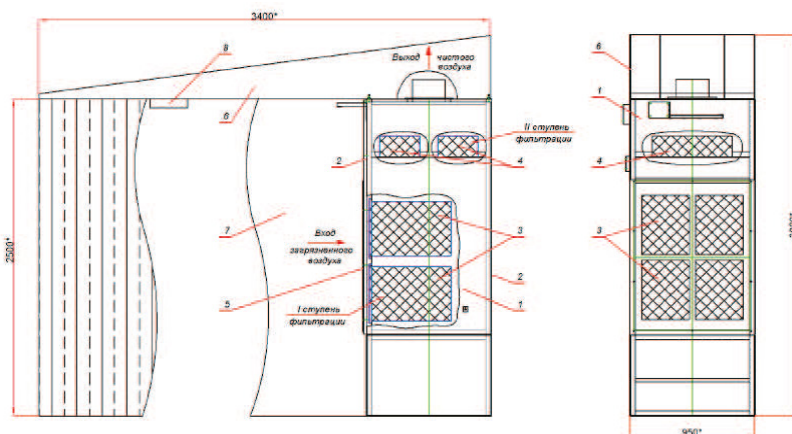


Рис. 2 Схема камеры КФВ-ОН с накопительной системой фильтрации воздуха.

1 – корпус камеры; 2 – съемная дверь; 3 – фильтр типа ФяК; 4 – фильтр типа ФяС; 5 – вентиляционная решетка; 6 – потолочное укрытие; 7 – защитная штора; 8 – светильник.

Для расширения обслуживаемых, камерой КФВ-О, площадей выпускаются КФВ-О с 2-х сторонним всасыванием загрязненного воздуха (см. рис 3).

Фильтро-вентиляционная камера КФВ-О выпускается модульного исполнения, обеспечивающая организацию локальных производственных зон размером от 0,95x2,45 м до 13,3x2,45 м (рис. 4).

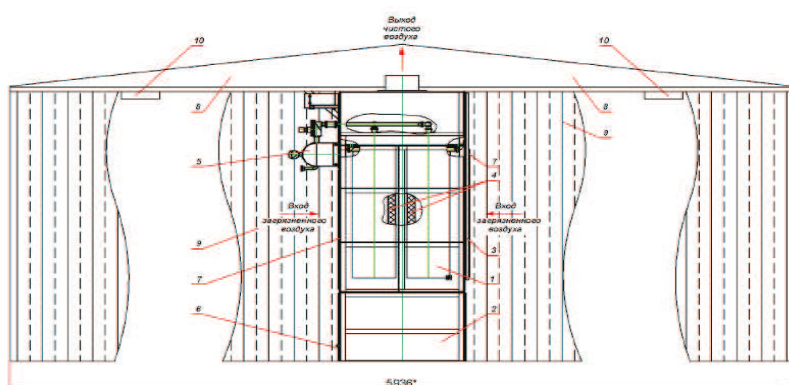


Рис. 3 Схема камеры КФВ-ОИ при заборе воздуха с двух сторон

1 – корпус камеры; 2 – бункер; 3 – съемная дверь; 4 – фильтр типа ФЭП; 5 – ресивер; 6 – ящик для сбора пыли; 7 – вентиляционная решетка; 8 – потолочное укрытие; 9 – защитная штора; 10 – светильник.

Возможность создания рабочих зон различной площади, позволяет размещать в зоне их действия, как небольшие технологии (например, стационарный сварочный пост), так и технологические операции, связанные с изготовлением крупногабаритных изделий, например, большие металлические емкости, резервуары, строительные фермы и другие крупногабаритные строительные конструкции



Рис. 4 Объединение камер КФВ-ОИ (ОИ) в единую секцию внутри производственных помещений

Для подачи, кантования и удаления крупногабаритных изделий из рабочей зоны КФВ-О с помощью цеховых грузоподъемных механизмов (мостовой кран, кран-балка), камеры КФВ-О могут дополнительно оснащаться опцией подъема потолочного укрытия (см. рис. 5 и 6).

Подъем и опускание потолочного укрытия выполняется электролебедкой поз. 11, которая управляется с пульта управления.

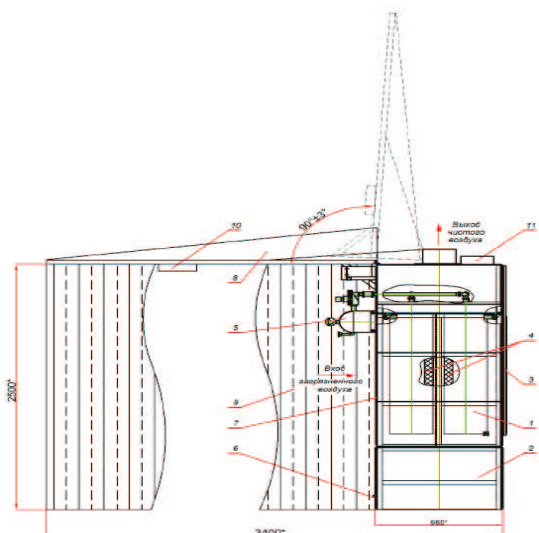


Рис. 5 Схема камеры КФВ-ОИ, с поднимающимся потолочным укрытием.

1 – корпус камеры; 2 – бункер; 3 – съемная дверь; 4 - фильтр типа ФЭП; 5 - ресивер; 6 – ящик для сбора пыли; 7 – вентиляционная решетка; 8 – поднимающееся потолочное укрытие; 9 – защитная штора; 10 – светильник; 11 - электролебедка.

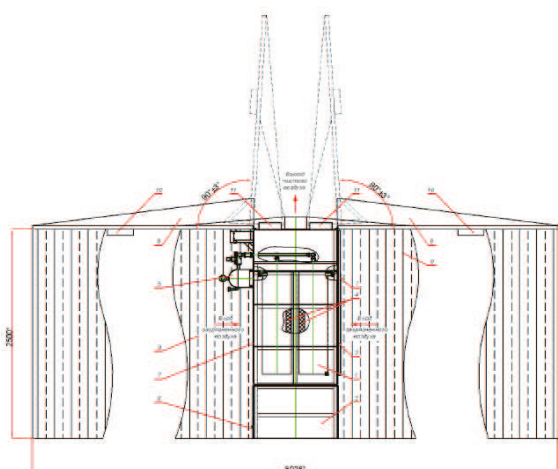


Рис. 6 Схема камеры КФВ-ОИ с поднимающимся потолочным укрытием при заборе грязного воздуха с двух сторон.

1 – корпус камеры; 2 – бункер; 3 – съемная дверь; 4 - фильтр типа ФЭП; 5 - ресивер; 6 – ящик для сбора пыли; 7 – вентиляционная решетка; 8 – поднимающееся потолочное укрытие; 9 – защитная штора; 10 – светильник; 11 - электролебедка.

Изготовитель оставляет за собой право внесения изменений в конструкцию без изменения технических характеристик продукции.