

Н. И. Ватин, А. Г. Вегера, Т. В. Самопляс

УДК 504.064.4

**Циклоны на российском рынке техники защиты
окружающей среды**

**Санкт-Петербург
2002**

1. Введение

В условиях прогрессирующего техногенного пути развития человечества предопределяются тенденции к дальнейшему ухудшению условий окружающей среды, что, по сути, влечет за собой попытки решения экологических задач глобального масштаба. А так как в крупных городах и промышленных центрах в настоящее время доминирующим фактором риска для здоровья человека стал загрязненный воздух, то на фоне сложившейся ситуации на первый план выходит создание систем очистных сооружений, устройств очистки и подготовки атмосферного воздуха. Одним из возможных способов защиты людей и технологических процессов от вредных веществ и взвешенных аэрозольных частиц является применение систем очистки воздуха и промышленных газов.

Циклоны являются одним из наиболее распространенных аппаратов очистки воздуха. В отечественной пылеочистой технике применяются различные типы циклонов одного назначения. Несмотря на большое число публикаций, посвященных результатам испытания циклонов, не представляется возможным сравнить их эффективность, в первую очередь из-за отсутствия сведений о дисперсном составе пыли и о методе дисперсного анализа. В то же время доказано, что результаты определения дисперсного состава пыли различными методами не совпадают, а способов их пересчета не существует [1].

1.1. Принцип работы циклона

Одним из наиболее распространенных устройств пылеочистой техники считаются циклоны. Циклон - (от греческого *kyklon* - кружащийся, вращающийся) аппарат для очистки воздуха (газа) от взвешенных твердых частиц; представляет собой цилиндрический резервуар с конусом внизу.

Циклоны начали применять в промышленности с 80-х годов прошлого столетия. В настоящее время благодаря простоте конструкции, малым габаритам и надежности в работе это одно из наиболее широко распространенных устройств пылеочистой техники [1].

Циклоны имеют следующие достоинства:

- 1) отсутствие движущихся частей в аппарате;
- 2) надежность работы при температурах газов вплоть до 500 °С (для работы при более высоких температурах циклоны изготавливают из специальных материалов);
- 3) возможность улавливания абразивных материалов при защите внутренних поверхностей циклонов специальными покрытиями;
- 4) улавливание пыли в сухом виде;
- 5) почти постоянное гидравлическое сопротивление аппарата;
- 6) успешная работа при высоких давлениях газов;
- 7) простота изготовления;
- 8) сохранение высокой фракционной эффективности очистки при увеличении запыленности газов.

Недостатки:

- 1) высокое гидравлическое сопротивление: 1250-1500 Па;
- 2) плохое улавливание частиц размером < 5 мкм;

3) невозможность использования для очистки газов от липких загрязнений.[2, с.33].

Подобные пылеочистные аппараты широко применяются для сухой очистки газов, выделяющихся при некоторых технологических процессах (сушка, обжиг, агломерация, сжигание топлива и т.д.). Принцип действия циклонов основан на выделении частиц пыли из газового потока под воздействием центробежных сил, возникающих вследствие вращения потока в корпусе аппарата. Неочищенный воздух, поступая в цилиндр, закручивается, под действием центробежных сил пыль отбрасывается к стенкам и падает в конус циклона, откуда удаляется в пылесборник (бункер). Очищенный воздух выходит через отверстие в верхней части циклона.

В отечественной пылеочистной технике применяют различные типы циклонов. Наибольшее распространение в технике получили циклоны с изменением основного направления потока газа, называемые противоточными. В зависимости от требований по производительности и условий применения циклоны изменяют одиночного (внутренний диаметр от 300 до 1400 мм) или группового исполнения.

Следует особо отметить, что в период работы циклона разгрузочное устройство должно обеспечивать полную герметичность.

Вследствие интенсивного вращения газа в корпусе циклона статическое давление понижается от его периферии к центру. Такая же картина наблюдается и в пылесборном бункере. Отсюда следует, что герметичность бункера должна быть полностью обеспечена не только при установке циклона на всасывающей, но и на нагнетающей стороне вентилятора. Несоблюдение этого условия приводит к резкому снижению пылеотделения в циклоне и даже к полному его нарушению.

Своеобразный смерч, образующийся в циклоне, пятой опирается в дно пылесборного бункера. При этом в центре смерча винтообразное движение газа направлено вверх. Нарушение вращательного движения газа в бункере неизбежно приводит к заметному снижению степени очистки. В частности, именно поэтому степень очистки в группе циклонов с общим бункером несколько ниже, чем в одиночном аппарате.

Влияние аэродинамических процессов, происходящих в бункере циклона, на степень очистки подтверждается результатами испытания двух циклонов, присоединенных к общему бункеру. Два варианта подвода воздуха через тангенциальные патрубки обуславливают две разные схемы вращения потоков в бункере. Опыт показал, что когда в бункере касательные скорости вихрей имели одно направление и не нарушался основной режим вращения потоков, степень очистки была выше (не хуже, чем при одиночном циклоне). Поэтому установка циклонов без бункеров, с присоединением пылеотводящего отверстия в конусе циклона, например, непосредственно к пылеразгрузочному шнеку, всегда приводит к ухудшению степени очистки. Можно рекомендовать соединять конус циклона с бункером, когда пылеотводящее отверстие конуса расположено несколько ниже верхней крышки бункера.

Следует иметь в виду, что нарушение вращающегося потока в выхлопной трубе циклона приводит к снижению интенсивности его вращения в центральной зоне корпуса. Поэтому вставка на входе в выхлопную трубу выпрямителей воздушного потока в виде звездочки или сот существенно снижает степень очистки.

Вращение потока в выхлопной трубе продолжается на расстоянии 20 и более калибров. Если уменьшить диаметр выхлопной трубы, то гидравлические сопротивления резко возрастают. Поэтому, если циклон расположен не на конце

нагнетающей ветви или установлен на всасывающей стороне вентилятора, следует не сужать выхлопную трубу, а устанавливая на ней раскручивающую улитку. В этом случае динамическое давление на выходе не будет потеряно, и его можно учесть при расчете системы трубопроводов. В воздухопроводе непосредственно за улиткой можно производить измерения статических давлений и скоростей газа, в то время как без нее эти измерения в выхлопной трубе на выходе из циклона не могут дать верных результатов [1].

1.2. Типы циклонов

1.2.1. Прямоточные осевые циклоны

Прямоточные циклоны (газ проходит не по спирали) обладают меньшим гидравлическим сопротивлением, меньшими габаритами, но и меньшей эффективностью очистки. Они применяются для очистки газового потока от крупнозернистой пыли.

Циклоны, в которых вращающийся поток газа не изменяет направления своего основного движения по оси аппарата, называются прямоточными. Вследствие их малой по сравнению с протинеточными циклонами степени очистки и меньшими гидравлическими потерями они находят применение в качестве первой ступени очистки перед более эффективными пылеуловителями - тканевыми или электрофильтрами [1].

1.2.2. Вихревые пылеуловители

Разновидность циклонов представляют вихревые пылеуловители с дополнительным подводом газа.

Струи потока, выходящие с большими скоростями в одном направлении с основным потоком, интенсифицируют его вращение и одновременно создают около стенок аппарата винтовое движение, направленное вниз. Опускающийся наружный вихрь отводит отброшенные на периферию частицы пыли в нижнюю часть корпуса аппарата, где они окончательно выделяются из вращающегося потока. Вверху цилиндрического корпуса установлена диафрагма - она разделяет восходящий и нисходящий вихри [1].

1.2.3. Инерционный фильтр-сепаратор

Применяется для сухой очистки газовых потоков от твердых примесей. Область применения: производство строительных материалов (цемент, известь и др.); горнорудные, металлургические, литейные производства; энергетика на угле, торфе, горючих сланцах; производство пищевых продуктов и другие технологии, связанные с циркулированием и выбросом в атмосферу запыленных газов. Степень очистки может достигать 98-99%. Наличие фильтрующих слоев позволяет извлекать частицы размером менее 5 мкм. Производительность одного аппарата до 75 тыс.куб.м\час. Аппараты отличаются компактностью [3].

1.2.4. Групповые циклоны

С увеличением диаметра циклона при постоянной тангенциальной скорости потока центробежная сила, действующая на пылевые частицы, уменьшается, и снижается эффективность пылеулавливания.

Кроме того, установка одного высокопроизводительного циклона вызывает затруднения при его размещении вследствие его большой высоты. В связи с этим

в технике пылеулавливания широкое применение нашли групповые и батарейные циклоны.

Степень очистки в группе циклонов принимается равной степени очистки в одиночном циклоне, входящем в эту же группу, хотя экспериментально это и не доказано. Есть некоторые основания предполагать, что она несколько ниже степени очистки, достигаемой в одиночном циклоне [1].

1.2.5. Батарейные циклоны

Для очистки больших масс газов (дымовые газы, пыль сушилок) применяют батарейные циклоны, состоящие из большого числа циклонных элементов объединенных в одном, имеющих общий подвод и отвод газов и сборный бункер.

Батарейные циклоны, называемые также мультициклонами, состоят из нескольких десятков и даже сотен параллельно включенных циклончиков. Пылеуловители батарейные циклоны предназначены для очистки технологических газов и воздуха сушильных установок. Они могут также быть использованы в системах аспирации углеобогатительных фабрик и на предприятиях химической промышленности [1].

2. Характеристики производимых циклонов

Циклонные фильтры – сепараторы производятся и поставляются следующими организациями.

2.1. Научно – производственное предприятие “Сфера”

Предприятие изготавливает пылеулавливающие установки для асфальтобетонных заводов и предприятий стройиндустрии. Рукавные фильтры с импульсной поддувкой и механическим встряхиванием работают до температуры 600 градусов по Цельсию с улавливанием пылевых частиц размером 1мкм и менее, эффективность очистки до 99,999%. Изготавливает и монтирует ионообменные фильтры для гальванических и сварочных производств.

2.1.1. Пылеулавливающая установка с циклоном ЦВЗП–С

Установка предназначена для очистки дымовых газов и аспирируемого воздуха от пыли. Метод встречно закрученных потоков увеличивает эффективность улавливания тончайших фракций (5 мкм) пыли. Эффективность очистки остается постоянной при величине присосов до 10 %. Производительность от 10 000 до 23 000 м³/час в зависимости от калибра циклона. Эффективность улавливания пыли не менее 96,0%. Техническая характеристика одиночного циклона (D=800 мм):

массовая концентрация пыли в очищаемом газе, г/м³.

– слабослипающейся	не более 400;
– среднеслипающейся	не более 250;
температура очищаемого газа	0С до 400;
производительность по воздуху, тыс. м ³ /час	от 10,8 до 18,0;
степень очистки от пыли	96,0%.

2.1.2. Фильтр-циклон с импульсной продувкой рукавов ФЦИ-С

Фильтр-циклон предназначен для высокоэффективной очистки запыленного газа с размерами частиц от 1,0 мкм и более. Применяется для очистки вентвыбросов, содержащих агрессивные газы, с температурой до 600 °С (цементная, керамическая, строительная, асфальтобетонная, табачная и др. промышленности).

Возможен любой набор материала фильтра.

Характеристика фильтра:

материал рукава в зависимости от температуры газа и свойств пыли;	
температура газа	0С до 600;
сопротивление фильтра, кПа (кгС/м ²)	не более 3,0 (300);
массовая концентрация пыли на входе, г/куб.м	до 300.

Эффективность очистки, % не менее 99,9аналогично фильтрам ФРИ-С. Наличие циклонного подвода позволяет увеличить входную концентрацию пыли до 400 г/нм². Применение фильтров-циклонов на очистке вентвыбросов, не содержащих агрессивные газы, позволяет вернуть очищенный воздух в помещение, что позволяет экономить на отоплении.

2.2. Фирма “Квартек”

Организация "Квартэк" совместно с ННП "СФЕРА" производит различные установки для очистки воздуха промышленных предприятий.

Пылеулавливающая установка предназначена для сухой очистки технологических газов и аспирируемого воздуха. В установке применен циклон со встречнозакрученными потоками (ЦВЗП-С), часть элементов которого запатентована.

Отличительной особенностью вихревых пылеулавливателей, к которым относится ЦВЗП-С является высокая эффективность очистки газа от тонких фракций пыли (< 5-10мм), что позволяет им во многих случаях успешно конкурировать с обычными циклонами, а иногда и с фильтрами.

Другим преимуществом ЦВЗП-С является слабая чувствительность эффективности очистки к расходу запыленного газа и величине присосов. ЦВЗП-С практически сохраняет эффективность очистки газа от пыли при уменьшении его расхода на 50% и увеличении - на 15%. Эффективность очистки также остается постоянной при величине присосов до 20%.

ЦВЗП-С характеризуется меньшей материалоемкостью по сравнению с существующими газоочистными установками, оснащенными обычными циклонами. Для сравнения - газоочистное оборудование, устанавливаемое на асфальтобетонные заводы Кременчугского ПО "Дормаш" состоит из трех ступеней очистки, из которых две, установленные до дымососа, содержат прямоточный осевой циклон D700 и групповой циклон СЦН-40 (4xD800). Проектная эффективность пылеулавливания двух ступеней - 95%. Одиночный ЦВЗП-С D800 при тех же условиях 96-98%.

Общая техническая характеристика:

массовая концентрация слабослипающейся пыли в очищаемом газе	не более 400 г/м ³ ;
массовая концентрация среднеслипающейся пыли в очищаемом газе	не более 250 г/м ³ ;
температура очищаемого газа	до 400°С;
производительность одиночного циклона (D=800мм)	от 10,8 до 18,0 тыс. м ³ ;
гидравлическое сопротивление	0,98-2,94 (100-300) кПа (ккс/м ²);
степень очистки от пыли (d _m =20 мкм, ρ _ч =2,7 г/см ³ , t _в -110°С)	97,6 %.

2.3. Курганский машиностроительный завод мельничного оборудования

Завод выпускает различные фильтры для воздуха, применяемые в мукомольной промышленности и в других видах производства.

Установки батарейные малогабаритных циклонов 4БЦШ предназначены для очистки запыленного воздуха, поступающего из аспирационных и пневматических сетей.

Батарейные установки 4БЦШ изготавливают в климатическом исполнении "У", категории 1 ГОСТ 15150-69.

Скорость входа воздуха равна 16-18 м/сек.

2.4. ООО «Фортэкс»

Организация выпускает различное фильтрующее оборудование.

Фильтр-циклон предназначен для очистки вентиляционных выбросов при полировке деталей на станках с войлочными кругами с характеристиками:

производительность по воздуху от 1 до 12 тыс м³/ч;

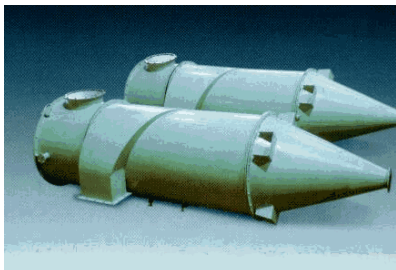
аэродинамическое сопротивление
эффективность очистки

800 Па;
не менее 98 %.

2.5. ОАО Дзержинскхиммаш

Завод изготавливает химическое, нефтяное, нефтехимическое оборудование: теплообменники, емкости, реакторы, выпарные аппараты, ферментаторы, контейнер-цистерны, цистерны, фильтры: теплообменники, емкости, реакторы, выпарные аппараты, ферментаторы, контейнер-цистерны, цистерны, шаровые краны.

Фильтры рукавные циклонные предназначены для очистки запыленного воздуха на предприятиях зерноперерабатывающей, химической и других отраслях промышленности.



Фильтры РЦИЭ (рукавные циклонные с импульсной продувкой и электронным прибором управления) применяются в аспирационных и всасывающих пневмо-транспортных установках с разрежением до 10 кПа (1000 кгс/м²).

2.5.1. Фильтр-циклон с электронной импульсной продувкой марки РЦИЭ-15,6-24

Область применения: Для очистки запыленного воздуха

Показатели использования:

площадь фильтрованной поверхности	15.6 кв.м;
производительность	6550 куб.м/ч.

Фильтры - разгрузители РЦИЭ используются в нагнетающих пневмо-транспортных установках при давлении до 3 кПа (300 кгс/м²).

Фильтры типа РЦИЭК предназначены для очистки запыленных газов с температурой не более 120 оС и влагосодержанием исключая конденсацию влаги в фильтре.

2.6. ЗАО «Деко»

Организация предлагает пылеулавливающие установки циклонного типа 1-ступенчатые типа ДЕКО-1ПУ

“ДЕКО-1ПУ-1”;
“ДЕКО-1ПУ-3”;
“ДЕКО-1ПУ-5”;
“ДЕКО-1ПУ-10”;
“ДЕКО-1ПУ-15”;
“ДЕКО-1ПУ-20”.

Существующие аналоги пылеулавливающих установок циклонного типа до настоящего времени серийно в России (СНГ) не производились.

Преимуществами пылеулавливающих установок циклонного типа по сравнению с другими типами обеспыливающих установок являются отсутствие эксплуатационных расходов и сохранение технических характеристик в течение всего периода их использования.

НЕДОСТАТКИ АНАЛОГОВ	ПРЕИМУЩЕСТВА "ДЕКО-1ПУ"
1. среднеэксплуатационная степень улавливания пыли: 60-80 %	93-99%
2. минимальный размер улавливаемых твердых частиц при диаметре циклона более 1 м от 10 мкм и выше при диаметре циклона менее 1 м от 2 мкм и выше	от 2 мкм и выше от 0,5 мкм и выше
недостатки установок "ДЕКО-1ПУ" - на настоящее время не отмечены.	

2.7. ОАО "Снежнянский завод химического машиностроения"

Завод производит различные системы очистки загрязнённого воздуха.

Циклонные пылеуловители предназначены для очистки природного газа от механических примесей и жидкости. Они применяются на компрессорных станциях магистральных газопроводов, а также на дожимных компрессорных станциях в качестве аппаратов, защищающих газотурбинное оборудование от абразивного износа. Циклонные пылеуловители могут быть спроектированы и поставлены для любых климатических зон, устанавливаются на открытой площадке.

ОАО "Снежнянскимаш" проектирует пылеуловители, отвечающие самым высоким требованиям для эксплуатации как с обычными некоррозионными, так и с высокоагрессивными средами, поставляет оборудование на внутренний рынок и за рубеж. Отработана базовая конструкция наиболее перспективного пылеуловителя. Новые конструкторские решения и отработка технологии изготовления пылеуловителя позволили уменьшить габариты аппарата, увеличить производительность, значительно снизить гидравлическое сопротивление и металлоемкость.

При эксплуатации пылеуловителей отсутствует вибрация, не создается загазованность, они надежны и безопасны в работе, не требуют постоянного присутствия обслуживающего персонала и обеспечивают высокую степень очистки газа от механических примесей и жидкости. Пылеуловители прошли испытания на экспериментальных стендах и действующих объектах.

Пылеуловитель может поставляться в блочном исполнении. Блок является конструктивно законченным элементом установки и состоит из пылеуловителя, запорной арматуры, контрольно-измерительных приборов пылеуловителя, запорной арматуры, контрольно-измерительных приборов и теплоспутников. Приборы обеспечивают выполнение функций контроля, автоматического управления при подключении к микропроцессорным средствам автоматизации.

Основные технические характеристики

производительность	до 25 млн.м ³ /сутки;
давление	до 7,5 Мпа;
диаметр	до 2000 мм;
масса пылеуловителя	не более 28500 кг;

гидравлическое сопротивление	не более 0,04 Мпа;
эффективность очистки газа от механических примесей:	
- при размере частиц более 40 мкм	100 %;
- при размере частиц от 40 до 100 мкм	не менее 95 %.

2.8. ООО “Мифил”

ООО “Мифил” занимается разработкой и внедрением оборудования для очистки и регенерации жидкостей в условиях промышленных производств.

Состав разработанной установки:

- центрифугу отстойная маятниковая, производительность 1,5-2 м³, тонкость очистки <10 мкм, частота вращения 2820 мин⁻¹, потребляемая мощность 1,5 кВт;
- фильтр циклонный производительность 2 м³/ч, давление подачи 0,2 МПа, тонкость очистки <50 мкм;
- модуль мембранный - температура разделения 500С; среднее рабочее давление 0,25 Мпа.

Данную разработку можно применять в машиностроении, оптическом производстве.

Организация-разработчик: ИНДМАШ НАНБ, ИФОХ НАН Беларуси, НППП “ОС и ВТ”. Предприятие изготовитель: НППП “ОС и ВТ”, ООО Мифил.

2.9. Фирма “Sata”

Производит системы фильтрации воздуха для получения сжатого воздуха, технически очищенного от масла и воды.

2.9.1. Фильтр/регулятор давления SATA 0/324

Фильтр/регулятор представляет собой эффективный влагомаслоотделитель с регулятором давления. Предварительная очистка за счет циклонного сепаратора. Основная очистка благодаря патрону из агломерированной бронзы, обладающей регенерирующей способностью, размер ячеек 8 микрон. Большая емкость отстойника для конденсата. Автоматическое удаление конденсата через шланг ПВХ длиной 2 м.

Два выхода с тефлоновыми шариковыми кранами. Пропускная способность около 3000 л/мин при 6 бар. Благодаря модульной конструкции возможно дальнейшее наращивание фильтрующих элементов.

2.9.2. Фильтр с редуктором SATA 0/324

Фильтр представляет собой одноступенчатый влагомаслоотделитель с регулятором давления. Очистка за счет циклонного сепаратора и фильтра из агломерированной бронзы. Размер ячеек 8 микрон. Конденсат удаляется автоматически. Модульная конструкция позволяет дальнейшее наращивание магистрали и фильтрующих элементов.

Технические характеристики:

пропускная способность	около 3000 л/мин при 6 бар;
подача воздуха – фиттинг	(внутренний радиус 1/2");
два выхода с тефлоновыми шариковыми кранами	радиус 1/4".
Артикул: 84707.	

2.10. Курскагротехника

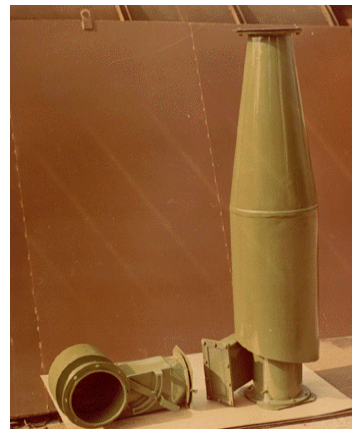
Завод производит различное оборудование: фильтры для воздуха, промышленные разгрузители.

2.10.1. Разгрузитель центробежный типа ЦР, ЦРк, УЦ

Центробежные разгрузители типа ЦР, ЦРк и УЦ предназначены для выделения перемещаемого продукта из воздушной смеси. Разгрузители в комплекте с улитками применяются на предприятиях по приемке и переработке зерна в системе пневмотранспорта и аспирации.

Техническая характеристика:

1. производительность:
110 - 18400 м³/ч;
2. габаритные размеры:
252...1063x229...1095x825...2685 мм;
3. масса:
10,4...115,5 кг.



2.10.2. Циклон – разгрузитель 2-БЦР

Циклоны разгрузители предназначены для отделения от воздуха транспортируемого материала и вывода его из пневмотранспортной установки. Предназначены для использования на всасывающих пневмоустановках. Применяются на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях.

Техническая характеристика:

1. диаметр циклона:
160... 675 мм;
2. количество типоразмеров:
29
3. габаритные размеры (высота):
1035, 1535, 2335 мм;
4. масса:
16....107 кг.



2.10.3. Установка батарейная малогабаритных УЦ

Батарейная установка предназначена для очистки запыленного воздуха, поступающего из аспирационных и пневмотранспортных сетей. Батарейная установка состоит из улиток или коллекторов 2-х, 3-х, 4-х (2x3; 2x4) циклонов, шнеков и шлюзового затвора с электроприводом.

Техническая характеристика:

1. производительность:
900... 9560 м³/ч;
2. тип шлюзового затвора:
ШУ-6, ШУ-15;



3. мощность:
1,1 кВт;
4. масса:
275...1422 кг.

2.11. НПП "Компоненты и Системы"

Предприятие специализируется по следующим основным направлениям: консультации по вопросам выбора, поставка, гарантийное и послегарантийное обслуживание промышленного и технологического оборудования (компрессоры, насосы, гидроциклоны, осветлители/сгустители, оборудование для грануляции и т.п.).

Циклонный сепаратор для подготовки сжатого воздуха компании BOGE

Назначение - удаление из сжатого воздуха жидкостей, аэрозолей и твердых частиц. Рекомендуемое включение - непосредственно после компрессора в случае отсутствия ресивера, удаленности ресивера, либо если магистраль сжатого воздуха уходит вертикально вверх.

пропускная способность от 30 до 3140 м³/ч;

максимальное рабочее давление 16 бар.

Сепараторы большей пропускной способностью и с более высоким рабочим давлением по запросу.

Поставляются также фильтр грубой очистки серии V и микрофильтр серии F.

2.12. Шнорр фон Карольсфельд (представительство в Москве)

Организация использует циклонный сепаратор для спуска конденсата в предлагаемой комбинации фильтров для очистки сжатого воздуха.

2.13. РЕФКО

Компания РЕФКО предлагает к поставке циклонные сепараторы от ведущих европейских производителей.

3. Реквизиты производителей и поставщиков циклонов

Наименование	Адрес	Телефон	e-mail	http
НПП «Сфера»	410052, Россия, г. Саратов, пр. 50 лет Октября, д. 132 "А"	Тел.: (845-2) 33-28-33 тел/факс 33-00-62	rol@renet.ru	www.renet.ru/sphera
Квартек	129329 Россия г. Москва, ул. Ивовая 2/8, оф. 431	Тел/факс: (095) 189-72-12	quartec@orc.ru	www.quartec.orc.ru
Курганский машиностроительный завод мельничного оборудования	640003, Россия, г. Курган, ул. К. Мяготина, 41	Тел.: (352-2) 25-36-72 т/факс: (352-2) 44-91-32	kmzmo@zaural.ru	www.kmzmo.kurganregion.ru
СП ООО «Фортэкс»	210033 Беларусь, г. Витебск, пр. Фрунзе 81	Тел.: 375 (0212) 24-82-25, 24-36-23, 23-72-48, 23-74-08, Факс: 375(0212) 24-82-25	fortex_jv@vitebsk.by	www.energocentre.by/fortex/
ОАО «Дзержинскхиммаш»	606006, Россия, Нижегородская область, г.Дзержинск	Тел.: (8313) 25-35-87, 27-36-72, 27-36-01, 27-37-94, 27-34-05, 27-35-23 Факс: (8313) 33-04-15, 25-31-58	karaikoza@dzhm.nnov.ru	www.kis.ru/~dima/
ЗАО «Деко»	Россия, 241012, г. Брянск, а/я 134	Тел/факс: (0832) 56-59-38, Тел.: (0832) 57-76-04	deko@online.debryansk.ru	www.deko.debryansk.ru
ОАО Снежнянский завод химического машиностроения	86510 Украина, Донецкая обл, г. Снежное ул. Советская,1	Тел.: (06256) 55153, 53711, (06233) 37675 Факс: (06256) 55153, 53711, (06233) 37675	mail@ukrindustrial.com	2324.ukrindustrial.com/

Наименование	Адрес	Телефон	e-mail	http
ООО «Мифил»	220072 Беларусь, г. Минск, Сурганова 13-409	284 24 46		belisa.org.by/niokr/pro/106.html
SATA	117607 Россия, г. Москва, Мичуринский проспект, 49.	Тел.: (095) 737 0727 факс: (095) 737 9242	sata@standox.ru	
Курскагротехника	305004 Россия, г. Курск, ул. Ленина 90/2.	Тел.: (07122) 2-25-06, 2-25-71	micagro@kursknet.ru kagrot@dol.ru	www.kursknet.ru/~micagro
ОДО «Ламел-777»	220036 Беларусь г. Минск Бетонный проезд 6	Тел.: (1037517)286-17-64 факс (1037517)286-17-63	lamel777@mail.ru	www.lamel-777.narod.ru
ЗАО Горношахтная организация	49021, Украина, Днепропетровск, ул.Береговая,135	Тел.: (0562) 38-40-27, (0562) 38-40-25	all@gsha.com.ua market@gsha.com.ua	www.gsha.com.ua
НТК ООО «Зенит»	630056, Россия г. Новосибирск ул. Софийская 2а.	Тел.: (3832)45-52-07, 45-33-20, 45-12-24 факс:(3832)45-52-07, 45-89-88	market@zenit-sib.ru	www.sinor.ru/~zenut/
ДАО «Центральное конструкторское бюро нефтеаппаратуры»	142110 Россия Московская обл, г. Подольск, ул Комсомольская, д. 28	Тел.: (095) 137-92-46, факс (0967) 63-20-46 (из Москвы: (27) 63- 20-46)	info@ckbn.ru	www.ckbn.ru
НПП «Компоненты и системы»	220004 Беларусь г. Минск, ул.Мельникайте 7, А/Я-173	Тел: +375 (0)17 206-32-36, 206-32-32 Факс: +375 (0)17 206-32-33, 210-41-39	pan@csl.minsk.by	www.energocentre.by/csl/

Наименование	Адрес	Телефон	e-mail	http
Шнорр фон Карольсфельд		Тел: (095) 937-3032, 926-5299, 240-0419	info@carolsfeld.ru	www.carolsfeld.ru
«Рефко»	125468 Россия, г. Москва, Ленинградский проспект, дом 49	Тел.: (095) 943-93-82; факс:(095) 943-93-82, 210-17-12	refco@alink.ru	www.refco.ru

4. Список литературы:

1. Очистка газов и воздуха от пыли в химической промышленности.- 2-е изд., перераб. и доп./ П.А.Коузов, А.Д.Мальгин, Г.М.Скрябин. – СПб: Химия, 1993. – 320с.:ил.
2. Техника защиты окружающей среды / А.И.Родионов, В.Н.Клушин, Н.С.Торочешников. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия,1989. – 512с.: ил.
3. Патент РФ 2080939 от 26.01.1995 Инерционный фильтр-сепаратор. Тананаев А.В.