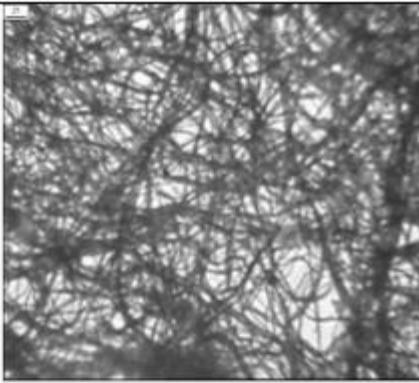
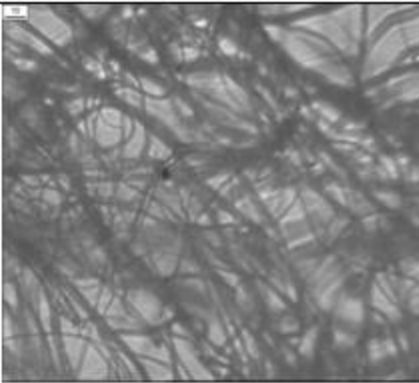
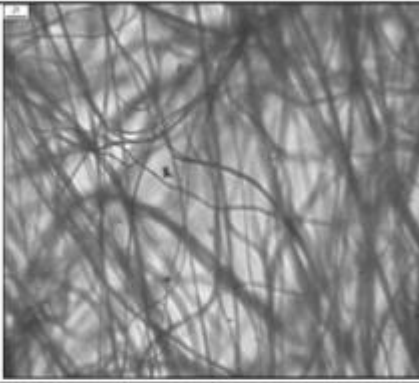
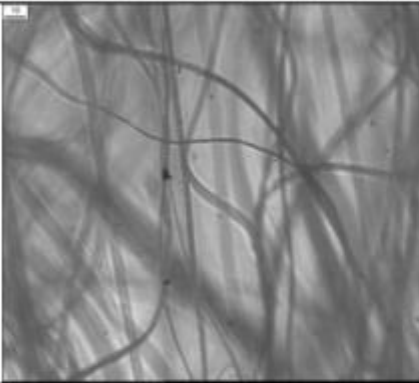
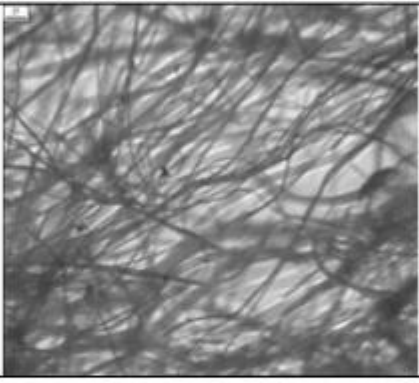
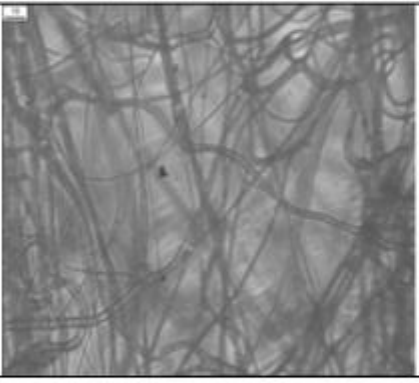
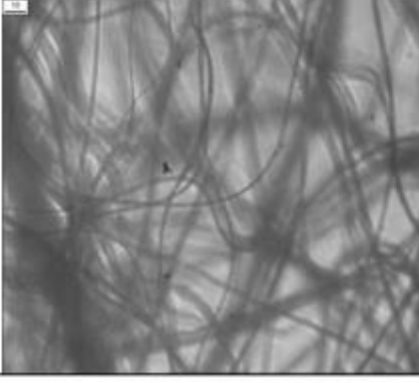


Высокоэффективные фильтрующие элементы ЭФВП на основе полимерных микроволокнистых материалов

Снежков В.В., к.т.н., технический директор ООО «ЛАРТА Текнолоджи», Белоруссия.

Предприятия группы компаний «ЛАРТА» проектируют и изготавливают волокнистопористые фильтрующие элементы ЭФВП по ТУ ВУ 691395874.001-2012 на основе волокнообразующих полимеров для фильтров очистки природного газа, воздуха, гидравлических и турбинных масел, нефтепродуктов и др. органических жидкостей. Химическая стойкость фильтрующего объемного нетканого материала (ФОНМ), получаемого по технологии аэродинамического распыления расплава, к воздействию широкого спектра агрессивных веществ, низкая склонность к набуханию в щелочах, кислотах и нефтепродуктах, позволяют применять, изготовленные из них фильтрующие элементы, в различных фильтрах и фильтрах-сепараторах, предназначенных для очистки природного и попутного газа от твердых частиц, капельной влаги, масляного аэрозоля и газового конденсата, а также в фильтрах, применяемых для фильтрации различных жидкостей, в том числе турбинных масел. А такая особенность структуры ФОНМ, как аутогезионное соединение волокон в точках их пересечения, позволяет эффективно использовать такой материал в качестве коалесцера.

Особенностью разработанной технологии является возможность изготовления материала фильтрующего слоя с градиентом размера пор по глубине от 0,3 мкм до 25 мкм, что позволяет совместить в одном фильтрующем элементе предварительный и финишный этапы фильтрации для систем очистки газа от механических частиц. Пылеулавливающие фильтроэлементы ЭФВП обладают значительно более высокими показателями грязеемкости, благодаря уникальной градиентной структуре волокнистопористого материала. В обычном однородном фильтровальном материале в процессе фильтрации участвует всего 15-20 % его толщины, тогда как в материале с градиентной структурой пор это уже почти 60%, чем и обусловлена высокая грязеемкость такого материала. На рисунке 1 приведены микрофотографии структуры различных ФОНМ.

1.			Размер вопокон,мкм Мин.-0,5 Средн.-1,20 Максим.-4,5
2.			Размер вопокон,мкм Мин.-0,5 Средн.-1,8 Максим.-9,0
3.			Размер вопокон,мкм Мин.-0,5 Средн.-1,3 Максим.-5,5
4.			Размер вопокон,мкм Мин.-0,5 Средн.-1,5 Максим.-7,5

Микрофотографии коалесцентного слоя фильтровального материала ЭФВП с различными диаметрами волокон и плотностью упаковки и соответственно с различной эффективностью и пропускной способностью.

Из ФОНМ изготавливают два основных класса фильтроэлементов, различаемых по принципу действия: для очистки от механических примесей и фильтроэлементы коалесцеры.

Базовым полимером для ЭФВП является полипропилен, так как он обладает высокой механической прочностью (разрушающее напряжение при растяжении до 35 МПа), что позволяет использовать его

в фильтроэлементе, не только как фильтрующий материал, но и в качестве каркасной части конструкции ФЭ, т.е. заменить в некоторых случаях металлический перфорированный каркас, каркасом из грубых волокон полипропилена термически соединенных в точках пересечения друг с другом.

Фильтроэлементы изготавливаются на основании расчетов, произведенных на основании технических требований, предъявляемых к конкретному фильтру-сепаратору, и состава газа. Задачей расчетов является определение конструктивных параметров ФОНМ (конструкции фильтроэлементов и их количества в конкретном фильтре), которые, в свою очередь, должны обеспечить основные эксплуатационные параметры: тонкость и эффективность фильтрации, допустимый перепад давления на чистом фильтроэлементе.

Важно отметить, что коалесцер отличается от обычного фильтра тем, что выполняет как функцию фильтрации тонких твердых частиц, так и коалесценцию (слияние мелких капель) и отделение жидкости из газового потока. Поэтому критерии определения размеров для коалесцеров очень важны для обеспечения высокой производительности и эффективности. Уменьшенный размер коалесцера приведет ко вторичному уносу жидкости и будет чувствителен к любым изменениям в процессе, следовательно производительность такого коалесцера может быстро снижаться при значительном увеличении содержания жидкости в объеме фильтровального материала (либо из-за высокой концентрации аэрозоля в потоке газа, либо из-за высокой скорости газа, которая является критическим параметром определяющим эффективность работы коалесцера).

При разработке коалесцеров в Научно-техническом центре «ЛАРТА», особое значение придается различным технологическим приемам гидрофобной/олеофобной обработки волокнистопористых фильтровальных материалов (физико-химической, ионно-плазменной и др.).

Такая обработка, а также оригинальная технология гофрирования многослойных волокнистопористых материалов, позволяет значительно повысить эффективность отделения жидкой фазы, а также увеличить производительность фильтроэлемента при сохранении его габаритных размеров.

В качестве гидродинамического условия осуществления процесса фильтрования принято условие, обеспечивающее пребывание потока в начальной стадии турбулизации. Это условие принято для того, чтобы создать условия фильтрования, близкие к ламинарным, с целью минимизации гидравлического сопротивления пространственной структуры ФОНМ, а также чтобы обеспечить условия для коалесцирования жидкой фазы на объемной структуре ФОНМ и стабильное стекание жидкости в дренажном слое под действием сил гравитации и исключить возможность вторичного уноса с капель наружной поверхности фильтроэлемента.

Для расчета параметров ФЭ в НТЦ «ЛАРТА» разработано программное обеспечение, позволяющее производить модельный расчет ФЭ. Программа позволяет производить подбор структуры и размеров ФЭ для различных режимов и сред.

Результаты расчета сравнивали с результатами натурных испытаний ФЭ в реальных условиях. Сравнение показывает достаточно хорошее совпадение результатов, что позволяет использовать программу, как основу для проектирования фильтроэлемента.

Конструкция и размеры посадочных мест (уплотнений) ФЭ выполняются с привязкой к корпусу конкретного фильтра, чтобы не допустить протечек фильтруемой среды. В качестве сырья для изготовления ФОНМ используются полимеры волокнообразующих марок отечественного или импортного производства. В конструкции фильтроэлементов также используются материалы на основе стеклянных и фторопластовых микроволокон. Металлические части фильтрующего элемента выполняются из оцинкованной или нержавеющей стали (например, 12Х18Н10Т или др.). В качестве материала для торцевых уплотнений используются войлок, полимеры, резина и фторкаучук, стойкие к воздействию углеводородов, сероводорода и меркаптанов при их концентрациях в газе.

Фильтроэлементы коалесцеры ЭФВП обладают рядом преимуществ, таких как:

- эффективное удаление частиц размером от 0,3 мкм;
- коэффициент уменьшения содержания жидкости (отношение содержания жидкости в исходном газе к содержанию жидкости в очищенном газе) до 2000, то есть при входном весовом содержании жидкого аэрозоля 1 г/м³ - в газе на выходе содержание аэрозоля не более 0,5 мг/м³;
- фильтрующий материал имеет низкое гидродинамическое сопротивление (не более 10 кПа в насыщенном состоянии);
- быстрое восстановление эффективной работы и удаление избытка жидкости после нарушения стационарного режима работы, сохранение высокой эффективности при снижении расхода очищаемого газа;
- практически полное отсутствие вторичного уноса жидкости (правильно рассчитанные количество и расположение фильтроэлементов коалесцеров в корпусе сепаратора позволяют установить оптимальную скорость отходящего потока газа).

В фильтроэлементах ЭФВП применен встроенный префильтр для максимального удаления твердых примесей в приходящем на коалесцентный слой потоке, которые могут забивать поры материала коалесцера, снижая его эффективность и уменьшая ресурс. Префильтр обеспечивает повышенный рабочий ресурс коалесцирующей системы и, соответственно, уменьшает общие эксплуатационные расходы.

Как и все коалесцеры, ЭФВП работают по принципу слияния мелких капель в более крупные по мере прохождения потока через несколько различных слоев фильтровального материала с последовательно увеличивающимися порами. Капли, стремясь в открытые поры, сливаются в более крупные. Эти крупные капли значительно легче отделить от сплошной фазы. Размер коалесцера и его тип определяются различными факторами: физическими свойствами потока, скоростью потока, рабочими условиями и химической совместимостью с фильтруемым веществом и присадками. ЛАРТА обладает достаточными знаниями, опытом и возможностями для того, чтобы рассчитать правильный размер и тип коалесцера для конкретных условий процесса фильтрации.

После формирования крупных капель, они должны быть удалены из потока. В фильтрах-коалесцерах размещение элементов должно быть таким, чтобы скорость потока газа, уходящего с них, была ниже скорости уноса скоалесцировавших капель, поэтому очень важным является правильный расчет корпуса сепаратора-коалесцера.

Группа компаний «ЛАРТА» разрабатывает и производит различные фильтроэлементы ЭФВП, которые используются для фильтрования природного газа, в том числе коалесцеры с тонкостью фильтрации от 0,3 мкм и эффективностью очистки от 95 до 99,99%. Так, например, фильтроэлементы ЭФВП-Г-0,3-(152-100-1016)-КО-21 по своей эффективности сопоставимы с коалесцерами фирмы PALL.

Применение в конструкции ЭФВП оригинального суперолеофобного/гидрофобного фторопластового микроволокнистого материала позволило создать высокоэффективные фильтроэлементы коалесцеры воспринимающие высокие жидкостные нагрузки в широком диапазоне скоростей газового потока. Такие фильтроэлементы прошли опытно-промышленные испытания и успешно эксплуатируются во входных сепараторах на Белорусском газоперерабатывающем заводе (БГПЗ) вместо фильтроэлементов CS604LGH13 компании PALL.

Ниже приводим выдержку из отзыва БГПЗ по результатам опытно-промышленной эксплуатации фильтроэлементов ЭФВП-Г-0,3-(152-100-1016)-КО-21: **«Замечания по работе компрессорного агрегата М-201/1 отсутствуют. За время работы аналогов не было произведено ни одной замены клапанов 1-ой ступени компримирования; температура, уровень вибрации и шума находятся в пределах допустимых значений. Внешний вид фильтроэлементов при вскрытии и внутреннем осмотре сепаратора — удовлетворительный. Отсутствуют какие-либо повреждения материала фильтроэлементов, отсутствуют деформации, неплотности, трещины, сколы. На**

По требованию Заказчика возможно изготовление фильтрующих элементов с другими габаритными размерами.

При необходимости опорный каркас и защитная сетка фильтроэлементов изготавливаются из оцинкованной или нержавеющей стали. Торцевые уплотнения могут быть изготовлены из полиуретана, маслбензостойкой резины, фторкаучуков или войлока.

По технологии аэродинамического распыления расплава полимера также производят фильтрующие элементы тонкой очистки светлых нефтепродуктов и минеральных масел.

Мы предлагаем фильтроэлементы глубинного типа, предназначенные для очистки различных минеральных масел и других жидкостей, от механических загрязнений. Наиболее перспективным представляется использование значительно более дешевых глубинных фильтроэлементов Группы компаний «ЛАРТА» взамен импортных (**HYDAC, PALL, PARKER, EPPENSTEINER, MAHLE**) для очистки турбинных и др. энергетических масел.

Фильтрующие элементы ЭФВП-М с тонкостью фильтрации 10 мкм, изготовленные по технологии аэродинамического распыления расплава, по согласованию с производителем турбин ОАО «Силовые машины», прошли производственные испытания на Витебской ТЭЦ на фильтрации турбинного масла взамен фильтроэлементов PALL. Установлено, что они эффективно очищают масло 16-17 класса до 9-10 класса и имеют больший ресурс, чем применяемые ранее фильтроэлементы PALL (ЭФВП – 7500 часов, PALL – 6000 часов). Такие фильтроэлементы сегодня успешно эксплуатируются на различных энергогенерирующих объектах. Компания «Мастер Ойл» успешно использует волокнистопористые фильтроэлементы ЭФВП в производимых установках очистки трансформаторных и энергетических масел для удаления механических примесей и влаги.

На фото представлены различные фильтроэлементы для фильтрации природного и попутного газа, нефтепродуктов и других жидких сред.

(Элементы фильтрующие волокнисто-пористые гофрированные ЭФВП-Г-Х-(Х-Х-Х)-31 (пылеулавливающие) для очистки природного газа от механических примесей



Элементы фильтрующие волокнисто-пористые ЭФВП-Г-Х-(Х-Х-Х)-11/21/31 (пылеулавливающие) больших размеров для очистки природного газа от механических примесей



Элементы фильтрующие волокнисто-пористые ЭФВП-Г-Х-(Х-Х-Х)-31/ВТ высокотемпературные до +120 °С (кратковременно до +130 °С) для очистки природного газа от механических примесей



Элемент фильтрующий волокнисто-пористый ЭФВП-Г-0,3-(152-100-1016)-КО-21 аналог PALL SC604LGH13

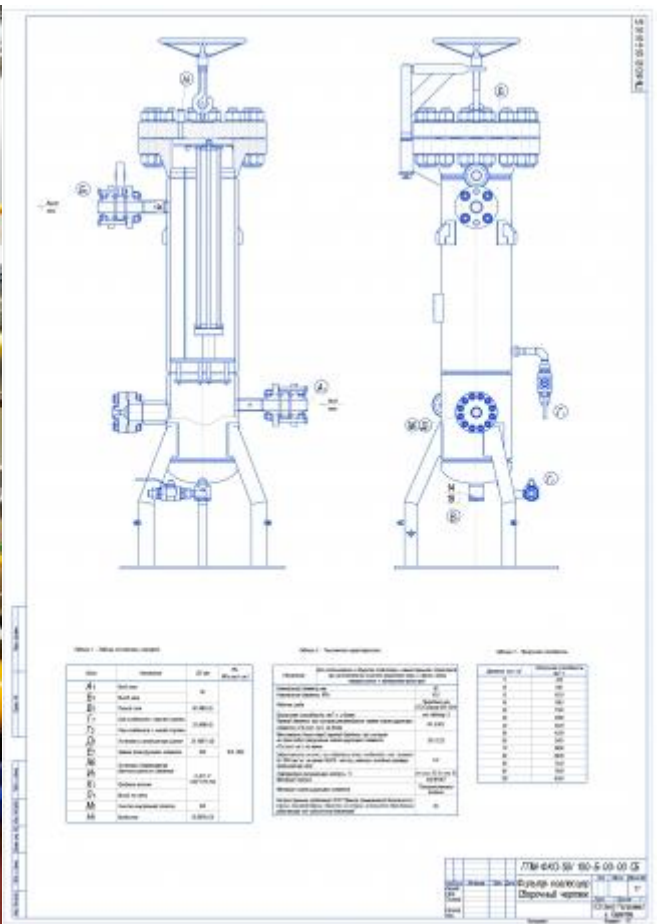


Элемент фильтрующий волокнисто-пористый гофрированный ЭФВП-М-Х-(Х-Х-Х)-31 для очистки для очистки различных смазочных масел и гидравлических жидкостей от механических загрязнений

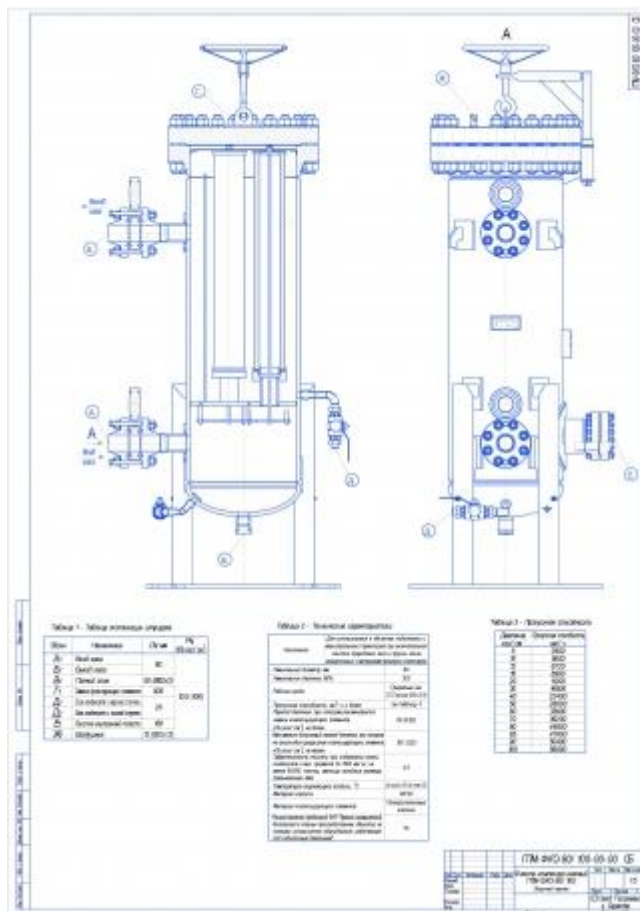


Завод «Газпромаш» наладил выпуск фильтров-коалесцеров собственной разработки, с применением вышеуказанных фильтрующих элементов, и успешно комплектует ими блоки подготовки газа, поставляемые на объекты нефтегазового комплекса.

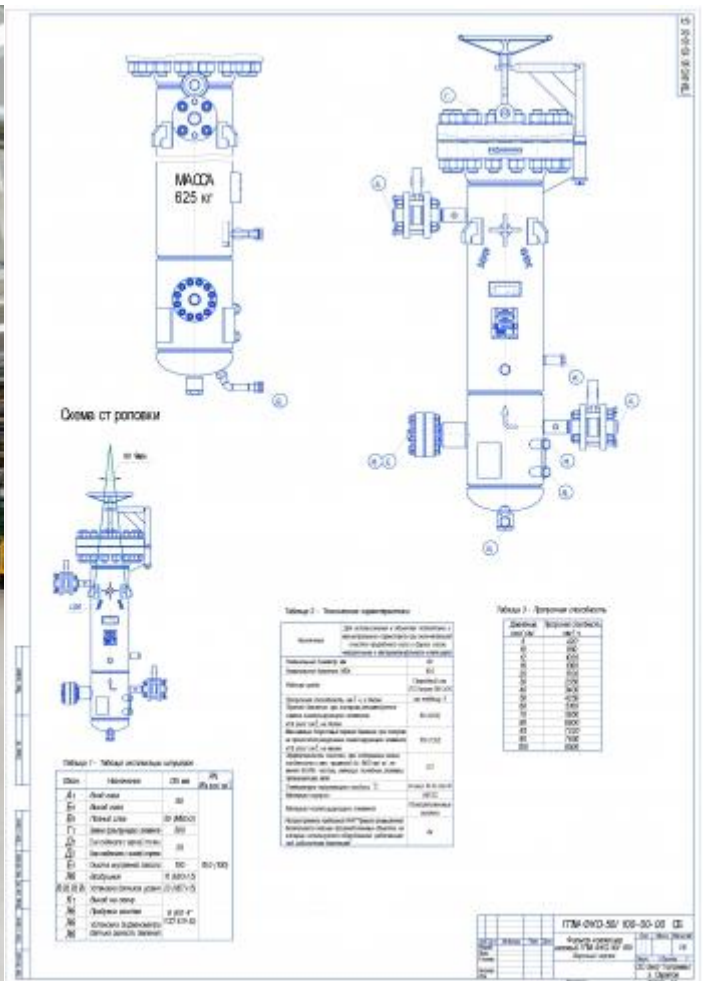
Примеры практического применения фильтрующих элементов компании «ЛАРТА» в фильтрах-коалесцерах завода «Газпромаш»



ГПМ-ФКО-50/100 из коррозионно-стойкой стали со сливом жидкости в накопитель



ГПМ-ФКО-80/100 из хладостойкой стали со сливом жидкости в накопитель



ГПМ-ФКО-50/100 из хладостойкой стали с автоматическим сливом жидкости