



Pall Corporation

## Технологии фильтрации и сепарации для нефтепереработки

Решение проблем начинается  
с понимания их причин



*Filtration. Separation. Solution.<sup>SM</sup>*





### Корпорация Pall помогает нефтепереработчикам понять проблемы и решить их

Нефтеперерабатывающие заводы постоянно ищут возможности для увеличения производства, снижения затрат и увеличения дохода и прибыли, поддерживая при этом высокий уровень качества продукции. В этом непрерывном процессе развития корпорация Pall может предложить свою поддержку и сыграть ключевую роль. Наши продукты и услуги помогают достичь оптимальной производительности, надежности, качества, безопасности производства и защиты окружающей среды, одновременно снижая общие эксплуатационные расходы.

Корпорация Pall прекрасно понимает важность совершенствования этих ключевых составляющих бизнеса. Успешное решение указанных задач непосредственно влияет на конечные показатели работы нефтеперерабатывающего предприятия.

Первый шаг на пути непрерывного совершенствования - выявление проблем и изучение их изначальных причин. После тщательного анализа и документирования каждой проблемы специалисты корпорации Pall вырабатывают решение, оптимальным образом использующее достижения корпорации в области сепарации и фильтрации.

Мы привлекаем весь наш огромный опыт и знания, чтобы предложить решения на многие годы. В нефтепереработке они позволяют:

- Добиться соответствия нефтепродуктов более высоким требованиям по чистоте.
- Добиться выдерживания самых жестких требований по охране окружающей среды.
- Поддерживать и даже увеличивать производительность имеющегося нефтеперерабатывающего оборудования.
- Увеличить ресурс оборудования.
- Сократить затраты на техническое обслуживание.

Благодаря разработкам инновационных качественных продуктов, высокому уровню их обслуживания и технической поддержки корпорация Pall уже долгое время остается мировым лидером в технологиях фильтрации и сепарации. Для обеспечения высокой эффективности инвестиций наших клиентов в технологии нефтепереработки мы сами чрезвычайно много инвестируем в научные исследования и сопровождение наших продуктов.

Наши технологии в области фильтрации и сепарации успешно применяются на нефтеперерабатывающих предприятиях во всем мире.

### «Полный Контроль Чистоты Жидкостей» (Total Fluid Management<sup>SM</sup>)

Для определения и решения проблем, связанных с загрязнениями, корпорация Pall реализует комплексные программы «Полного Контроля Чистоты Жидкостей».

Наши передовые технологии и услуги помогают нефтепереработчикам:

- Увеличить производительность.
- Сократить незапланированные простои.
- Обеспечить соблюдение требований к охране окружающей среды.
- Снизить темпы коррозии, увеличить ресурс оборудования и безопасность производства.
- Увеличить выход продуктов и качество переработки.
- Минимизировать необходимость повторной переработки продуктов.
- Расширить возможности производства с минимальными капитальными затратами.
- Усовершенствовать действующее оборудование одновременно с его плановым ремонтом или переходом на выпуск более чистых топливных продуктов.
- Более широко использовать возможности переработки сырой нефти.
- Поднять качество продуктов до соответствия более высоким требованиям.
- Снизить энергозатраты.
- Снизить затраты на техническое обслуживание.
- Защитить катализаторы.

Корпорация Pall предлагает полный ассортимент высококачественных фильтрующих и сепарационных систем под требования самых разных заказчиков, работающих в нефтеперерабатывающей отрасли. Мы сами разрабатываем и производим почти все поставляемые нами фильтроматериалы, фильтроэлементы, корпуса фильтров и полностью интегрированные в технологические процессы сепарационные системы. Производя широчайший ассортимент полимерных, неорганических, металлических и керамических материалов, корпорация Pall имеет возможность подобрать оптимальные фильтроматериалы для каждого технологического процесса.

В редких случаях, когда мы не располагаем нужным продуктом, мы работаем в тесном сотрудничестве с заказчиком, чтобы разработать для него новый продукт, полностью решающий поставленные задачи. Мы очень заинтересованы в постановке и решении новых задач, поскольку это помогает нам идти в ногу с требованиями рынка. Наша Научно-Лабораторная Служба (SLS) обеспечивает технологическое консультирование и поддержку заказчиков по всему миру. Служба SLS представляет собой развитую сеть, научный и технический персонал которой обладает огромным опытом решения разнообразных и зачастую комплексных проблем очистки жидкостей и сепарации. Оборудованные по последнему слову техники лаборатории корпорации Pall расположены в США, а также странах Европы и Азии.

Все предприятия корпорации Pall работают по унифицированным технологиям и сертифицированы по ISO 9001. Это обеспечивает полное соответствие всех фильтрационных и сепарационных продуктов и систем Pall спецификациям, независимо от места их установки.

Анализ изначальных причин проблем и «Полный Контроль Чистоты Жидкостей» являются основными принципами нашей работы, обеспечивающими успешное решение задач очистки в нефтеперерабатывающей промышленности. Мы будем рады применить все наши знания, опыт и технологии, чтобы помочь Вам обеспечить наилучший контроль и эффективность Ваших технологических процессов.

### Содержание

Удаление механических примесей из жидкостей  
Стр. 9-15

Удаление механических примесей из газов  
Стр. 16-20

Удаление жидких и механических примесей из газов  
Стр. 21-22

Разделение несмешивающихся жидкостей  
Стр. 23-24





## Рекомендуемые технологии фильтрации и сепарации

На технологической схеме и в таблицах представлены фильтрационные и сепарационные процессы, применяемые в нефтепереработке. На схеме подробно обозначены основные точки, в которых используются наши технологии. Цифровые обозначения в точках на схеме соответствуют рекомендуемым фильтрационным и сепарационным технологиям, описанным в таблицах.

Примечание: Дополнительную информацию и помощь по представленным технологиям, а также вопросам, не охваченным данной брошюрой, можно получить в местном представительстве корпорации Pall.

### Фильтры механических примесей и фильтры с обратной промывкой<sup>1</sup>

Области применения	Решаемые проблемы	Преимущества
<sup>1</sup> Ароматические углеводороды	Пенообразование и загрязнение из-за присутствия посторонних жидких углеводородов и механических примесей.	Снижение потерь растворителей, снижение пенообразования, снижение энергопотребления, снижение затрат на техническое обслуживание, оплату труда персонала и утилизацию.
<sup>2</sup> Защита катализатора	Засорение и износ катализаторов, а также загрязнение механическими примесями теплообменников в линии подачи сырья; возможный износ некоторых катализаторов под воздействием воды.	Повышение эффективности и рентабельности процессов переработки; снижение частоты замены катализаторов; увеличение выхода продукта; снижение затрат на техническое обслуживание, оплату труда персонала и катализаторы; увеличение пробега; уменьшение расхода жидкости на промывку обратным потоком; увеличение ресурса оборудования.
<sup>3</sup> Фильтрация целевого продукта	Загрязнение целевых продуктов нефтепереработки механическими примесями и водой.	Повышение качества продуктов; снижение затрат на повторную переработку и очистку; снижение затрат на техническое обслуживание и утилизацию.
<sup>4</sup> Шлам после установки катализаторного крекинга в кипящем слое	Снижение ценности шлама из-за загрязнения его частицами катализатора.	Повышение качества и ценности продукта; снижение критического износа форсунок; увеличение выхода продукта; уменьшение закоксовывания катализатора в реакторе КК; уменьшение объемов жидкости для промывки обратным потоком; увеличение рентабельности установки КК.
<sup>5</sup> Контур очистки с использованием насыщенного/регенерированного амина	Вспенивание амина.	Предотвращение потерь амина; улучшение работы установки для извлечения серы.

### Фильтры с продувкой обратным ходом газа<sup>1</sup>

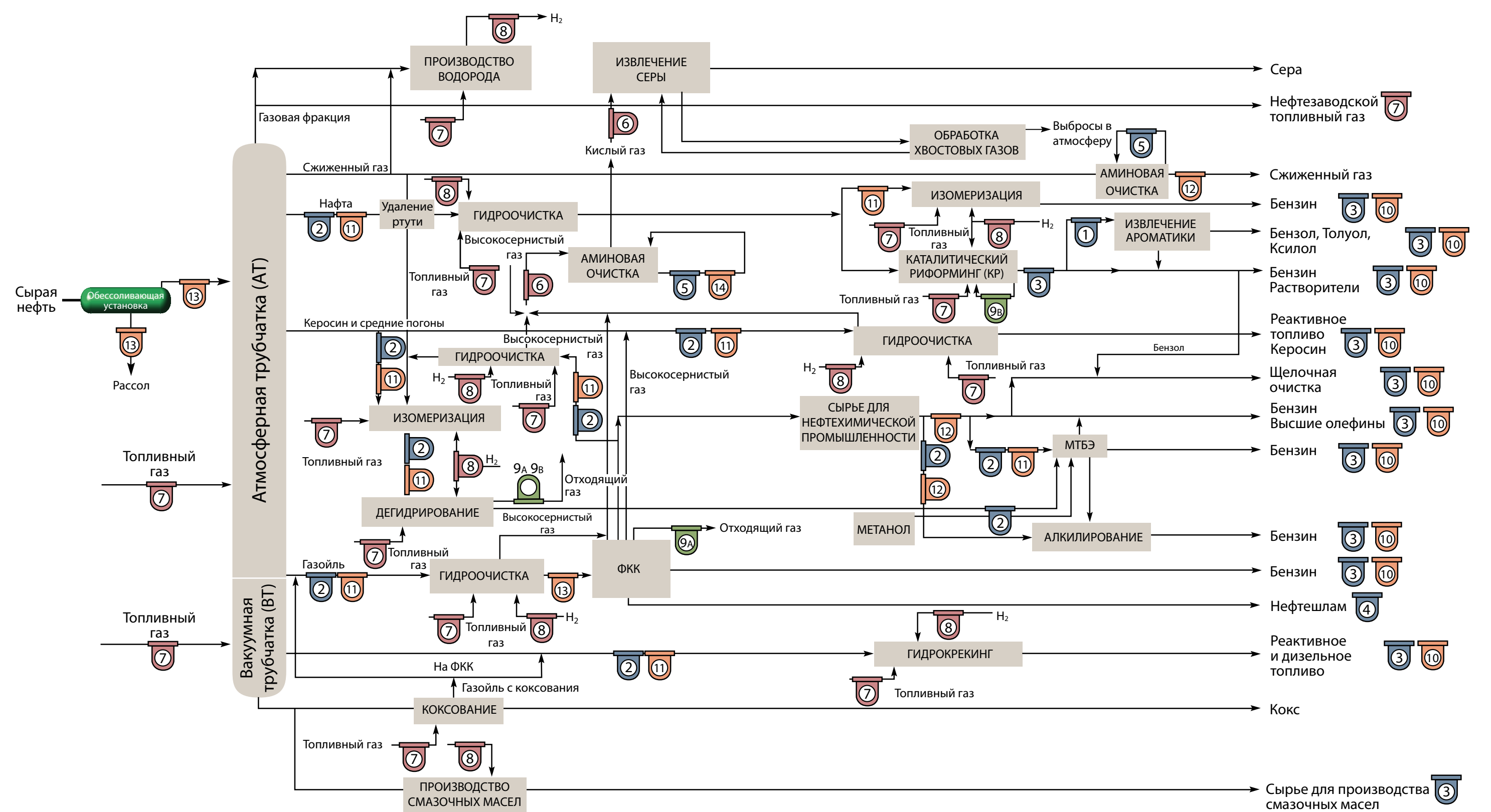
Области применения	Решаемые проблемы	Преимущества
<sup>6</sup> Очистка выбросов в окружающей среде от механических примесей	Используемое в настоящее время оборудование по параметрам содержания в выбросах твердых частиц и микропластичности соответствует современным требованиям по охране окружающей среды. Низкая надежность турбодетандеров и невозможность увеличения межремонтного ресурса установок ФКК или турбодетандеров выше 3-5 лет.	Полное соответствие жестким требованиям по ограничению вредных выбросов в атмосферу. Предотвращение простоев установок ФКК. Существенное увеличение надежности турбодетандеров.
<sup>8</sup> Установки дегидрирования рециркуляционного газа с непрерывной регенерацией катализатора (НРК)	Низкая надежность компрессора рециркуляционного газа; высокие затраты на техническое обслуживание; потери дорогостоящего катализатора риформинга.	Надежная работа установки дегидрирования с установкой ФКК; производство H <sub>2</sub> и продукта риформинга.

<sup>1</sup> В ситуациях, когда возможны различные варианты решения задач фильтрации и сепарации, корпорация Pall поможет проектировщикам подобрать наиболее подходящие для каждого случая решения.

Коалесцеры Жидкость / Газ <sup>1</sup>		
Области применения	Решаемые проблемы	Преимущества
<sup>6</sup> Установки аминной очистки и извлечения серы	Попадание углеводородов в установку аминной очистки приводит к вспениванию амина, увеличению его потерь и, как следствие, может снизить производительность установки или ухудшить качество очистки целевого топливного продукта от серы. Нарушения в работе аминной установки; недостаточное извлечение серы; увеличение вредных выбросов в окружающую среду до уровня выше допустимого.	Минимизация или исключение потерь продукта вследствие недостаточного извлечения серы; снижение вредных выбросов в окружающую среду до разрешенного уровня; повышение надежности работы установки аминной очистки; увеличение производительности установки аминной очистки.
<sup>7</sup> Нефтезаводской топливный газ	Быстрое изменение состава топливного газа и высокое содержание в нем углеводородов; быстрое загрязнение и засорение горелок и топков жидкими и механическими примесями; особенно склонны к засорению горелки с низкой и сверхнизкой выбросом в атмосферу окислов азота.	Снижение или исключение потребности в плановой очистке горелок; повышение точности настройки печей; снижение расхода топливного газа; снижение выбросов в окружающую среду парниковых газов; безопасная эксплуатация печей и сокращение выбросов окислов азота до норм, требуемых законодательством по охране окружающей среды.
<sup>8</sup> Защита водородного компрессора	Присутствие в водороде жидких углеводородов и механических примесей, например, коррозионных веществ или хлористого аммония может привести к преждевременному выходу из строя входного и выходного клапанов и поршневых колец поршневого компрессора ВСГ, вследствие чего потребуются его остановка и внеплановое техническое обслуживание. В некоторых случаях возможны потери продукта.	Надежная работа водородного компрессора; существенное уменьшение затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Сепараторы Жидкость/ Жидкость <sup>1</sup>		
Области применения	Решаемые проблемы	Преимущества
<sup>10</sup> Фильтрация конечного продукта	Несоответствие продуктов спецификациям; высокие затраты на обработку в солевом осушителе или колонне с отбеливающей глиной; коррозия резервуарного парка.	Повышение качества продуктов до уровня, требуемого спецификациями; снижение затрат на повторную переработку и очистку; снижение затрат на техническое обслуживание и утилизацию; необходимость контроля состояния и дополнительного обслуживания резервуарного парка; увеличение прибыли и снижение задержек при поставке продукции.
<sup>11</sup> Защита катализатора	Возможно загрязнение воды щелочью и механическими примесями; засорение, износ и снижение катализаторов.	Повышение эффективности и рентабельности процессов переработки; снижение частоты замены катализаторов; снижение затрат на техническое обслуживание, оплату труда персонала и катализаторы.
<sup>12</sup> Химическая обработка	Неудовлетворительное спецификациям качество продукта вследствие загрязнения его щелочью и аминами; попавшие в продукт щелочи могут нейтрализовать чувствительный к ним катализатор.	Увеличение прибыльности; уменьшение затрат на повторную переработку; уменьшение затрат на техническое обслуживание и оплату труда персонала.
<sup>13</sup> Обессоливающая установка	Нарушения в работе обессоливающей установки могут привести к попаданию смеси загрязненной нефти и проточной воды в сырьевую нефтяную перерабатывающую установку и загрязнению окружающей среды. Нарушения в работе обессоливающей установки или превышение установленной подачи сырой нефти могут привести к попаданию рассола в дистилляционную колонну и ускоренной коррозии ее верхней секции; попадание солей в установку ФКК может снизить эффективность катализатора и снизить его ресурс.	Снижение содержания вредных примесей в сбрасываемой воде; устранение влияния известных проблем обессоливания на дальнейшие процессы и снижение коррозии верхней секции АТ; увеличение выхода продукта флюид-катализаторного крекинга и увеличение ресурса катализатора.
<sup>14</sup> Защита установки аминной очистки	Загрязнение газа аэрозолями аминной очистки; вспенивание амина; нарушения работы установки сероочистки и получения серы.	Более стабильная работа установки аминной очистки; снижение пенообразования; увеличение ресурса установки аминной очистки; снижение нарушений в работе установки сероочистки и получения серы.

## Технологии фильтрации и сепарации в нефтепереработке










## Продукты, отвечающие потребностям нефтеперерабатывающей промышленности

Обладая обширным опытом применения технологий фильтрации и сепарации в нефтеперерабатывающей промышленности, корпорация Pall может помочь своим заказчикам обеспечить высокое качество продуктов и повысить прибыльность предприятий за счет оптимизации эксплуатационных характеристик оборудования. Многие продукты были разработаны корпорацией Pall в тесном взаимодействии со своими заказчиками специально для применения в нефтеперерабатывающей отрасли.

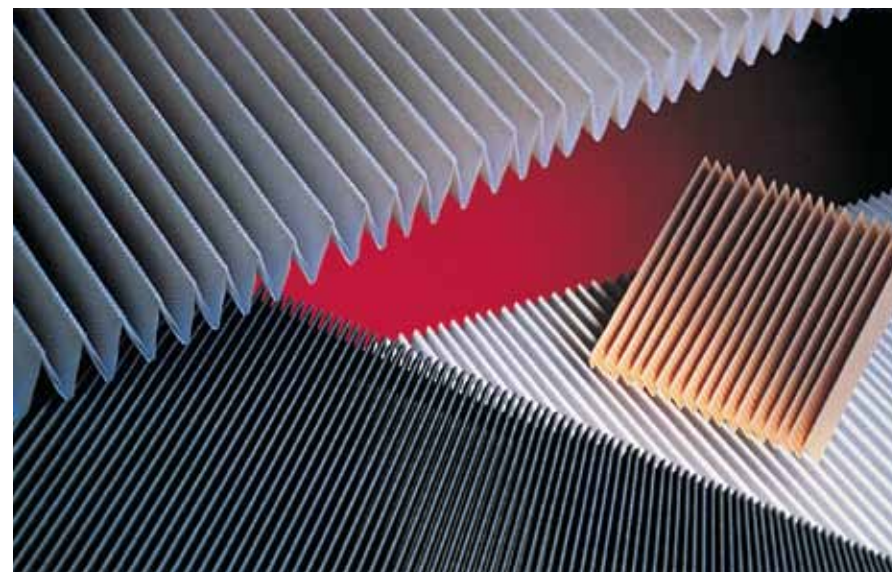
Постоянное сотрудничество со специалистами и разработчиками технологий переработки нефти способствует глубокому пониманию настоящих и будущих потребностей данной отрасли. Наша осведомленность в проблемах рынка нефтепереработки и стремление к расширению нашего участия в нем являются основой непрерывного совершенствования наших продуктов и развития нашего научно-технического потенциала. В результате мы всегда можем предложить нашим заказчикам новейшие продукты, способные обеспечить повышение производительности и экономической эффективности технологических процессов.

Основой любых систем фильтрации и сепарации являются сепарационные материалы. Корпорация Pall производит 21 вид различных полимерных, неорганических, металлических и керамических материалов, предлагая более чем 150 градаций для фильтрующих и сепарационных систем. Это позволяет нам поставлять высококачественные продукты, обладающие характеристиками, подходящими для каждого конкретного процесса нефтепереработки.

Корпорация Pall предлагает следующие передовые технологии:

-  **Удаление механических примесей из жидкостей**
-  **Удаление механических примесей из газов**
-  **Удаление жидких и механических примесей из газов**
-  **Разделение несмешивающихся жидкостей**

Ниже будут приведены подробные сведения по каждой из этих технологий.



Фильтрующие материалы Pall

## Удаление механических примесей из жидкостей

В зависимости от содержания в жидкостях механических примесей для их удаления можно использовать различные методы. При высоких концентрациях оптимальными могут оказаться фильтрующие системы, промываемые обратным потоком, в то время как при меньших концентрациях можно использовать фильтры со сменными фильтроэлементами. Иногда для удаления механических примесей может потребоваться комбинация фильтра, промываемого обратным потоком, и фильтра со сменным фильтроэлементом для доочистки. Корпорация Pall предлагает оптимальные с точки зрения характеристик и затрат решения на основе одного фильтра или комбинации фильтров для любых концентраций механических примесей в жидкости.

В шестидесятых годах прошлого века корпорация Pall впервые предложила промываемые обратным потоком фильтры производителям химических продуктов, получаемых в процессе гидроочистки. В конце 80-х эта технология приобрела широкое распространение в нефтепереработке для решения задачи повышения ценности нефтешлама ФКК за счет удаления из него микрочастиц катализатора.

Сейчас современные очищаемые обратным потоком фильтры могут использоваться и в других процессах нефтепереработки для увеличения ресурса реакторов с неподвижным каталитическим слоем и выхода продуктов установок гидроочистки и гидрокрекинга. Эти системы Pall существенно превосходят по своим характеристикам традиционные проволочные фильтры с клиновидным профилем щелей (Wedgewire), которые применяются для защиты реакторов с неподвижным каталитическим слоем.

### Фильтры с обратной промывкой:

- фильтроэлементы PSS® из спеченного порошка нержавеющей стали;
- фильтроэлементы PMF™ из спеченного металлического волокна;
- фильтроэлементы Rigimesh® из металлической сетки со спеченными волокнами;
- фильтроэлементы AccuSep® из спеченного порошка нержавеющей стали.

### Сменные фильтроэлементы:

- глубинные фильтроэлементы Profile® II из полимерных волокон;
- фильтроэлементы глубокой фильтрации Ultipleat® на основе фильтроматериала Profile;
- фильтроэлементы Marksman™ с гофрированным фильтроматериалом;
- фильтроэлементы Nexis® из синтетических волокон;
- фильтроэлементы Claris® из синтетических волокон;
- фильтроэлементы Duo-Fine® с гофрированным фильтроматериалом из сверхтонкого стекловолокна;
- фильтроэлементы Hi-V® с проклеенными смолами фильтроматериалом;
- фильтроэлементы с гофрированными фильтроматериалами Erosel®, Ultipor® GF Plus и HDC® II;
- фильтроэлементы Profile Coreless без опорного сердечника, из синтетических волокон;
- фильтроэлементы Ultipor HT для высокотемпературных применений;
- Фильтры большой производительности серии High Flow.



Фильтрующие системы Pall, промываемые обратным потоком, отличаются от других технологий очистки (например, электростатических сепараторов и гидроциклонов) гораздо меньшей стоимостью эксплуатации и обслуживания.



## Системы с обратной промывкой

Системы с обратной промывкой предназначены для удаления и удержания взвешенных механических примесей из потоков технологических жидкостей. В процессе работы они периодически самоочищаются. Пористый фильтрующий материал эффективно задерживает на своей поверхности твердые частицы определенных размеров, из которых формируется проницаемый фильтрационный слой. Во время промывки обратным потоком, запускаемой при достижении определенного перепада давления на фильтре или через заданные промежутки времени, в фильтр подается поток жидкости в обратном направлении, который сбрасывает накопившиеся отложения и восстанавливает тем самым фильтрующие характеристики фильтроматериала. По окончании промывки фильтр возвращается в режим фильтрации полного прямого потока. Каждая промывка обратным потоком снижает перепад давления на фильтре практически до постоянного уровня.

Эффективность фильтрующих систем Pall с обратной промывкой обеспечивается высокими стандартами проектирования их корпусов, трубных решеток, трубопроводной арматуры, контрольно-измерительного оборудования и выбором высококачественной запорной арматуры. Главными компонентами фильтрационных систем Pall являются фильтрующие материалы. Корпорация Pall использует различные металлические и неметаллические фильтрующие материалы и методы промывки обратным потоком. Это позволяет разрабатывать оптимальные для применения в различных процессах нефтепереработки системы.

Например, во многих установках гидроочистки промываемые обратным потоком фильтры удаляют механические примеси на входе, защищая входные теплообменники и катализаторы. В прошлом для этого применяли проволочные фильтры с клиновидным профилем щелей. Однако, указанные фильтроэлементы характеризовались лишь 3—5 процентным объемом пор от общего объема фильтроматериала. Фильтроэлементы Pall Rigimesh, установленные в те же корпуса, обеспечивают приблизительно в семь раз большую долю пор в объеме фильтроматериала и вдвое большую площадь фильтрации. Усовершен-

ствование оборудования рекомендуется, прежде всего, из-за возможности обеспечения более тонкой фильтрации и большей пропускной способности фильтров, дополняемой преимуществами технологии промывки обратным потоком. Возможна как модификация старого оборудования, так и установка новых систем фильтрации.

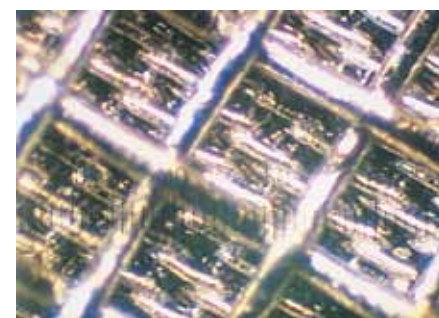
### Преимущества фильтрующих систем Pall с обратной промывкой:

- увеличение пробега катализаторов;
- повышенная пропускная способность;
- меньший перепад давления на фильтре;
- увеличение периода между промывками обратным потоком;
- снижение потребления ресурсов;
- существенное снижение затрат на переработку промывочной жидкости (уменьшение количества перерабатываемой промывочной жидкости – до семи раз);
- значительно более низкая стоимость эксплуатации по сравнению с проволочными фильтрами с клиновидным профилем щелей (Wedgewire);
- окупаемость модернизации может достигаться менее чем за год.

### Сравнение фильтрующих систем с обратной промывкой и других технологий

	Система Pall с обратной промывкой	Электростатический сепаратор	Щелевой фильтр Wedgewire	Гидроциклон	Песочный фильтр
<b>Эффективность</b>	Высокая	Средняя и непостоянная	Низкая	Средняя	Низкая
<b>Допустимая концентрация механических примесей</b>	Высокая	Средняя	Низкая	Высокая	Высокая
<b>Затраты на эксплуатацию и обслуживание</b>	Очень низкие	Высокие	Очень высокие	Низкие	Низкие
<b>Расход промывочной жидкости относительно пропускной способности</b>	<2 %	>10 %	2-20 %	6,00%	1-2 %
<b>Чувствительность к колебаниям расхода жидкости</b>	Нет	Очень высокая	Нет	Нет	Нет
<b>Диапазон рабочих температур</b>	Высокий	Низкий	Высокий	Средний	Высокий
<b>Надежность и безопасность эксплуатации</b>	Высокая	Средняя	Низкая	Средняя	Средняя

### Сравнение фильтроматериалов Rigimesh и Wedgewire



Rigimesh – приблизительная объемная пористость = 30 %.



Традиционный материал щелевого фильтра – приблизительная объемная пористость = 4 %.



Промываемые обратным потоком фильтры Pall для защиты катализаторов и удаления микрочастиц катализатора из нефтешлама ФКК обеспечивают высокую окупаемость инвестиций нефтепереработчиков.

### Промывка обратным потоком жидкости с использованием вспомогательного газа

Промывка обратным потоком жидкости с использованием вспомогательного газа используется на непрерывных технологических потоках, когда прерывание основного технологического процесса недопустимо. Во время нее один из фильтров фильтрующей системы изолируется от процесса, и со стороны выхода продукта в корпус закачивается профильтрованный воздух или подходящий газ до определенного давления. После этого сливной порт фильтра быстро открывается, и гидравлический импульс сдвигает накопившиеся на поверхности фильтроматериала отложения. Затем этот фильтр возвращается в режим прямой фильтрации, а остальные фильтры системы последовательно промываются таким же способом.

При промывке обратным потоком жидкости под давлением газа расширяющийся газ проталкивает жидкость через фильтроэлементы в направлении, обратном фильтрации (изнутри–наружу), со скоростью, в 7 раз превышающей скорость при прямой фильтрации. Такой обратный поток эффективно сбивает с фильтроэлементов задержанный слой примесей. При этом на промывку расходуется гораздо меньше жидкости, чем во время простой промывки обратным

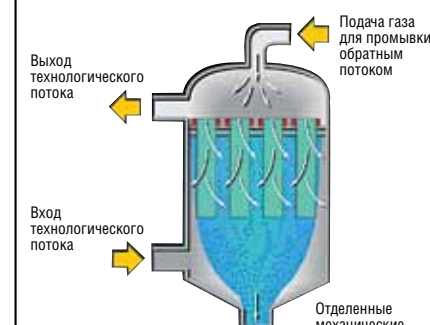
потоком. Поэтому же концентрация механических примесей в сливаемой жидкости выше.

Сочетание промывки обратным потоком жидкости с использованием вспомогательного газа с высокой гряземкостью используемых в этих системах фильтроматериалов, увеличивает интервалы между промывками и снижает затраты на переработку промывочной жидкости, что существенно повышает экономичность оборудования в течение всего срока его эксплуатации.

### Преимущества систем Pall, промываемых обратным потоком жидкости с использованием вспомогательного газа:

- увеличенный ресурс катализатора;
- снижение вероятности случаев получения продукта, не соответствующего спецификациям;
- низкие затраты на переработку и утилизацию промывочной жидкости вследствие ее меньшего объема;
- низкие затраты на техническое обслуживание запорной арматуры и контрольно-измерительного оборудования;
- фильтр требуется лишь изредка вскрывать для очистки фильтроэлементов.

### Система, промываемая обратным потоком жидкости с использованием вспомогательного газа



- Один или более корпусов.
- Для промывки обратным потоком один из корпусов изолируется от основного процесса.
- Сжатый газ обеспечивает высокую скорость обратного потока жидкости, оставшейся в корпусе фильтра.



## Металлические фильтроэлементы для систем с обратной промывкой



### Пористые металлические фильтроэлементы PSS

Фильтроматериал PSS «S», представляющий собой спеченный порошок из нержавеющей стали, обладает равномерной проницаемостью и обеспечивает абсолютную эффективность фильтрации.

Фильтроэлементы PSS характеризуются очень высокой объемной пористостью (до 60 %). За счет этого обеспечивается высокая грязеемкость и низкое сопротивление потоку. Особенно это касается фильтров с тонкой степенью фильтрации, возможность проектирования которых под высокие потоки способствует снижению капитальных затрат.

Кроме стандартного варианта фильтроматериала PSS из нержавеющей стали 316L доступны варианты из сплавов Inconel<sup>2</sup>, никелевых, молибденовых и алюминиевых сплавов.

<sup>2</sup> Inconel – зарегистрированный товарный знак корпорации Special Metals.



### Фильтроэлементы PMF из спеченного металлического волокна

Фильтроэлементы PMF изготовлены из тончайших волокон нержавеющей стали 316L, спеченных между собой в точках контакта. Такой фильтроматериал характеризуется прочной стабильной структурой и постепенно уменьшающимися по его толщине порами. Он обладает чрезвычайно высокой грязеемкостью, а с одним или двумя внутренними слоями обеспечивает абсолютную тонкость фильтрации.



### Сетчатые фильтроэлементы Rigimesh из волокон нержавеющей стали

Запатентованные технологии Pall позволяют изготавливать фильтроэлементы Rigimesh из сетки тонких волокон нержавеющей стали. Этот фильтроматериал характеризуется низким сопротивлением потоку и большей грязеемкостью по сравнению с другими изготовленными из металлических волокон материалами.

Для большей прочности, устойчивости к деформациям, срезу и усталости материала, волокна в нем спечены между собой. Фильтроэлементы Rigimesh сохраняют постоянный размер пор и не допускают миграцию материала в фильтруемую среду даже при высоких температурах и давлениях.



### Фильтроэлементы AccuSer из спеченного металлического порошка

Трубчатые бесшовные фильтроэлементы AccuSer изготовлены из спеченного металлического порошка нержавеющей стали. Они производятся по запатентованной технологии, обеспечивающей высокую объемную пористость, прочную и равномерную структуру фильтроматериала. Относительно малая толщина этого фильтроматериала может обеспечить ему в три раза большую проницаемость фильтроэлементов по сравнению с большинством обычных прессованных трубчатых фильтроэлементов из спеченного металлического порошка.

## Сменные фильтроэлементы для фильтрации жидкостей

Эффективные и экономичные сменные фильтроэлементы Pall предназначены для фильтрации жидкостей с относительно низким содержанием механических примесей (не более 10 ppm). Сменные фильтроэлементы можно использовать для очистки конечных продуктов нефтепереработки, а также растворов, например, аминов, сульфолана.

Сменные фильтроэлементы Pall отличаются высокой грязеемкостью и стабильностью своих характеристик. Наши фильтры существенно продлевают срок службы оборудования и обеспечивают повышенную защиту оборудования и персонала. Их конструкция исключает миграцию в фильтруемую среду, как удержанных механических примесей, так и фильтроматериала. Фильтроэлементы за счет конструкции надежно фиксируются в корпусах Pall, а качественные уплотнения полностью исключают байпасирование фильтра.

#### Преимущества сменных фильтроэлементов Pall:

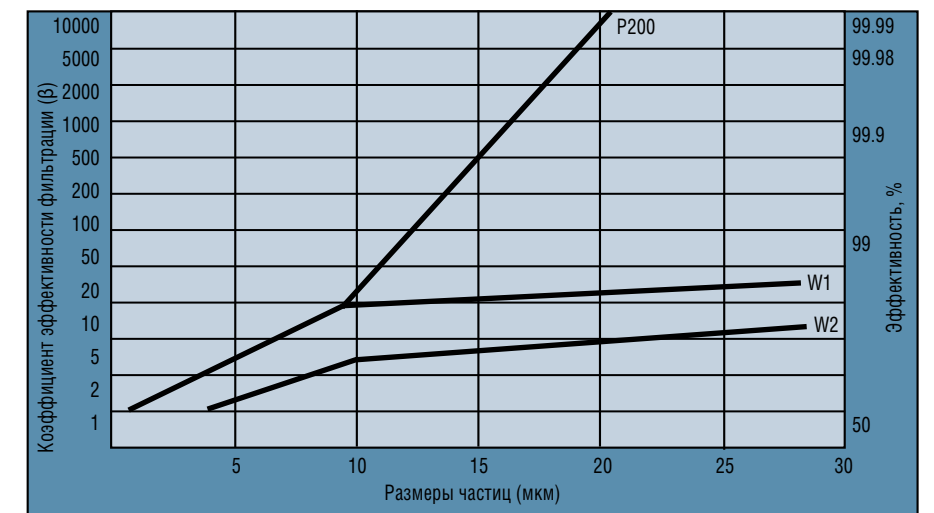
- градиентное распределение размеров пор для максимального использования возможностей фильтроматериала;
- прочность и устойчивость к изменяющимся рабочим условиям;
- совместимость с химическими и температурными условиями технологических процессов, обеспечивающая высокий ресурс фильтроэлементов;
- абсолютная<sup>3</sup> тонкость фильтрации, стабильные характеристики, подтвержденные документированными результатами испытаний;
- для менее ответственных областей применения доступны более дешевые фильтроэлементы номинальной тонкости фильтрации.

<sup>3</sup> Абсолютная тонкость фильтрации определяется как размер частиц, эффективность задержания которых  $\beta_x=5000$  (измеряется широко применяемым вариантом теста OSU F-2).

### Сравнение характеристик фильтров Profile II и глубинных фильтров конкурентов

Размеры частиц (мкм)	Торговая марка фильтра		
	Profile II (P200) (абсолютная) $\beta_{20} = 5000$	W1 Намотанный фильтроэлемент 1 мкм (номинальная) $\beta_1 = 1$	W2 Тканый глубинный фильтр 1 мкм (номинальная) $\beta_1 = ?$
<b>Эффективность фильтрации в процентах</b>			
0,5	нет данных	нет данных	нет данных
1	нет данных	нет данных	нет данных
2	<50 %	<50 %	<50 %
4	75,00%	75,00%	50,00%
10	95,00%	95,00%	87,5 %
25	>99,98 %	96,7 %	93,3 %
50	>99,98 %	98,00%	96,00%

### Сравнение эффективности фильтрации (коэффициент $\beta$ ) фильтров Profile II и глубинных фильтров конкурентов



Коэффициент эффективности фильтрации ( $\beta$ ) фильтра Profile II (P200) и двух конкурирующих полипропиленовых глубинных фильтров при номинальной тонкости фильтрации 1 мкм.



## Сменные фильтроэлементы для фильтрации жидкостей



### Фильтроэлементы Profile II

Фильтроэлементы Profile II изготавливаются из полипропиленового, нейлонового или полифениленсульфидного волокна. Эти фильтроэлементы состоят из нескольких слоев градиентной пористости и финишного слоя, обеспечивающего абсолютную тонкость фильтрации. За счет этого срок службы фильтроэлементов увеличивается многократно.

Они могут широко применяться для фильтрации, как коррозионных, так и некоррозионных сред. Фильтроэлементы Profile II идеально подходят для предварительной и финальной фильтрации.



### Фильтроэлементы Profile Coreless без опорного сердечника

Фильтроэлементы Profile без опорного сердечника, характеризующиеся абсолютной тонкостью фильтрации, используются для фильтрации газов или жидкостей. Они отличаются высокой пропускной способностью, низкой стоимостью и идеальны для применения в таких процессах, как фильтрация в контуре аминовой очистки, защита компрессоров или фильтрация конечных продуктов. Отсутствие встроенного опорного сердечника упрощает и делает более безопасным сжигание и утилизацию фильтроэлементов.



### Фильтроэлементы Ultipor GF Plus

Фильтроматериал Ultipor GF Plus состоит из внутреннего слоя импрегнированных смолами стеклянных волокон и внешних поддерживающих полимерных слоев. Такая уникальная структура исключает миграцию фильтроматериала в фильтруемую среду и его высокую грязеемкость. Фильтры Ultipor GF Plus успешно применяются в различных технологических процессах нефтепереработки.



### Фильтроэлементы Claris

Фильтроэлементы Claris изготавливаются нетканым методом из полипропиленовых волокон. Они отличаются экструдированным волоконным опорным сердечником, обеспечивающим элементам исключительную структурную прочность. Градиентная пористость увеличивает их грязеемкость. В конструкции фильтроэлементов Claris используется только полипропилен, что упрощает и делает более безопасным их сжигание и утилизацию.



### Фильтроэлементы HDC II

В фильтроэлементах HDC II используется полностью полипропиленовый гофрированный фильтроматериал. Они характеризуются высокой грязеемкостью и увеличенным ресурсом. Фильтроэлементы HDC II идеальны для применения в областях, где надежность и экономичность являются определяющими условиями.



### Фильтроэлементы Erosel

Фильтроэлементы Erosel изготавливаются из гофрированного фильтроматериала, обладающего высоким ресурсом и стабильной пропускной способностью. Прочная структура ячеек пропитанной смолой целлюлозы исключает миграцию волокон в фильтруемую среду. Фильтроэлементы Erosel отличаются широкой химической и температурной совместимостью и рекомендуются для очистки самых различных газов и жидкостей.



### Фильтроэлементы Hi-V

Hi-V – сменные фильтроэлементы из прокленного смолами фильтроматериала, предназначенные для фильтрации вязких жидкостей. Пропитанные смолами волокна имеют длину 100–180 мм, что намного больше 3 мм длины волокон обычных прессованных фильтроматериалов.

Фильтроэлементы Hi-V не имеют опорного сердечника и характеризуются высокой удельной пропускной способностью, грязеемкостью, надежностью и постоянством фильтрующих свойств.



### Фильтроэлементы Duo-Fine

В фильтроэлементах высокой пропускной способности Duo-Fine используется гофрированный фильтроматериал из сверхтонкого стекловолокна. Этот фильтроматериал обладает исключительно высокой грязеемкостью и ресурсом.

Фильтроэлементы Duo-Fine изготавливаются с опорными сердечниками разных типов для совместимости с широким диапазоном рабочих температур.



### Фильтроэлементы Ultipor HT

Фильтроэлементы Ultipor HT с высокой площадью фильтрации изготавливаются из гофрированного фильтроматериала и рассчитаны на длительную эксплуатацию. Уникальный композиционный фильтроматериал отличается устойчивостью к высоким температурам. Эти фильтроэлементы квалифицированы для фильтрации совместимых жидкостей при температурах до 218 °С.

Рассчитанные специально на высокотемпературные нагрузки, эти фильтры могут использоваться во многих процессах нефтепереработки, особенно в тех, где требуется очистка вязких фракций от механических примесей, например, в процессах, связанных с сероочисткой и улучшением топливных продуктов. Использование высокотемпературных фильтров очень часто может дать возможность исключить из процессов промежуточные емкости для охлаждения продуктов, а также сократить энергозатраты на повторный нагрев продукта перед установками гидроочистки и гидрокрекинга.



### Фильтроэлементы Nexis

Высокоэффективные глубинные фильтроэлементы Nexis изготавливаются по современной, контролируемой микропроцессором, технологии формования нетканого синтетического фильтроматериала большого диаметра вокруг опорного сердечника (CoLD Melt™). Эта запатентованная технология позволяет создавать несколько фильтрующих зон с заданными характеристиками в одном фильтроэлементе. Преимущества таких фильтроэлементов: эффективное удаление примесей, высокий ресурс и прочность.



### Фильтроэлементы Ultipleat High Flow для больших потоков

Фильтроэлементы больших диаметров Ultipleat High Flow не имеют опорных сердечников и изготавливаются из гофрированного фильтроматериала. Они открыты с одного торца и рассчитаны на фильтрацию в направлении изнутри–наружу. В них используется запатентованная Pall серповидная форма складок гофры. Pall предлагает фильтроэлементы из различных материалов. Фильтроэлементы Ultipleat High Flow имеют наружный диаметр 152,4 мм (6 дюймов) и длину от 508 до 2023 мм (20-80 дюймов). Технология Ultipleat High Flow позволяет обойтись для фильтрации больших потоков гораздо меньшим количеством фильтроэлементов в корпусах меньших размеров.



### Фильтроэлементы Marksman

Фильтроэлементы Marksman высокой пропускной способности изготавливаются из гофрированного фильтроматериала глубинного типа или из нетканого синтетического фильтроматериала. Они отличаются большим диаметром – 152,4 мм (6 дюймов), высокой площадью фильтрации и высокой пропускной способностью. Доступны фильтроэлементы Marksman различной тонкости фильтрации и размеров, рассчитанные под требования различных областей применения.



### Фильтроэлементы Profile UP

Уникальная серповидная форма складок Ultipleat (U) гофры глубинного фильтроматериала Profile (P) обеспечивает этому фильтроэлементу ресурс больший, чем у большинства фильтроэлементов из гофрированного полипропиленового материала. Оптимизированные для удаления гелей и других вязких жидкостей, глубинные фильтроэлементы Profile UP обладают прекрасной химической совместимостью и не выделяют волокон и экстрагируемых компонентов. Эти фильтроэлементы подходят для широкого применения в процессах нефтепереработки.



## Удаление механических примесей из газов

Корпорация Pall постоянно разрабатывает самые современные технологии сепарации механических примесей и газов, рассчитанные на работу с агрессивными средами, при высоких температурах и высоких концентрациях загрязняющих примесей. Над своими эффективными системами сепарации твердых частиц из газов, очищаемыми обратной продувкой, корпорация Pall работала совместно со специалистами нефтеперерабатывающих предприятий и с разработчиками технологий переработки нефти.

Для этих систем был выбран фильтроматериал с очень мелкими порами. На его поверхности в процессе фильтрации образуется слой осадка, который периодически сбрасывается в процессе обратной импульсной продувки. Этот процесс запускается при возрастании перепада давления на фильтре до определенного значения, зависящего от толщины и плотности осадка. Сброшенные отложения механических примесей удаляются из фильтра и могут быть возвращены в технологический процесс и повторно использованы в нем или полностью выведены из него и отправлены в накопитель. После этого фильтр возвращается в режим прямой фильтрации газа. Каждый цикл сброса осадка обратной продувкой снижает сопротивление фильтра потоку практически до постоянного значения.

В системах Pall со сбросом осадка обратной продувкой используются металлические или керамические фильтроэлементы. Справа в таблице подробно приведены характеристики этих сепарационных систем Pall.

### Фильтры со сбросом осадка обратной продувкой газа:

- фильтроэлементы PSS из спеченного порошка нержавеющей стали;
- фильтроэлементы PMF из спеченного металлического волокна,
- фильтроэлементы Rigimesh из тканной металлической сетки со спеченными волокнами.

### Сменные фильтроэлементы для очистки газов от механических примесей:

- фильтроэлементы Pall с гофрированными фильтроматериалами Ultiprog GF Plus, HDC II или Erosel;
- фильтроэлементы глубокой фильтрации Ultipleat на основе фильтроматериала Profile;
- фильтроэлементы Profile II;
- фильтроэлементы Profile Coreless без опорного сердечника.



Очищаемая обратной продувкой газа фильтрующая система Pall в работе.

### Сравнение фильтрующих систем, очищаемых обратной продувкой газа с другими системами

	Фильтры Pall со сбросом осадка обратной продувкой	Циклон	Рукавный фильтр	Скруббер	Электростатический пылеуловитель
Эффективность сепарации механических примесей из потока газа	> 99,99 %	98,00%	99,9 %	99,00%	99,00%
Изменение эффективности сепарации в зависимости от концентрации механических примесей	Нет	Есть	Нет	Есть	Есть
Относительное эксплуатационное сопротивление потоку	Среднее	Среднее	Среднее	Высокое	Низкое
Максимальная рабочая температура	899 °С	>10 %	2-20 %	6,00%	1-2 %
Чувствительность к изменениям удельного потока	Высокая	Очень высокая	Низкая	Очень высокая	Очень высокая
Необходимость охлаждения газа перед сепарацией	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть
Необходимость снижения содержания примесей перед сепарацией	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть
Надежность и безопасность эксплуатации	Высокая	Высокая	Низкая	Средняя	Средняя

## Фильтры со сбросом осадка обратной продувкой газа



### Пористые металлические фильтроэлементы PSS

Фильтроматериал PSS «S», представляющий собой спеченный порошок нержавеющей стали, обладает чрезвычайно равномерной проницаемостью и обеспечивает абсолютную эффективность фильтрации.

Бесшовные фильтроэлементы PSS характеризуются высокой объемной пористостью (до 60 %). За счет этого обеспечивается высокая грязеемкость и низкое сопротивление потоку. Особенно это касается тонких фильтров, возможность проектирования которых под высокие удельные потоки способствует снижению капитальных затрат.

Кроме стандартного варианта фильтроматериала PSS из нержавеющей стали 316L доступны варианты из сплавов Inconel, никелевых, молибденовых и алюминиевых сплавов.



### Керамические фильтроэлементы Dia-Schumalith®

Керамические фильтроэлементы Dia-Schumalith лучше всего подходят для высокотемпературных процессов, в которых от них требуется более высокая устойчивость к коррозии, чем устойчивость большинства металлопорошковых фильтроэлементов. Силовой каркас из карбида кремния и алюмосиликатный фильтрующий слой фильтроэлементов Dia-Schumalith обеспечивают низкое падение давления на них при высоких значениях удельного потока.



### Фильтроэлементы PMF из спеченного металлического волокна

Фильтроэлементы PMF изготовлены из тонких волокон нержавеющей стали марки 316L, спеченных между собой в точках контакта. Такой фильтроматериал характеризуется прочной стабильной структурой и постепенно уменьшающимися по его толщине порами. Он обладает чрезвычайно высокой грязеемкостью, а с одним или двумя внутренними слоями обеспечивает абсолютную тонкость фильтрации.



### Фильтроэлементы Dynalloy из нержавеющей стали

Фильтроэлементы Dynalloy глубокого типа изготавливаются из волокон нержавеющей стали под строгим контролем качества по стандарту ISO 9001.

Производство этого материала начинается с изготовления отдельных волокон микронного размера. Произвольно ориентированные, эти волокна укладываются равномерным слоем. После этого они уплотняются и спекаются, образуя прочную цельную структуру. В результате получается материал с высокой объемной пористостью и определенными заданными размерами пор, идеально подходящий для процессов, в которых требуются фильтры с высокой коррозионной устойчивостью.



### Сетчатые фильтроэлементы Rigimesh из волокон нержавеющей стали

Запатентованные технологии Pall позволяют изготавливать фильтроэлементы Rigimesh из сетки тонких волокон нержавеющей стали. Этот фильтроматериал характеризуется низким сопротивлением потоку, большим количеством пор на площадь фильтрации и высокой грязеемкостью.

Для большей прочности, устойчивости к деформациям, срезу и усталости материала волокна в нем спечены между собой. Фильтроэлементы Rigimesh сохраняют постоянный размер пор и не допускают миграцию материала в фильтруемую среду даже при высоких температурах и давлениях.



## Сменные фильтроэлементы для очистки газов от механических примесей



### Фильтроэлементы HDC II

В фильтроэлементах HDC II используется чистый полипропиленовый гофрированный фильтроматериал. Они характеризуются высокой грязеемкостью и увеличенным ресурсом. Фильтроэлементы HDC II идеальны для применения в областях, где надежность и экономичность являются определяющими условиями.



### Фильтроэлементы Erosel

Фильтроэлементы Erosel изготавливаются из гофрированного фильтроматериала, обладающего высоким ресурсом и стабильной пропускной способностью. Прочная структура ячеек пропитанной смолой целлюлозы исключает миграцию волокон в фильтруемую среду. Фильтроэлементы Erosel отличаются широкой химической совместимостью и рекомендуются для очистки самых различных газов и жидкостей.



### Фильтроэлементы Ultipor GF Plus

Фильтроматериал Ultipor GF Plus состоит из внутреннего слоя импрегнированных смолами стеклянных волокон и внешних поддерживающих полимерных слоев. Такая уникальная структура исключает миграцию фильтроматериала в фильтруемую среду и его высокую грязеемкость. Фильтры Ultipor GF Plus успешно применяются в различных технологических процессах нефтепереработки.



### Фильтроэлементы Profile II

Фильтроэлементы Profile II изготавливаются из полипропиленового, нейлонового или полифениленсульфидного волокна. Эти фильтроэлементы состоят из нескольких слоев градиентной пористости и финишного слоя, обеспечивающего абсолютную тонкость фильтрации. За счет этого срок службы фильтроэлементов увеличивается многократно.

Они могут широко применяться для фильтрации, как коррозионных, так и некоррозионных сред. Фильтроэлементы Profile II идеально подходят для предварительной и финальной фильтрации.



### Фильтроэлементы Profile без опорного сердечника

Фильтроэлементы Profile без опорного сердечника, характеризующейся абсолютной тонкостью фильтрации, используются для фильтрации газов или жидкостей. Они отличаются высокой пропускной способностью, низкой стоимостью и идеальны для применения в таких процессах, как фильтрация в контуре аминовой очистки, защита компрессоров или фильтрация конечных продуктов. Отсутствие опорного сердечника упрощает и делает более безопасным сжигание и утилизацию фильтроэлементов.



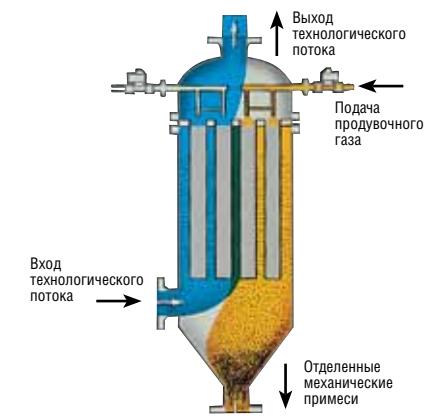
### Фильтроэлементы Ultipor HT

Фильтроэлементы Ultipor HT с высокой площадью фильтрации изготавливаются из гофрированного фильтроматериала и рассчитаны на длительную эксплуатацию. Уникальный композиционный фильтроматериал отличается устойчивостью к высоким температурам. Эти фильтроэлементы квалифицированы для фильтрации совместимых жидкостей при температурах до 218 °С.

## Технология сброса осадка обратной продувкой газа

Сброс осадка обратным импульсным потоком газа не требует использования больших клапанов для изоляции корпусов сепаратора, поскольку нет необходимости перекрывать прямой поток фильтруемого газа. Группы фильтроэлементов продуваются по очереди импульсными струями сжатого газа, направляемыми последовательно в горловины отдельных фильтроэлементов. Продолжительность импульсов – 0,1—1 с. Создаваемое импульсами продувочного газа давление в 2—3 раза превышает давление фильтруемого потока. Под его воздействием поток через очищаемый фильтроэлемент очень быстро меняется на обратный. Вызванная обратным импульсным потоком ударная волна, дополнительно усиленная за счет эффекта внутри в горловине фильтроэлемента, сбрасывает с фильтроэлементов накопившиеся отложения.

### Система Pall сброса осадка направленной обратной импульсной продувкой



- Один или несколько корпусов.
- Непрерывный полный поток фильтруемого газа.
- Группы фильтроэлементов продуваются по очереди.
- Направление потока через фильтроэлемент меняется за счет импульса сжатого продувочного газа на обратное.
- Короткие импульсы: от 0,1 до 1 с.



Фильтры Pall со сбросом осадка обратной продувкой газа используются для удаления микрочастиц катализатора из отходящего газа.



Системы Pall со сбросом осадка обратной продувкой газа используются во многих процессах. Несколько самых распространенных из них перечислены ниже.

### Каталитический риформинг (КР)

Системы Pall со сбросом осадка обратной продувкой газа используются на установках каталитического риформинга с непрерывной регенерацией катализатора. Здесь они предохраняют компрессор рециркуляционного газа от эрозийного износа и загрязнения. С их помощью из рециркуляционного газа удаляются механические примеси, и газ возвращается в регенератор. В этих системах применяются фильтроэлементы Pall PSS из спеченного порошка нержавеющей стали (тонкость фильтрации газов 1 мкм), очищаемые направленной обратной импульсной продувкой непосредственно во время фильтрации. Фильтры такого типа успешно применяются на нефтеперерабатывающих предприятиях по всему миру.

### Каталитический крекинг

Очищаемые обратным током газа системы используются для удаления микро-частиц катализатора из отходящего газа установки ФКК. Они позволяют:

- Обеспечить требуемую чистоту выбросов в окружающую среду.
- Полностью защитить установленное за ними технологическое оборудование.

В настоящее время максимально допустимое общее содержание твердых частиц в выбросах установок ФКК не должно превышать 50 мг/норм.м<sup>3</sup>. В настоящее время в большинстве стран мира это ограничение приближается к 50 мг/норм.м<sup>3</sup>, а в некоторых странах установлено равным 10 мг/норм.м<sup>3</sup>.

В зависимости от особенностей технологических процессов нефтепереработки следует использовать различные варианты очищаемых обратной продувкой газа сепарационных систем:

A) Если используются турбодетандеры, перед ними рекомендуется устанавливать высокотемпературные газовые фильтры, чтобы обеспечить максимальное использование энергии и увеличить ресурс лопаток турбин.

В процессах с горячими газами (до 850 °C/1560 °F), характерных для газифи-

кации угля и сжигания угля в псевдоожиженном слое, среда которых еще более коррозионная и горячая, чем флюид-каталитического крекинга, фильтроэлементы Pall PSS из спеченного порошка нержавеющей стали или керамические фильтры Dia-Schumalith гарантированно обеспечат требуемую эффективность фильтрации и надежность работы. В отличие от циклонов, эффективность фильтрации систем Pall со сбросом осадка обратной продувкой газа остается постоянной при изменениях расхода фильтруемого газа.

B) Если турбодетандеры не используются, для гарантии обеспечения степени очистки до уровня ограничений на выбросы твердых частиц в окружающую среду рекомендуются очищаемые обратной продувкой газа без прерывания режима фильтрации фильтры Pall PSS.

Эффективность фильтрации таких фильтров в отличие от эффективности электростатических пылеуловителей остается постоянной вне зависимости от резких изменений расхода и изменения электростатического заряда частиц примесей.

C) Если в действующей технологической цепочке применяются циклоны на третьей и четвертой ступенях очистки, замена циклонов четвертой ступени фильтрами PSS повысит эффективность удаления твердых частиц. Эта мера позволяет снизить содержание частиц в выбросах до установленных норм наименее затратным способом.

Использование на четвертой ступени очищаемых обратной продувкой фильтров Pall гарантированно обеспечивает содержание твердых частиц в выбросах отходящих газов установок ФКК не выше 50 мг/норм.м<sup>3</sup>.

D) Установка фильтров на вентиляции бункеров катализатора ФКК позволяет уменьшить неконтролируемые выбросы катализатора в окружающую среду при его загрузке, выгрузке и транспортировании.



Установка трубной решетки в сборе с фильтроэлементами

### Дегидрирование

Фильтроэлементы PSS из нержавеющей стали используются для извлечения катализаторов из отходящих газов установок дегидрирования с псевдоожиженным слоем катализатора. Очищаемая обратной продувкой система Pall может без дополнительных мер снизить содержание твердых частиц в выбросах до уровня, ниже установленного нормами по защите окружающей среды. Для подобной очистки отходящих газов на старых предприятиях использовались установленные последовательно две ступени циклонов и скрубберы.

## Удаление жидких и механических примесей из газов

Коалесцеры Pall Жидкость/ Газ SepraSol™ используются на предприятиях переработки нефти и газа уже более 30 лет. Коалесцеры Pall Жидкость/ Газ обеспечивают максимально эффективное удаление аэрозолей и механических примесей из газов. Они характеризуются низким сопротивлением потоку и позволяют уменьшить затраты на эксплуатацию и обслуживание оборудования. Коалесцирующий фильтроэлемент представляет собой стекловолоконный пропитанный смолами гофрированный фильтроматериал, размещенный между нетканым полимерным опорным и дренажным слоями. Такой фильтроэлемент отличается чрезвычайно высокой эффективной площадью фильтрации. Коалесцирующий фильтроэлемент обеспечивает тонкость фильтрации твердых частиц 0,3 мкм (при эффективности 99,99 %) и гарантирует содержание жидкого аэрозоля за ним не выше 0,003\* ppm (вес.). За счет этого повышается ресурс и надежность оборудования, минимизируются эксплуатационные затраты и потребность в его обслуживании.

Принцип работы коалесцеров Жидкость/ Газ основан на слиянии мелких капель жидкого аэрозоля в более крупные. Газ проходит через несколько слоев фильтроматериала с постепенно увеличивающимися размерами пор. Проходя через поры, отдельные капли жидкости сливаются в более крупные, выходят на поверхность коалесцирующих фильтроэлементов и сливаются в сборник жидкости.

Коалесцеры Pall Жидкость/ Газ удаляют жидкости из потоков газа практически полностью (содержание жидкости в выходном потоке 0,003\* ppm (вес.)). Кроме того, материал коалесцеров Pall Жидкость/ Газ обработан олеофобными и гидрофобными составами, за счет чего они эффективно удаляют из технологических потоков капли жидкостей, оказавшиеся в них в результате каких-либо нарушений в работе оборудования, установленного до коалесцеров. Выделенная жидкость затем может быть возвращена в технологический процесс.

### Коалесцирующие элементы Жидкость/ Газ:

- коалесцирующие элементы Жидкость/ Газ SepraSol,
- коалесцирующие элементы Жидкость/ Газ SepraSol Plus,
- коалесцирующие элементы Жидкость/ Газ SepraSol с двумя открытыми торцами.



Коалесцеры Pall Жидкость/ Газ удаляют жидкие и механические примеси из водорода и топливного газа, защищая турбины и горелки.

### Сравнение коалесцеров Жидкость/ Газ с другими технологиями

	Высокоэффективный коалесцер Жидкость/ Газ SepraSol	Демистер	Жалюзийный сепаратор	Циклонный сепаратор	Каплеотбойник
Минимальный размер (мкм) эффективно удаляемых капель	<0,1	5	10	10	300
Относительное сопротивление потоку	Низкое	Среднее	Среднее	Среднее	Низкое
Чувствительность к увеличению содержания жидкости в газе	Низкая	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
Чувствительность к повышению расхода	Средняя	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
Чувствительность к «пробкам» жидкостей в потоке	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая



Коалесцеры Pall Жидкость/ Газ используются во многих процессах. Несколько самых распространенных из них перечислены ниже.

#### Защита компрессора рециркулирующего водородсодержащего газа

Коалесцеры Pall Жидкость/ Газ устанавливаются перед водородными компрессорами для предотвращения их дорогостоящего незапланированного ремонта. За счет использования коалесцеров Жидкость/ Газ перед компрессорами возможно также увеличить интервал их планового технического обслуживания. Для потоков водорода в процессах нефтепереработки характерны изменения уровня их загрязнения и концентрации жидких примесей. Поэтому обработанные олеофобными и гидрофобными составами коалесционные элементы Pall очень эффективны в этих областях применения.

#### Защита горелок

Загрязнение топливного газа жидкими и механическими примесями – распространенная проблема нефтеперерабатывающего оборудования. Коалесцеры Жидкость/ Газ позволяют решить эту проблему, существенно уменьшая необходимость технического обслуживания вследствие засорения газовых форсунок печей. Особенно чувствительны к засорению горелки с низким и сверхнизким выбросом в атмосферу окислов азота. Так как содержание жидкостей в топливном газе может изменяться очень быстро, обработанные олеофобными и гидрофобными составами коалесцеры Pall в этих процессах также очень эффективны.

**Улавливание смазочных масел**  
Большинство компрессоров оборудовано системами смазки. Часто смазочные масла в виде аэрозоля попадают в потоки технологических газов. Для удаления этого аэрозоля из потока газа и предотвращения загрязнения коалесцеры Pall Жидкость/ Газ используются во многих процессах. Несколько самых распространенных из них перечислены ниже.

#### Защита молекулярного сита и осушителя установки короткоциклового адсорбции (КЦА)

Большинство молекулярных сит или установок КЦА, используемых для осу-

шения технологических газов, чувствительны к присутствию в них свободной воды, которая приводит к необходимости частой регенерации адсорбентов и сокращает срок их службы. Для защиты молекулярных сит и установок КЦА на участках изомеризации, получения полипропилена или очистки водорода рекомендуются коалесцеры SerpaSol Жидкость/ Газ.

#### Очистка газовых фракций и извлечение серы

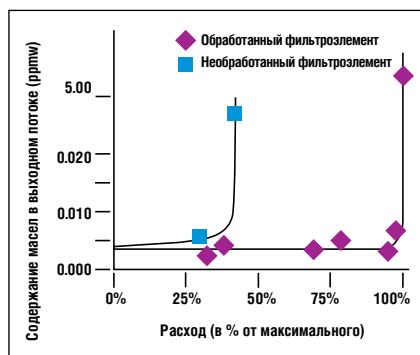
Присутствие жидких углеводородов в газе, подаваемом на аминную очистку, может вызвать вспенивание аминов.



#### Оптимизация технологических процессов с помощью коалесцеров Жидкость/ Газ

Коалесцеры Pall для удаления жидкостей из газов максимально эффективны и экономичны. Они позволяют сократить вынужденные простои оборудования, затраты на оплату персонала и эксплуатационные расходы. Уникальный фильтрующий материал Pall обеспечивает одностадийную коалесценцию, удаляя из газов жидкие аэрозоли с размером капель даже менее 0,1 мкм. Запатентованная обработка материала улучшает отвод жидкостей из коалесцеров, позволяя использовать корпуса меньших размеров и тем самым сводя к минимуму капитальные затраты на их установку. Кроме того, эта обработка снижает эксплуатационные затраты за счет более низкого сопротивления потоку пропитанного жидкостью материала и за счет быстрого удаления из газов жидкостей, попадающих в них при нарушениях в технологических процессах.

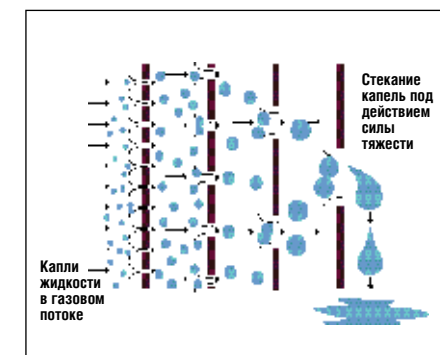
#### Влияние химической обработки на характеристики коалесцера



Химическая обработка фильтроэлемента может существенно увеличить его пропускную способность.

Это приводит к снижению производительности процесса сероочистки и увеличению потерь аминов. Установка коалесцера Жидкость/ Газ перед аминным контактором может решить эти проблемы. Кроме того, коалесцеры Жидкость/ Газ могут полностью удалять амины, попадающие в поток кислого газа, который направляется в установку извлечения серы, а также из малосернистых газов. За счет снижения нарушений в работе установки аминной очистки сокращаются и нарушения в работе установки извлечения серы, и связанные с ними случаи снижения качества получаемой серы и загрязнения окружающей среды.

#### Принцип работы коалесцера



Мелкие капли объединяются в более крупные.

## Сепарация жидкостей

Разработка Корпорацией Pall коалесцеров Жидкость/ Жидкость для нефтеперерабатывающей промышленности является примером плодотворного долгосрочного сотрудничества с заказчиками для решения периодически возникавших проблем помутнения топлива и присутствия следов щелочи в товарном продукте. В результате этой работы появились два новых продукта – коалесцеры для сепарации жидкостей AquaSep® и PhaseSep®. На каждом этапе их разработки специалисты корпорации Pall консультировались с заказчиками, чтобы новые коалесцеры полностью соответствовали их задачам.

Сегодня эти коалесцеры установлены на нефтеперерабатывающих предприятиях всего мира. Они используются в следующих процессах:

- удаление воды из бензина, дизельного топлива, керосина и реактивного топлива;
- защита катализаторов и адсорбентов от загрязнения их водой;
- удаление из нефтепродуктов щелочей, оставшихся в них после обработки каустиком;
- удаление остаточных аминов из сжиженного газа;
- удаление жидких углеводородов из аминов;
- защита солевых осушителей и колонн с отбеливающей глиной.

Коалесцеры Pall AquaSep Plus и PhaseSep – многоступенчатые системы. Сначала они удаляют из потоков углеводородов механические примеси, затем коалесцируют и сепарируют из них воду или другие жидкие примеси. Коалесцеры Pall AquaSep Plus и PhaseSep способны снизить содержание воды до уровня ниже 15 ppm (вес).

Они также доказали возможность снижения концентрации натрия в нефтепродуктах после щелочной очистки до уровня ниже 0,5 ppm (вес). Кроме того, коалесцеры Pall для сепарации жидкостей не теряют своих характеристик при наличии в топливе поверхностно-активных веществ (ПАВ).

#### Коалесцеры Жидкость/ Жидкость

- Коалесцеры AquaSep Plus Жидкость/ Жидкость.
- Коалесцеры PhaseSep Жидкость/ Жидкость.
- Коалесцеры Жидкость/ Жидкость для небольших расходов.
- Сепараторы Жидкость/ Жидкость Lucid™.



Коалесцеры Pall AquaSep Plus и PhaseSep – наиболее эффективная технология сепарации жидкостей, в т. ч. по сравнению с резервуарами-отстойниками, электростатическими осадителями, солевыми осушителями и коалесцерами с сетчатыми насадками.



Уникальная модульная конструкция Коалесционные фильтроэлементы Pall AquaSep Plus и PhaseSep собираются вместе с сепарационными элементами в единый модуль. Такая секционная компоновка позволяет оптимально распределить потоки жидкости между коалесцерами и сепараторами, обеспечивая одинаковый расход через все сепараторы. В традиционных двухступенчатых системах, сепараторы обычно располагаются отдельно от коалесцеров на разных расстояниях. Из-за этого поток распределяется между сепараторами неравномерно. Кроме того, в таких двухступенчатых системах на каждый сепаратор требуется по несколько коалесцирующих элементов. Объединение сепаратора и коалесцера в единый модуль увеличивает их ресурс и уменьшает общий размер системы.

#### Низкое межфазное натяжение (МФН)

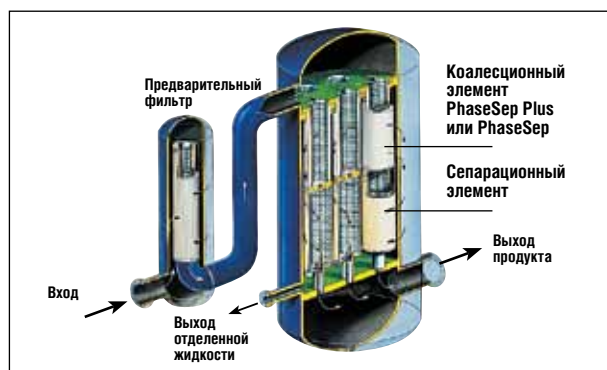
Способность удалять воду улучшается с увеличением МФН между фазами разделяемой эмульсии. МФН хорошо отражает стабильность эмульсии или дисперсии. МФН критически влияет на эффективность коалесцеров Жидкость/ Жидкость, так как им определяется максимально возможный размер капель, которые могут быть сформированы коалесцером. При высоких значениях МФН (>20 дин/см) вполне стабильными в эмульсии могут быть крупные слившиеся капли. В эмульсиях же с низким МФН (например, МФН эмульсии воды в топливах с присадками не превышает 20 дин/см) образуются только мелкие стабильные капли, для удаления которых требуются коалесцеры или сепараторы высокой эффективности.

Потеря сепарационных качеств Присутствующие в топливах ПАВ вызывают помутнение топлива за счет образования в нем мелкодисперсной эмульсии воды. Это может значительно снизить эффективность традиционных стекловолоконных коалесцеров. В коалесцерах Pall для сепарации жидкостей вместо стекловолокна используется изготовленный по уникальной технологии полимерный материал. За счет этого они в отличие от традиционных коалесцеров обладают большим ресурсом, устойчивыми сепарационными характеристиками и почти не требуют обслуживания в течение долгой эксплуатации. Коалесцеры Pall для сепарации жидкостей не теряют своих сепарационных качеств из-за присутствия в нефтепродуктах ПАВ – нафтената и сульфоната, ингибиторов коррозии, деэмульгаторов и диссипаторов статического электричества.



**Коалесцеры AquaSep Plus и PhaseSep Жидкость/ Жидкость**  
Коалесцеры AquaSep Plus и PhaseSep Жидкость/ Жидкость предназначены для эффективного разделения высокостабильных жидких эмульсий. Они обеспечивают высокое качество продуктов, повышают их ценность. Они совместимы с высококислыми и высокощелочными жидкостями. Высокоэффективная модульная компоновка фильтроэлементов обеспечивает равномерность потока, большую пропускную способность при меньших размерах корпусов. Увеличенный ресурс фильтроэлементов снижает частоту их замены и затраты на техническое обслуживание и утилизацию.

#### Коалесцеры AquaSep Plus и PhaseSep Жидкость/ Жидкость



Система сепарации жидкостей с коалесцирующими фильтроэлементами AquaSep Plus/PhaseSep и сепарационными элементами в вертикальном корпусе.

	Система Pall AquaSep Plus/ PhaseSep	Солевая и десикантная колонна	Традиционные коалесцеры	Насадочная сепарационная колонна	Электростатический осадитель	Резервуар-отстойник
Наименьшее МФН эффективно сепарируемых жидкостей	AquaSep Plus: 3 дин/см PhaseSep: <2 дин/см	<2 дин/см	>20 дин/см	>20 дин/см	>10 дин/см	>20 дин/см
Относительные затраты на эксплуатацию и обслуживание	Низкие	Высокие	Средние	Низкие	Высокие	Низкие
Влияние повышенных концентраций жидкости на эксплуатационные расходы	Слабое	Сильное	Низкое	Слабое	Сильное	Слабое
Влияние ПАВ на эффективность сепарации	Нет	Нет	Снижение эффективности	Снижение эффективности	Снижение эффективности	Снижение эффективности
Влияние диспергирующих жидких добавок на эффективность сепарации	Слабое	Среднее	Слабое	Сильное	Среднее	Среднее
Чувствительность к изменениям температуры	Низкая	Средняя	Средняя	Низкая	Высокая	Низкая
Стоимость технического обслуживания	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая	Высокая	Низкая

## Информация о корпорации Pall

Корпорация Pall уже более 60 лет решает сложные проблемы, связанные с загрязнением сред в различных отраслях промышленности. Корпорация Pall работает с заказчиками по всему миру. Доходы корпорации, крупнейшей из многочисленных компаний, занимающихся задачами фильтрации, сепарации и очистки, превышают 2,7 млрд. долларов США. Наши продукты и услуги позволяют заказчикам выполнять самые строгие нормативные требования, касающиеся качества продуктов и охраны окружающей среды, повысить эффективность и рентабельность производства. Наши технологии помогают предприятиям выпускать более качественную, и безопасную продукцию.

Ориентируясь на будущее, Корпорация Pall постоянно разрабатывает новые сепарационные технологии и системы. Высочайшая компетенция Корпорации Pall в технологиях коалесцирования позволила снизить затраты на эксплуатацию и обслуживание оборудования нефтеперерабатывающих предприятий.

Приглашаем Вас более подробно ознакомиться с нашими технологиями, продуктами и услугами. Обратитесь за дополнительной информацией в ближайшее к Вам представительство корпорации Pall или на сайт в интернете: [www.pall.com](http://www.pall.com).

## Защита окружающей среды



ENABLING A GREENER FUTURE<sup>SM</sup>

Корпорация Pall готова помочь своим заказчикам минимизировать выбросы в атмосферу диоксида углерода, снизить выбросы других веществ и максимально использовать их повторно в технологических процессах. Мы можем помочь более эффективно использовать природные ресурсы и сырьевые материалы. Такой же подход мы применяем и в собственном производстве.

Мы работаем в тесном сотрудничестве с нашими заказчиками для удовлетворения запросов каждой конкретной отрасли промышленности. Мы поставляем заказчикам технически совершенные продукты и технологии для укрепления положения их предприятий на рынке и уменьшения вредного воздействия производств на окружающую среду. За помощью в решении проблем загрязнений и сохранения водных ресурсов, экономии энергии и минимизации вредных выбросов к нам обращаются заказчики со всего мира. Корпорация Pall стремится к тому, чтобы «обеспечить экологически чистое будущее» (ENABLING A GREENER FUTURE<sup>SM</sup>).  
Дополнительные сведения о наших инициативах по сохранению окружающей среды Вы можете найти на сайте: [www.pall.com/green](http://www.pall.com/green).







Pall Corporation

ТЭК и нефтехимия

25 Harbor Park Drive  
Port Washington, NY 11050  
Телефон: +1 516 484 3600  
Бесплатный звонок по США:  
+1 888 873 7255

Москва – Россия,  
ул. Вятская, д. 27, стр. 13  
Телефон: +7 495 787 7614  
Факс: +7 495 787 7615  
inforussia@europe.pall.com

### Посетите наш сайт [www.pall.com](http://www.pall.com)

Офисы и заводы корпорации Pall расположены по всему миру. Список представителей корпорации Pall можно найти на странице [www.pall.com/contact](http://www.pall.com/contact).

В связи с непрерывным совершенствованием продуктов, систем и услуг приведенные данные и процедуры могут быть изменены без предварительного уведомления. Получить самую свежую информацию или проверить имеющуюся можно в представительствах корпорации Pall или на сайте [www.pall.com](http://www.pall.com). Упомянутые в данном документе продукты могут быть защищены следующими патентами: EP 0 930 926; US 5,443,724; US 6,332,987; EP 1 165 205; US 6,342,283; US 6,662,842; US 7,473,360; EP 0 830 191; US 5,591,335; US 5,653,833; US 5,681,469; US 5,690,782; US 5,730,820; US 5,733,581; US 5,741,395; US 5,783,011; EP 0 930 926; US 5,480,547; US 6,332,987; EP 0 433 661; EP 0 667 800; EP 0 982 061; EP 1 380 331; US 5,543,047; US 5,690,765; US 5,725,784; US 6,113,784; US 7,083,564; US 7,318,800; EP 0 470 485; US 5,252,207; US 5,552,048.

© Авторские права сохранены за корпорацией Pall, 1995, 2011 гг. Pall, ACCUSEP, AquaSep, Claris, CoLD Melt, Dia-Schumalith, Duo-Fine, Dynalloy, Eposel, HDC, Hi-V, Lucid, Marksman, Nexis, PhaseSep, PMF, Profile, PSS, Rigmesh, SepraSol, Ultipleat, и Ultiprog являются товарными знаками корпорации Pall. ® указывает на регистрацию товарного знака Pall в США. **Filtration.Separation.Solution.sm**, Total Fluid Management, и **ENABLING A GREENER FUTURE** являются знаком обслуживания корпорации Pall.

*Filtration. Separation. Solution.sm*

PR-900b

Напечатано в России.

Сентябрь 2013 г.