

# ПЕРСПЕКТИВНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ

## ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ КЕРАМИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТЫ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОБРАТНОЙ ПРОМЫВКИ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ЩИТОВОЙ КРЕПИ ДЛЯ ФИЛЬТРОВАНИЯ ЭМУЛЬСИИ (ТРУДНОВОСПЛАМЕНЯЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ ТИПА NFA)

### Авторы:

**Хуберт Эссерс**, дипл. инж. (фирма Флюид Клиниинесс Менеджмент, консалтинговые и инжиниринговые услуги предприятиям, г. Драйайх);

**Вильгельм Кене**, руководитель по сбыту на предприятия горнодобывающей промышленности (фирма Палл ГмБХ Индастриал Мануфэктаринг, г. Драйайх);

**Макс Томас Штеттнер**, дипл. инж. руководитель участка шахты;

**Людгер Гунтерманн**, дипл. инж. руководитель отдела по эксплуатации подземных машин (шахта РАГ Антрацит Иббенбюрен ГмБХ, г. Иббенбюрен)

Гидравлические щитовые крепи стали использоваться примерно с 1970 года при выемке длинным забоем в качестве лавной крепи для поддержания кровли и откосов для добычных машин того времени. Они пришли на смену различным рамным крепям и крепежным стойкам, которые применялись между 1959-м и 1970 годами. Если в 1970 году только 1% немецких лав был оснащен гидравлическими щитовыми крепями (впервые на шахте «Виктория-Иккерн»), то уже в 1975 году в 80% всех немецких лав эксплуатировались гидравлические щитовые крепи.

Изначально выдвигание отдельных гидравлических цилиндров крепи (в зависимости от вида гидростоек щитовой крепи, домкратов передвижки, установочного или выдвигного цилиндра верхняка) осуществлялось с помощью управляемых вручную клапанов. При типовой ширине секции крепи 1,5 м и длине лавы от 250 до 400 м получалось примерно 150-250 секций крепи, управляемых вручную.

Соответственно затраты на персонал при эксплуатации лавы были очень высоки. По этой причине усиленно велись работы по развитию систем электрогидравлического, программируемого управления для дальнейшей автоматизации работы щитовой лавной крепи. В конце 1990-х годов они были успешно введены в эксплуатацию и на тот момент соответствовали уровню развития техники.

Очень скоро стало ясно, что клапаны с электрогидравлическим управлением выходили из строя из-за загрязнения рабочих жидкостей на много чаще по сравнению со старыми типами клапанов с ручным управлением.

Причина этого была в том, что новые взрывозащищенные для шахтного применения электромагниты обладали относительно небольшой производительностью и могли развивать относительно небольшое механическое усилие для включения управляющего клапана. Поэтому довольно быстро стало происходить загрязнение клапанов твердыми частицами в рабочей жидкости, которые проникали в систему из гидроцилиндров либо при подключении-отключении напорной и сливной магистрали.

Это привело к тому, что со временем ранее привычные, в большинстве своем промываемые фильтры из проволочной сетки — как, например, бывшие в использовании в центральной насосной камере западного штрека 7, пласт 54, шахты РАГ Антрацит Иббенбюрен ГмБХ — или мешочные фильтры были заменены более дорогостоящими одноразовыми фильтроэлементами. Только таким образом удалось устранить проблему высоких издержек от простоев, которые сейчас могут составлять пятизначные суммы в евро за 1 час.

Фильтроэлементы из полимерных материалов фирмы Палл, как, например, Profile II либо появившиеся позднее Ultipleat Profile и Marksman, решили проблему.

Они оказались более экономичным решением для NFA-эмульсий (трудновоспламеняемых) по сравнению с предшествующими им фильтроэлементами из проволочной сетки или стекловолокна, при этом эмульсия оставалась более чистой. Это однозначно подтвердили испытания на угольном предприятии Саарбергверк АГ.

Так, например, в конце 1990-х

**Шахта РАГ Антрацит Иббенбюрен ГмБХ эксплуатирует полностью автоматизированную, самоконтролирующуюся фильтровальную установку с обратной промывкой, в центральной насосной камере гидравлической системы щитовой крепи, которая, в принципе, может эксплуатироваться 24 часа в сутки и 365 дней в году без больших затрат на обслуживание. При этом очевидны следующие преимущества:**

- низкие расходы, связанные с простоем оборудования,
- низкие производственные затраты (< 10% от прежних затрат),
- низкие затраты на персонал,
- амортизация фильтровальной станции через два-четыре года.

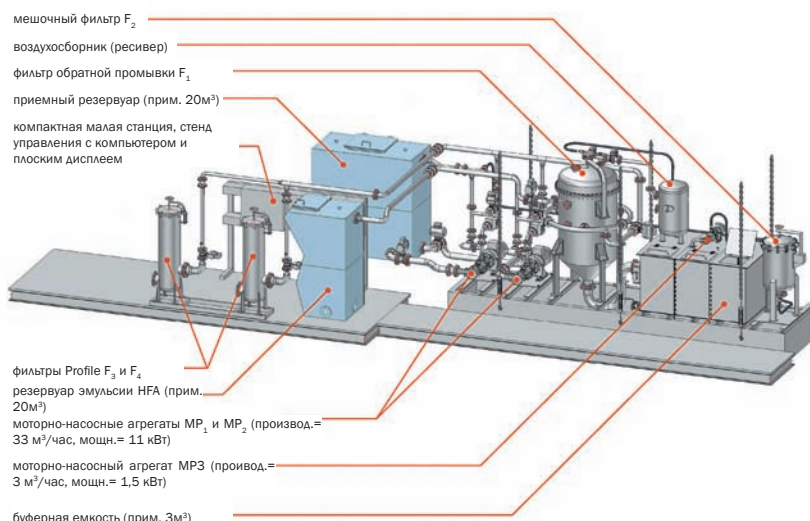


Рисунок 1. Трехмерное изображение фильтровальной станции с обратной промывкой (Источник: Хаскел)

годов фильтровальная станция фирмы Палл с промываемыми фильтроэлементами Rigimesh из спеченной проволоочной сетки в центральной насосной камере шахты Иббенбюрен была расширена на два фильтровальных корпуса Палл с 23 фильтроэлементами Profile II. С помощью этого была обеспечена необходимая чистота жидкости для работы гидросистемы с минимальными простоями.

Применение этих высококачественных «тонких» одноразовых фильтровальных элементов привело к повышению производственных и эксплуатационных расходов в части использования, замены и утилизации фильтровальных элементов. По этой причине в начале нового столетия к фирме Палл ГмБХ Индастриал Мануфэктаринг обратилось объединение ДСК Антрацит Иббенбюрен ГмБХ с просьбой найти возможное решение снижения издержек в сфере фильтрации жидкости для гидросистемы щитовой крепи.

В качестве решения рассматривалась возможность фильтрации с обратной промывкой и самоконтролем, при этом затраты на сменные элементы и обслуживание должны были оставаться низкими. Во всяком случае, здесь нужно было — в зависимости от состава материала фильтроэлемента — применить другие технологии, отличные от ранее использованных. Промываемые фильтроэлементы из проволоочной сетки не обеспечивали того качества фильтрации, который необходим для работы гидросистемы с минимальными простоями.

Многомесячные испытания научной лабораторно-консультационной службы фирмы Палл на тестовой уста-

новке в условиях «на-гора» позволили определить наиболее подходящий материал для фильтроэлементов. В итоге был выбран продукт фирмы Палл Schumalith SL20 (рисунок 3), пористая керамика из карбида кремния (SiC) с силикатной вяжущей составляющей, которая при очень высокой температуре обжигалась в форме полых цилиндров. Она характеризуется равномерным распределением размеров пор и очень высокой стойкостью к истиранию. Степень фильтрации примененного материала была определена в 20 микрон в абсолюте.

Одновременно с этой работой в тесном взаимодействии между фирмой Палл ГмБХ Индастриал Мануфэктаринг и ответственными сотрудниками тогдашнего объединения ДСК Антрацит Иббенбюрен ГмБХ было начато проектирование фильтровальной станции с обратной промывкой с учетом требований европейских стандартов для подземной добычи угля, в основном Директивы ЕС 98/9/ЕГ (так называемый АТЕХ 1-стандарт для производственной безопасности во взрывоопасной среде) и Директивы ЕС 98/37/ЕГ (так называемый машиностроительный стандарт). Дополнительно было введено сертификационное обозначение установки.

Ранее фильтровальные станции проектировались по принципу фильтрации на сливной магистрали. После того как приготовление НФА-эмульсий было перенесено «на-гора» и в насосной камере «освободились» резервуары гидравлической жидкости, было решено использовать одну sdвоенную установку резервуаров с интегрированной между ними фильтровальной

станцией для обслуживания гидросистемы крепей (рисунок 1).

Прежний резервуар для приготовления НФА-эмульсии (объем прим. 20м³) был «перенастроен» как приемный резервуар гидросистемы крепей, в который перекачивалась грязная рабочая жидкость из отдельных лав. Фильтровальная станция принимала загрязненную жидкость из данного резервуара, очищала ее и направляла в бывшие резервуары гидравлической жидкости (объем также прим. 20м³), служащие теперь как чистые резервуары гидроустановки. Оба резервуара были оборудованы аналоговым датчиком уровня FA2 (приемный резервуар) или для резервуара НФА-эмульсии — FA3.

## Описание фильтровальной станции

Собственно фильтровальная станция построена на раме-основании вместе со сливной ванной для рабочей жидкости. Рама-основание снабжена петлями-проушинами для возможности подвешивания фильтровальной станции на крепи в насосной камере западного штрека 7, пласт 54. Сливная ванна снабжена системой контроля уровня и спускным краном.

На раме-основании смонтированы и соединены между собой трубами или же шлангами следующие части:

- два моторно-насосных агрегата MP1 и MP2, каждый производительностью 33 м³/час, мощность мотора = 11 кВт (рисунок 2). Моторно-насосный агрегат MP2 имеет резервное предназначение. На сертифицированных по стандарту АТЕХ винтовых насосах смонтированы температурные датчики для контроля температуры поверхности;

- два клапана ограничения давления, отрегулированные на 6 бар, для предохранения максимального давления системы;

- два датчика потока для контроля объема потока соответствующего насоса;

- два шаровых крана V1 и V2 для спуска давления насосов;

- фильтр обратной промывки F1 фирмы Палл, тип FT-100-3-89,

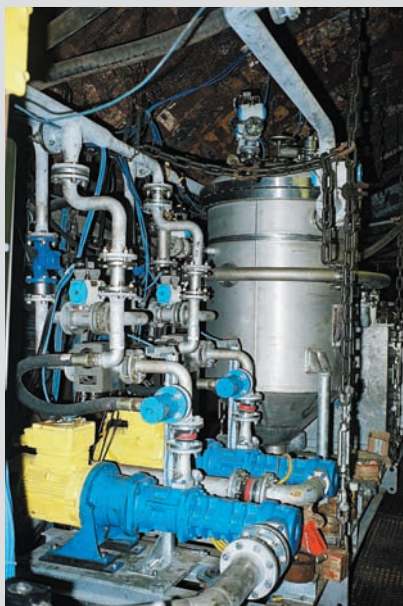


Рисунок 2. Сертифицированный по стандарту АTEX 1 винтовой насос, производ.= 33 м³/час с фильтром обратной промывки F1 (Источник: Палл)



Рисунок 3. Внутренний вид фильтра обратной промывки, тип FT3-1000-89 из 89 керамических элементов типа Schumalith SL20 (Источник: Палл)



Рисунок 4. Управление фильтровальной станции с компактной малой станцией (слева направо), интегрированным компьютером с плоским дисплеем и манипуляторной панелью, а также аналоговые датчики разницы давлений для контроля фильтров (малая картинка) (Источник: Бартек)

оснащенный 89 керамическими фильтроэлементами типа Schumalith SL20, Ø 70/40 x 1000 мм (рисунок 3). Данный фильтр контролируется посредством аналогового (смонтированного на стенде управления) датчика разницы давлений SM1 (рисунок 4) и переключателя разницы давлений DS, которые смонтированы между чистой и грязной стороной фильтра;

- входной шаровой кран V1 (ДН 80);

- выходной шаровой кран V2 (ДН 80);

- шаровой кран V3 (ДН 50) для подачи в корпус сжатого воздуха;

- ресивер сжатого воздуха WK объемом примерно 0,2 м³;

- шаровой кран V4 (ДН 150) для слива обратной промывки;

- два шаровых крана V5 и V6 (ДН 25) для выпуска воздуха до или после пластины элементов;

- два датчика уровня NS1 и NS2 до или после пластины элементов;

- буферная емкость (прим. 3м³), которая служит для приема жидкости обратной промывки из фильтра F1. Эта емкость снабжена аналоговым датчиком уровня FA1 и спускным краном;

- моторно-насосный агрегат MP3 (производ. = 3,5 м³/час, мощность мотора = 1,5 кВт), который смонтирован перед буферной емкостью и служит для откачивания отработанной жидкости после обратной промывки. На насосе смонтирован датчик температуры для контроля температуры поверхности насоса;

- клапан ограничения давления установлен на 4 бара, для подстраховки максимального давления на насосном агрегате MP3;

- мешочный фильтр F2 фирмы Палл для отделения шлама из жидкости обратной промывки (рисунок 5). Для мониторинга на фильтре (в трубопроводе) смонтировано дифференциальное реле давления DS2 и автоматический воздухоотделитель для выпуска воздуха из резервуара после смены элементов. В трубопроводе фильтрата установлен обратный клапан. Дополнительно пульт управления оснащен аналоговым датчиком разницы давлений SM2, подсоединенным через шланг к фильтру. Таким образом, можно визуально контролировать повышение разницы давлений на мешочном фильтре.

Между фильтровальной станцией и гидравлической системой крепи

в лаве смонтированы следующие трубопроводы:

— два всасывающих трубопровода между приемным резервуаром (сливным) и насосами агрегатов MP1 и MP2. В этих трубопроводах непосредственно перед резервуарами закреплены два шаровых запирающих крана, которые позволяют проводить смену насосов без опорожнения приемного резервуара;

— приемная сливная магистраль фильтровальной станции к приемному резервуару для предохранения от повышенного давления и сброса давления от агрегатов MP1 и MP2, а также обратного подвода отфильтрованной жидкости после обратной промывки в приемный резервуар;

— трубопровод фильтрата от фильтра обратной промывки F1 в резервуар эмульсии (предварительный резервуар);

— приемная напорная магистраль от агрегатов MP1 и MP2 к двум, уже установленным в насосной камере и связанным через запорные краны с резервуаром HFA-эмульсии фильтрам Палл Profile F3 и F4. В соответствующих выпускных трубопроводах смонтированы запорные краны V9 и V10. Благодаря интеграции этих двух фильтров в фильтровальную станцию повышается надежность и эксплуатационная готовность установки. Если возникнет неожиданная потребность в большом ремонте или техобслуживании на фильтре обратной промывки F1, то работа станции может быть продолжена через эти фильтры Profile. Для контроля фильтров преж-

ние оптические индикаторы разницы давлений на фильтрах были заменены электрическими. Дополнительно на стенде управления смонтирован аналоговый датчик разницы давлений, соединенный шлангом с фильтром. Он позволяет визуально контролировать рост разницы давления. Фильтры Profile оборудованы также двумя воздухоотделителями и двумя спускными кранами.

Между приемным резервуаром и резервуаром HFA-эмульсии проложен компенсирующий трубопровод, который позволяет работать станции в режиме фильтрации в байпасной линии при простое лавной гидравлики, например, в выходные дни или праздники. В данном компенсирующем трубопроводе встроен обратный клапан, который препятствует перетеканию нефильтованного объема жидкости из приемного резервуара к резервуару HFA-эмульсии.

При этом нужно заметить, что запорные краны V9 и V10 приводятся в действие посредством пневматического привода с электрическим сигналом обратной связи. Шаровые краны во всасывающих трубопроводах агрегатов MP1 и MP2 закрываются вручную и имеют концевые датчики в открытой позиции. Запорные краны на фильтрах Profile закрываются-открываются вручную (за исключением клапанов V9 и V10).

Перед приемным резервуаром установлен общий стенд управления фирмы Бартек Зихерхайтс-Шальтанлаген ГмбХ, г. Менден,

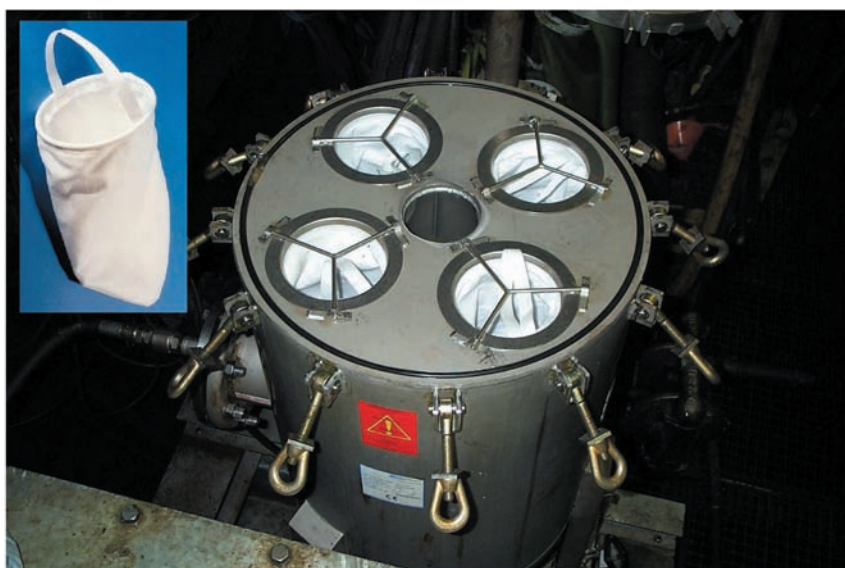


Рисунок 5. Четырехэлементный мешочный фильтр, оснащенный 10 микронными фильтр-мешками (Источник: Палл)



### **Александр Петрович Волков, ведущий специалист ООО «Палл Евразия» по работе с предприятиями горнодобывающей промышленности:**

— Уважаемые читатели, совокупность принципиально новых решений по всему технологическому циклу «добыча—использование» угля позволит обеспечить высокую конкурентоспособность и экологическую безопасность российской угольной промышленности уже в ближайшем будущем

Не секрет, что в настоящее время все более широкое применение получают высокопроизводительные технологические схемы добычи угля с применением современного эффективного оборудования. Использование передовых технологий требует в свою очередь более серьезного отношения к решению вопросов водоподготовки и фильтрации эмульсии для гидравлических крепей. Описываемое в статье прогрессивное и высокоэффективное решение корпорации Палл — стационарная система фильтрации воды и водоземлюсионной негорючей жидкости типа HFA с обратной промывкой во взрыво- и пожаробезопасном исполнении для работы под землей — позволит существенно сократить расходы на ремонт и обслуживание гидравлических крепей, увеличить срок службы фильтров последнего шанса на 100-150%, сократить количество аварийных ремонтов.

Срок окупаемости производимого Палл оборудования составляет от года до 1,5 лет.

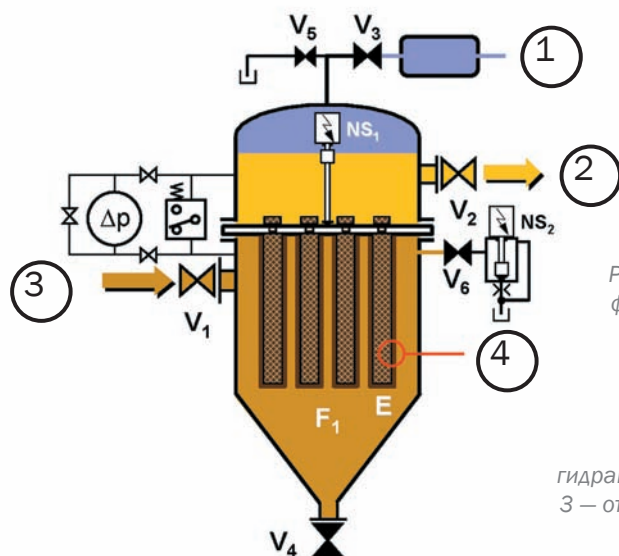


Рисунок 6. «Нормальная» фильтрация через фильтр с обратной промывкой элементов  $F_1$  (Источник: Палл)  
 1 — сжатый воздух,  
 2 — к резервуару гидравлической жидкости HFA  
 3 — от приемного резервуара  
 4 — осадок

включая следующие компоненты (рисунок 4):

- компактная малая станция для подключения и эксплуатации электродвигателей, а также электропитания электрического либо электронного управления;

- промышленный компьютер с плоским дисплеем и манипуляторной панелью. Этот компьютер с помощью собственной специально разработанной для фильтрационной станции программы управляет и контролирует полностью автоматизированный процесс фильтрации. Некоторые данные передаются с помощью интерфейса Ethernet-100MBit TCP/IP «на-гора», где они перерабатываются в графическое изображение программой визуализации, предоставленной фирмой PAГ Антрацит Иббенбюрен ГмБХ и снова возвращаются в компьютер для отображения на мониторе;

- стенд управления для обслуживания фильтрационной станции, т.е. для выбора режима работы («выкл.»-«режим фильтрации»-«блокирующий режим ремонта»), выбора фильтра, требующего обслуживания («нет»-«фильтр 1»-«фильтр 2»-«фильтр 3»-«фильтр 4») во время режима фильтрации, а также включения электродвигателей и шаровых кранов с пневматическим приводом в режиме управления с клавиатуры при блокирующем режиме ремонта. Последняя операция происходит с помощью 20-значной матричной клавиатуры. Сообщения о статусе и неполадках выводятся на две индикаторные светодиодные панели и на 4-строчный дисплей (с 20 знаками на строку);

- сигнальный прибор, который при неполадках и сбоях предупреждает обслуживающий персонал оптическими и акустическими способами;

- уже упомянутые аналоговые датчики разницы давлений для измерения или мониторинга увеличения разницы давлений на 4 фильтрах.

Этот стенд управления соединен кабелями и шлангами с прочими компонентами фильтрационной станции. На лицевой стороне приемного резервуара смонтирован клапанный шкаф, в котором стоят 10 пневматических клапанов. Они служат для приведения в действие шаровых кранов с V1 по V10. Эти проходные клапаны соединены шлангами с приводами вышеназванных шаровых кранов и кабелями со стендом управления.

## Функционирование станции фильтрации

### Работа фильтра

В обычном режиме работы насос извлекает из приемного резервуара загрязненную трудновоспламеняемую гидравлическую жидкость в объеме, равном 540 л/мин., и подает ее на фильтр с обратной промывкой элементов (рисунок 6). В результате прохождения жидкости сквозь керамические элементы с тонкостью фильтрации от 20 микрон ( $\mu\text{m}$ ) в абсолютную жидкость очищается, а затем через трубопровод фильтра транспортируется от фильтра с обратной промывкой элементов к резервуару, предназначенному для гидравлической жидкости. При этом второй на-

сос находится в резервном режиме «Stand-by».

Благодаря разнообразным сенсорным техническим устройствам, которыми оснащена станция фильтрации, во время работы установки отслеживаются следующие функции:

- Правильное положение всех пневматических и концевых клапанов всасывающей магистрали насоса,
- Правильное функционирование системы при включении,
- Объемный расход задействованных насосов,
- Температура поверхности данных насосов,

- Правильная работа электродвигателей данных насосов,
- Уровень заполнения приемного резервуара и резервуара гидравлической жидкости,
- Уровень заполнения буферной емкости,

- Перепад давлений на фильтре с обратной промывкой элементов, на мешочном и контурном фильтрах,
- Уровень заполнения сливной ванны для жидкости,

- Разводка всех компонентов двигателей и сенсорного оборудования станции фильтрации.

Отклонения от значений, заданных программным обеспечением или управляющим устройством, представляют угрозу надежной работе установки, поэтому в программном обеспечении предусмотрены операции, позволяющие гарантировать надежную эксплуатацию оборудования. При появлении угрозы соответствующий сигнал тревоги передается по Ethernet-системе к управляющей системе, расположенной на поверхности. Полученный сигнал проверяется, и в случае необходимости сообщается о необходимости проведения технического обслуживания или ремонта станции фильтрации.

Например, несанкционированное перекрытие на всасывающем трубопроводе шарового крана при работающем насосе приведет к тому, что объемный расход снизится, а температура поверхности насоса значительно повысится. В этой ситуации включится резервный насос, а вслед за этим отключится насос, находившийся до того в работе.

Точно так же, при низком уровне гидравлической жидкости в резервуаре (при возникновении опасности

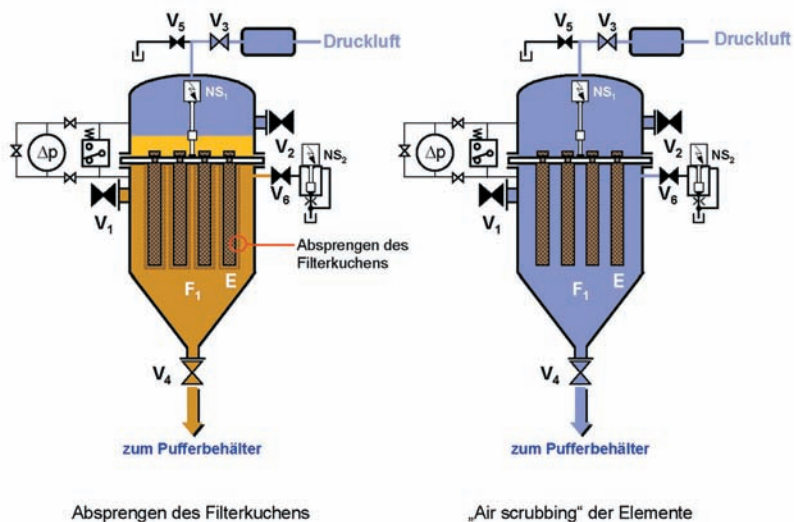


Рисунок 7. Обратная промывка фильтра F1 (Источник: Палл).  
*Druckluft* — сжатый воздух, *Absprengen des Filterkuchens* — удаление осадка, *zum Pufferbehälter* — в буферную емкость, «*Air scrubbing*» der Elemente — «воздушная очистка» элементов

сухого хода высоконапорного насоса), производится регулирование, которое зависит от уровня жидкости в приемном резервуаре. При этом либо с помощью двух насосов жидкость «экстренно» транспортируется из приемного резервуара в резервуар, предназначенный для гидравлической жидкости, либо направляется сообщение о необходимости поступления с поверхности «свежей» жидкости.

По истечении определенной свободно программируемой продолжительности эксплуатации производится автоматическая обратная промывка фильтра, если она не была произведена ранее по сигналу аналогового датчика перепада давления, расположенного на фильтре с обратной промывкой элементов.

### Обратная промывка

При достижении запрограммированной величины перепада давления на керамических элементах фильтра с обратной промывкой или по истечении запрограммированной продолжительности эксплуатации происходит обратная промывка фильтрующих элементов (рисунок 7). Оптимальное значение величины перепада давления и продолжительности эксплуатации определяется эмпирическим путем и может быть в любой момент задано или откорректировано на управляющем устройстве, расположенном на поверхности.

После проведения контроля уровня жидкости в буферной емкости (контроль проводится с целью предотвращения переполнения емкости) осуществляется обратная промывка

фильтра. Для этого насос включается в безнапорном режиме, фильтр с обратной промывкой элементов изолируется от системы путем перекрытия клапана контуров входа и выхода, на корпус подается сжатый воздух (4,5 – 5,0 бар) с последующей обратной промывкой путем открытия выходного клапана системы обратной промывки.

Таким образом, элементы промываются только фильтратом, подаваемым под давлением. Затем корпус фильтра полностью опустошается, при этом фильтрующие элементы дополнительно обдаются сжатым воздухом и очищаются (для обеспечения чисто-

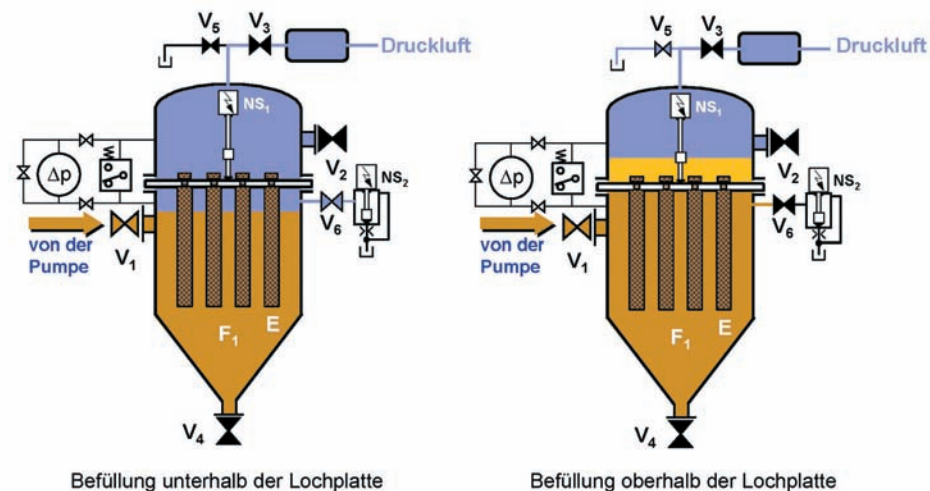


Рисунок 8. Заполнение фильтра F1 после обратной промывки (Источник: Палл). *Befüllung unterhalb der Lochplatte* — заполнение ниже перфорированной плиты, *Druckluft* — сжатый воздух, *von der Pumpe* — от насоса, *Befüllung oberhalb der Lochplatte* — заполнение выше перфорированной плиты

ты сжатого воздуха установлен фильтр сжатого воздуха).

После этого клапан, служащий для цикла обработки сжатым воздухом, а также выходной клапан обратной промывки закрываются на запрограммированное время. Благодаря разнице во времени закрытия двух клапанов в корпусе снимается давление. Необходимая разница во времени определяется эмпирическим путем в ходе эксплуатации и может быть в любой момент задана или откорректирована на управляющем устройстве, расположенном на поверхности.

Подъем уровня в буферной емкости, вызванный обратной промывкой, дает сигнал для включения двигателя насоса данной емкости. Насос перекачивает жидкость из буферной емкости через мешочный фильтр в приемный резервуар объемом 58 л/мин.

После достижения минимальной отметки уровня заполнения емкости насос отключается.

После этого происходит заполнение корпуса фильтра путем открытия входного клапана на фильтре с обратной промывкой элементов (рисунок 8). При этом благодаря двум воздушным клапанам и уровневым выключателям на корпусе обеспечивается корректное удаление воздуха. При достижении высшей точки переключения верхнего уровневого выключателя открывается выходной

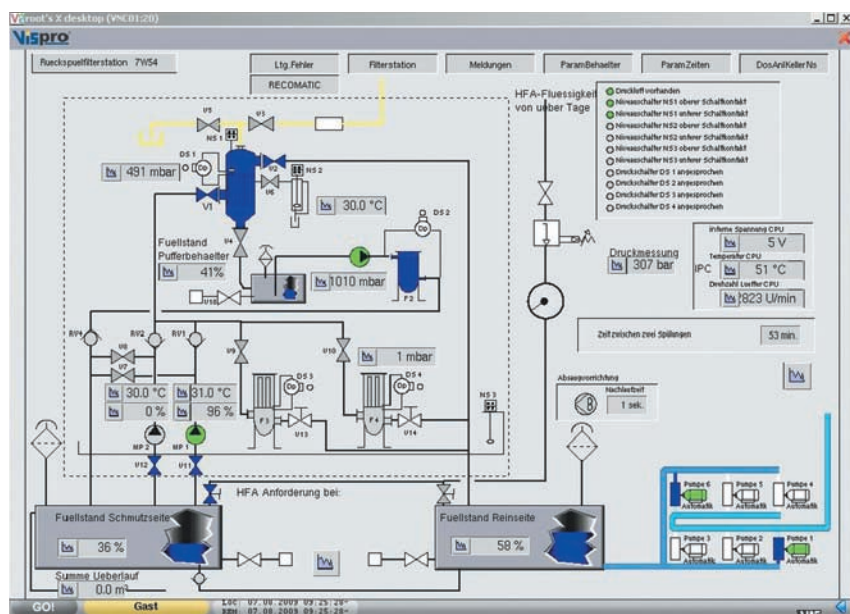


Рисунок 9. Визуализация процесса фильтрации (Источник: РАГ)

клапан фильтра с обратной промывкой элементов, благодаря чему фильтр приводится в «нормальный» режим работы.

Во избежание блокировки фильтрующих элементов обоих контурных фильтров бактериальными скоплениями, образующимися в стоячей гидравлической жидкости, данные фильтры промываются каждые 24 часа во время обратной промывки фильтра.

### Техническое обслуживание фильтра

Регулярное техническое обслуживание заключается в инспектировании станции фильтрации на предмет утечек и в их устранении (например, путем протягивания фланцевых болтов и болтовых соединений с помощью специально предназначенного для этой цели инструмента, а также путем замены изношенных прокладок). Техническое обслуживание мешочного и контурных фильтров включает в себя замену одноразовых элементов данных фильтров. Техническое обслуживание жидкостных фильтров можно проводить в режиме работы «фильтрация», т.е. при работающей установке. Во избежание неожиданной или нежелательной загрузки открытого корпуса фильтра гидравлической жидкостью во время проведения технических работ следует установить переключатель смены режима (переключатель имеет пять положений) в положение «Обслуживание фильтра».

С помощью данного переключателя выбирается соответствующий фильтр, а электроника следит за тем, чтобы не были приведены в работу соответствующие шаровые краны, насос буферной емкости (при проведении технических работ на мешочном фильтре), даже в случае иницирования их работы (например, при запуске цикла очистки фильтра с обратной промывкой элементов).

Переключатель обеспечивает обслуживание именно одного фильтра. Чтобы как можно меньше нарушать обычный режим работы станции фильтрации, горно-шахтному предприятию рекомендуется проводить техническое обслуживание фильтров самое позднее — в следующую утреннюю смену после подачи сигнала с дифференциального реле давления, предпочтительно сразу после обратной промывки.

Так как главный фильтр представляет собой фильтр с обратной промывкой, то при нормальных условиях эксплуатации нет необходимости в его техническом обслуживании, т.е. нет необходимости в замене керамических элементов. Непостоянный состав жидкости для создания давления, например, образование гелеподобных частиц при проникновении бактерий, может привести к блокировке элементов. Блокировка элементов приводит к активированию датчика перепада давления и как следствие — к частой обратной промывке фильтрующих элементов.

Система управления изолирует

фильтр от всей системы в том случае, если после обратной промывки величина перепада давлений на элементах все еще превышает величину давления начала срабатывания датчика.

Одновременно объемный расход работающего насоса направляется через контурные фильтры, благодаря чему обеспечивается работа станции фильтрации и гидравлической крепи в любых условиях, даже при «неполадках» на фильтре с обратной промывкой элементов.

Кроме того, раздается сигнал тревоги, призывающий эксплуатационника к замене элемента фильтра с обратной промывкой.

При установке переключателя в положение «F1» («Техническое обслуживание фильтра») система управления начинает опустошение корпуса с помощью сжатого воздуха. Если после замены керамического элемента (или после иных необходимых технических и ремонтных работ на фильтре с обратной промывкой) переключатель «Обслуживание фильтра» установлен в положение «нет», то система управления начинает заполнение корпуса фильтра с обратной промывкой элементов и фильтр начинает работать в «нормальном» режиме.

### Ремонт в заблокированном режиме

Установление переключателя смены режима работы в положение «Ремонт» позволяет при первом после ремонта или новом запуске включать в эксплуатацию насосы и пневматические шаровые краны вручную. Эта функция осуществляется с помощью сенсорной клавиатуры, расположенной на пульте управления.

### Визуализация процесса фильтрации и состояния установки

Все данные датчиков и двигательных компонентов собираются системой IPC и передаются по LВС 100 Мбит TCP/IP, расположенной на поверхности системы управления.

Здесь данные обрабатываются программой, разработанной на базе стандартной программы визуализации фирмы РАГ Антрацит Иббенбюрен ГмбХ. Программа позволяет

как осуществлять визуализацию процесса фильтрации, так и вводить или изменять параметры процесса с системы управления, расположенной на поверхности (рисунок 9).

Кроме того, данная программа позволяет архивировать все процессы и неполадки. Вы можете, например, для анализа причин неполадки в любое время вызвать необходимые данные. Результат визуализации передается системе IPC по так называемому интерфейсу и отражается на ЖК-дисплее. Размещенный на IPC манипулятор позволяет персоналу пользоваться программой визуализации на месте, при эксплуатации и техническом обслуживании установки. При этом изображение на дисплее IPC и на дисплее системы управления, расположенной на поверхности, идентичны, что облегчает взаимодействие поста управления и обслуживающего персонала.

## Результат

Бесперебойную и надежную эксплуатацию гидравлической крепи обуславливает высокая степень чистоты трудновоспламеняемой гидравлической жидкости, равная классу 17/14 в соответствии со стандартом ISO 4406:1999 (рисунок 10). Международный стандарт ISO 4406 определяет степень чистоты гидравлических и охлаждающих жидкостей при микроскопическом анализе количества присутствующих частиц >5 микрон ( $\mu\text{m}$ ) и частиц > 15 микрон ( $\mu\text{m}$ ) на 1 мл или 100 мл жидкости. Для класса чистоты 17/14 это означает, что в 100 мл профильтрованной жидкости может находиться от 64 000 до 130 000 частиц > 5 микрон ( $\mu\text{m}$ ), а также от 8 000 до 16 000 частиц > 15 микрон ( $\mu\text{m}$ ).

Эта цель была достигнута в середине 2007 года, вернее сказать, была достигнута более высокая, чем стандартная степень чистоты. На рисунке 10 представлена таблица классов чистоты в соответствии со стандартом ISO 4406:1999, а также сделанные с помощью микроскопа снимки твердых загрязняющих частиц в рабочей жидкости до прохождения фильтра с обратной промывкой элементов в промывочной жидкости и после прохождения филь-

Число частиц в 100 мл							Код
>4 $\mu\text{m}$ (с)		>6 $\mu\text{m}$ (с)		> 14 $\mu\text{m}$ (с)		Только для APC*	
от	до	от	до	от	до		
4 000 000	8 000 000	500 000	1 000 000	64 000	130 000	23/	20/17
2 000 000	4 000 000	250 000	500 000	32 000	64 000	22/	19/16
1 000 000	2 000 000	130 000	250 000	16 000	32 000	21/	18/15
500 000	1 000 000	64 000	130 000	8 000	16 000	20/	17/14
250 000	500 000	32 000	64 000	4 000	8 000	19/	16/13
130 000	250 000	16 000	32 000	2 000	4 000	18/	15/12
64 000	130 000	8 000	16 000	1 000	2 000	17/	14/11
32 000	64 000	4 000	8 000	500	1 000	16/	13/10
16 000	32 000	2 000	4 000	250	500	15/	12/ 9
8 000	16 000	1 000	2 000	130	250	14/	11 / 8
4 000	8 000	500	1 000	64	130	13/	10/ 7
2 000	4 000	250	500	32	64	12/	9/ 6
1 000	2 000	130	250	16	32	11/	8/ 5
500	1 000	64	130	8	16	10/	7/ 4

\* Трехзначный код, используемый только для автоматических счетчиков частиц (APC)



Рисунок 10.

Классы чистоты масел в соответствии с ISO 4406:1999 (Источник: Палл).  
1. до фильтра 2. отфильтрованные загрязнения 3. после фильтра

тра с обратной промывкой элементов. Эти снимки свидетельствуют об эффективности керамических фильтрующих элементов.

Проба, взятая после прохождения фильтра с обратной промывкой элементов, соответствует вышеописанному классу чистоты 17/14 согласно стандарту ISO4406:1999. Это соответствует классу чистоты, достигнутому ранее с применением одноразовых элементов контурных фильтров. Таким образом, гарантируется эффективная и износостойкая эксплуатация гидравлической крепи.

Кроме того, значительно снижены производственные расходы, необходимые для проведения фильтрации. Это произошло, во-первых, благодаря уменьшению числа применяемых одноразовых элементов системы. Так как одноразовые элементы контурных фильтров используются в течение рабочего дня только несколько минут, их расход

сведен почти до нуля. По сути, нужно менять и утилизировать только фильтровальные мешки, служащие для сепарации намытых загрязнений. Но их приобретение не требует больших финансовых затрат.

Во-вторых, снижение расходов произошло в связи с сокращением числа занятых на техническом обслуживании фильтров (на замене одноразовых элементов контурных фильтров, на очистке проволочной сетки).



**ООО «Палл Евразия»,**  
Россия, 127015, г. Москва,  
ул. Вятская, д. 27, стр.13  
Тел.: +7 495 787 76 14  
Факс: +7 495 787 76 15  
Контактное лицо: Александр Петрович Волков, e-mail:  
Alexander\_Volkov@europe.pall.com