

карточкой). Если банк при проведении маркетинговой кампании выбирает в качестве целевого сегмента молодых клиентов в возрасте 25 - 30 лет, которые представляют интерес как потенциальные потребители других банковских услуг. Если же ставка делается на привлечение состоятельных клиентов, имеющих большие расходы и много путешествующих, будет предложена «золотая» карточка с множеством льгот и отсутствием лимита одновременных выплат. Основная задача при маркетинге банковских карточек - убедить большую массу людей в том, что использование карточек вместо наличных денег удобно и выгодно им. Это непростая задача, так как способ уплаты наличными укоренился в сознании и считается наиболее простым и надежным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липис А., Маршалл Е., Линкер Я. Электронная система денежных расчетов. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 462с.
2. Манжино Б. Новые времена, новые деньги // Бизнес и банки № 3, 2005.
3. Спесивцев А. В. Новые пластиковые деньги. - М.: Издательский дом «Банковское дело», 2004. - 389с.
4. Уоскин В. М. Банковские пластиковые карточки. - М.: ИПЦ «Вазар-Ферро», 2004. - 507с.

Работа представлена на заочную электронную конференцию «Прикладные исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники», 15-20 января, 2006 г. Поступила в редакцию 22.02.2006г.

*Экологические технологии***К ВОПРОСУ О ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ КАК ОСНОВНОМ ЭТАПЕ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

Безродная И.В.¹, Клеников С.С.²

¹ *Администрация Сергиево-Посадского района Московской области,*

² *Филиала Московского государственного индустриального университета в г. Сергиев Посад,*

Одной из важнейших проблем, которые ставит перед человечеством научно-технический прогресс, является проблема чистой воды. Недавно эта проблема заключалась в локально-узкой задаче - обеспечении городов питьевой водой и промышленности в воде технической. Сейчас проблема приобретает иной смысл - в нее входит и сокращение потребления воды за счет внедрения новых технологических процессов с целью сохранения экобаланса рек, озер, морей и океанов. Вода - это не только и не столько лишь химический элемент H₂O, а сложная физическая, биохимическая и экономическая система, гомеостатическое равновесие которой поддерживается большим числом элементов, которые непрерывно нарушаются людьми. Для того чтобы сопрягать и приводить в систему разнородную информацию, выдаваемую физиками, химиками, биологами, инженерами, и уметь строить не только познавательные, но и прогностические модели, необходимо иметь аппарат, называемый системным анализом.

Наиболее распространенным и надежным технологическим приемом водоподготовки является фильтрация - частичное или полное освобождение воды от взвешенных веществ путем пропуска ее через какое-либо пористое вещество, на поверхности и в порах которого она оставляет частицы и хлопья взвеси и вместе с ними, отчасти, бактерии.

Вследствие того, что технологи, занимающиеся вопросами водоподготовки, и специалисты по физической химии, изучающие процессы, протекающие при водоподготовке, работают практически разобщенно, возникло противоречие между теорией и практикой этих процессов. Аппараты водоподготовки

конструируются, как правило, без всестороннего учета физико-химических особенностей процессов, протекающих в них. Так возник парадокс. Считается, что в скорых фильтрах протекает процесс контактной коагуляции, подобный процессу, протекающему в контактных осветлителях (КО). Однако с момента попадания гидроксида алюминия в загрузку КО проходят считанные секунды (100—120 с), а с этого же момента до поступления воды с гидроокисью в загрузку скорых фильтров проходит около 3—4 ч. Поэтому, очевидно, что физико-химические процессы, протекающие в КО и в скорых фильтрах будут значительно отличаться друг от друга, вследствие этого будут другие характеристики осадка.

Известно, что установившаяся фильтрация жидкости при постоянном напоре может происходить только в том случае, если жидкость совершенно не содержит взвешенных частиц. Если же фильтрующаяся жидкость содержит взвешенные твердые частицы, вступающие во взаимодействие с частицами грунтового скелета, то скорости движения начинают изменяться во времени и фильтрация становится неустановившейся. Взаимодействие взвешенных в жидкости твердых частиц с частицами грунтового скелета выражается, с одной стороны, в чисто механическом задержании движущихся взвешенных частиц в порах фильтрующей массы, а с другой стороны - в возникновении непосредственных физико-химических связей между этими частицами и скелетными частицами фильтрующей массы. При внимательном рассмотрении этого процесса следует учитывать как особенности состава и строения частиц, находящихся в фильтруемой суспензии, так и состав, и строение зерен фильтрующей массы.

Кроме того, большое значение имеют условия протекания процесса. Особенно важным представляется процесс адсорбции частиц, извлекаемых из потока на поверхности зерен фильтрующей массы.

Мелкозернистые пески обладают большой суммарной поверхностью частиц и, следовательно, значительной поверхностной энергией. У крупнозерни-

стых песков поверхностная энергия несоизмеримо меньше.

Рассматривая адсорбцию на поверхности песчаных зерен, нельзя не учитывать водных пленок, образующихся в результате гидратации глинистых частиц, т. е. тех оболочек, которые препятствуют взаимодействию частиц, находящихся в воде. Уменьшение толщины этих оболочек или даже полное их уничтожение обуславливает процесс коагуляции, т. е. процесс взаимоадсорбции частиц. Результаты исследований Б. В. Дерягина позволяют установить толщину этих пленок.

На ход процесса большое влияние оказывает величина напора, под которым фильтруется жидкость, причем, чем больше размер фракций песка, тем большее влияние величины напора на процесс. С увеличением напора в мелкозернистых песках происходит ускорение процесса коагуляции, а в крупнозернистых - замедление. Увеличение напора, с одной стороны, обуславливает большой принос загрязняющих воду частиц за единицу времени, а с другой стороны, ведет к срыву частиц с поверхности песчинок. В мелкозернистых песках адсорбирующиеся частицы прочно удерживаются на поверхности песчинок и увеличение напора до некоторой критической величины не ведет к срыву их, а в крупнозернистой среде силы, удерживающие частицы, значительно меньше и процесс с увеличением напора замедляется, т. к. срыв преобладает над прилипанием. Водопроницаемость любых зернистых загрузок характеризуется коэффициентом фильтрации. Диапазон изменения этой величины огромен. Особенно резко снижается коэффициент фильтрации в неоднородных песках. Поэтому в однородных (монодисперсных) песках коэффициент фильтрации больше, чем в бидисперсных, т. е. в слабо отсортированных, и особенно в полидисперсных — неотсортированных. Например, при диаметре песчинок, равном 2 мм $K_f = 388,5$ м/сут, при $d = 1-0,5$ мм $K_f = 228,6$ м/сут, при $d = 0,5-0,25$ мм $K_f = 56,8$ м/сут., при $d = 0,25-0,1$ мм $K_f = 8,9$ м/сут (по Л. А. Кульскому).

Несмотря на то, что процессы седиментации и фильтрования являются определяющими в технологии водоподготовки, и аппараты, улучшающие качество воды, сконструированные на использовании этих процессов, применяются уже длительное время, не имеется четких теоретических концепций, полностью объясняющих комплекс сложных разнохарактерных процессов, приводящих к очистке воды в этих аппаратах. Особенно это следует отнести к процессам разделения суспензий фильтрованием. Существующие теории, описывающие этот процесс, на использовании которых проектируются фильтрующие аппараты и технологические схемы водоподготовки, разработаны с использованием большого числа допущений, которые компенсируются целым рядом критерийных комплексов, зачастую, сводящих на нет потенциальные возможности процесса фильтрования. В связи с этим имеющиеся и вновь разрабатываемые конструкции фильтрующих аппаратов не могут учитывать направленное регулирование адгезионных свойств фильтруемых суспензий и этих же свойств зернистых загрузок фильтров. Основные технологические схемы

водоподготовки весьма громоздки и труднорегулируемы, а режимы их работы не всегда можно приспособить к изменению качества фильтруемых суспензий и соответственно к изменению видов применяемых реагентов, их доз и режимов введения реагентов в схему водоподготовки.

Все работы, связанные с улучшением, оптимизацией и интенсификацией процессов фильтрования, обычно сводились к изменению конструкций аппаратов, к подбору оптимальных скоростей фильтрования, типа зернистых загрузок, гранулометрического их состава, высоты загрузки, типа и доз реагентов.

Незначительное место во всех исследованиях занимали работы по рассмотрению физико-химических процессов, протекающих в суспензиях до момента смешивания их с реагентами и после смешивания, вплоть до их поступления в загрузку, а так же и процессов, протекающих в самих загрузках.

В. Т. Турчинович отмечал, что с позиций хлопьеобразования на скорых фильтрах возможны два режима работы. В первом процесс хлопьеобразования завершается в камерах реакции, сформированные хлопья частично компонуются в агрегаты и основная их часть оседает в сооружениях первой ступени очистки — в отстойниках или осветлителях. На фильтры поступает часть хлопьев, вынесенная с потоком обрабатываемой воды из сооружений первой ступени очистки. Физико-химические процессы в этой массе реагента практически заканчиваются формированием на поверхности загрузки фильтров фильтрующей пленки, способной проникать под гидродинамическим воздействием потока фильтруемой суспензии на определенную глубину верхних слоев загрузки. Практически задержание взвеси из фильтруемой суспензии идет на этой пленке, а собственно вся масса зернистой загрузки фильтра используется в качестве опоры для этой пленки. Следовательно, в этом режиме толщина слоя зернистой загрузки и высота фильтра не имеют абсолютно никакого значения. В пленке резко нарастают потери напора и обычно фильтр выводится на регенерацию не по ухудшению качества фильтрата, а по достижению предельной потери напора.

Второй режим работы фильтров отличается от первого тем, что вода после смешения с коагулянтом подается сразу на фильтровальный аппарат и процесс хлопьеобразования при этом протекает в массе зернистой загрузки, что резко интенсифицирует процесс.

При этом потери напора растут значительно медленнее, так как эпюра распределения загрязнений в загрузке меняет свой характер. В процесс задержания загрязнений включается значительно большая масса загрузки и на регенерацию фильтры, в основном, выводятся по ухудшению качества фильтрата.

Л. А. Кульский не видит принципиального различия между двумя описанными режимами, так как в обоих случаях смешивание воды с коагулянтами и флокуляция происходят до поступления суспензии в загрузку. По его мнению, отличаются они лишь величиной отрезка времени, проходящего от момента ввода коагулянта в обрабатываемую воду до момента поступления образовавшейся суспензии в зернистую загрузку фильтра. При первом режиме флокуляция

завершается до момента поступления суспензии на фильтр, при втором режиме возможны два варианта:

- а) флокуляция завершилась до поступления суспензии на фильтр полностью;
- б) флокуляция завершилась частично и процесс продолжается в массе загрузки.

П. Брулхарт при описании фильтровальных установок, состоящих из двух последовательно соединенных аппаратов, придерживается подобной концепции. Первый фильтр Брулхарт называет адгезионным, второй, главный, - пленочным. Сначала вода подвергается коагулированию непосредственно на первом предвключенном фильтре. Автор ошибочно считает, что для сохранения адгезионного характера работы этого фильтра необходимо получить на нем мелкие хлопья и что для этого следует уменьшить оптимальную дозу коагулянта.

Л.А. Кульский предлагает метод оптимизации фильтров с помощью неорганического анионного флокулянта - активной кремнекислоты (АК), считая, что введение АК перед фильтрами увеличивает адгезионную и аутогезионную активность микрохлопьев гидроокиси алюминия. Решающим для увеличения продолжительности защитного действия фильтра является время контакта АК с гидроокисью алюминия, причем время защитного действия T_z возрастает с уменьшением времени контакта. Эффект объясняется усилением адгезионного и аутогезионного взаимодействия частиц фильтруемой суспензии, в результате чего возрастает прочность структуры осадка, образующегося в межзерновом пространстве загрузки. Объясняя более пологий характер кинетических кривых осветления с уменьшением времени контакта АК и гидроокиси алюминия меньшей интенсивностью отрыва и выноса осадка гидродинамическими силами потока, авторы занимают ошибочную позицию. Во-первых, нельзя рассматривать продолжительность защитного действия отдельных слоев фильтра.

Возникает, естественно, вопрос: по какому принципу производится деление на слои, и каким образом можно определить величину T_z каждого слоя в отдельности?

Таблица 1. Сравнение степени участия $h_{cl} / h_{cl} 100\%$ различных слоев фильтров в задержании взвеси

Сечения, ограничивающие слой, см	Толщина слоя, см	Однородный фильтр	Двухслойный фильтр
0-20	20	73,8	40,5
20-40	20	17,3	33,6
40-60	20	3,8	15,8
60-100	40	1,8	10,1

Ранее считалось, что двухслойную загрузку из $H=30$ см угля и $H=40$ см песка можно считать эквивалентной по задерживающей способности слою песка $H=60$ см, т. к. прирост потери напора в них составляет соответственно 93,3 и 94,9% от общей потери напора в фильтре. Как показывают исследования (см. таблицу), первый по ходу движения воды слой угля $H=20$ см задерживает 50—60% всех загрязнений, т. е. значительно меньше, чем такой же слой однородной песчаной загрузки. В любом случае из анализа экспери-

Необходимо отметить, что Л. А. Кульский первым из специалистов-технологов выдвинул мысль о направленном регулировании адгезионных свойств фильтруемых суспензий, развивая которую один из авторов данной статьи совместно с сотрудниками Института физической химии АН СССР (Г. А. Мартынов, В. М. Муллер) и Института коллоидной химии и химии воды АН УССР (С. С. Духин) под руководством члена-корреспондента АН СССР Б. В. Дерягина, разработали принцип тонкослойной фильтрации суспензий.

На основании предложенного способа тонкослойной фильтрации и многолетних экспериментальных исследований разработаны и внедрены ряд конструкций тонкослойных фильтров. Согласно предложенной теории, объясняющей процесс осветления воды при ее фильтровании через пористую загрузку, полнота извлечения загрязнений, диспергированных в фильтруемой суспензии, является функцией от высоты слоя загрузки, диаметра зерен загрузки, скорости фильтрации и в какой-то мере геометрической формы зерен.

Распределение отложений в слоях загрузки фильтра определялось по изменению потерь напора в них, исходя из концепции о том, что гидравлическое сопротивление слоев отражает степень заилиenia межзернового пространства загрузки в процессе фильтрования. Таким образом, темп прироста потерь напора для фильтра в основном определяется темпом прироста потерь напора в первом слое по ходу движения фильтруемой суспензии. При определении грязеемкости следует учитывать не только степень заполнения межпорового пространства зернистой загрузки фильтра, но и плотность, и количество осадка, осевшего и закрепленного на зернах и в порах зерен загрузки, а это самый прочный и трудно вымываемый осадок. Причем следует отметить, что эта часть осадка оказывает меньшее влияние на прирост потерь напора, чем осадок, заполняющий межпоровое пространство.

ментальных данных ясно, что увеличение общей толщины фильтрующей загрузки выше $H=60$ см крайне неэкономично, так как удельная задерживающая способность нижних слоев практически ничтожна.

Работа представлена на научную конференцию с международным участием «Климат и окружающая среда», 20-23 апреля 2006г., г.Амстердам (Голландия). Поступила в редакцию 13.03.2006г.