УДК 628.316.12

М.А.ПАШКЕВИЧ, *д-р техн. наук, профессор, mpash@spmi.ru*
М.Ш.БАРКАН, *канд. техн. наук, доцент, barkan-msh@spmi.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург
Ф.С.НАЧЕВКИН, *начальник отдела охраны природы ОАО «Апатит», fnachevkin@phosagro.ru*
ОАО «Апатит», Кировск

M.A.PASHKEVICH, *Dr. in eng. sc., professor, mpash@spmi.ru*
M.Sh.BARKAN, *PhD in eng. sc., associate professor, barkan-msh@spmi.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg
F.S.NACHEVKIN, *the chief of the nature protection department of JST «Apatit», fnachevkin@phosagro.ru*
JST «Apatit», Kirovsk

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СБРОСНЫХ ВОД НА АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВОЙ ФАБРИКЕ № 2

Открытое акционерное общество «Апатит» – крупнейший мировой производитель фосфатного сырья для производства минеральных удобрений. На обогатительной фабрике АНОФ-2 осуществляется переработка руды и получения апатитового и нефелинового концентратов. На сегодняшний день остро встала проблема дополнительной очистки сбрасываемой фабрикой в водные объекты промышленной воды при совместном присутствии в стоках нитритов, фторидов, фосфатов, алюминия, молибдена, концентрации которых превышают установленные нормативы.

Снижения количества сбрасываемых веществ можно достичь, используя фильтры тонкой очистки промышленной воды, фильтровальный материал которых изготовлен из синтетического волокна фрактальной структуры. Применение подобной фильтр-системы позволит добиться снижения ущерба окружающей среде и сократить выплаты предприятия за сброс загрязняющих веществ.

***Ключевые слова*:** очистка промышленной воды, фильтры тонкой очистки, окружающая среда.

THE IMPROVEMENT OF THE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM AT THE APATITE-NEPHELINE FACTORY N 2

Joint Stock Company «Apatit» is the world's largest producer of phosphate raw materials for the production of mineral fertilizers. The processing of ore and obtaining of apatite and nepheline concentrates are carried out at the ore treatment factory ANOF-2.

Nowadays there is an acute problem of additional wastewater treatment in concert with the presence of nitrites, fluorides, phosphates, aluminum and molybdenum in flows the concentrations of which exceed the established standards.

Using the fine cleaning filters, the filter material of which is made of synthetic fibers, the quantity of waste substances dropped into the water can be reduced. The using of such filter system will allow decreasing the damage to the environment and reducing the enterprise payouts for the discharge of pollutants.

***Key words*:** industrial water purification, fine cleaning filters, environment.

ОАО «Апатит» осуществляет разработку Хибинских месторождений апатит-нефелиновых руд, производит их добычу и обогащение и входит в число крупнейших мировых производителей фосфатного сырья для производства минеральных удобрений.

Доля предприятия по выпуску апатитового концентрата в России составляет 85 %. В эксплуатации находятся шесть месторождений, переработка руды осуществляется на обогатительных фабриках АНОФ-2 и АНОФ-3.

Апатит-нефелиновая фабрика АНОФ-2 предназначена для переработки апатит-нефелиновой руды с содержанием P_2O_5 от 10 до 14 %, максимальной крупности рудного блока до 1000 мм и получения апатитового концентрата с содержанием P_2O_5 39,0-39,4 %, а также нефелинового концентрата с содержанием Al_2O_3 28,5 %.

В настоящее время производственные возможности АНОФ-2 по переработке руды составляют 27,5 млн т, что дает возможность выпускать 8,7 млн т апатитового концентрата в год.

Комплекс основных производственных сооружений, обеспечивающих получение указанных объемов по переработке руды и получению апатитового концентрата, включает в себя четыре технологических системы дробления, 27 мельнично-флотационных секций и 14 секций фильтрации и сушки.

Основные подразделения фабрики следующие:

- дробильное отделение;
- мельнично-флотационное отделение;
- фильтровально-сушильно-пылеулавливающее отделение;
- нефелиновое отделение;
- отделение погрузки;
- отделение хвостового хозяйства.
- вспомогательные участки:

На предприятии остро стоит проблема дополнительной очистки сбрасываемых промышленных вод при совместном присутствии в стоках нитритов, фторидов, фосфатов, алюминия, молибдена, концентрации которых превышают установленные нормативы НДС и фоновые показатели для водоема рыбохозяйственного значения. Сброс недостаточно очищенной воды производится из вторичного отстойника хвостового хозяйства фабрики в р. Белую.

Хвостовое хозяйство АНОФ-2 – комплекс сооружений систем гидравлического транспорта хвостов, их складирования в хвостохранилище, оборотного водоснабжения, сбора и отвода фильтрационных вод, ограждающих и намывных дамб.

Отделение хвостового хозяйства объединяет в себе хвостохранилище – первичный отстойник, Сейдозеро – вторичный отстойник, аварийный бассейн, насосные станции, пульповоды, водоводы, узлы пылеподавления, дороги и коммуникации к ним.

Жидкая фракция хвостов обогащения после отстоя в пруде основного поля хвостохранилища через насосную станцию оборотной воды подается в технологический цикл фабрики и частично поступает во вторичный отстойник (Сейдозеро). Стоки после дополнительного осветления сбрасываются в канал р. Белой и далее в губу Белую оз. Имандра.

По проведенному биологическому тестированию хвосты обогащения отнесены к V классу опасности (практически неопасные отходы).

Количество сбрасываемой воды колеблется в пределах 15-21 млн $м^3$ в год и зависит от объемов и стабильности работы фабрики, а также естественных водопритоков, поступающих во вторичный отстойник. Количество промстоков от АНОФ-2 в 2010 г. составило 19,4 млн $м^3$, что оказалось на 7,5 % меньше разрешенного лимита (21 млн $м^3$).

Для лучшего осветления стоков во вторичный отстойник подается водный раствор флокулянта ВПК-402 (в трубопровод на выходе стоков с основного поля хвостохранилища) концентрацей 0,5 мг/л. При отрицательных температурах раствор готовится с добавлением $CaCl_2$, при минус 20 °С и ниже на чистом $CaCl_2$.

Сброс взвешенных веществ в р. Белую 2010 г. превысил ПДК в 5 раз, за что предприятие было оштрафовано. Тем не менее замеры на городском водозаборе, расположенном ниже по течению реки, показали, что превышения ПДК по взвесям (и по всем остальным ЗВ) отсутствовали.

Поступление отходов с АНОФ-2 в окружающую среду оказывает негативное влияние на экосистему. Проблема усугубляется тем, что значительно ужесточились требования к качеству сбросов, содержащих

загрязняющие вещества, со стороны природоохранных организаций.

Для решения задачи по достижению нормативов необходимо многократно снизить количество сбрасываемых вредных веществ, чего можно достичь, используя фильтры тонкой очистки технической и промышленной воды которые выпускаются рядом промышленных предприятий.

Промышленные фильтры тонкой очистки воды обеспечивают удаление из промстоков механических и коллоидных примесей с размерами частиц 0,2-0,5 мкм и более и используются для тонкой очистки технических стоков различного проихождения.

Принцип действия фильтров (рис.1) основан на том, что исходная вода поступает через входной патрубок 1 в корпус фильтра 2, внутри которого концентрически расположен каркас 3 с фильтровальным материалом 4. Вода проходит через фильтровальный материал и выводится из фильтра через выходной патрубок 5. При этом частицы взвешенных веществ и соединений железа (III) задерживаются фильтровальным материалом.

Фильтровальный материал имеет фрактальную структуру, построенную из нескольких слоев геометрически подобных волокон уменьшающихся размеров. За счет оптимальной структуры фильтровальный материал обеспечивает эффективную очистку воды сначала от крупных, а затем от мелких и коллоидных частиц загрязнений. Частицы загрязнений распределяются в объеме фильтровального материала, вследствие чего продляется интервал между промывками фильтра. В случае затрудненного движения воды через фильтр или повышенного перепада давления на фильтре его необходимо промыть встречным потоком воды.

Структура фильтровальных материалов (рис.2) образована волокнами нескольких размерных фракций. Эти волокна являются геометрически подобными, причем от фракции к фракции их длина и толщина уменьшаются в геометрической прогрессии, а количество волокон каждой фракции возрастает также в геометрической прогрессии.

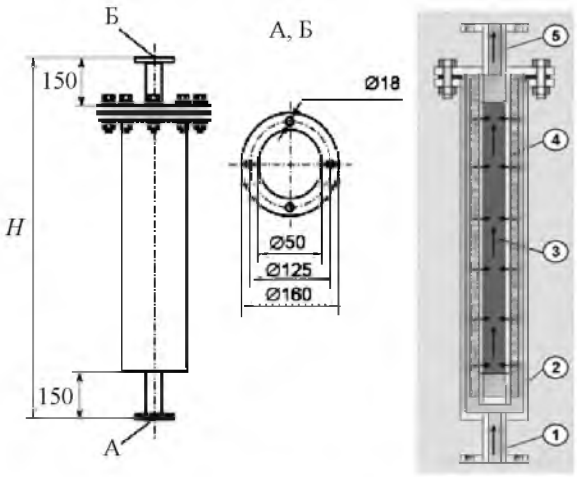


Рис.1. Фильтр тонкой очистки ФТВА

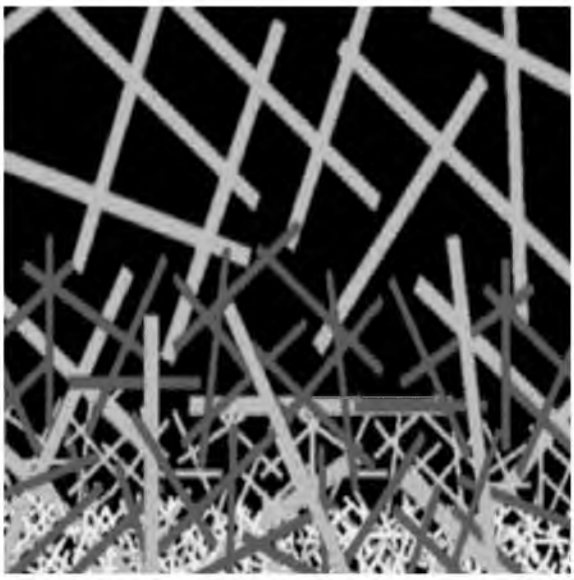


Рис.2. Схема структуры фильтровального материала

Благодаря такой структуре фильтровальные материалы отличаются высокой эффективностью фильтрования (см.таблицу) и низким гидравлическим сопротивлением.

Основные технические характеристики фильтровального материала «Тефма» фильтров для воды ФТВА Удмуртского предприятия «Фрактал» следующие:

Пропускная способность, м	$2 \cdot 10^{-9}$
Тонкость отсева, мкм, не более:	
номинальная (коэффициент отсева 96 %)	10,0
средняя (коэффициент отсева 50 %)	4,0
Сопротивление продавливанию, МПа, не менее	0,2
Поверхностная плотность, г/м^2	950 +/– 300
Размеры листов, мм	900×1000
Толщина, мм	6 +/– 2
Влажность кондиционная, %	15

Эффективность очистки

Загрязнитель	Содержание в сточных водах, мг/л		Эффективность очистки, %	Организация (лаборатория), проводившая испытания
	до очистки	после очистки		
Взвешенные вещества	240,0	4,0	98,330	Тверской университет
Железо	843,8	1,8	99,787	Ижевский радиозавод
Никель	58,1	0,005	99,991	То же
Хром (общий)	237,5	0,042	99,982	« «
Цинк	34,3	0,17	99,504	« «
Медь	228,6	0,19	99,917	« «
Нефтепродукты	40,0	2,5	93,750	СЭС Тверской области
Тетраэтилсвинец	0,016	0,001	93,750	СЭС Тверской области

Агрегируя фильтры в блоки, можно получить фильтры тонкой очистки воды любой необходимой производительности. Технические характеристики фильтра ФТВА:

Условный проход, мм	65
Производительность, $м^3$/ч, не менее	10
Предельно допустимый перепад давления, МПа, не более	0,5
Эффективность очистки воды:	
от взвешенных частиц размером 5 мкм и более, %, не менее	95
от соединений железа (III)	95
Габаритные размеры, мм, не более:	
Диаметр	280
Высота	2030
Масса, кг, не более	75
Грязеемкость элементов по взвешенным веществам, не менее, кг	8,0
Рабочее положение	Не регламентируется
Присоединение	Фланцевое
Способ очистки	Промывка обратным потоком

В связи с тем, что положение фильтров не влияет на его работу, для уменьшения площади более приемлемо их вертикальное размещение (рис.3). Такое положение также удобно для смены фильтровального материала посредством использования потолочной кран-балки, которая позволит приподнимать головку фильтра после разборки фланцевого соединения. Таким образом, очевидна целесообразность применения подобной фильтр-системы, которая дала бы возможность добиться снижения ущерба окружающей среде и позволила бы предприятию сократить выплаты за сброс загрязняющих веществ.

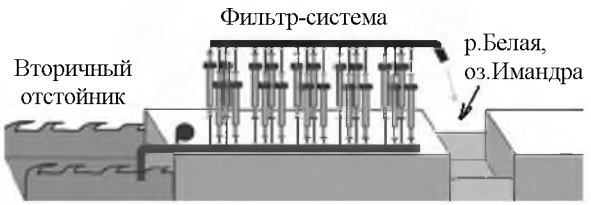


Рис.3. Схема расположения станции фильтрования