

УДК 630.30

Д.П. Ординарцев, А.В. Свиридов, В.В. Свиридов, А.М. Якупова
(D.P. Ordinarartsev, A.V. Sviridov, V.V. Sviridov, A.M. Jacupova)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТ ИОНОВ
ВАНАДИЯ И МАРГАНЦА С ПОМОЩЬЮ
МОДИФИЦИРОВАННОГО УГЛЯ И АЛЮМОСИЛИКАТНОГО
СОРБЕНТА**
(WASTE WATER CLEANING FROM THE RESIDUAL CONTENT
OF VANADIUM AND MANGANESE)

Описана очистка сточной воды от остаточного содержания ванадия и марганца. Предоставлена технология извлечения пентоксида ванадия с помощью модифицированного угля.

Waste water cleaning from the residual content of vanadium and manganese and technology of vanadium oxide extraction using modified coal is presented in this paper.

Ванадий является токсичным загрязнителем сточных вод. Особенно остра эта проблема стоит перед металлургическими предприятиями Уральского региона, такими как НТМК, Качканарский ГОК, Чусовской ЧМЗ. Предельно допустимая концентрация ванадия, относящегося к 3-му классу опасности, в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования по ГН 2.1.5.689-98 составляет 0,1 мг/л. Поэтому если отходы металлургических производств содержат большую концентрацию ванадия, предприятие обязано произвести дополнительную очистку и снизить концентрацию ванадия до значения ПДК.

В данной работе предложена технология очистки сточной воды от ванадия и марганца с последующим извлечением товарного продукта, пентоксида ванадия. Технология очистки воды отработана на сточной воде Чусовского металлургического комбината.

Для ванадия в растворе наиболее устойчива степень окисления +5, но основная особенность заключается в том, что в зависимости от рН среды ванадий может находиться в катионной или анионной форме. Еще одной важной особенностью ванадия является то, что он образует полиоксосоединения в диапазоне рН от 3 до 5. Именно это свойство и использовано для количественного извлечения ванадия из раствора. Нами было установлено, что из кислого раствора разветвленные ванадийсодержащие анионы сорбируются на угле, модифицированном катионоактивными азотсодержащими ПАВ (поверхностно-активные вещества), при этом не обнаружено конкурирующих процессов сорбции.

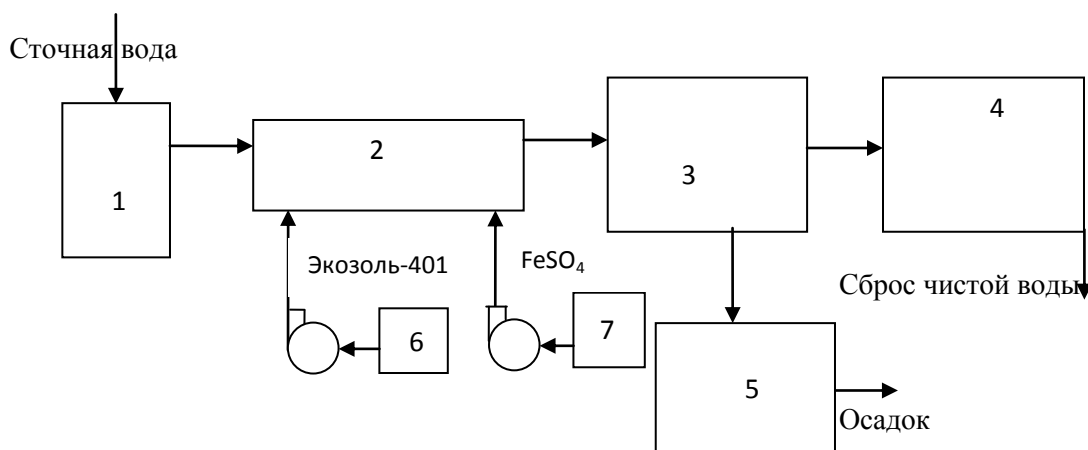
Это позволяет обеспечить селективность извлечения ванадия из раствора и получение чистого целевого продукта.

На первой стадии процесса очистки воды от ванадия сточной воды, содержащей 150–200 мг/л поливанадатов, проводилась корректировка pH для достижения значения $\text{pH} \leq 4$. В дальнейшем в обрабатываемый раствор вводился сорбент – порошкообразный уголь, модифицированный катионоактивными азотсодержащими поверхностно-активными веществами (ПАВ).

После проведения процесса сорбции насыщенный поливанадатами сорбент отделяют от жидкой фазы, сушат и обжигают при температуре 600-640 °С с получением чистого пентаоксида ванадия в виде товарного продукта. Проведение обжига насыщенного модифицированного угольного сорбента при температуре 600-640 °С позволяет провести реакцию его термического разложения, которая протекает при температуре выше 550 °С, при этом угольный сорбент выгорает, а из метаванадата натрия образуется пентаоксид ванадия. Получаемый пентаоксид ванадия находится в твердом состоянии, так как температура плавления пентаоксида ванадия составляет 680°С.

Второй стадией процесса очистки сточной воды от ванадия и марганца является озонирование сточной воды. За счет введения сильного окислителя (озона) происходит окисление ионов марганца и его осаждение из воды в виде диоксида марганца. На этой стадии происходит также и частичная очистка от ионов ванадия, осаждающихся совместно с диоксидом марганца.

Финальная доочистка воды до нормативов ПДК проводится с помощью модифицированного алюмосиликатного сорбента «Экозоль-401» и железного купороса (рисунок).



Принципиальная технологическая схема физико-химического блока
 обработки сточных вод ферросплавного цеха ОАО «ЧМЗ»:

- 1 – усреднитель, 2 – ершовый смеситель, 3 – бак-нейтрализатор, 4 – песчаный фильтр,
 5 – шламууплотнитель, 6 – узел приготовления реагента «Экозоль-401»,
 7 – узел приготовления железного купороса

Сточные воды после стадии озонирования поступают в усреднитель 1, там происходит смешивание сточных вод различной концентрации. В соответствии с технологической схемой после усреднителя сточные воды подвергаются реагентной обработке в ершовом смесителе 2. Первой стадией реагентной обработки является ввод реагента “Экозоль-401” с помощью насоса-дозатора из узла приготовления реагента 6. Емкость узла приготовления реагента оснащена мешалкой, для перемешивания реагента. Основное назначение реагента “Экозоль-401” на этой стадии обработки заключено в его способности адсорбировать ионы тяжелых цветных металлов, в том числе ванадия и марганца [1, 2]. В ершовый смеситель также вводится железный купорос для образования малорастворимых ванадатов железа в кислой среде.

Обработанная сорбентом и коагулянтом вода поступает в бак-нейтрализатор 3, в который также подается известковое молоко для нейтрализации стока и создания необходимого значения рН в диапазоне 8,5 – 9,0 и флокулянт Praestol 853 для улучшения процесса хлопьеобразования.

После отстаивания хлопьев, образующихся в результате процесса очистки, вода с концентрацией взвешенных веществ около 10 мг/дм³ самотеком поступает на скорый песчаный фильтр 4. Не осевшие в отстойнике хлопья отфильтровываются и задерживаются на песчаной загрузке, а очищенная вода идет на сброс или повторное использование. Концентрация ванадия и марганца в очищенной воде соответствует нормативам сброса в водоемы рыбохозяйственной категории.

Испытание данной технологии проведено на Чусовском металлургическом заводе. Результатом работы стало селективное извлечение остаточных количеств ванадия и снижение его концентрации в сточных водах до 0,10 мг/л. Дополнительно к этому удалось снизить остаточную концентрацию марганца до 0,08 мг/л. Разработанная технология очистки сточных вод от ванадия и марганца принята к внедрению Чусовским металлургическим заводом. Технология обеспечивает выполнение существующих нормативных экологических требований к качеству воды на сброс по концентрациям ванадия и марганца, сводит к минимуму негативное воздействие сточных вод на окружающую среду и позволяет получить дополнительное количество товарного продукта – пентаоксида ванадия.

Состав исходной пробы и чистота конечного продукта определены методом эмиссионного спектрального анализа с индуктивно-связанной на приборах Optima 4300DV, iCAP6300Duo.

Библиографический список

1. Свиридов А.В., Никифоров А.Ф., Ганебных Е.В., Елизаров В.А. Очистка сточных вод от меди природным и модифицированным монтмориллонитом // Водное хозяйство России. 2011. № 1. С. 58–65
2. Свиридов А.В. Ганебных Е.В., Елизаров В.А. Алюмосиликатные сорбенты в технологиях очистки воды // Экология и промышленность России. 2009. № 3. С. 28–30.