

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОКИПАЮЩЕГО СЛОЯ ИОНИТА (ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ)

Лянна О.В., Луняка К.В., Русанов С.А.,

Херсонский национальный технический университет

Рассматриваются проблемы, связанные с регенерацией катионита, применяемого при промышленной подготовке воды. Предлагается регенерацию проводить в кипящем слое ионита.

Ключевые слова: химическая технология, катионит, виброкипение, обессоливание воды.

Постановка задачи. В настоящее время обогрев жилых и технических помещений обеспечивается централизованно за счет работы ТЭЦ. Для обеспечения заданного качества питательной воды котлов ТЭЦ используется широкий спектр исходных вод, которые нуждаются в очищении и обессоливании. В настоящее время водоподготовительные установки ТЭЦ в Украине ежегодно вырабатывают свыше 80 млн. тонн обессоленной воды и свыше 200 млн. тонн умягченной воды. Традиционная ионообменная технология водоподготовки предусматривает несколько ступеней фильтрования и длительное время обеспечивала нормативные воднохимические режимы паровых котлов ТЭЦ. Однако эта технология, базирующаяся на применении параллельноточных ионообменных фильтров, морально устарела. Для загрузки ионообменных фильтров водоподготовительных установок ТЭС ежегодно приобретается 2-3 тыс. тонн отечественных и 1,2-1,8 тыс. тонн импортных ионообменных смол, стоимость которых превышает 8 млн. долларов США. При этом эксплуатационные расходы реагентов в 2-4 раза превосходят необходимое количество, большая часть их сбрасывается со сточными водами, загрязняя гидросферу [1].

Основными технологическими процессами предварительной очистки воды являются коагуляция (укрупнение) коллоидных примесей и известкование, которые обычно совмещаются в одном аппарате – осветлителе – в целях улучшения суммарного технологического эффекта и снижения денежных затрат [2]. Вода, прошедшая предочистку, практически не содержит в себе грубодисперсных примесей и в значительной степени освобождена от коллоидных. Однако основная часть примесей в истинно-растворенном состоянии остается в этой воде и должна быть удалена из нее. Для этого применяют ионный обмен (обессоливание). Обессоливание воды означает уменьшение содержания в ней растворенных солей. Этот процесс называют также деионизацией или деминерализацией. Для многих процессов в теплоэнергетике требуется вода, содержащая минимальные количества солей, вплоть до сверхчистой, которая практически их не содержит. Существует несколько способов обессоливания: термический; ионообменный; мембранный; обратноосмотический; электродиализ и др.

Наиболее часто обессоливание воды производят ионным обменом. Это наиболее отработанный и надежный метод [1].

Подбирая иониты, степень их регенерации и количество ступеней очистки, можно добиться необходимой глубины очистки воды практически любого исходного состава. Материалы для очистки делятся на катионитные и анионитные. В данной статье будут рассматриваться только катионитные материалы ввиду их наиболее широкого применения на Херсонской ТЭЦ.

Катионитовыми материалами являются: глауконит, сульфоуголь и синтетические смолы. Наибольшим распространением в настоящее время пользуется сульфоуголь, который получается после обработки бурого или каменного угля дымящейся серной кислотой. В результате израсходования материала Na-катионов их требуется восстанавливать путем регенерации. Регенерация производится 5–10 %-ным раствором поваренной соли, пропускаемым через катионитовый материал. В результате указанной регенерации действие сульфоугля восстанавливается [3].

При существенных различиях в химическом составе и структуре для всех ионитов характерен один и тот же принцип построения (рис. 1): они имеют каркас, несущий избыточный заряд, и подвижные противоионы. У ионообменных смол каркас, называемый матрицей, состоит из высокополимерной пространственной сетки углеводородных цепей в отдельных местах, которой закреплены функционально-активные гидрофильные группы. Между углеводородными цепями есть поперечные связи (мостики), препятствующие разъединению цепей, но допускающие их деформацию.

С течением времени в слое работающего материала в результате его постепенного разрушения может накапливаться все больше и больше мелкой фракции, от которой слой ионита частично освобождается при взрыхлении. Взрыхление катионита при одновременной его регенерации происходит в противоточных фильтрах (рис. 2).

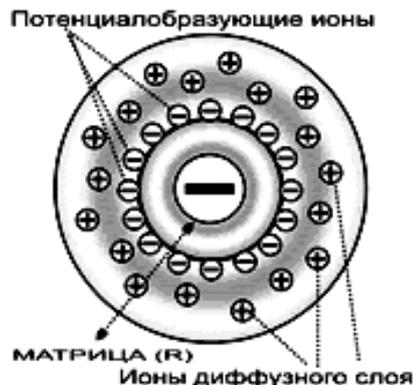


Рисунок 1 – Структура гранулы катионита

В рабочем цикле зерна ионитов сжимаются. При проведении регенерации зерна ионитов расширяются. И набухание, и сжатие происходят под действием осмотического давления воды. Это в свою очередь приводит к появлению в зерне микротрещин, которые в конечном результате приводят к

раскалыванию зерна ионита. К раскалыванию треснувшего зерна ведут также и механические нагрузки, происходящие в процессе трения зерен друг о друга или о стенки аппаратов или трубопроводов, а также имеющие место при взрыхлении или гидравлических перегрузках ионитов [4].

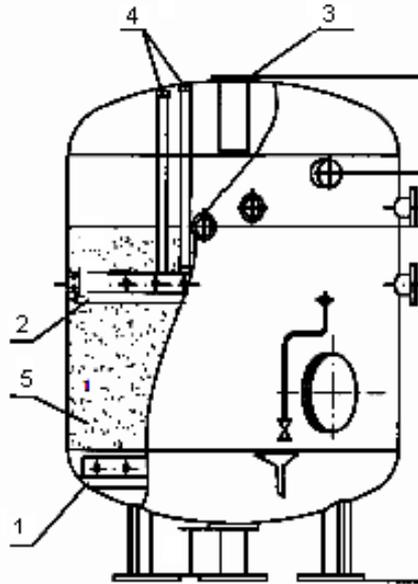


Рисунок 2 – Конструкция противоточного фильтра: 1 – нижнее РУ; 2 – среднее РУ; 3 – верхнее РУ; 4 – тяги; 5 – фильтрующий слой.

Цель исследований. Целью данных исследований являются интенсификация ионного обмена между сульфогуглем и раствором $NaCl$ за счет применения виброкипения.

Решение задачи. Для дальнейшего улучшения работы противоточных фильтров требуется новый способ взрыхления материала в фильтре. Таким способом может быть виброкипение.

Виброкипающий слой – это такое состояние дисперсной системы, когда состояние кипящего слоя достигается путем передачи вибрации этой системе. Этот способ позволяет ускорить многие химические процессы [5].

Несмотря на значительные преимущества кипящего слоя перед другими способами организации процесса, он, как и любой другой, не является универсальным и имеет ряд существенных недостатков. Один из них заключается в том, что кипящий слой создается только при определенных скоростях газа и жидкости, которые в ряде случаев являются далеко не оптимальными для хода физико-химического процесса и не дают возможности работать с материалом широкого гранулометрического состава. Кроме того, перевести слой некоторых материалов в состояние кипения вообще не удастся, что особенно характерно для частиц, склонных к агрегированию [5].

Рассматривая процесс перемешивания сыпучего материала в виброкипающем слое, видим значительные преимущества последнего. Однако среди исследователей нет единого мнения относительно параметров

вибрації і кипіння, таких як відносне прискорення вібрації і швидкість газу (табл. 1).

Таблиця 1 – Прискорення вібрації і швидкості потоку газу, при яких створюється оптимальна структура віброкиплячого шару порошків полімерів

| Матеріал | Відносне прискорення вібрації | Швидкість газу, см/с | |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------|-------|
| | | v_1 | v_2 |
| Поликапроамід | 0,8-1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Капролон В | 0,8-1,0 | 2,8 | 4,0 |
| Капролон С | 0,6-0,8 | 0,8 | 1,8 |
| Поліетилен низького тиску | 0,8-1,2 | 3,5 | 5,0 |
| Поліпропілен | 0,8-1,2 | 2,5 | 3,5 |
| Поліформальдегід | 0,6-0,8 | 1,0 | 2,2 |

В таблиці вказані емпіричні дані, що лежать в достатньо широкому діапазоні. Це дає можливість передбачити, що для мало дослідженого речовини (наприклад, іоніта) необхідно цілий ряд досліджень, пов'язаних з властивостями його віброкипіння. Це ускладнює застосування процесу віброкипіння для регенерації іоніта в процесі водопідготовки.

В дослідженнях наведено емпіричну формулу для розрахунку питомої поверхні теплообміну [6]:

$$S = N_q \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d}, \text{ м}^2 / \text{м}^3, \quad (1)$$

де N_q – кількість частинок в кубометрі шару; d – діаметр частинок, м.

При використанні цієї формули виникають складності, пов'язані з розрахунком кількості частинок в кубометрі шару. Також залишаються невідомими оптимальні параметри частоти і амплітуди коливань, а також швидкості дисперсійного середовища, які є ключовими для правильного проведення експериментів.

Таблиця 2 – Експериментальні дані

| Вплив | Висота шару, мм | ε | Степінь відновлення іоніта за 2 години, % |
|---|-----------------|---------------|---|
| Незрухомий шар | 50 | 0,4 | - |
| Подача розчину <i>NaCl</i> під шар | 52 | 0,42 | 60 |
| При подачі розчину <i>NaCl</i> і впливі вібратора | 60 | 0,47 | 75 |

Результаты экспериментов. Были проведены следующие эксперименты: в аппарат, представляющий собой цилиндрическую колонну с опорной решеткой с размерами отверстий 0,3 мм насыпался слой сульфогля с размерами частиц 0,5-1 мм. Под слой частиц подавался раствор $NaCl$, который приводил данный слой в псевдооживленное состояние. Сверху в слой на глубину 16 мм опускалось виброустройство, при его включении наблюдалось разрыхление слоя, что приводило к более интенсивному омыванию частиц раствором $NaCl$ и сокращению времени регенерации. Получены экспериментальные данные, представленные в табл. 2.

Вышеуказанные результаты дают основания для дальнейшего исследования процесса интенсификации ионного обмена между катионитом и раствором $NaCl$ при вибрационном воздействии.

Вывод. Таким образом, при использовании виброоживления наблюдается увеличение степени регенерации ионита, что в дальнейшем позволит использовать его в течение более длительного времени. В связи с этим представляет интерес дальнейшее изучение поведения ионита в виброкипящем слое.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронный ресурс. – Режим доступа: www.himvoda.ru
2. Елизаров Д. П. Теплоэнергетические установки электростанций / Д. П. Елизаров. – М. : Энергоиздат, 1982.
3. Кульский Л. А. Технология очистки природных вод / Л. А. Кульский, П. П. Строкач – К. : Вища школа, 1981. – 325 с.
4. Справочник химика. Т. IV – Л. : Химия, 1968. – 974 с.
5. Членов В. А. Виброкипящий слой / В. А. Членов, Н. В. Михайлов. – М. : Наука, 1972. – 340 с.
6. Аэров М. Э. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем / М. Э. Аэров, О. М. Тодес. – Л. : Химия, 1968.

Лянна О.В., Луняка К.В., Русанов С.А. ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРОКИПЛЯЧОГО ШАРУ ІОНІТУ (ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ)

Розглядаються проблеми, пов'язані з регенерацією катіоніта, вживаного при промисловій підготовці води. Пропонується регенерацію проводити в киплячому шарі іоніту.

Ключові слова: хімічна технологія, катіоніт, віброкипіння, знесолення води.

Lyanna A.V., Lunyaka K.V., Rusanov S.A. RESEARCH OF IONITE VIBROBOILING LAYER (PROBLEM STATEMENT)

Problems related to regeneration of cationite used at industrial preparation of water are examined. Regeneration is proposed to be conducted in the boiling layer of ionite.

Keywords: chemical technology, cationite, vibroboiling, deionization of water.