

ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ДВУХФАЗНЫХ ПОТОКОВ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРИРОДНЫМИ АЛЮМОСИЛИКАТАМИ

ДЖАМАНБАЕВ М.Дж., ДАВЫДОВ Ю.Ф.,
СТРУННИКОВА Н.А. С, САГИЕВА С.Т.

*Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова,
г. Бишкек, Кыргызская Республика*

*Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им.Д.Серикбаева,*

г. Усть-Каменогорск, Казахстан

saltoka08@mail.ru

RESEARCH MOTION OF TWO-PHASE FLOW IN PROCESS SEWAGE TREATMENT BY NATURAL ALUMINUM SILICATES

JAMANBAEV M.Dzh., DAVYDOV YU.F., STRUNNIKOVA N.A., SAGIEVA S.T.

*Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov,
Bishkek, Kyrgyz Republic*

*East Kazakhstan State Technical University named after D.Serikbayev, Ust-
Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan,*

saltoka08@mail.ru

Сорбционные методы очистки сточных вод основаны на распределении примесей между жидкой и твердой фазами. Анализ очистки сточных вод природными сорбентами привел к изучению движения двухфазных потоков.

В последней четверти XX века достаточно быстро стали развиваться процессы, основанные на сорбции различных загрязнителей объектов окружающей среды на искусственных и природных сорбентах. В качестве природных сорбентов могут служить практически все мелкодисперсные твердые вещества, имеющие развитую поверхность. Наибольшую удельную поверхность имеют тонкодисперсные ($d_{\text{экв}} < 100$ мкм) и пористые сорбенты ($100 - 1000 \text{ м}^2/\text{г}$) [1], в том числе и природные цеолиты.

В работах [2, 3, 4] показана возможность использования природных алюмосиликатов (цеолитов и бентонитов) восточно-казахстанских месторождений для очистки сточных вод и улучшения экологических свойств осадков городских сточных вод.

Сорбционные методы выделения примесей из вод основаны на распределении их между жидкой и твердой фазами с образованием двухфазных потоков.

Целью работы является изучение процессов формирования двухфазных потоков, их движения и механического воздействия потока на неподвижные частицы грунта (сорбента) при сорбционной очистке сточных вод.

Двухфазными (бифазными) потоками жидкости обычно называют потоки, содержащие: а) частицы твердого тела, находящиеся во взвешенном состоянии; удельный вес твердого тела здесь может быть как больше, так и меньше удельного веса жидкости; б) капли другой более легкой или более тяжелой жидкости; в) пузыри газа, в частности, пузыри, заполненные воздухом или парами данной жидкости.

С двухфазными потоками жидкости в практике гидротехнического строительства приходится встречаться достаточно часто, например, при рассмотрении потоков воды, содержащих взвешенные частицы грунта (так называемые взвешенные наносы) или кристаллы льда, шугу, или при рассмотрении потоков воды, содержащих пузыри воздуха (аэрированных потоков), и т.п. Двухфазные потоки получаются в случае гидротранспорта, когда транспорт, например, грунта осуществляется методами гидромеханизации, и при очистке воды от взвеси в различных сооружениях-аппаратах [5].

Механическую смесь частиц грунта, в данном случае сорбента с водой, называют гидросмесью, потоки такой смеси называют взвесенесущими потоками [5].

Рассматривая взвесенесущие потоки, приходится решать следующие задачи, имеющие большое практическое значение:

- 1) определять величину потерь напора при движении гидросмеси, имеющей различную степень насыщения ее наносами (тяжелыми твердыми частицами – сорбентами);
- 2) оценивать размывающую способность потока, т.е. выяснять возможность размыва русла, а также устанавливать скорость и предельную величину этого размыва;
- 3) оценивать заиливающую способность потока, т.е. выяснять возможность и скорость заиливания данного русла за счет выпадения частиц грунта из взвесенесущего потока;
- 4) решать различные вопросы, связанные с гидротранспортом грунта; устанавливать количество грунта, которое может транспортировать данный поток; отыскивать предельную («незаиляющую») скорость, при уменьшении которой начинается интенсивное заиливание русла, причем транспорт грунта делается невозможным.

Для решения поставленных задач можно провести аналогию между механическим (силовым) воздействием потока на неподвижные частицы грунта, лежащие на дне русла и обтекаемые водой и воздействием жидкости на частицы сорбентов в процессе их перемешивания с водой.

Представим на рис. 1а некоторую неподвижную твердую частицу А, лежащую на дне русла (сосуда). Данную частицу будут «опаивать» соответствующие линии тока движущейся воды, причем ясно, что, в частности, за счет потерь напора на пути abc гидродинамическое давление p с верховой стороны частицы будет больше, чем с низовой стороны (на рис. воображаемые пьезометры П, показывающие разность высоты давлений Δh). Ясно, что в общем случае поверхность частицы А будет подвержена действию неравномерно распределенного гидродинамического давления p (рис. 1б), в связи с чем мы можем представить геометрическую сумму элементарных сил нормального давления воды на поверхность частицы А в виде одного наклонного вектора P_d .

Помимо нормальных давлений p , на поверхность частицы будут действовать еще касательные силы трения интенсивностью τ (рис. 1в). Эти силы можно заменить одним вектором $P_{тр}$. Складывая два вектора P_d и $P_{тр}$, получим одну силу P (рис. 1г). Эта сила P и является силой механического воздействия потока воды на данную твердую неподвижную частицу. Очевидно, величина и направление силы P зависят от формы и размеров данной частицы, а также от условий движения воды в ее районе в рассматриваемый момент времени.

Наблюдая множество частиц грунта (сорбента), лежащих на дне русла (сосуда) и имеющих различную форму и размеры, а также разные условия обтекания их водой, можем видеть, что каждая частица будет подвергаться воздействию своей силы P . Для некоторых частиц сила P в данный момент времени будет иметь вертикальную составляющую P_v , направленную вниз, причем такие частицы в рассматриваемый момент времени будут прижиматься потоком ко дну (если продолжительность действия указанной вертикальной составляющей будет достаточно велика). Для других же частиц вертикальная составляющая P_v силы P в данный момент времени будет направлена вверх и представлять собой так называемую подъемную силу. Очевидно, когда для той или другой частицы грунта подъемная сила P_v окажется больше ее собственного веса G (силу сцепления между частицами грунта не учитываем, так как имеем в виду только песчаный грунт):

$$P_v > G, \quad (1)$$

то эта частица может оторваться от дна и попасть в придонный слой потока.

Поставленные задачи и рассмотрение механического воздействия потока на неподвижные частицы сорбента предполагают проведение дальнейших исследований процессов сорбции, осаждения частицы и количества адсорбированных элементов.

В качестве сорбента используются цеолиты Тайжугенского месторождения, которые в основном представлены клиноптилолитом, обладающим достаточной катионообменной емкостью. Узкопористые цеолиты могут адсорбировать молекулы размером не более 0,26 нм, то есть в основном только пары воды. Средние широкопористые цеолиты могут адсорбировать молекулы значительно большего размера. Цеолиты Тайжугенского месторождения относятся к среднепористым цеолитам, что означает возможность их использования для извлечения ионов металлов [4].

Первый этап исследования сорбции тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn) из водных растворов проводится в статическом режиме с концентрацией иона металла от 1,25 до 5 мг/дм³. Контроль за процессом ведется по изменению содержания ионов тяжелых металлов, в частности, для ионов меди фотокolorиметрическим методом, для ионов свинца – дитизоновым методом [6, 7]. Количество адсорбированных элементов можно определить по разности исходной и остающейся концентрации до и после контактирования жидкой фазы с твердой фазой.

В дальнейшем исследования планируется проводить в динамическом режиме на лабораторных установках ВКГТУ им. Д.Серикбаева, включающих в себя насосные установки, системы трубопроводов, накопительный и сбросной бак и измерительную аппаратуру: вакуумметра, манометра, расходомера, термометра.

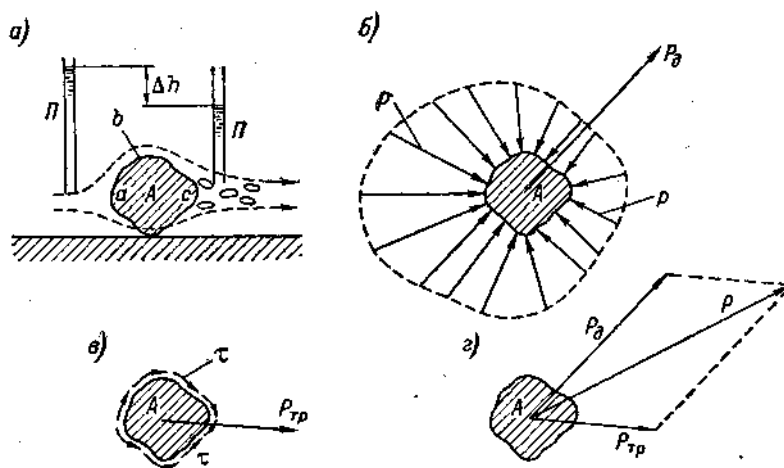


Рис. 1. Схема механического воздействия потока на неподвижное обтекаемое твердое тело.

Литература

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. –Л.: Химия, 1982. 264 с.
2. Адрышев А.К., Струнникова Н.А., Идришева Ж.К. Использование монтмориллонита Таганского месторождения для очистки фенолсодержащих сточных вод//Вестник СГУ им.Шакарима. № 1(45). 2009. С. 113 – 117.
3. Адрышев А.К., Струнникова Н.А., Петрова О.А. Улучшение экологических свойств осадков городских сточных вод// Вестник ВКГТУ. № 1. 2006. С. 67 – 73.
4. Адрышев А.К., Струнникова Н.А., Карибаева М.К. Извлечение ионов металлов из загрязненных подземных вод цеолитами// Вестник ВКГТУ. № 2. 2008. С. 102 – 108.
5. Чугаев Р.Р. Гидравлика (Техническая механика жидкости). –Л.: Энергия. 1975. 600 с.
6. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. – М.: Химия. 1966. 280 с.
7. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия. 1984. 448 с.