

необлучённые композиты с МЛО-560 со СНОЛЕН без карданола и с прививкой к нему карданола имели показатель ударной вязкости с надрезом выше эталонного композита с древесной мукой, то после их облучения пучком электронов с дозой 100 кГр этот показатель значительно снизился и стал меньше, чем у эталона.

Для композита с мукой лузги овса МЛО-250 с увеличением дозы облучения пучком электронов наблюдается пропорциональный рост их показателя прочности при изгибе, который становится соизмеримым с эталоном.

Результаты исследований показали, что возможна замена в составе композитов со СНОЛЕН древесной муки на муку лузги овса для получения изделий методом литья под давлением. Выбор конкретной марки муки лузги овса и необходимости облучения полученных композитов пучком электронов зависит от конкретных требований потребителя к их свойствам.

Библиографический список

1. Глухих В.В., Мухин Н.М., Шкуро А.Е. Получение и применение изделий из древесно-полимерных композитов с термопластичными полимерными матрицами: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. 85 с.

2. Electron-beam-irradiated rice husk powder as reinforcing filler in natural rubber/high-density polyethylene (NR/HDPE) composites / I. Ahmad, C. E. Lane, D. H. Mohd, I. Abdullah. // Composites Part B: Engineering. 2012. V. 43. № 8. P. 3069–3075.

УДК 66.021.3:628.312

И.Н. Липунов, В.И. Легкий, И.Г. Первова, Е.Н. Самсонова
(I.N. Lipunov, V.I. Legky, I.G. Pervova, E.N. Samsonova)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**СПОСОБ И АППАРАТ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
МАССООБМЕННЫХ И РЕАКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ
(WAY AND APPARATUS TO INTENSIFY
INTERPHASE MASS EXCHANGE AND REACTION PROCESSES
IN HETEROGENEOUS SYSTEMS)**

С целью интенсификации массообменных и реакционных процессов, протекающих в гетерогенных средах, разработана конструкция высоко-

технологического аппарата, в котором создаются гидродинамические условия, обеспечивающие высокую степень турбулизации жидкости в ядре потока и непрерывное обновление поверхности твердофазного реагента жидкостью.

The design of a high-technology apparatus has been developed with the purpose of intensification of interphase mass exchange and reaction processes occurring in heterogeneous systems. This apparatus generates hydrodynamic conditions that ensure a high degree of turbulence of the fluid flow core and continuous updating of solid-phase reagent surface using liquid.

Для осуществления рециклинга отработанных технологических растворов и производственных сточных вод, содержащих в своем составе ионы тяжелых и цветных металлов, с целью извлечения ценных компонентов или перевода высокотоксичных веществ в экологически безопасное состояние применяются, в основном, реагентные методы, основанные на окислительно-восстановительных процессах. В качестве химических реагентов для перевода ионов цветных металлов в металлическую форму или малорастворимое соединение, например в гидроксид соответствующего металла, вместо дорогих химических веществ могут быть использованы отходы металлообрабатывающей промышленности, например железная стружка [1].

Известные способы таких процессов разработаны, как правило, для гетерогенных систем, содержащих взвешенные вещества в виде мелких дисперсных включений. Они основаны на принципе создания в аппарате гидродинамических условий, обеспечивающих высокую степень турбулизации жидкости в ядре потока различными устройствами: механическими, пневматическими или гидравлическими [2, 3]. Такие устройства не смогут обеспечить требуемой интенсификации массообменных и реакционных процессов в гетерогенных средах, где дисперсной фазой являются твердые частицы разнородной формы, большой гидравлической крупности и не имеющие возможности перемещаться вместе с потоком жидкости.

Данная проблема решена путем разработки эффективного способа и аппарата, обеспечивающих высокую степень обновления поверхности взаимного контакта фаз. В основу разработки способа интенсификации массообменных и реакционных процессов положен принцип постоянного обновления поверхности взаимного контакта фаз путем непрерывного возвратно-поступательного движения дисперсионной среды относительно поверхности дисперсной фазы. Процесс обновления поверхности взаимного контакта фаз осуществляется в разработанном аппарате, конструктивные особенности которого представлены на рис. 1.

Непрерывная циркуляция дисперсионной среды обеспечивается ходом возвратно-поступательного движения поршня 5 между верхним краем нижнего ряда и нижним краем верхнего ряда продольных прорезей цирку-

ляционной трубы 4 с последующим нагнетанием ее в контейнер 3. В процессе непрерывной циркуляции дисперсионной среды через контейнер в нем происходят массообменные и реакционные процессы между химическими компонентами гетерогенной системы, приводящие к образованию новых продуктов.

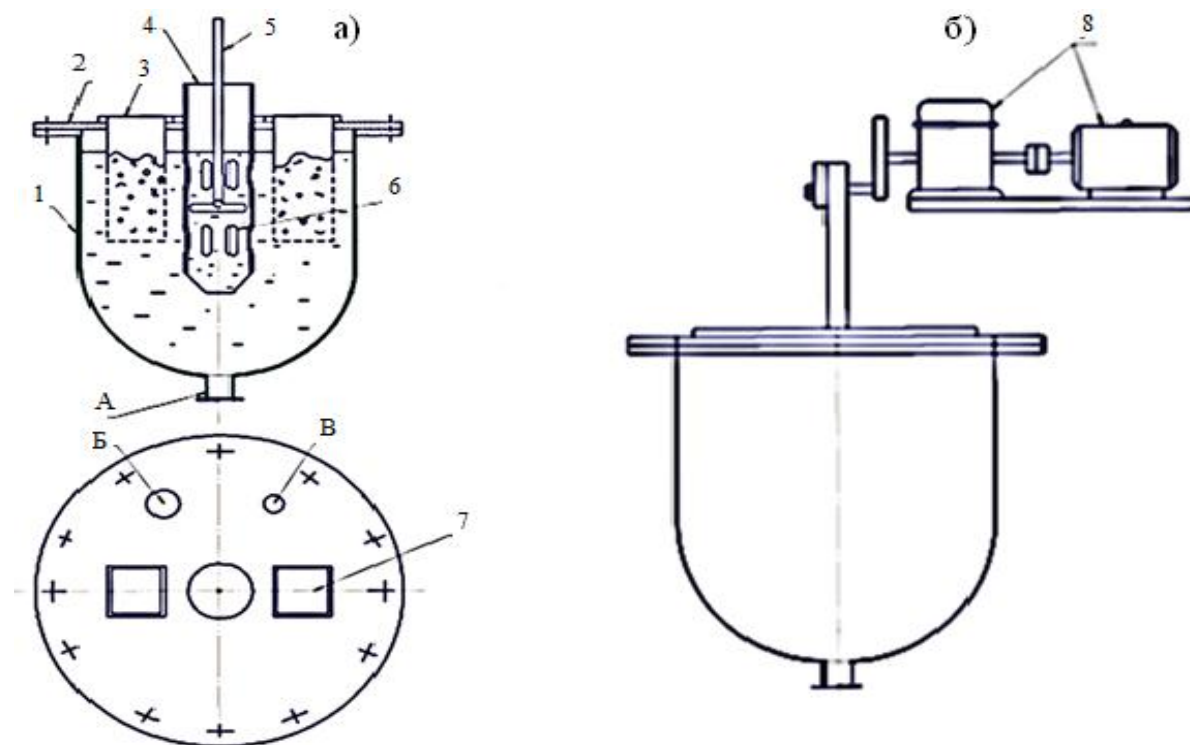
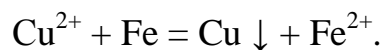


Рис. 1. Химический реактор для переработки гетерогенных сред ХРЛЛ-150:
 а) общий вид; б) схема подключения привода к аппарату; 1 – корпус; 2 – крышка;
 3 – контейнер; 4 – циркуляционная труба; 5 – поршень; 6 – продольные щели;
 7 – монтажные отверстия; 8 – электропривод; А – люк для выгрузки суспензии;
 Б – люк для подачи отработанных растворов; В – люк для заливки реагента

Процесс постоянного обновления жидкостью поверхности твердой фазы способствует, с одной стороны, ускорению конвективного переноса вещества из ядра потока жидкости к границе раздела фаз, а с другой стороны, к увеличению концентрации химического вещества на межфазной поверхности, уменьшению толщины диффузионного слоя и, как следствие, интенсификации реакционных процессов.

Проведен ряд опытов с использованием специально выполненной лабораторной установки, в которой воспроизводились массообменные и реакционные процессы в соответствии с основными особенностями способа их интенсификации и конструктивными элементами разработанного аппарата. Объектами исследования были фильтрационные сточные воды пиритного хвостохранилища и поверхностного стока сушильного отделения

обогащительной фабрики ОАО «Среднеуральский металлургический завод». Объем сточных вод составляет 400 000 м³/год, концентрация катионов меди – 100 мг/л, рН = 2,5...3,5. Процесс рекуперации меди проводили с использованием метода ее цементации на железной стружке, в основе которого лежит окислительно-восстановительная реакция между двумя химическими компонентами системы:



Процесс восстановления ионов меди интенсифицировали путем возвратно-поступательного перемещения поршня в рециркуляционной трубе с частотой 5...50 колебаний в минуту в течение 30 минут. Эффективность массообменных и реакционных процессов восстановления ионов меди в исследуемой системе оценивали по количеству образовавшейся металлической меди в единицу времени. Экспериментально полученные результаты массообменных процессов приведены в таблице.

Выход меди в зависимости от интенсивности процесса массообмена

Частота колебаний поршня (n), колеб.·мин ⁻¹	Скорость жидкости в слое железной стружки (v _ж), мм/с	Масса меди, г
5	2	0
10	7	0,16
20	10	0,27
30	12	0,39
50	40	0,27

Полученные результаты дают возможность установить оптимальные параметры массообменных процессов в гетерогенных средах, когда дисперсной фазой являются твердые частицы большой крупности. Оптимальной частотой упругих колебаний является движение поршня с частотой 30 колебаний в минуту, чему соответствует скорость непрерывного обновления твердой фазы жидким потоком равная 12 мм/с. Степень конверсии ионов меди в металлическую медь максимальна, выход продукта составляет 97,5 мас. %.

При оптимальных параметрах, характерных для интенсификации массообменных процессов (n = 30; v_ж = 12), экспериментально установлена продолжительность проведения реакционных процессов, соответствующая максимальному выходу продукта (рис. 2).

Время пребывания исследуемой системы в реакционной зоне аппарата составляет 18...22 мин, при котором достигается практически полная конверсия ионов меди в металлическую медь.

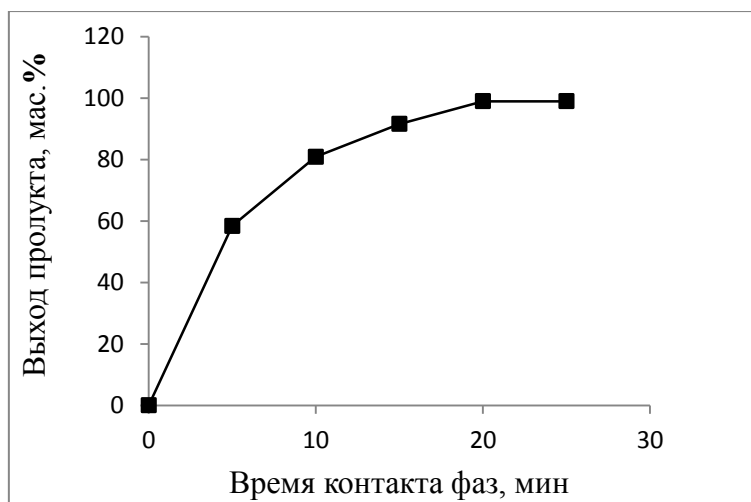


Рис. 2. Зависимость выхода продукта от времени контакта фаз при оптимальных параметрах массообменных процессов

Аппарат может быть использован для рециклинга отработанных технологических растворов и сточных вод предприятий машиностроения, военно-промышленного комплекса и цветной металлургии с целью извлечения ионов цветных металлов путем использования искусственно созданной гетерогенной системы.

Библиографический список

1. Фазлутдинов К.К., Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Условия осаждения хрома (VI) стальной стружкой из серноокислых хромсодержащих растворов с образованием гидрониумярозита // Бутлеровские сообщения. 2014. Т. 39. № 8. С. 34–39.
2. Патент РФ № 2264847, МПК В01 F5/00; В01J19/10. Способ интенсификации реакционных и массообменных процессов в гетерогенных системах и аппарат для его осуществления // Абиев Р.Ш.; заявл. 03.02.2004; опубл. 27.11.2005.
3. Патент РФ № 2306975, МПК В01J19/10. Способ интенсификации реакционных и массообменных процессов в гетерогенных средах // Абиев Р.Ш.; заявл. 20.07.2005; опубл. 27.09.2007.