

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССА
ЭКСТРАГИРОВАНИЯ В ДВУХ- И ТРЕХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ

В.И.Полтавцев, Л.А.Попова, Ю.Г.Чистохин

Интенсивное развитие промышленности в последние годы поставило задачу создания высокопроизводительного аппарата для процесса экстрагирования различных веществ из твердой фазы. Развитие аппаратного оформления процесса показывает, что наиболее сложными задачами при создании новых конструкций экстракторов являются:

- а) транспортирование твердой фазы;
- б) обеспечение полноты контактирования твердых частиц с растворителем (экстрагентом);
- в) устранение обратного перемешивания экстрагента;
- г) уменьшение механического трения и абразивного износа движущихся деталей аппарата;
- д) достижение одинакового времени пребывания частиц твердого материала в аппарате.

В мировой практике экстрагирования наиболее простыми и наиболее распространенными аппаратами в период до 1940–1950 годов являлись перколяторы, которые не потеряли своего значения и в настоящее время [1,2]. Как правило, перколятор представляет собой емкость, чаще цилиндрическую, с коническим дном и откидным верхним люком, в который загружается твердая фаза. Основными недостатками аппарата при его исключительной простоте и дешевизне, являются:

- а) открытая выгрузка твердой фазы, зачастую с применением ручного труда, что приводит к интенсивному загрязнению производственной атмосферы летучими и вредными растворителями;
- б) трудность механизации процесса из-за периодичности загрузки и выгрузки твердой фазы;
- в) быстрое падение скорости процесса и плохие условия контакта твердых частиц с жидкостью.

Устранение последнего недостатка привело к появлению вращающихся горизонтальных экстракторов с непрерывной подачей экстрагента, но опять-таки с периодической загрузкой твердой фазы [2]. Улучшения условий контакта частиц с жидкостью создает появление эффекта обратного перемешивания экстрагента, что значительно снижает движущую силу процесса. Этот недостаток в соединении с конструктивной сложностью (наличие скользящих цапф, подводящих жидкость и пар, привод и т.д.) помешали широкому распространению данной конструкции.

Дальнейшее развитие процесса экстракции идет по линии создания аппаратов с дискретным движением твердой фазы и непрерывным движением жидкости.

Одним из наиболее распространенных аппаратов этого типа является шнековый экстрактор, например, экстрактор Гильдебрандта.

Движение жидкости и твердого материала осуществляется в нем противотоком, причем если жидкость движется сплошной фазой, то твердый материал распределен порциями, находящимися между витками шнека. Достоинствами аппаратов данного типа является:

- а) высокий коэффициент заполнения полезного объема аппарата твердым материалом;
- б) непрерывность противоточного процесса, позволяющая включать аппарат в непрерывнодействующие технологические линии;
- в) простота конструкции.

В то же время этому типу аппаратов присущи определенные недостатки, которые зависят от вида обрабатываемого сырья. В случае растительного сырья в экстракторе образуются пробки в местах сочленения шнеков, которые затрудняют движение экстрагента и создают застойные зоны необрабатываемого материала. Устранение пробкообразования привело к появлению экстракторов с вращающимся шнеком, одновременно совершающим возвратно-поступательное движение (например, экстракторы Ю.Н.Славянова [3]), при котором масса сырья перемещается вверх без образования застойных зон.

При применении гранулированных материалов с твердым пористым скелетом резко возрастает трение между витками шнека и материалом, причем увеличивается степень дробления материала, попадающего в зазоры между шнеком и корпусом, что повышает расход энергии. Контакт жидкости и материала является неполным.

Были предложены различные варианты исполнения шнековых аппаратов [1,4,5], в которых создают наиболее благоприятные условия для контакта частиц с жидкостью. Из удачных конструкций такого типа следует считать аппарат Ю.Ф.Артамонова и др. [6].

Однако недостатки аппаратов шнекового типа усилены в конструкции Артамонова сложностью привода и сальниковых уплотнений, а также низким коэффициентом заполнения экстрактора.

Другая линия развития аппаратов с дискретным движением твердой фазы и непрерывным движением жидкости привела к появлению группы экстракторов конвейерного типа [7,1,8], причем расположение конвейера может быть как вертикальным, так и горизонтальным.: экстракторы Де Смита, Олье и др. [8,9].

Высокая производительность указанных аппаратов позволяет получить продукт низкой себестоимости, что является их несомненным достоинством. Но практика показала, что эти аппараты применимы только для растительных материалов (сахарная свекла, тростник, масличные семена и т.д.). Обработка материалов с абразивными свойствами (руды, шлаки, спеки) в аппаратах с большим количеством движущихся частей неэкономична вследствие быстрого износа деталей конструкции. В какой-то мере такой износ уменьшен в роторном экстракторе [1], где материал загружается в корзины, образующие замкнутый ротор. Для материалов с абразивным действием применимы также аппараты с минимальным механическим трением типа Кеннеди [10] и Бонотто [1].

Основной недостаток двух последних конструкций состоит в том, что в каждой ступени обработки материал движется плотной массой перед скребком, вследствие чего затруднен доступ экстрагента к поверхности частичек. К тому же в экстракторе Кеннеди возможно возникновение обратного перемешивания экстрагента, а в экстракторе Бонотто поток свежего экстрагента слабо перемешивается с жидкостью в объеме ступени. Применение вращающегося ротора с одновременной пульсирующей подачей жидкости для улучшения взаимодействия фаз также не свободно от абразивного износа подвижных деталей аппарата [16].

Таким образом наличие большого количества движущихся деталей, работающих в коррозионно-абразивной среде, трудности получения хорошего перемешивания жидкости и частичек механическим путем привели к созданию аппаратов с 3-фазной системой: твердое тело - жидкость-газ. Конструкции с такой системой могут быть выполнены как с пневмомеханическим, так и с пневматическим перемешиванием.

Аппараты с пневмомеханическим перемешиванием могут иметь центральный или периферические аэролифты. Такие аппараты, несмотря на сложность и громоздкость, прекрасно перемешивают пульпу, приближаясь по своему типу к реакторам идеального перемешивания. Однако, соединяя их в технологическую линию, нельзя получить каскад экстракторов с противоточным движением жидкой и твердой фаз, что наи-

более желательно при выщелачивании. Таким же недостатком обладает каскад аппаратов Пачука [11,12] с пневматическим перемешиванием, которые применяются при крупнотоннажной обработке руд.

Расход энергии на перемешивание в аппаратах Пачука обычно больше, чем в аппаратах с механическим перемешиванием, но "Пачуки" не имеют движущихся частей и поэтому экономичнее (меньшие затраты на ремонт и обслуживание), а также дают лучшее качество перемешивания и аэрацию пульпы [13]. Невозможность создания противотока жидкости с твердым материалом в каскаде аппаратов Пачука привела к созданию другого способа проведения противоточных процессов массообмена в жидкой среде [14,15].

Способ осуществляется в вертикальной цилиндрической колонне, каждая секция которой снабжена газлифтом для перемешивания реагирующих фаз. Для противоточного движения твердого материала снизу вверх в каждой секции устанавливается дополнительно газлифт. Однако такая конструкция имеет следующие существенные недостатки:

- а) установка дополнительного газлифта снижает экономичность процесса (увеличивается расход воздуха с высоким давлением);
- б) дополнительный газлифт-создает интенсивное обратное перемешивание жидкости, вследствие чего снижается движущая сила процесса выщелачивания;
- в) последовательное соединение секций требует применения компрессоров для подачи воздуха с высоким давлением.

Отсюда следует, что параллельное питание газом каждой из секций, расположенных горизонтально, не только позволяет перемешивать жидкую и твердую фазы, но и транспортировать последнюю из них в противотоке с жидкостью [17].

В ы в о д ы

Анализ существующих конструкций экстракторов и принципов их действия показывает, что:

1. Противоточный способ проведения процесса экстрагирования является наиболее предпочтительным.
2. Явления обратного перемешивания жидкости в экстракторах следует сводить к минимуму.
3. Пневматическое перемешивание и механические пульсации в системе Т - Ж являются эффективным средством интенсификации гетерогенных процессов.
4. Аппараты с системой Т-Ж-Г дают противоточное движение жидкости и твердого материала и работают на газе низкого давления.

Л и т е р а т у р а

- I. R.N.Richles. Chem.Engng. 49, 15, 157 (1965).
2. Э. Шехтерле. Экстракционные аппараты. Изд. НТУ ВСНХ СССР, М., 1929, перевод с нем.
3. Ю.Н.Славянов, Н.А.Филипин. Авт. свид. № I28962 и № I3I748
4. В.А.Введенский. Авт. свид. № II54IO и № I52872
5. И.И.Пелишенко. Автореферат кандидатской диссертации. Харьков, 1965.
6. Б.М.Азизов и др. Авт. свид. № I90332
7. С.С.Ильин. Авт. свид. № 822292
8. Schütze H., Wetzell K. Chem.Techn. 19, 3, 175, (1967).
9. Ind. Alim. Agr., 1961, p.799.
- IO. П.Г.Романков. Труды ЛТИ им. Ленсовета, вып. I5, 1947.
- II. Lamont A. Canad. J. Chem. Engng. 36, 4, 153 (1958).
- I2. И.Питле. Патент США, № 2773749, 1956.
- I3. Н.П.Галкин. В.Б.Тихомиров. Основные процессы и аппараты технологии урана. Госатомиздат, М., 1961.
- I4. И.А.Якубович, О.Б.Невский. Авт. свид. № I44465.
- I5. И.А.Якубович, О.Б.Невский. "Цветные металлы" № IO, 33.
- I6. В.И.Полтавцев, М.И.Курочкина, В.П.Высоцкий, М.М.Должанцов, Авт. свид. № 328923.
- I7. В.И.Полтавцев. Автореферат кандидатской диссертации. Л., 1970.