

Письма В РЕДАКЦИЮ

Механизм диспергирования жидкостей в тарельчатом экстракторе и способ его интенсификации

Н. П. Галкин, В. Б. Тихомиров, Н. Е. Горяйнов, В. Д. Федоров

Аппараты с перфорированными (ситчатыми) тарелками находят широкое применение в экстракции, так как они просты по конструкции, мало чувствительны к наличию твердых частиц в перерабатываемых жидкостях и сравнительно недороги.

Эффективность экстракции в этих аппаратах, как и в других экстракторах, в первую очередь зависит от величины поверхности фазового контакта жидкостей. Поэтому очень важно знать механизм образования этой поверхности в процессе относительного движения жидкостей. Это облегчает изучение процессов, происходящих в тарельчатых экстракторах, и путей их интенсификации.

Величина поверхности фазового контакта во многом зависит от степени диспергирования жидкостей, которая в свою очередь определяется соотношением сил, действующих на капли во время их непрерывного продвижения через колонну.

Размер капли жидкости определяется равновесием между инерционными и поверхностными силами. Силы инерции вызывают измельчение капель при столкновении их друг с другом и с тарелками, а поверхностные силы, характеризующиеся величиной поверхностного натяжения, вызывают их коалесценцию. Таким образом, величина капель зависит от того, насколько силы инерции способны преодолеть поверхностное натяжение жидкости.

Качество фазового контакта характеризуется соотношением сил, определяющих частоту обновления жидкости в отверстиях тарелок, поскольку обновление поверхности контакта происходит в небольшом слое жидкости, непосредственно примыкающем к отверстиям.

Недостаточная эффективность обычных экстракционных колонн с перфорированными тарелками объясняется тем, что силы поверхностного натяжения значительно превышают силы инерции, так как величина последних определяется лишь разностью удельных весов жидкостей. В то же время использование аналогичных аппаратов применительно к системам газ (пар)—жидкость, например в ректификации, дает хорошие результаты. Высокая эффективность ректификационных тарельчатых ап-

паратов объясняется тем, что силы инерции в них пропорциональны разности удельных весов системы пар—жидкость, которая значительно превышает разность удельных весов двух капельных жидкостей.

Сравнение работы тарельчатых аппаратов на системах жидкость—жидкость и газ (пар)—жидкость привело к мысли: нельзя ли увеличить энергию потоков в экстракторе путем введения в тарельчатую экстракционную колонну потока газа, используя силы, действующие в ректификационных колоннах. Этот способ увеличения эффективности экстракции заслуживает внимания еще и потому, что в отличие от других известных методов введения в систему жидкостей дополнительной энергии от внешних источников (механические перемешивающие устройства, пульсаторы и т. п.) он не усложняет конструкции аппаратов и не создает дополнительных трудностей при их эксплуатации. Подобная задача не ставилась другими исследователями, и данные по этому вопросу в литературе отсутствуют.

Изложенные выше соображения были полностью подтверждены экспериментальными данными и привели к созданию конструкции тарельчатой колонны с воздушным перемешиванием, схема которой показана на рис. 1.

Колонна с воздушным перемешиванием отличается от обычной экстракционной колонны с ситчатыми тарелками только тем, что в ее нижнюю часть, у входа легкой фазы, подается воздух. В аппарате

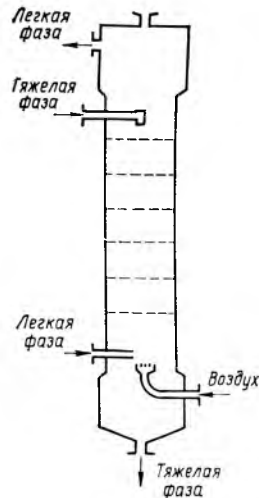


Рис. 1. Схема тарельчатой колонны с воздушным перемешиванием.

отсутствуют переточные патрубки и все потоки идут через одни и те же отверстия тарелок провального типа. Устойчивый режим работы колонны наблюдается при скоростях воздуха не более 0,03 м/сек на сечение колонны. При дальнейшем увеличении расхода воздуха между каплями жидкости появляются пузырьки, которые уменьшают эффективную поверхность фазового контакта жидкостей и соответственно снижают разделительную способность колонны. Кроме того, при скоростях воздуха более 0,1 м/сек нормальная работа экстрактора нарушается из-за появления на тарелках ячеистой пены, так как скорость воздуха в полном сечении колонны начинает превышать скорость свободного всплывания пузырьков воздуха в жидкости.

Принятая интенсивность воздушного перемешивания обеспечивала сохранение сравнительно большой величины скоростных нагрузок колонны по жидкостям. Интересно отметить, что верхний предел скорости воздуха в экстракторе с воздушным перемешиванием является нижним пределом скорости воздуха в тарельчатых аппаратах на системах газ — жидкость, так как нормальным режимом работы экстракционной колонны является пузырьковый режим.

Исследования тарельчатых колонн с воздушным перемешиванием, проведенные на системе вода — азотная кислота — нитрат уранила — трибутилфосфат в керосине, показали, что их разделительная способность почти в три раза выше, чем у обычных колонн с пасадкой. Суммарная нагрузка по жидкостям составляла $\sim 30 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ при оптимальном режиме воздушного перемешивания. При изучении зависимости эффективности экстракции от интенсивности воздушного перемешивания выяснилось, что оптимальные условия создаются при скоростях воздуха $0,01 \div 0,03 \text{ м/сек}$ (рис. 2). Потерями экстра-

гента, выходящего с воздухом из колонны, можно пренебречь, так как они сравнительно невелики.

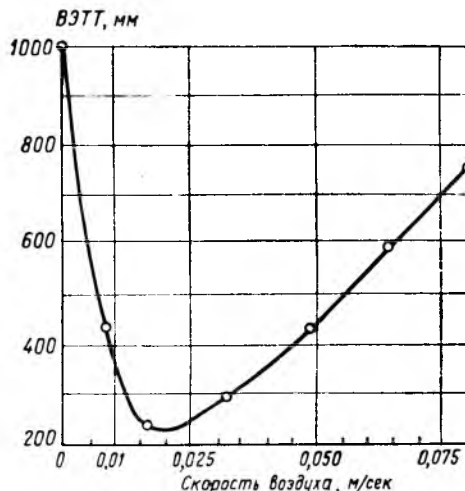


Рис. 2. Влияние скорости воздуха на разделительную способность экстрактора.

Высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ), колонны без воздушного перемешивания условно принята равной 1000 мм.

Проведенные исследования показали, что экстракционные колонны с воздушным перемешиванием являются высокоэффективными и производительными, поэтому их дальнейшее изучение представляет несомненный интерес.

Поступило в Редакцию 31/III 1959 г.

Разделение смесей циркония и ниобия методом распределительной хроматографии с обращенными фазами

С. Секерский, Б. Котлинская

(Радиохимическая лаборатория Института ядерных исследований Польской академии наук, Варшава)

Разработан метод распределительной хроматографии с использованием трибутилфосфата, сорбированного на силиконированном силикагеле; метод был успешно использован для отделения циркония от ниобия.

Для разделения смесей неорганических катионов часто применяют экстракционный метод, который позволяет разделять вещества с близкими химическими свойствами. Но в случае, когда коэффициенты распределения различаются лишь незначительно, процесс экстракции приходится многократно повторять по принципу противотока, пользуясь, например, сериями делительных воронок или экстракционной колонкой. Эти способы не очень удобны, поэтому в лабораторных условиях чаще применяется ионообменный метод. Достоинства экстракции и хроматографической техники объединяет распределительная хроматография, особенно с обращенными фазами, когда органическая фаза является неподвижной. Этот метод уже применяется некоторое время для разделения органических веществ [1].

Нами была предпринята попытка применить распределительную хроматографию с обращенными фазами для разделения смесей неорганических катионов, используя в качестве неподвижной фазы трибутилфосфат (ТБФ), сорбированный на силиконированном силикагеле. Для проверки эффективности этого метода мы избрали разделение смесей циркония и ниобия. Элюирующим агентом была азотная кислота.

В работе применялись радиоизотопы Zr^{95} и Nb^{95} без носителей. В опытах с чистым цирконием его отделяли от ниобия методом, описанным в работе [2]. ТБФ очищался возгонкой под уменьшенным давлением и нагреванием с 0,5%-ным раствором