

РЕОСЕПАРАТОРЫ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ БИОРАСТВОРОВ

В статье приводится описание центробежных сепараторов и центрифуг, предназначенных для разделения и очистки биологических жидкостей. Анализируются их конструктивные особенности и технологические возможности в сравнении с машинами, выпускаемыми серийно. Рассматриваются вопросы терминологии и классификации реосепараторов малой производительности. Предложена новая реоцентрифуга-очиститель с регулируемым рабочим зазором, создающая более мягкий, щадящий режим переработки структурированных биорастворов.

Жидкостные сепараторы и центрифуги малой производительности являются самыми распространенными машинами, применяемыми во всех отраслях промышленности и в аграрном секторе. Все более широкое применение они находят в бурно развивающихся областях знаний, занимающихся внедрением в производство новых биотехнологий.

Важное место эти машины занимают в медицине и микробиологии, где перерабатываются небольшие объемы различных растворов на фракции [1]. Большая потребность в сепараторах и центрифугах малой производительности при научных исследованиях, диагностике, производстве лекарственных препаратов [2]. Например, разделение цитратной и дифибринированной крови, молока, различных эмульсий; выделение протромбина, анатоксина, микрофлоры и т.д. Особо тщательная центрифугальная подготовки образцов биоматериалов требуется для экспериментальных исследований методами физико-химической механики, например при изучении механических и реологических свойств, для точного анализа их химического состава. Разработка новых высококачественных способов разделения биологических сред [3] дает толчок к совершенствованию недорогих традиционных методов, в том числе центрифугирования и сепарирования.

Прежде чем перейти к раскрытию темы, определяемой заголовком данной статьи, обратимся к вопросу терминологии и уточним определения таких слов, как «реосепаратор», «реоцентрифуга», которые с недавнего времени введены в обращение их разработчиками и пока не нашли широкого распространения.

При создании новых биопрепаратов, полимеров, машин, механизмов, какой-либо детали или других технических объектов перед учеными встают вопросы их классификации. На начальных этапах исследований принимаются рабочие варианты их названий, которые к завершению исследований видоизменяются, и на практике используются наиболее простые версии, полно отражающие суть, функциональное назначение нового изделия. Некоторые разработанные продукты или объекты по традиции принимают на себя названия тех предметов или материалов, к классу которых они относятся. Другой машине вообще не дают своего имени, тогда приходится довольствоваться определением объекта ее переработки. Например, «Сепаратор для доочистки добываемой продукции от воды» [4]. Название длинное, не совсем рациональное.

Словари и справочники дают не вполне четкое, по нашему мнению, определение терминам «сепаратор», «центрифуга», «сепарирование» в той части, которая касается технологического процесса разделения различных жидкостей на фракции [5, 6, 7 и др.]. Авторы этих изданий, думается, работая над определениями, исходили в основном из понятий, которые давал технический перевод слов «separation» и «separator». Каждое из них имеет несколько значений:

а) отделение, разделение, разлучение, сепарация, разобшение, разложение на части, обогащение (горн.);

б) отделитель, сепаратор, сортировочный аппарат, решето, сито, грохот, проклад-ка, зерноочиститель, молотилка.

Два последних варианта перевода вызывают сомнение. Прокладка – простая деталь,

по смыслу означает «разделитель». Авторы словарей полагают, что она является деталью для герметизации. Это не совсем полно отражает ее назначение. Таким же образом можно проанализировать и другие варианты перевода слова «separator» и внести дополнения в словарные и справочные определения.

Мы считаем, что указанным в этих словарях терминам даны не совсем конкретные характеристики. Они слишком общие. Для уточнения понятия «сепаратор для жидкости» отметим, что отличительный признак машин, применяемых здесь для центробежного разделения, – течение перерабатываемого продукта в рабочих объемах барабанов. Без этого нет разделения. Слово «рео» – это та приставка (от греч. rheos – течение, поток, ток), которая, добавленная к слову «сепаратор», отделит (уже в своем названии) класс центробежных жидкостных сепараторов, разделителей, очистителей, реакторов, классификаторов, центрифуг от технических объектов с таким же названием (сепаратор стоматологический, сепаратор-катетер, прокладка, подшипниковый сепаратор, центрифуга-тренажер для тренировки космонавтов и т.д.).

В статье [4] приводится описание устройства для очистки воды от нефти и загрязнений. Конструкторы оказались в затруднении по поводу названия своего нового изделия: «...Описываемый сепаратор не представляет собой сепаратор в обычном смысле этого слова...». Мы считаем, что это он и есть. В своей машине они не увидели ротора с обычным пакетом тарелок. Его роль здесь выполняет нагнетатель-крыльчатка. Данное устройство можно смело назвать «универсальный реосепаратор» или «реоцентрифуга».

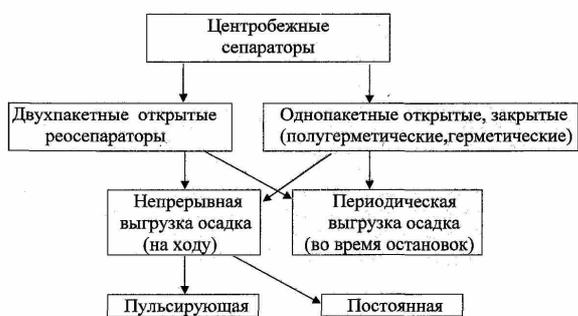


Рисунок 1. Классификация сепараторов

Опыт применения приставки «рео» имеется. Например, реомер, реотест. Эти устройства, которые относятся к измерительной технике, широко используются для изучения механических, реологических свойств материалов в текучем состоянии. К сожалению, в указанных словарях их определения мы не найдем, хотя используются они довольно давно, с XVII века.

Приведем пример неудачного использования данной приставки. В тех же словарях приводится термин «реостат». В этом слове два исключают друг друга понятия (от греч. statos – стоящий, неподвижный). Данное название не имеет ничего общего с функциональным назначением устройства. С недавнего времени их стали называть переменными резисторами.

В новой редакции справочников хотелось бы видеть все эти дополнения и изменения. Издаваться они должны одновременно с изъятием старых словарей, чтобы не вводить в заблуждение своих читателей, особенно молодых. Устаревшая литература в региональных библиотеках находится в больших количествах.

Как видно из рассуждений, затронут проблемный и спорный вопрос, требующий дополнительных исследований. Закончим пока его обсуждение и обратимся к нашим «барабанам».

Поскольку в практике названия «реосепаратор» и «реоцентрифуга» еще редко встречаются, а справочники и словари их вообще не имеют, разработчики [8] нашли достаточным ввести эти названия только для машин, которые создают вискозиметрический сдвиг потока жидкости (предусмотрено конструкцией) в рабочих конусных зазорах. В общем ряде существующих центробежных машин они занимают место, показанное на рисунке 1.

Кинематика этих машин определяет их производительность и качество классификации (разделения) составляющих исходный материал фракций. По этому признаку многие ученые (В.Д. Сурков, Ю.П. Золотин, Н.Н. Белянчиков и другие) относят сепараторы к машинам малой (до 0,00002 м³/с), средней (до 0,0002 м³/с) и большой (до 0,002 м³/с и выше) производительности. Деление условно, если это касается пограничных моделей. В насто-

ящее время в Оренбургском государственном университете (ОГУ) ведутся работы по совершенствованию и разработке новых реосепараторов и реоцентрифуг первого класса.

Существует три способа подачи жидкости в барабан: свободный (открытый), когда жидкость в питающую трубку подается самотеком, полугерметический и герметический – раствор подается принудительно под давлением. Последний способ менее щадящий при переработке продуктов биологического синтеза и с микрофлорой. Реосепараторы рассчитаны на открытую, более мягкую подачу жидкости, исключаящую разрушение ее биоструктуры в процессе сепарирования. Схема отделения частиц от раствора в них такая же, как и у промышленных сепараторов-разделителей, и отличается от центробежных очистителей. Жировые шарики, например, пересекая поток молока в межтарелочных зазорах (МТЗ), смещаются к внешней стороне тарелки и попадают в поток, направленный к оси вращения барабана. В очистителях, наоборот, частицы микрофлоры, загрязнений, механических примесей, имеющие более высокую плотность, чем сыворожка, пересекая МТЗ, смещаются к внутренней стороне тарелки и стекают в шламовое пространство. Подобным образом ведут себя форменные элементы, отделяемые от плазмы крови. По этому признаку реосепараторы аналогичны стандартным машинам.

Отличаются реосепараторы от известных машин двухступенчатым разгоном. Кинематические схемы барабанов некоторых машин приведены на рисунке 2. Здесь показаны от оси вращения только правые части барабанов. Способы питания исходным раствором, схемы сепарирования и отвода составляющих фракций у разделителей и очистителей конусного типа обычные. Отделители работают на принципе расходящихся потоков. Очистители действуют по схеме сходящихся к оси вращения потоков. Общность конструкций этих реосепараторов – наличие отдельных пакетов четных и нечетных тарелок. Четные, разделенные дистанционными кольцами (показаны в разрезе заштрихованными), крепятся своими внешними отбортовками в шламовом пространстве крышкой барабана и гайкой. Не-

четные тарелки вместе с дистанционными кольцами малого диаметра установлены на питающей трубке. Разность угловых скоростей вращения четных и нечетных тарелок обеспечивается притормаживанием корпуса барабана тормозным устройством или с помощью редуктора. Величина тормозного усилия задает необходимый вискозиметрический сдвиг потоков в МТЗ.

Настройка показанных на рисунке барабанов производится вручную или с использованием системы автоматического регулирования (САР). В реосепараторе с редуктором это делается заменой шестерен. Проводимые нами исследования позволят в дальнейшем заменить редуктор коробкой скоростей и автоматизировать процесс регулирования.

Установка подшипниковых узлов на питающей трубке и корпусе позволила разделить барабан на две части. Первая, внутренняя часть включает питающую трубку с закрепленным на ней пакетом нечетных тарелок.

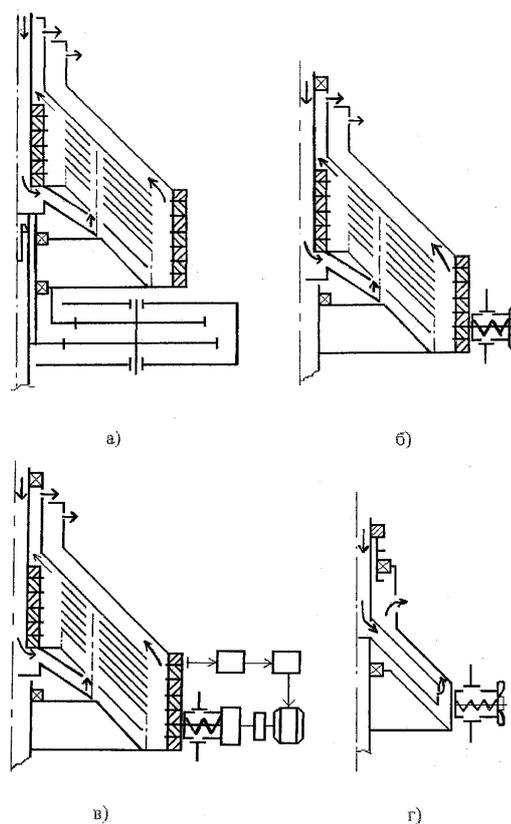


Рисунок 2. Кинематические схемы барабанов реосепараторов: а) разделителя с редуктором; б) разделителя с тормозом; в) разделителя с САР; г) очистителя с регулятором зазора

Нижняя сторона этой трубки установлена на вал электродвигателя. Внешняя часть барабана – основание и крышка. Внутренняя часть барабана является первой ступенью при разгоне. Внешняя часть – вторая ступень.

Момент сопротивления вращению, определяемый в начале разгона массой первой ступени, при включении реосепаратора и запуске электродвигателя почти вдвое меньше, чем у серийных машин. Это снижает пусковой момент электродвигателя в два раза и уменьшает время разгона этой части. Вторая ступень включается в работу постепенно, следом за первой. Угловая скорость вращения ее увеличивается за счет небольшого момента, создаваемого трением в подшипниках и воздуха в МТЗ. Разгон заканчивается при выравнивании угловых скоростей обеих ступеней с выключенным тормозом.

При определении кислотности, например, молочных и других продуктов способом хроматографии в числе других подготовительных операций предусмотрено центрифугирование с предварительной промывкой барабана, его разогрева до нужной температуры, тарировкой тормозного устройства реосепаратора при ручном регулировании процесса разделения и настройкой электрического балансировочного моста при использовании САР. Все это можно производить во время разгона второй ступени барабана, когда через него проходит промывочная, разогревающая или калибровочная жидкость. Момент вязкого трения, дополнительно создаваемый протекающей жидкостью в рабочих объемах МТЗ, ускоряют разгон второй ступени.

Сепараторы разделяются также на машины, которые имеют устройства для выгрузки осадка и которые их не имеют. В после-

днем случае очистка барабана от загрязнений производится во время остановок и его разборки. Разработка реосепараторов с постоянной выгрузкой осадка и с системой САР находится на стадии испытаний.

Особый интерес представляет реоцентрифуга-очиститель [9], кинематическая схема которой показана на рисунке 2, г. В конструкции этой машины предусмотрен механизм регулирования рабочей зоны разделения, что повышает производительность и качество разделения многофазных и многокомпонентных биорастворов.

Подводя итоги, отметим, что разработанные в ОГУ новые центробежные биосепараторы и реоцентрифуги занимают особое место в существующей классификации машин малой производительности, так как являются двухпакетными, позволяющими проводить двухступенчатый разгон барабанов. Работают с двигателями, имеющими меньший пусковой момент, чем у известных заводских прототипов. Технологический режим переработки щадящий, более мягкий. Это расширяет функциональные возможности и область применения, дает возможность сепарировать растворы, образующие биоструктуру с большим содержанием микрофлоры.

Реосепараторы более управляемы за счет введения дополнительных параметров регулирования: скорости сдвиговой деформации биораствора в межтарелочных зазорах в окружном направлении (кинематический параметр); расположение и количество питающих каналов, величина рабочего зазора (геометрические параметры). Новые машины более универсальны и с лучшим качеством разделения в сравнении с образцами, выпускаемыми промышленностью.

Список использованной литературы:

1. Nocek, J. E., Socha, M. T., and Tomlinson, D. J. The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle // *J. Dairy Sci.* – 2006. – v. 89. – P. 2679-2693.
2. Лысковцев И.В. Разделение жидкостей на центробежных аппаратах. М.: Машиностроение. 1968. - 144 с.
3. Shee, F. L., Angers, P., and Bazinet, L. Precipitation of cheddar cheese whey lipids by electrochemical acidification // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – v. 53. – P. 5635-5639.
4. Фишер П. Новая конструкция сепаратора для доочистки добываемой продукции от воды // *Нефтегазовые технологии.* №4, 2006. – С. 29...32.
5. Политехнический словарь. Гл. ред. И.И. Артоболевский. М.: Советская энциклопедия, 1977. – 608 с.
6. Новый политехнический словарь. Гл. ред. А.Ю. Ишлинский. М.: БРЕ, 2003. – 672 с.
7. Энциклопедический словарь медицинских терминов. Издание второе / Гл. редактор В.И. Покровский. – М.: Медицина, 2001. – 960 с.
8. Карташов Л.П., Назаров В.В. Центробежные реосепараторы. Екатеринбург: ИПМ УрО РАН, 1997. – 87 с.
9. Патент РФ №2231043. Вискозиметр / Л. П. Карташов, В. В. Назаров и др. Оpubл. в 2004 г., Б. И. №17.

Статья поступила в редакцию 05.06.07