

Рабко Андрей Евгеньевич
Разработка барботажно-прямоточных контактных устройств
для абсорбции труднорастворимых газов
химически реагирующими поглотителями
Минск, 1993

Одной из проблем промышленного применения процессов абсорбции с химической реакцией в жидкой фазе (газожидкостных хемосорбционных процессов) является относительно низкая поглотительная способность хемосорбента, особенно при поглощении труднорастворимых газов с проведением равновесных обратимых химических реакций. Для получения заданной степени разделения процесс необходимо вести при высоких жидкостных нагрузках, поддерживая в тоже время режим интенсивного взаимодействия газовой и жидкой фаз.

В этом случае применение барботажных аппаратов, оснащенных стандартными переливными перекрестноточными тарелками, становится проблематичным и, как правило, для данных условий отсутствуют надежные методики расчета аппаратов укрупненных размеров.

Указанные недостатки могут быть устранены путем разработки специальных конструкций контактных устройств, которые в достаточно полной мере учитывали бы закономерности конкретных хемосорбционных процессов, а также требования производства на их основе.

Учитывая положительный опыт внедрения барботажно-прямоточных контактных устройств (БПКУ) в производстве азотных удобрений, было решено расширить диапазон их практического применения при жидкостных нагрузках до $L/G = 100-120$ кг/кг и плотностях орошений до $150-200$ м³/(м²·ч), а также создать методику расчета БПКУ укрупненных размеров для процессов абсорбции с химической реакцией в жидкой фазе.

Работа выполнялась в рамках научного направления в соответствии с Программой исследований по важнейшим фундаментальным проблемам АН СССР на период до 1990 года (секция химико-технологических и биологических наук, подраздел 1.2) и Межведомственным планом научно-технических работ институтов АН РБ, вузов и предприятий Минудобрений.

Работа направлена на разработку новых конструкций барботажно-прямоточных контактных устройств для аппаратов с большими жидкостными нагрузками, установление закономерностей движения и взаимодействия фаз в БПКУ, проведение опытно-промышленных испытаний, создание методики расчета аппаратов с БПКУ и их внедрение в производство.

В ходе выполнения исследований по теме диссертации разработаны на уровне изобретений перспективные конструкции барботажно-прямоточных контактных устройств, учитывающие специфику конкретных технологических процессов, определены основные пути их совершенствования в направлении устойчивой и эффективной работы при больших жидкостных нагрузках.

На основе теоретико-экспериментального анализа закономерностей движения газовых включений в локальной точке барботажного слоя предложен метод определения локальных аэрогидродинамических (ЛАГД) характеристик га-

зожидкостной системы, позволяющий получить адекватную картину взаимодействия фаз по объему слоя в условиях интенсивных гидродинамических режимов. Для исследованных конструкций БПКУ в широком диапазоне изменения режимных и конструктивных параметров определены экспериментальные профили распределения локального газосодержания, удельной поверхности контакта фаз, частоты прохождения газовых включений, а также приведенных и истинных скоростей фаз. С использованием ЛАГД-характеристик выполнено моделирование гидродинамики и массопереноса, получены зависимости для расчета основных параметров БПКУ.

В условиях производства гидросиламинсульфата установлено влияние режимных параметров процесса хемосорбции окиси азота водными растворами сульфата закиси железа на эффективность разделения в аппарате с БПКУ, по полученным результатам проведена идентификация разработанной модели массопереноса в БПКУ.

Выполненные диссертационные исследования нашли широкое практическое применение. Проведены опытно-промышленные испытания БПКУ на укрупненном гидродинамическом стенде диаметром 1,2 м при больших жидкостных нагрузках, в цехе основного производства. По результатам НИР на базе системного подхода разработана иерархическая модель контактного устройства, реализованная в виде пакета программ на ПЭВМ. Программный пакет позволяет определять основные конструктивные, гидродинамические и массообменные параметры БПКУ для заданного процесса, проводить проектный и проверочный расчеты аппаратов с возможностью многофакторной оптимизации. Программное обеспечение и рекомендации по проектированию аппаратов с БПКУ переданы для практического использования лаборатории внедрения новой техники Гродненского ПО «Азот».

Выполнен проектный расчет и оптимизация аппаратов с БПКУ (абсорбер и десорбер) для промышленной установки выделения окиси азота из отходящих газов цеха гидросиламинсульфата Гродненского ПО «Азот» с ожидаемым экономическим эффектом 100,4 тыс.рублей в год (расчет в ценах 1990 г.). Проведено моделирование, расчет и внедрение промывателя-абсорбера паров моноэтаноламина с БПКУ диаметром 3,2 м в цехе «Аммиак-4» Гродненского ПО «Азот» с экономическим эффектом 37,2 тыс. рублей в год (за 1990–1991 г.). Нашли практическое применение созданные в результате исследований опытные образцы измерителей ЛАГД-характеристик ИГС и ИГС-2, методики и программное обеспечение для моделирования барботажных аппаратов, которые внедрены в НПО ЛенНИИХиммаш г.Санкт-Петербург, НПО «НИОПИК» г.Москва, Казанском химико-технологическом институте г.Казань, в институте прикладной физики АН Республики Молдова, Пермском политехническом институте и др. (всего 12 комплектов в 8 организациях).