

На ряде производств целевой продукт, выходящий из реакционной зоны, разбавлен жидкой фазой, т.е. представляет собой суспензию или высоковлажный дисперсный материал. Для удаления жидкой фазы из таких продуктов применяются различные виды механической и тепловой обработки. Весьма эффективной и широко распространенной в промышленности является двухстадийная обработка, заключающаяся в предварительном механическом обезвоживании исходного материала с последующей сушкой, причем удаление части свободной влаги может быть произведено в аппарате предварительной сушки с активным гидродинамическим режимом, а окончательное обезвоживание - в аппарате досушки. Таким образом, речь идет о некотором комплексе аппаратов удаления жидкой фазы из суспензий и высоковлажных дисперсных материалов, который с точки зрения системного анализа может быть квалифицирован как химико-технологическая система (ХТС). По определению ХТС [1], элементы системы функционально связаны между собой, следовательно, достичь экономически наиболее эффективной работы комплекса возможно лишь при анализе функционирования системы в целом. Разработка методики расчета комплекса аппаратов удаления жидкой фазы должна базироваться на системном подходе, развитом для химической промышленности трудами школы академика В.В. Кафарова. Результаты анализа систем технологических процессов с жидкой фазой, протекающих при понижении давления парогазовой среды [2], с позиций системного анализа, приводятся авторами в работе [3]. Представленная структура обобщенной математической модели позволила установить, что изменение внешних условий в сепарационном пространстве над слоем материала, вызванное взаимодействием аппаратов химико-технологического комплекса, определяет механизм возврата системы в равновесное состояние. С этих позиций были исследованы процессы сушки высоковлажных материалов (суспензий и коллоидных растворов) «сбросом» давления [4]. Однако в различных отраслях промышленности широко применяются технологии обезвоживания материалов в комплексе аппаратов с использованием поля центробежных сил и удаления влаги испарением. Анализ литературных источников, рассматривающих процесс обезвоживания путем совместного функционирования аппаратов механического обезвоживания и сушки, показывает незначительность количества публикаций, в том числе, рассматривающих проблему в экономическом аспекте. Исторически сложившаяся разобщенность научных направлений и школ механического обезвоживания и сушки препятствовала всестороннему и комплексному экономико-математическому анализу при совмещении этих процессов. Из работ отечественных исследователей можно выделить работу [5], а среди публикаций зарубежных исследователей наибольший интерес представляют работы [6, 7], в которых проведен анализ экономической эффективности комплекса аппаратов удаления жидкой фазы. В данных работах получено несколько выводов,

послуживших предпосылками к развитию дальнейших исследований: - взаимосвязь параметров процессов механического обезвоживания и сушки, и возможность их изменения в широких диапазонах обуславливают высокую эффективность оптимизации процесса обезвоживания; - параметры процесса могут быть оптимизированы на основе учета экономических показателей; - оптимальные режимы элементов системы могут не совпадать с оптимальным режимом функционирования системы в целом (необходимо исследование суммарной характеристики системы). Таким образом, разработка методики расчета комплекса аппаратов удаления жидкой фазы из суспензий и высоковлажных дисперсных материалов, базирующаяся на системном подходе и определяющая экономически наиболее рациональные параметры режимы функционирования комплекса в целом, позволяет рассчитать оптимальные конструктивные и режимные параметры элементов системы представляется весьма актуальной. С учетом этого, в первую очередь, необходимо разработать методологическую основу оптимального расчета систем аппаратов удаления жидкой фазы из суспензий и высоковлажных дисперсных материалов и инструментария экономико-математического анализа системы. Экономико-математическое исследование химико-технологических процессов должно базироваться на математическом описании этих процессов, достаточно точно и подробно их описывающих, удобных для применения в практическом плане. В случае отсутствия таких математических моделей или их сложности для практического применения необходима разработка моделей, базирующихся на иных формальных основаниях или точных прикладных методиках расчета элементов систем. В случае использования не апробированных математических моделей и методик расчета необходима их идентификация. Для этой цели производится наработка экспериментального материала и проверка моделей на адекватность. Экспериментальные исследования необходимы также для получения опытных данных, входящих в качестве параметров в расчетные зависимости, уяснения природы процессов, протекающих в аппаратах. Помимо развития теоретической базы и экспериментальных исследований важнейшим условием повышения эффективности производства является разработка аппаратного оформления процессов удаления жидкой фазы. Внедрение высокоэффективных аппаратов механического обезвоживания и сушки в промышленность, проведенное на основе научного подхода, может позволить резко интенсифицировать производственные процессы. Как было отмечено выше, в научно-технической литературе практически отсутствуют работы, посвященные исследованиям совместных процессов механического удаления жидкой фазы, сушки суспензий и материалов, содержащих большое количество жидкой фазы, проведенные с экономической точки зрения. С данных позиций представляет интерес рассмотрение широко распространенных в промышленности систем аппаратов удаления жидкой фазы, содержащих два и

более элементов, а также сложные химико-технологические системы, включающие в себя, помимо других технологических установок, два и более таких аппаратов, при этом в последнем случае, рассмотрению будет подлежать та часть сложной ХТС, которая заключена между первым аппаратом удаления жидкой фазы и последним. Необходимо отметить, что существует много методов оптимального расчета, но наилучшие результаты приносят методы, учитывающие специфику протекания процессов в аппаратах системы.

Следовательно, для определения принципов оптимального расчета систем удаления жидкой фазы необходимо проанализировать работу, как аппаратов системы, так и всей системы, в целом. Структура систем, содержащих аппараты удаления жидкой фазы из суспензий и высоковлажных материалов, может быть различной, в зависимости от свойств исходного, промежуточного и конечного продукта. Большое влияние на состав системы оказывает и выбор типов аппарата механического обезвоживания и сушильного оборудования.

Рассмотрим химико-технологическую систему, включающую конечное множество аппаратов удаления жидкой фазы, устойчиво функционирующих в установившемся режиме. При этом аппараты взаимодействуют между собой посредством конечного множества потоков. Свойства каждого технологического потока характеризуются множеством параметров состояния, взаимосвязь между аппаратами системы и внешней средой описывается уравнениями функциональных связей. Рассмотрим функционирование системы с позиций системного анализа, обозначая аппараты, входящие в комплекс, как технологические элементы. Система может содержать, в зависимости от требований, предъявляемых к процессу, помимо аппаратов удаления жидкой фазы и другие установки (аппараты размола, смешения, классификации и др.). Связь между элементами системы при этом может быть самой различной: последовательной, параллельной, с байпасом, рециклом и пр. Однако при любом варианте компоновки системы из технологической схемы можно выделить наличествующие в ней аппараты удаления жидкой фазы, расположенные, как правило, последовательно. При этом аппарат механического обезвоживания как технологический оператор представляет собой оператор разделения, а сушилок - операторы массообмена. Приняв, что функционально сушильные аппараты также представить как операторы разделения. В общем виде систему аппаратов удаления жидкой фазы представим в виде следующей операторной схемы. В данной схеме аппараты удаления жидкой фазы приняты за основные, остальные аппараты не рассматриваются, как не играющие роль при анализе системы. В этом случае операторная схема позволяет свести многообразие возможных технологических связей к одной общей - последовательной: исходный продукт поступает в аппарат 1, где происходит механический отжим жидкой фазы I, которая выводится из аппарата, а влажная твердая фаза (I + II) поступает в следующий аппарат 2, где удаление жидкой фазы I продолжается уже тепловым

способом. При необходимости может быть подключен аппарат досушки 3. Выходящий из одного элемента химико-технологической системы поток является входящим для другого элемента системы и сведение структуры системы к приведенному виду позволяет, сохраняя достаточную точность значительно упростить анализ системы для определения оптимальных параметров работы комплекса, используемого для удаления жидкой фазы из суспензий и (или) высоковлажных материалов, в том числе с применением экономико-математического анализа затрат.