

УСТАНОВКА ДЛЯ ДЕЗОДОРАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА БАЗЕ ЖИДКОСТНО-ПАРОВОГО СТРУЙНОГО ЭЖЕКТОРА

Арсеньев В.М., профессор, Шаранов С.О., вед. специалист, СумГУ, г. Сумы

В настоящее время в различных отраслях промышленности и техники все более широкое распространение получают технологические процессы с использованием вакуума. Ввиду разнообразия областей применения вакуума и необходимости повышения энергетической эффективности промышленных вакуумных агрегатов актуальным является использование жидкостно-паровых струйных эжекторов (ЖПСЭ).

Рабочий процесс ЖПСЭ основан на принципе струйной термокомпрессии, при котором прохождение рабочей среды активного потока через сопло Лавала сопровождается процессом релаксационного парообразования в расширяющейся его части. Кинетика этих процессов характеризуется наличием трех критических сечений, в которых происходит структурная перестройка потока. На срезе сопла активного потока рабочая жидкость имеет давление ниже окружающей среды. Далее она инжектирует рабочую среду пассивного потока, которая поступает в приемную камеру. На входе в камеру смешения происходит выравнивание давлений рабочих сред активного и пассивного потока. В камере смешения происходит смешение рабочих сред активного и пассивного потоков в единый. В диффузоре происходит последующее сжатие смешанного потока.

Базовая установка дезодорации растительных масел представляет собой систему периодического действия. Технология дезодорации предусматривает извлечение жирных кислот (одорантов) путем барботажа горячего водяного пара через слой обрабатываемого масла в полость дегазатора с давлением 3...5 кПа. Поддержание указанного давления увеличивает летучесть одорантов и их пары диффундируют в пузырьки водяного пара. Очистка пара от одорантов происходит на насадке скруббера, после которого парогазовая смесь (водяной пар и нерастворенные газы) инжектируется первым паровым эжектором присоединенной вакуумной системы. Базовая система представляет собой трехступенчатый блок паровых эжекторов с промежуточной конденсацией потоков смешения. Конденсация барботажного пара и расчетные значения давлений между ступенями обеспечиваются за счет подачи охлаждающей воды, циркулирующей в контуре хладоносителя через градирню. Конденсат рабочего пара, поступающего в сопла активного потока эжекторов, загрязняется компонентами сырья вместе с барботажным паром и является невозвратным в котельную установку. Для применяемых в установке конденсаторов поверхностного типа требуется насосная откачка конденсата, ввиду того, что давление конденсации меньше атмосферного.

Предлагаемое альтернативное схемное решение на базе струйной термокомпрессии позволяет исключить из рабочего процесса вакуумной системы потребление котельного пара. Откачка парогазовой смеси обеспечивается жидкостно-паровым струйным эжектором, работающим в составе СТК-модуля. Для конденсации паровой фазы потока смешения после сепаратора и возврата рабочей жидкости в циркуляционный контур СТК-модуля предусматривается конденсаторный блок, включающий конденсатор, водокольцевой вакуум-насос и систему охлаждения оборотной воды.

Для оценки энергетической эффективности различных вариантов схемных решений вакуумных систем с потоками теплоты и механической работы наиболее корректным является привлечение эксергетического метода термодинамического анализа. Использование этого метода позволяет однозначно выражать и ранжировать разнородные энергетические потоки в термомеханических системах.

Проанализировав полученные результаты сравнительных расчетов базовой схемы дезодорации и предлагаемой схемы на базе ЖПСЭ, рабочий процесс которого основан на принципе струйной термокомпрессии, можно сделать вывод о том, что применение данной схемы является целесообразным, поскольку она с одинаковой эффективностью работает в широком диапазоне параметров рабочих сред.

Применение комбинированного подвода тепла в виде теплоты и электроэнергии в предлагаемой схеме на базе ЖПСЭ позволяет существенно уменьшить расходы на используемые теплоносители в базовой схеме.

Эксергетическая эффективность для схемы с термокомпрессией в 2,56 раза выше, чем для базовой схемы дезодорации растительных масел.

Более точная оптимизация вакуумной системы для установки дезодорации растительных масел может быть выполнена на базе термодинамического анализа по методике Дж. Тсатсарониса, учитывающей экономическую модель для показателя оптимизации в виде величины эксергетической стоимости продукта системы.

Таким образом, переход от пароструйных вакуумных эжекторов к жидкостно-паровым, работающим по принципу струйной термокомпрессии, является перспективным, поскольку реализуется принципиально новый цикл, в котором расширение рабочей среды активного потока происходит от нижней пограничной кривой, что соответствует меньшим затратам подводимой энергии и практическому отсутствию потерь «на удар», которые значительно снижают эффективность пароструйных эжекторов.