

РАСЧЕТ ЭЖЕКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ CHEM CAD

Ключевые слова: аспирация воздуха, эжектор, проектирование, Chem Cad, энергозатраты, вентилятор.

Проведен расчет и спроектирована эжекционная система аспирации воздуха цеха по переработке семян подсолнечника методом прессования с использованием специального программного обеспечения – универсального моделирующего пакета Chem Cad. Использование вентилятора низкого давления позволило снизить затраты на электроэнергию и уменьшить общую металлоёмкость объекта.

Keywords: aspirate air, ejector, design, ChemCad, energy consumption, fan.

The calculation designed ejection system and air suction plant sunflower seed processing by extrusion using special software - universal modeling package ChemCad. Selection of a low-pressure fan helped to reduce energy costs and reduce the total metal content of the product.

При отжиге семян подсолнечника методом прессования образуется значительное количество водяных паров и жмыховая пыль, которая имеет органическую основу и образует с воздухом взрывоопасную смесь. Вступая во взаимодействие с водяными парами, пыль образует липкую вязкую массу, которая отлагается в проточной части вентиляционной системы, что нарушает её работоспособность.

Эжекционная система аспирации применяется в тех случаях, когда извлекаемый воздух содержит взрывоопасные или действующие разрушительно на вентилятор примеси [1]. При эжекции струя воздуха, нагнетаемая вентилятором через сопло в камеру смешения, создает в ней разрежение и вовлекает в совместное движение массу воздуха из вытяжной сети. Схема установки представлена на рис. 1.

Основным устройством, которое осуществляет откачку, является газовый эжектор. Это аппарат, в котором полное давление газового потока увеличивается под действием другого, более высоконапорного потока [1]. Эжектор прост в конструкции, может работать в широком диапазоне изменения параметров состояния газа, что позволяет регулировать рабочий процесс и переходить с одного режима работы на другой.

Рабочий процесс эжектора сводится к следующему: эжектирующий газ, напор которого создаёт воздухоудовка 5, вытекает из сопла 1 в смесительную камеру 2, в которую под действием разницы давлений устремляется эжектируемый газ. В камере смешения 3 потоки эжектирующего (активного) и эжектируемого (пассивного) газов смешиваются и через диффузор 4 и специальный газовый тракт выводятся из помещения.

Рациональное проектирование эжектора сводится к определению его основных геометрических размеров, при которых затраты на проведение процесса будут минимальными, при обеспечении требований к параметрам газовых потоков на входе и на выходе. Основной характеристикой системы, которая определяет затраты на проведение процесса, является мощность, потребляемая электроприводом воздухоудовки,

которая в свою очередь, зависит от требуемой производительности установки.

Согласно исходным данным над прессами образуются 98 кг (172 м³/час) водяных паров с содержанием жмыховой пыли до 500 мг/м³ паровой фазы. Выделяющиеся пары собираются вентиляционным зонтом, расположенным над прессом, в который помимо паров засасывается и воздух из помещения. В результате смешения этих потоков по опытным данным температура паровоздушной смеси (ПВС) перед входом в вентиляционную систему снижается до (45-50) °С. Расход подсасываемого воздуха может быть определен из энтальпийного (теплого) баланса с использованием условия, что относительная влажность ПВС равна 1.

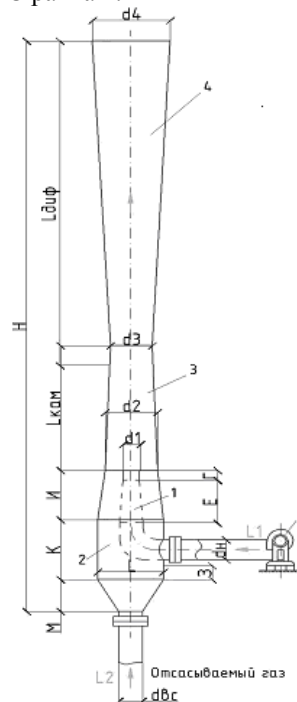


Рис. 1 - Схема установки 1 – сопло; 2 – приёмная камера; 3 – камера смешения; 4 – диффузор; 5 – воздухоудовка

При расчете газовых эжекторов в качестве основного расчетного параметра устройства

выступает коэффициент эжекции ($K_{эж}$), под которым понимается соотношение между расходами активного и пассивного газов. Для рассматриваемого типа низконапорных эжекторов значение $K_{эж}$ рекомендуется принимать равным 1 [2].

Как видим, расчет системы аспирации воздуха в основном сводится к определению значений термодинамических параметров состояния потоков ПВС, которые меняются по тракту технологической схемы. При решении подобных задач оказывается очень эффективным использование УМП Chem Cad. ChemCad – это пакет программ для моделирования и расчета технологических схем, в том числе и с рецикловыми потоками, как материальными, так и энергетическими. В пакете задействована весьма развитая база данных для расчета теплофизических свойств самых различных веществ (органических, неорганических, а также условных – например, нефтяных фракций) и их смесей. Кроме того УМП включает в себя модули расчета основных технологических процессов и аппаратов различного уровня сложности и детализации. Все это позволяет на основе общей стратегии системного анализа [2-4] использовать Chem Cad для решения самых разнообразных задач.

Для автоматизированного расчёта рассматриваемой задачи в УМП ChemCad была синтезирована расчетная схема установки аспирации воздуха, представленная на рис. 2.

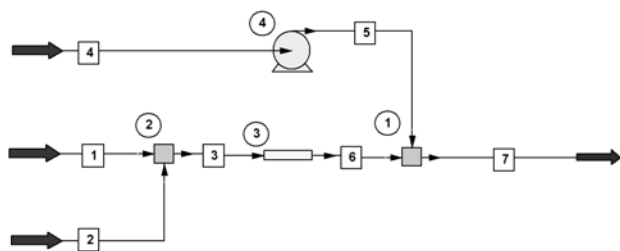


Рис. 2 - Расчетная схема установки, синтезированная в УМП ChemCad

Потоки (заклучены в квадратный контур): 1 – пассивный газ (ПГ); 2 – подсасываемый воздух (ПВ); 3 – смесь ПГ и ПВ; 4 – активный газ (АГ); 5 – активный газ (АГ) после воздуходувки; 6 – смесь ПГ и ПВ на всасе в эжектор; 7 – паро-воздушная смесь (ПВС) на выходе из эжектора

Модули расчета аппаратов (заклучены в круглый контур): Мiхer (модуль 1) - смеситель, смешивает несколько входных потоков и выполняет расчет фазового равновесия (адиабатический процесс) при заданном выходном давлении потока из смесителя (данный модуль описывает эжектор). Рuмр (модуль 2) – насос, описывает процессы, происходящие в воздуходувке. Рiре (модуль 3) – модуль описывает процессы, которые имеют место в трубопроводах. Описывает воздуховод.

В качестве независимого параметра при расчете схемы выступал расход водяных паров (98 кг/час), поступающих в систему (поток 1). Расход разбавляющего воздуха (поток 2) подбирался исходя из обеспечения заданной температуры воздуха под

зонтом (45-50) °С. Расход активного газа (потоки 4,5) назначался по заданному коэффициенту эжекции.

По результатам численного эксперимента, объёмный расход ПВС, поступающей на всасывание эжектора, составит 1264 м³/час (1298 кг/час). На эту производительность был спроектирован эжектор, геометрические параметры которого приведены в таблице 1, а его общий вид – на рис. 1.

Таблица – Геометрические размеры эжектора

Параметр	Обозначение	Значение, мм
Диаметр выходного сечения сопла	d_1	99
Диаметр начала смесительной камеры	d_2	222
Диаметр горловины эжектора	d_3	178
Диаметр устья диффузора	d_4	331
Диаметр всасывания	$d_{вс}$	110
Диаметр напорного трубопровода	d_n	100
Длина смесительной камеры	$l_{кам}$	627
Длина диффузора	$l_{диф}$	1531
Высота цилиндрической части сопла	Γ	50
Высота конфузора сопла	E	199
Расстояние от центра напорного воздуховода до низа приёмной камеры	Z	100
Высота приёмной камеры	K	200
Диаметр приёмной камеры	L	200
Длина диффузора приёмной камеры	M	110
Длина конфузора приёмной камеры	I	249

В качестве воздуходувки принят вентилятор низкого давления марки СМТ/2-160/60-0.37, мощность на валу которого составляет 0,37 кВт.

При подборе стандартного эжектора производительностью 2000 м³/час, согласно [1], затраты электричества составят 1,5 кВт. Таким образом, предложенное проектное решение позволило снизить затраты электричества в 4 раза, а уточнённый расчёт геометрических размеров эжектора снизит общую металлоёмкость изделия.

Использование УМП ChemCad позволит сократить время проведения термодинамических расчетов, увеличить их точность и исключить проектные ошибки. Важно, что при этом резко возрастает эффективность проведения многовариантных расчетов, без использования которых невозможно решение оптимизационных задач.

Литература

1. Внутренние санитарно-технические устройства в трех частях. 4-е изд., перераб. и доп. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1. / Под ред. Н.Н. Павлова, Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992. –319 с.

2. *Осипов Э.В.* Системное моделирование установок вакуумной ректификации / Э.В. Осипов, Э.Ш. Теляков, С.И. Поникаров // Бутлеровские сообщения. 2011. Т.28. №20., -С. 81-88
3. *Осипов Э.В.* Технологическое обследование вакуумной ректификационной колонны разделения мазута К-3 ТПП «Когалымнефтегаз» (ОАО «Лукойл - Западная Сибирь») / Э.В. Осипов, Э.Ш. Теляков, Х.С. Шоипов // Вестник Казанского технологического университета. №21; Федер. агентство по образованию, Казан. гос. технол. ун-т. - Казань: КГТУ, 2013. -С. 283-286.
4. *Осипов Э.В.* Влияние наличия в откачиваемых смесях легких углеводородов на производительность жидкостно-кольцевого вакуумного насоса (ЖКВН) // Ф.М. Сайрутдинов, Э.Ш. Теляков, К.С. Садыков // Вестник Казанского технологического университета. №13; Федер. агентство по образованию, Казан. гос. технол. ун-т. - Казань: КГТУ, 2013. -С. 158-163.

© **Э. В. Осипов** – канд. техн. наук, доц. каф. машин и аппаратов химических производств КНИТУ, eduardvosipov@gmail.com; **Л. Э. Осипова** – канд. техн. наук, доц. каф. теплогазоснабжения и вентиляции КГАСУ, osipovalilija@mail.ru.