

УДК 677.494+004.422.81

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА СРЕДНИХ СКОРОСТЕЙ ПОТОКОВ ГАЗА В СЕЧЕНИЯХ ЭЖЕКТОРНЫХ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

^{1,2}И. А. Лысак, ¹Г. В. Лысак

¹Сибирский физико-технический институт, Томский государственный университет,
² Институт кибернетики, Томский политехнический университет,
 г. Томск

Статья посвящена разработке программного обеспечения для расчета средних скоростей газовых потоков в характерных сечениях эжекторных устройств с учетом их геометрических и эксплуатационных параметров.

Ключевые слова: газодинамический расчет, волокнистые материалы, распыление расплава.

В последние десятилетия в нашей стране и за рубежом все более востребованными становятся волокнистые материалы, получаемые при аэродинамическом воздействии на расплавы термопластичных полимеров. Спектр применения этих материалов чрезвычайно широк от тепло и звукоизоляционных материалов до носителей наночастиц [1-3]. Особый интерес представляют синтетические полимерные волокнистые материалы, получаемые распылением расплава с использованием эжекторных волоконобразующих устройств [4]. Однако, при решении задач использования таких устройств для процессинга загрязненных и неоднородных расплавов, которые имеют место при переработке вторичного сырья, а также полимеров с существенно отличающимися показателями текучести расплавов, остро стоит задача анализа газодинамики таких устройств с учетом их геометрических и эксплуатационных параметров.

Таким образом, целью настоящей работы являлась разработка программного обеспечения для расчета средних скоростей газовых потоков в характерных сечениях эжекторных волоконобразующих устройств для анализа их изменения в зависимости от геометрических и эксплуатационных параметров этих устройств.

Эжекторные устройства для получения волокнистых материалов из расплава термопластов работают следующим образом.

Поток энергоносителя, например, сжатого газа, подается в напорную полость с давлением P_k и через кольцевое рабочее сопло истекает в атмосферу (участок II, рис. 1), при этом создается перепад давлений и на участке I возникает эжеотируемый поток. Одновременно в воронку эжекторного контура (участок I, рис. 1) подается расплав волоконобразующего материала. На выходе из воронки, при воздействии потока энергоносителя, истекающего из рабочего кольцевого сопла, происходит распад расплавленного материала на струи и вытягивание элементарных волокон в полимервоздушном факеле (участок III, рис. 1).

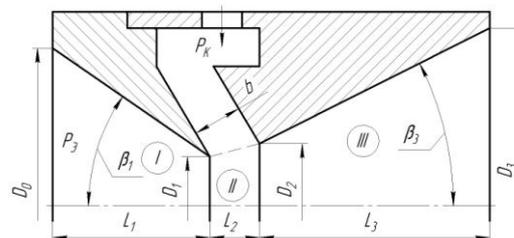


Рисунок 1 – Расчетная схема эжекторного волоконобразующего устройства

Определяющее значение на процесс формирования волокон оказывает энергия, сообщаемая струе расплава потоком газа из кольцевого сопла, которая зависит от массового расхода ($Q_m=Q_p$) и скорости (V) энергоносителя, и определяется величиной избыточного давления (P_k), зазора (b)

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА СРЕДНИХ СКОРОСТЕЙ ПОТОКОВ ГАЗА В СЕЧЕНИЯХ ЭЖЕКТОРНЫХ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

кольцевого сопла и плотности энергоносителя. Разработанная программа позволяет количественно оценить характеристики аэродинамического воздействия на струю расплава полимера при формировании волокнистых материалов.

Алгоритм расчета средних скоростей основан на уравнениях газовой динамики для расхода

$$Q = \mu A \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho}}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент расхода, A – площадь поперечного сечения отверстия, из которого происходит истечение, ΔP – разность давлений, под действием которой происходит истечение, ρ – плотность газа, и для скорости истекающего газового потока [5].

$$V = \frac{Q}{A}, \quad (2)$$

При разработке расчетного алгоритма программы приняты следующие допущения. Скорость газового потока на входе в эжекторный контур (участок I, рис. 1) равна нулю. Скорость распределяется равномерно по каждому рассматриваемому сечению. Сжимаемость газа, а также изменение его термодинамических параметров не учитывается. Влиянием струи расплава, подаваемого в устройство волокнообразования, на характер истечения газа пренебрегаем. Кроме того, для упрощения расчетов принято, что величина скорости на

участке II (рис. 1) изменяется по линейному закону.

Для начала расчета необходимо ввести в программу длины (L_1, L_2, L_3) и диаметры (D_0, D_1, D_2, D_3) характерных участков устройства, ширину зазора кольцевого сопла (b), плотность воздуха (ρ_g) и энергоносителя (ρ_s), избыточное давление на входе в кольцевое сопло (P_k), а также, экспериментально определяемые для конкретного устройства, коэффициенты расхода эжекторного контура (K_g) и кольцевого сопла (K_k), а также величину разрежения в эжекторной воронке (P_3).

Интерфейс программы (рис. 2) разрабатывался, в первую очередь, для того, чтобы дать пользователю наиболее полное представление о влиянии входных данных на результаты расчета, а соответственно на газодинамические характеристики устройства. С этой целью в одном рабочем окне программы содержатся форма для ввода, расчетная схема задачи и результаты расчетов в числовом и графическом представлении, делая работу программы прозрачной, а интерфейс – интуитивно понятным. Кроме того, предусмотрены возможности сохранения исходных данных и результатов расчета в файл, а также вывода графической информации на печатающее устройство для дальнейшего анализа. Программа создана в среде объектно-ориентированного программирования Delphi 2007 для 32-х битных версий Windows.

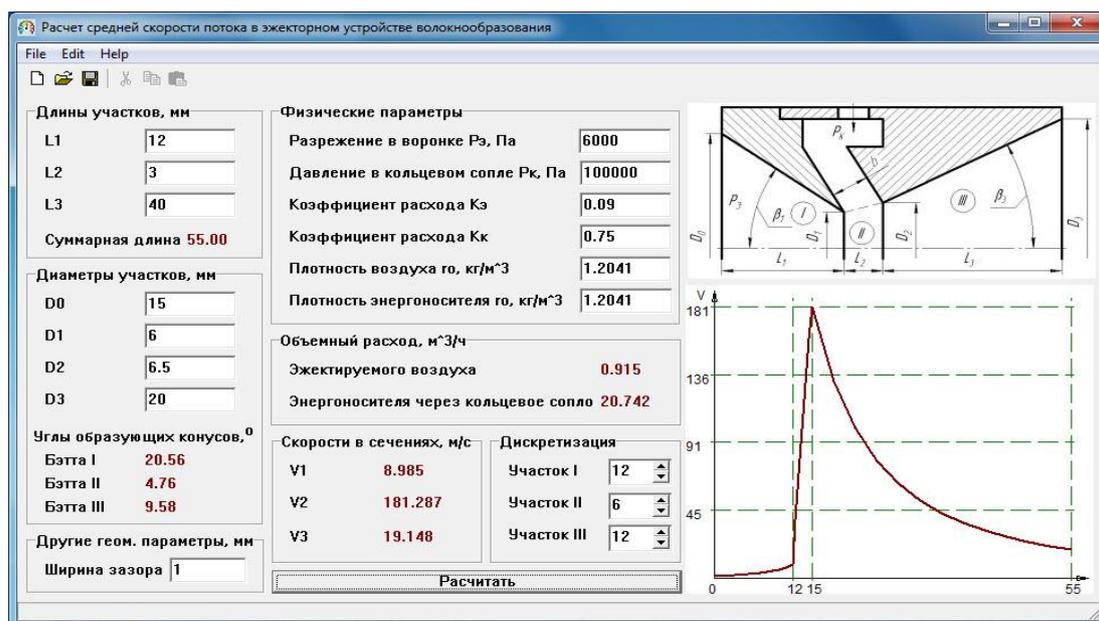


Рисунок 2 – Рабочее окно программы расчета средних скоростей газовых потоков в сечениях эжекторных волокнообразующих устройств

Таким образом, создан программный продукт для оперативного анализа средних скоростей газовых потоков в характерных сечениях эжекторных устройств с учетом их геометрических и эксплуатационных параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pinchuk, L. S., Goldade, V. A., Makarevich, A. V., & Kestelman, V. N. (2012). Melt Blowing: Equipment, Technology, and Polymer Fibrous Materials. Springer Science & Business Media.

2. Lysak G.V., Lysak I.A., Shabalina A.V., Izaak T.I., Malinovskaya T.D. Study of oxide nanostructure catalysts on polypropylene carrying agents for the removal of organic contaminants from water. Russian Journal of Applied Chemistry. 2010. v. 83(12). p. 2193-2195.

3. Zhukovsky M.S., Vazhenin S.V., Beznosjuk S.A., Lysak I.A., Lysak G.V., Malinovskaya T.D. Formation of silver nanoparticles on polypropylene microfibrinous carriers Russian Physics Journal. 2011. v. 54(7). p. 739-748.

4. Лысак И.А., Лысак Г.В., Малиновская Т.Д. Волокнистый материал, полученный по технологии прямого аэродинамического формирования как носитель активных наночастиц. Перспективы использования. Ползуновский альманах. 2014. № 1. С. 30-33.

5. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. – М.: Энергия, 1974. – 592 с.

Лысак Илья Александрович – к.т.н., с.н.с. СФТИ ТГУ, инженер ИК ТПУ тел.: (3822) 705-087, e-mail: lysakilya@gmail.com;

Лысак Галина Владиленовна – к.х.н., с.н.с. СФТИ.