

материалов в среде активных двухатомных газов. В случае же такого поведения в порошковой среде возможно возникновение диссипативных структур.

В качестве перспективы дальнейших исследований в части математического описания неравновесных, стационарных состояний за границами термодинами-

ческой ветви авторы видят, в частности, повышение адекватности используемых кинетических моделей: учет в математическом описании таких факторов, как движение газа в системе (конвекция и диффузия), учет в системе моделей наличия в системе аллотропных модификаций кислорода.

### Литература

1. Скороход, В.В. О динамическом характере устойчивости в порошковых реагирующих системах [Текст] / В.В. Скороход, В.П. Солнцев // Доп. НАНУ.-2001.-№ 11.-С.74-80.
2. Солнцев, В.П. Коллективные процессы при реакционном спекании с участием жидкой фазы [Текст] / В.П. Солнцев, В.В. Скороход, Т.А. Солнцева // Порошковая металлургия, 2010.- №3/4.- С. 22 - 29.
3. Солнцев, В.П.. Модель колебательного реакционного процесса в неравновесной трехкомпонентной системе V-Nb-Se / В.П. Солнцев, В.Г. Филин // Письма в ЖТФ, 1986, т.12, №15.- С. 902-905.
4. Мягков, В.Г. Автоволновой процесс окисления плёнок железа [Текст] / В.Г. Мягков, Г.И. Фролов // Письма в ЖТФ. - 1990. - Т. 14, В.23.- С. 1-4.
5. Ляхов, Н.З. Природа гетерогенности и макрокинетика топохимических реакций разложения твердых тел [Текст] / Н.З. Ляхов // Изв. СО АН СССР, 1985, №5, сер. Хим. наук, вып.2, с3-18.
6. Лима-де-Фариа, А. Эволюция без отбора: Автоэволюция формы и функции [Текст] / А. Лима-де-Фариа. – [пер. с англ.]. – М: Мир, 1991. – 451 с.

*В статті розглянуті підходи до дослідження ІФ газосепараційного обладнання, проведена обробка експериментальних даних та отримані поліноми для розрахунку швидкості газу*

*Ключові слова: сепарація, обробка, поліном, швидкість*

*В статье рассмотрены подходы к исследованию ИФ газосепарационного оборудования, проведена обработка экспериментальных данных и получены полиномы для расчета скоростей газа*

*Ключевые слова: сепарация, обработка, полином, скорость*

*The article considers the approaches to the study of IF gas separation equipments, carried out processing of experimental data obtained for the calculation of polynomials of gas velocities*

*Key words: separation, processing, polynomial, velocity*

УДК 66.074.1:547.912

## РАСЧЕТ СКОРОСТИ ГАЗОВОГО ПОТОКА В КАНАЛЕ ИНЕРЦИОННО- ФИЛЬТРУЮЩЕГО (ИФ) СЕПАРАТОРА

**А.В. Логвин**  
Ассистент\*

Контактный тел.: (0542) 68-77-95, 050-137-31-56  
E-mail: fench@ukr.net

**Аль Раммахи Мустафа М.М.**  
Аспирант\*

Контактный тел.: (0542) 68-77-95, 095-662-88-80  
E-mail: engmustafa@ukr.net

\*Кафедра процессов и оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств  
Сумский государственный университет  
ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, Украина, 40000

### 1. Введение

Интенсивное развитие сепарационной техники подталкивает к улучшению методик расчета геометрических размеров аппаратов в зависимости от режимных параметров установки. Для этого необходимо проводить комплексное исследование и моделирование работы сепарационных элементов.

Для проведения расчета траектории движения необходимо подобрать математические выражения, которые описывают зависимости составляющих скорости газа ( $V_x$  и  $V_y$ ) от геометрических размеров канала. Для этого изготовлен специальный стенд, конструкция которого представлена в работе [1], а параметры гофры представлены на рис. 1. В конструкцию образца внесены изменения – канал располагается на прямоуголь-

ной сетке с координатными осями X и Y, что позволяет с высокой точностью позиционировать зонд.

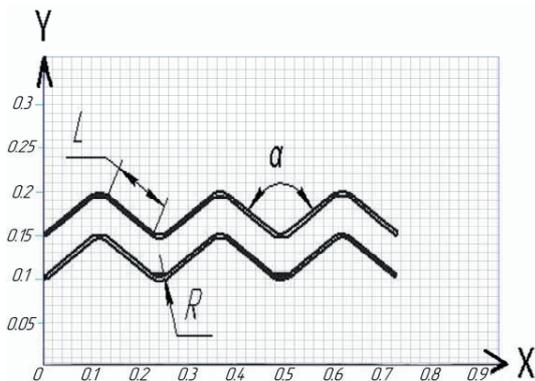


Рис. 1. Исследуемые геометрические размеры криволинейного сепарационного канала: L – длина прямолинейного участка, м; R – радиус криволинейного участка, м;  $\alpha$  – угол раскрытия гофры, град.

Также авторами работы [2] предпринята попытка выдачи начальных условий для расчета траектории капли, но как показал дальнейший расчет – зависимость 2 й степени не дает необходимой точности, поэтому сделано предположение об увеличении степени полинома до 6.

Для выявления особенностей работы оборудования на различных режимах, в процессе проведения экспериментов, изменялись геометрические параметры: радиус гофры, угол раскрытия гофры и длина прямолинейного участка. Теоретическое описание процессов, происходящих при изменениях геометрии дано в работе [3].

Диапазон изменения параметров: нагрузка по газу: 0,2-0,306 м<sup>3</sup>/с. L=100, 150, 200 мм. R=25, 55, 100 мм.  $\alpha=60^{\circ}, 90^{\circ}, 120^{\circ}$ . Расстояние между гофрами - 100 мм.

В результате накопления и обработки данных получены графики составляющих скоростей V<sub>x</sub> и V<sub>y</sub>, которые аппроксимировано полиномом. Полученные в результате физического моделирования данные представлены в виде графических зависимостей на рис. 2.

Снижение максимального значения составляющей скорости V<sub>y</sub> при увеличении координаты X наблюдается вследствие перераспределения скоростей при переходе от гофры к гофре и изменение ее значения на противоположное.

Максимальное значение скорост на графиках показывает область потока с наибольшими скоростями, которая смещается от центра к стенке за счет перераспределения скоростей при переходе от гофры к гофре.

Приведенные графики аппроксимированы полиномом (1)

$$V = A_0 + A_1 \cdot y + A_2 \cdot y^2 + A_3 \cdot y^3 + A_4 \cdot y^4 + A_5 \cdot y^5 + A_6 \cdot y^6, (1)$$

где A<sub>0</sub>-A<sub>6</sub> – динамические коэффициенты, зависящие от координаты X.

Y – координата расположения точки расчета скорости в сечении канала, м.

В результате проведения анализа на значимость составляющих в динамических коэффициентах, наиболее целесообразно их описывать следующим полиномом:

$$A = B_0 + B_1 \cdot x + B_2 \cdot x^2 + B_3 \cdot x^3 + B_4 \cdot x^4 + B_5 \cdot x^5 + B_6 \cdot x^6 (2)$$

Для примера приводим один из результатов расчета для коэффициента A<sub>0</sub> при Q=0.306 м<sup>3</sup>/с:

$$A_0 = 0.0007663 - 0.0238833 \cdot x + 0.0394205 \cdot x^2 - 0.0226634 \cdot x^3 + 0.0060747 \cdot x^4 - 0.000826 \cdot x^5 + 0.0000552 \cdot x^6 - 1.44 \cdot 0.000001 \cdot x^7 (3)$$

Графические зависимости изменения всех коэффициентов представлены на рис. 3.

Графики иллюстрируют цикличность изменения коэффициентов, что соответствует геометрии канала. Исходя из вышеизложенного, так как составляющая скорости V<sub>y</sub> изменяет свой знак на противоположный при переходе от гофры к гофре, то и коэффициенты подчиняются этому закону.

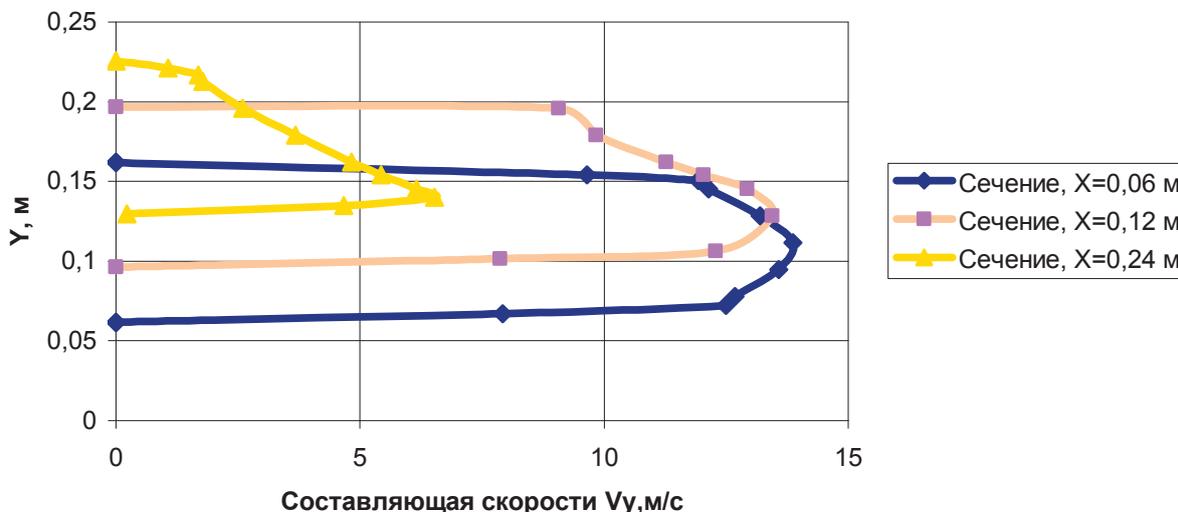


Рис. 2. Пример эпюры скоростей по сечению канала при фиксированном значениях параметра X

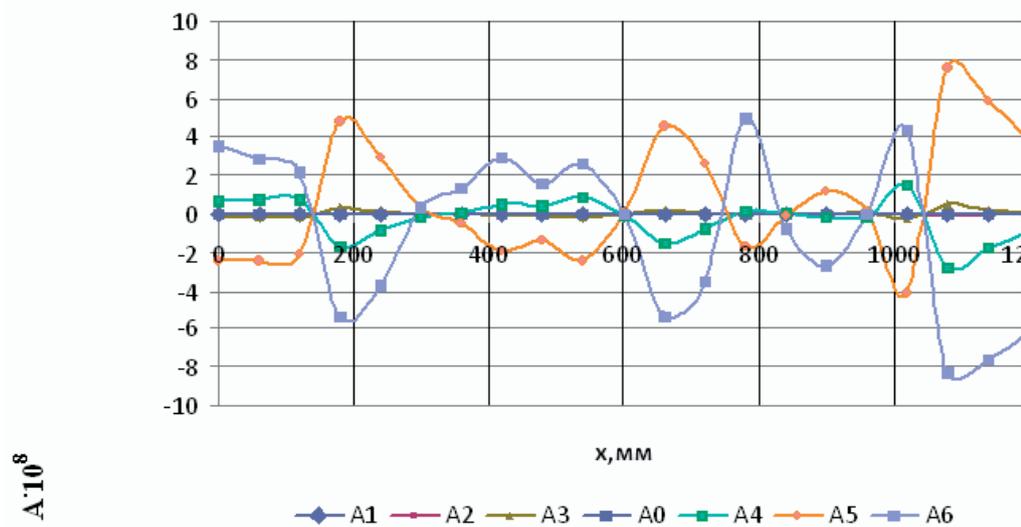


Рис. 3. Изменение коэффициентов A0-A6 в полиноме для расчета составляющей скорости  $V_y$ , при  $R=55$  мм,  $L=200$  мм,  $\alpha=120^\circ$ , ширина канала – 100 мм. Расход газа  $Q=0.306$  м<sup>3</sup>/с

В результате проведения расчетов получены функциональные зависимости для определения скорости газа в канале ИФ газосепарационного элемента, что позволяет рассчитать скорость капель и их траекторию. Исследование траектории движения капель различного диаметра дает возможность определить место оптимального расположения фильтрующего элемента.

Далее приводим пример подстановки полученных коэффициентов в полином, который позволяет рассчитать скорость газового потока в зависимости от координаты  $Y$  при фиксированном значении  $X=0.12$  м.

$$V_y = -0.0354 \cdot 48848 \cdot y + 1.52 \cdot 106 \cdot y^2 - 7.06 \cdot 107 \cdot y^3 + 1.16 \cdot 108 \cdot y^4 + 4,17 \cdot 108 \cdot y^5 + 1,02 \cdot 109 \cdot y^6$$

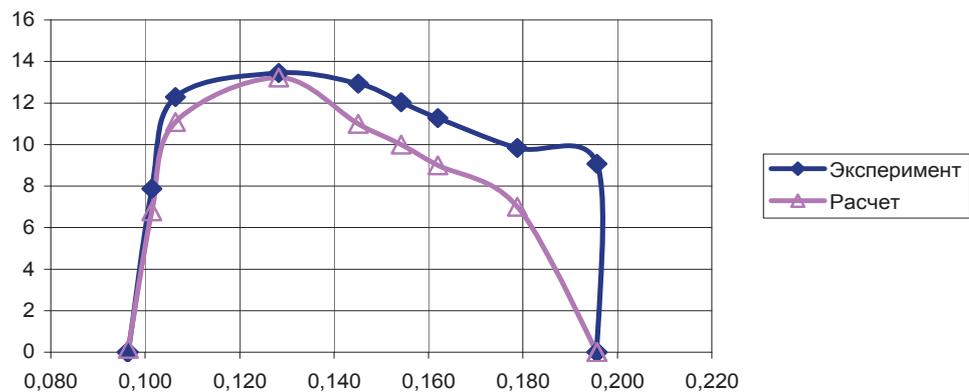


Рис. 4. Сравнение расчетных и экспериментальных значений скорости газа в канале ИФ сепаратора, при  $R=55$  мм,  $L=200$  мм,  $\alpha=120^\circ$ , ширина канала – 100 мм. Расход газа  $Q=0.306$  м<sup>3</sup>/с

Литература

1. Склабінський В.І. Планування фізичного моделювання гідродинамічних процесів у інерційно-фільтруючих сепараторних елементах / Склабінський В.І., Ляпощенко О.О., Логвин А.В.// Сборник научных работ VIII Всеукраинской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов. - Кременчуг, 2011. - С. 35-37.
2. Логвин А.В. Отримання початкових даних для математичного моделювання газодинаміки газового потоку в каналі іф сепаратора/Логвин А.В., Мустафа Аль-Раммахі М.М., Склабінський В.І./Збірник тез доповідей 14 Всеукраїнської науково-практичної конференції "Інноваційний потенціал української науки - XXI сторіччя". Режим доступу: <http://nauka.zinet.info/14/logvin.php>.
3. Мустафа Аль Раммахи, А. В. Логвин, О. О. Ляпощенко. / Фізична модель руху газокраплинних потоків сепараторними каналами та фільтруючими секціями інерційно-фільтруючих газосепараторів// Нафтогазова енергетика. – Івано-Франківськ, №2, 2011. с 5-7.