

ПУЛЬСАЦИИ ВО ВСТРЕЧНЫХ СМЕЩЕННЫХ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКАХ ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ АППАРАТОВ

Зайцев О. Н. (Одесская государственная академия строительства
и архитектуры, г.Одесса)

Рост промышленного производства приводит к резкому увеличению выбросов вредных веществ в атмосферу, при этом производственная деятельность многих отраслей связана с выделением аэрозолей и последующим улавливанием мелкодисперсных частиц. Особенно значительные количества пыли образуются при сжигании органических топлив, в процессах плавки и обработки металлов, строительной индустрии. Очистка таких выбросов осуществляется несколькими ступенями, при чем последней являются ступени с матерчатыми или электрическими фильтрами, требующими значительных эксплуатационных затрат из-за частой регенерации. Поэтому, для снижения объема мелкодисперсной пыли во входящем потоке и уменьшения нагрузки на фильтр предложено использовать в качестве первой ступени очистки встречные закрученные потоки. Повышения эффективности пылеулавливания достигалось смещением потоков относительно друг друга для создания внутренней зоны осаждения и коагуляции частиц.

Границы этой зоны определялись как область с нулевой осевой результирующей скоростью теоретически. Так поля скоростей каждого закрученного потока рассчитывались как для нестационарных периодических течений [1, 2]:

$$U_1 = \Omega \left(1 + e^{-(x+b)^2/4ve} \right) \left(\sin(nt) - e^{-\frac{y}{\delta}} \sin\left(nt - \frac{y}{\delta} \right) \right) (x+b), \quad (1)$$

$$U_2 = \Omega \left(1 + e^{-x^2/4ve} \right) \left(\sin(nt) - e^{-\frac{y}{\delta}} \sin\left(nt - \frac{y}{\delta} \right) \right) x, \quad (2)$$

где n – целое число; t – время, с; b – ширина пути перемещения, м, определялась в зависимости от величины смещения потоков; ν – кинематическая вязкость:

$$\delta = (2f/n)^{0,5}, \quad (3)$$

f – частота процессии вихревого ядра в закрученном потоке, с^{-1} ;

$$h = 1,5\beta^2(U_1 - U_2)t, \quad (4)$$

$$\beta = s/b, \quad (5)$$

s – длина пути перемешивания, м.

Анализ полученных результатов (рис.1.) показал наличие внутренней зоны нулевых скоростей (0,1 м при смещении потоков относительно друг друга на 0,025 м), что подтверждает сделанное ранее предположение о применимости смещенных закрученных потоков в аппаратах очистки воздуха от пыли.

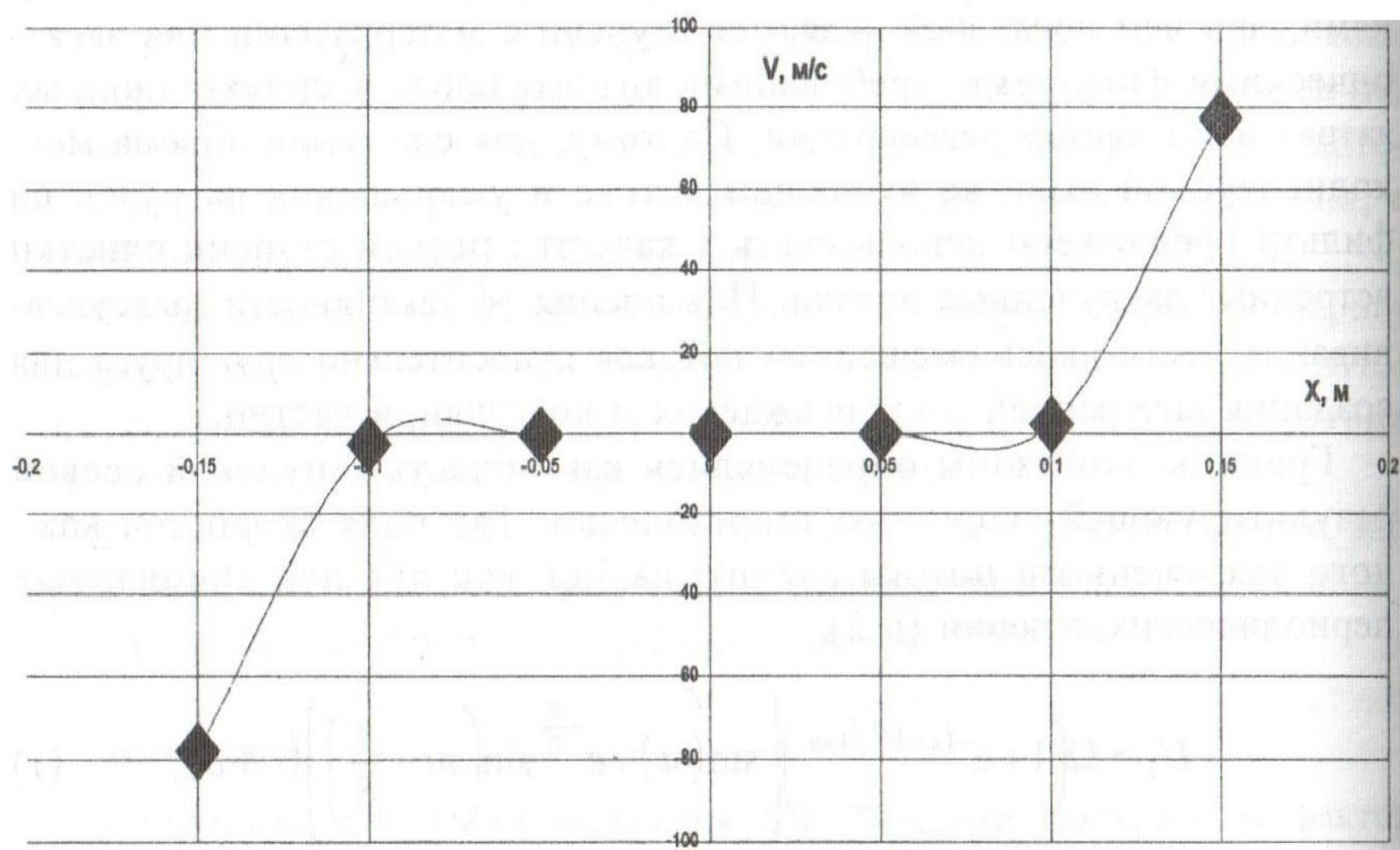


Рис. 1. Результирующая осевая скорость в горизонтальном сечении

Анимация полученных теоретических результатов в среде Mat-cad по времени выявило низкочастотную пульсацию на границе взаимодействующих встречных потоков (рис.2), которая позволяет использовать акустические процессы для коагуляции частиц.

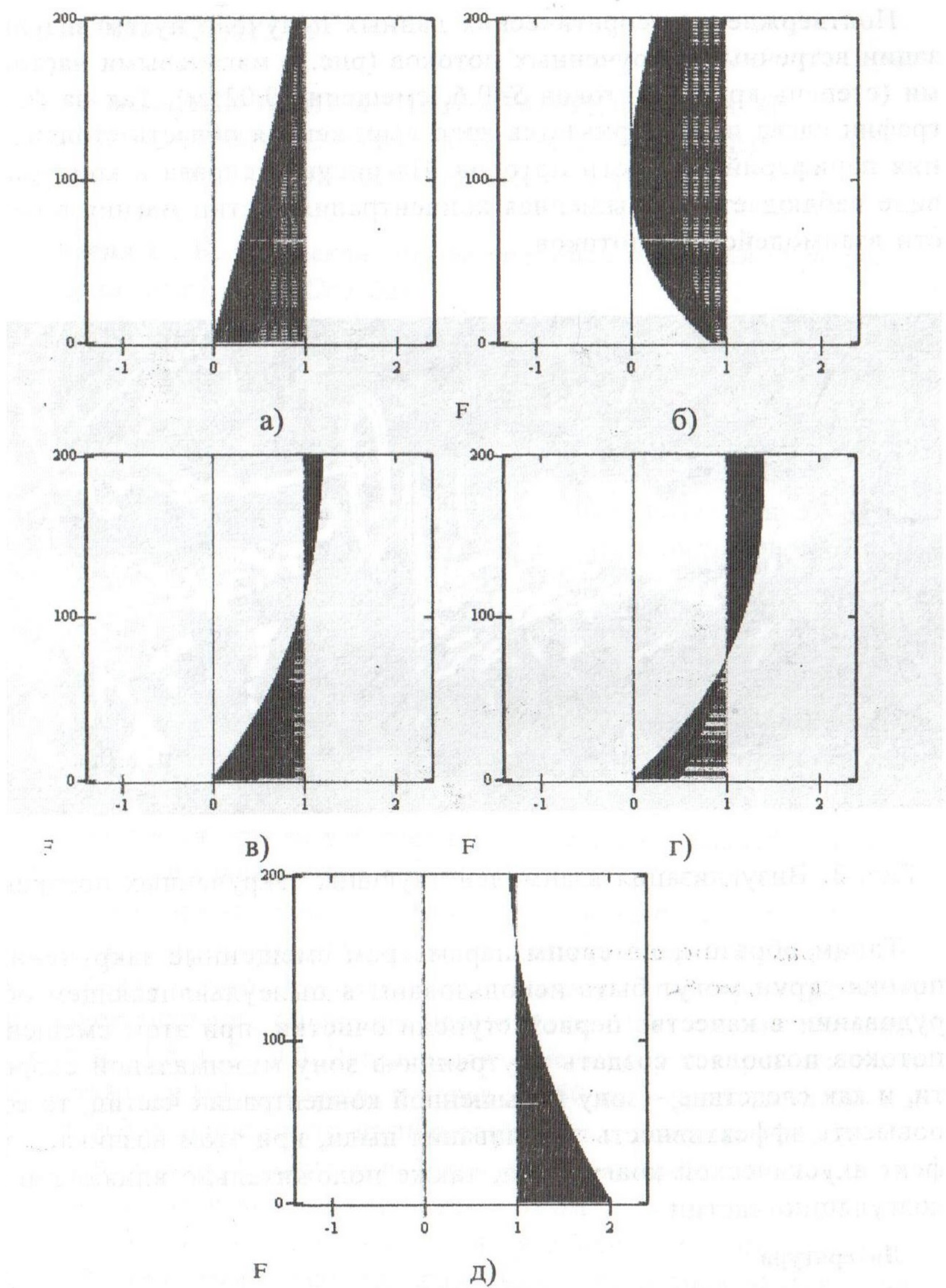


Рис.2. Пульсации осевой скорости на границе раздела потоков (а – при $t=10$ с., б – при $t=20$ с., в – при $t=40$ с., г – при $t=50$ с., д – при $t=70$ с.)

Подтверждение теоретических данных получено путем визуализации встречных закрученных потоков (рис.3) магниевыми частицами (степень крутки потоков $S=0,6$, смещение $0,025\text{м}$). Так на фотографии слева просматривается ярко выраженная область столкновения периферийной части потоков. На рисунке справа в контурном виде наблюдается повышенная концентрация частиц магния в области взаимодействия потоков.

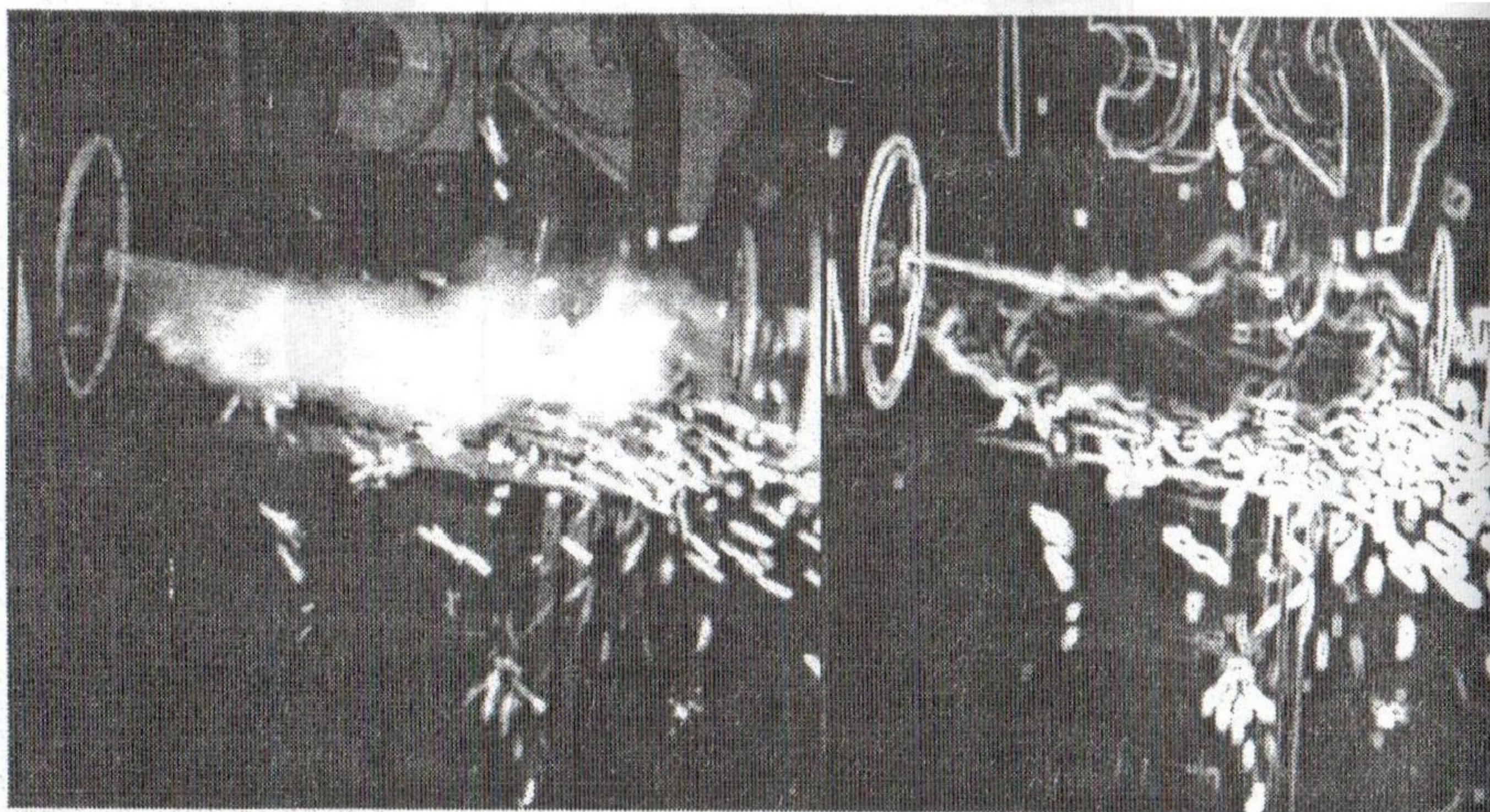


Рис. 3. Визуализация взаимодействующих закрученных потоков

Таким образом, по своим параметрам смещенные закрученные потоки струи могут быть использованы в пылеулавливающем оборудовании в качестве первой ступени очистки, при этом смещение потоков позволяет создать внутреннюю зону минимальной скорости, и как следствие – зону повышенной концентрации частиц, то есть повысить эффективность улавливания пыли, при этом возникает эффект акустической коагуляции, также положительно влияющий на коагуляцию частиц.

Литература

1. Закрученные потоки: Пер. с англ. / А. Гупта, Д. Лилли, Н. Сайред. – М.: Мир, 1987. – 588 с.
2. Штихлинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 1974. – 711 с.