

УПРАВЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКОЙ В РАБОЧЕМ ОБЪЕМЕ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК

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

Ground mathematical models are fulfilled researches of stability of resulting current at interplay counter displaced in a horizontal plane of twisted streams. The periodicity of oscillations of amplitude of speed and influencing of frequency of a precession of vortical kernels on amplitude of resulting speed is detected.

Использование свойств аэродинамики закрученных потоков (центробежного эффекта, возникновения обратных токов в центральной области) позволяет решить проблемы интенсификации производственных процессов, оптимизировать работу оборудования и его конструктивные параметры.

Закрученные потоки при выработке тепловой энергии используются в основном при сжигании органического топлива, что соответственно определяет цель их применения – интенсификацию процесса горения при стабилизации фронта пламени в топочном пространстве. Такая противоречивая цель предполагает поиск оптимума между скоростью отвода тепла и опасностью детонационных процессов, дестабилизирующих горение и вызывающих срыв пламени. Кроме того, проблема регулирования температурного режима теплоносителя накладывает определенные ограничения на применение методов интенсификации выработки тепловой энергии.

В таких условиях наиболее предпочтительной оказывается группа методов, позволяющая управлять расположением максимума температур в топочном пространстве [1].

Одним из методов является использование эффекта взаимодействия вихревых потоков сжигаемого газа, который позволяет при минимальных затратах регулировать температуру теплоносителя в значительном диапазоне, изменяя положение максимума температур в пространстве топки [2]. Однако, использование этого метода требует устойчивости

как самой структуры вихря, так и исключения срыва пламени при взаимодействии факелов. Кроме того, положение максимума температур будет зависеть от глубины проникновения закрученных потоков, взаимодействия с зоной обратных токов основной части струи, расстояния между струями и степенью их крутки, частоты колебаний вихревых ядер в струях, то есть процессов не достаточно изученных в настоящее время.

Для решения этих задач нами был разработан метод интенсификации теплопередачи и регулирования теплоносителя при сжигании газового топлива в топках котлов малой производительности, заключающийся в закручивании и смещении противоположно направленных факелов, причем регулирование теплосъема осуществляется изменением расстояния между осями закрученных потоков или направлением их крутки.

Исследования предложенного метода осуществлялось на основании разработанной модели прецессии вихревого ядра, в предположении, что вихревое ядро находится под воздействием основного вращающегося потока, распределение скоростей в котором соответствует динамическому вращению, а само вращение ядра рассматривалось как статическое [3]. На основании полученных данных и данных о прецессии вихревого ядра американских исследователей была получена зависимость степени крутки потока от частоты колебаний вихревого ядра [4]. Далее были получены зависимости осевой скорости сильнозакрученных потоков, по которым разработана система моделей динамики при следующем взаимодействии струй [4]:

1. параллельно закрученные потоки
2. под сходящимся углом в 15, 30, 45, 60 градусов
3. встречные
4. встречные, смещенные в горизонтальной плоскости

Эти модели были реализованы в среде MAT-КАД и Delfi

Экспериментальные исследования, предложенного способа управления температурными полями, что наибольшая скорость при взаимодействии закрученных потоков наблюдается в встречных смещенных, кроме того был выявлен процесс вращения потока в вертикальной области при смещении осей струй в горизонтальной, что объясняется смещением самих струй в зависимости от направления крутки (рис. 1).

Для определения устойчивости процессов при сильной крутке были выполнены исследования по изменению амплитуды колебаний скорости от времени и частоты прецессии вихревых ядер в встречных смещенных потоках, в результате чего была выявлена периодичность ко-

лебаний скорости, равная 60 с., а влияние на скорость частоты ограничивается начальным периодом взаимодействия (рис. 2).

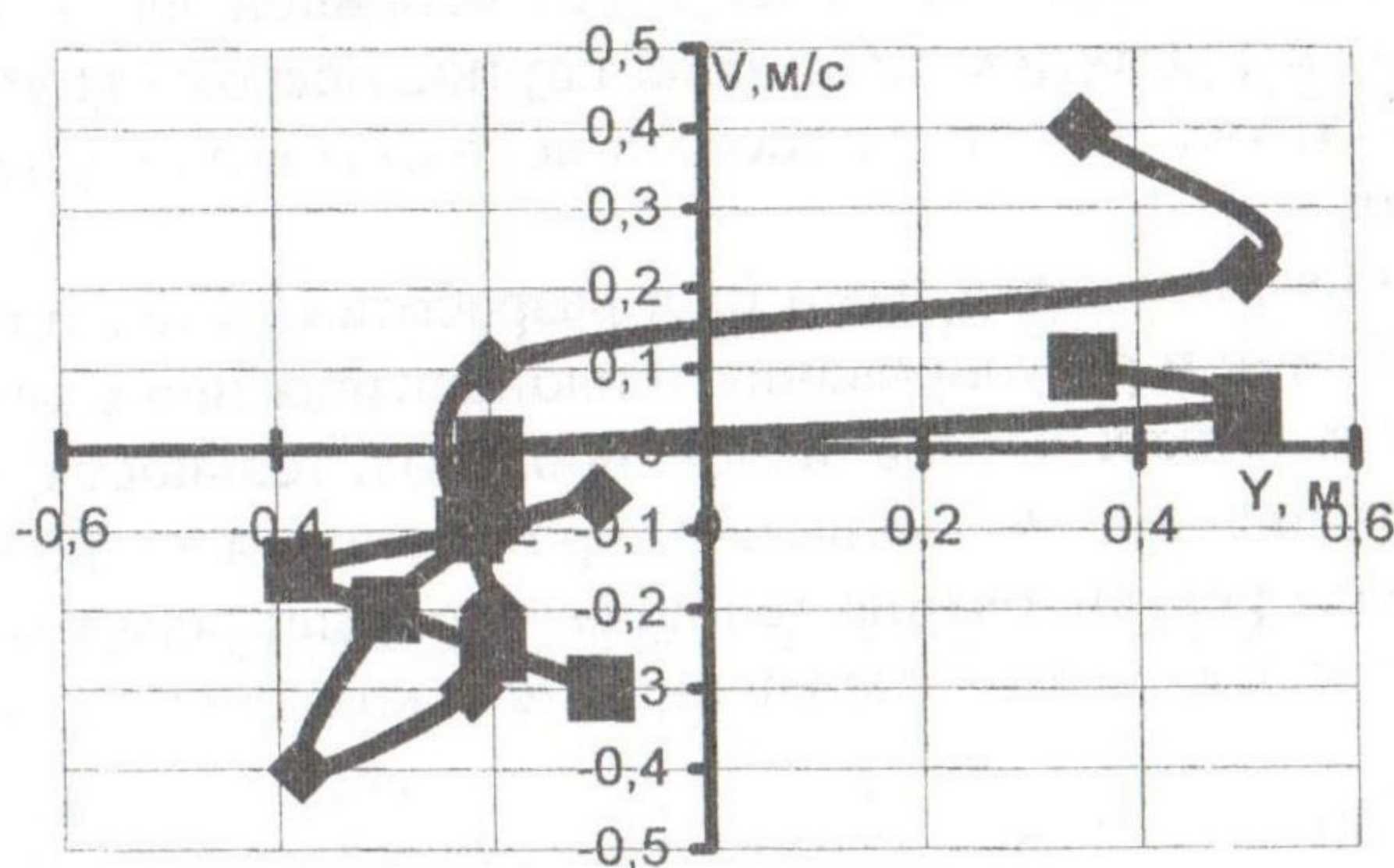


Рис. 1. Изменение осевой скорости в вертикальной плоскости во встречных смещенных закрученных потоках

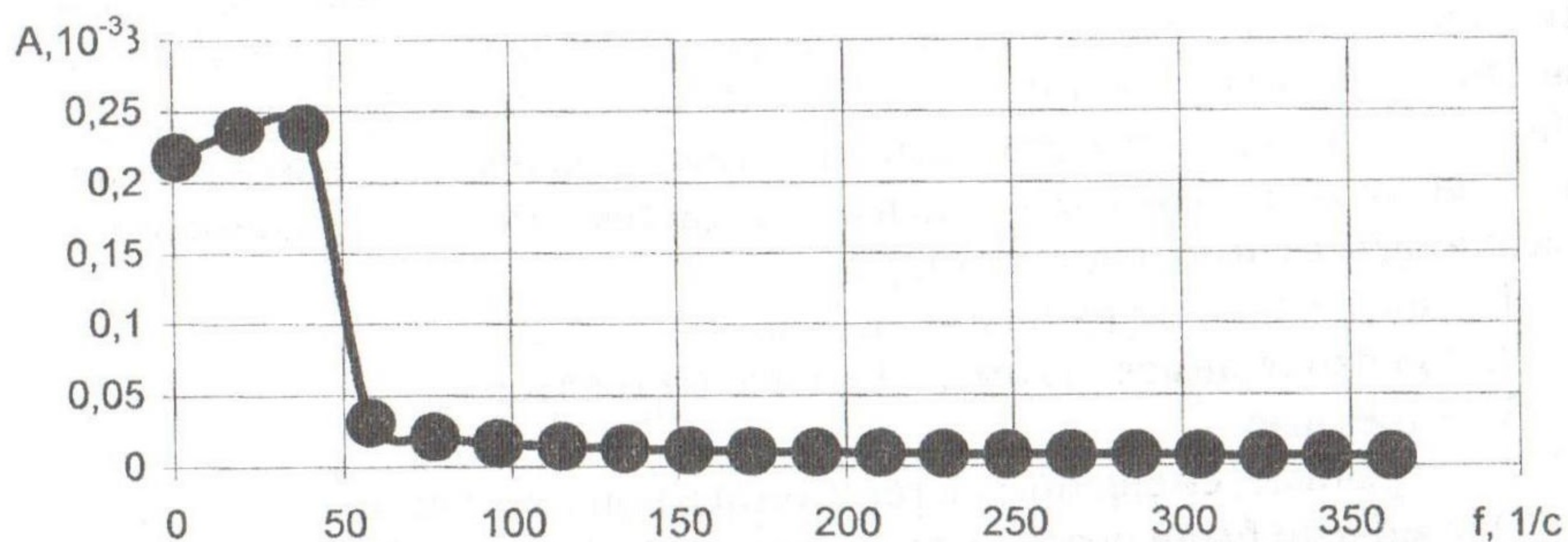


Рис. 2. Зависимость амплитуды колебаний осевой скорости от частоты прецессии вихревого ядра

Адекватность выполненных теоретических исследований также подтверждается визуализацией потоков при сжигании газа и при гидродинамическом моделировании (рис. 3 – 5).

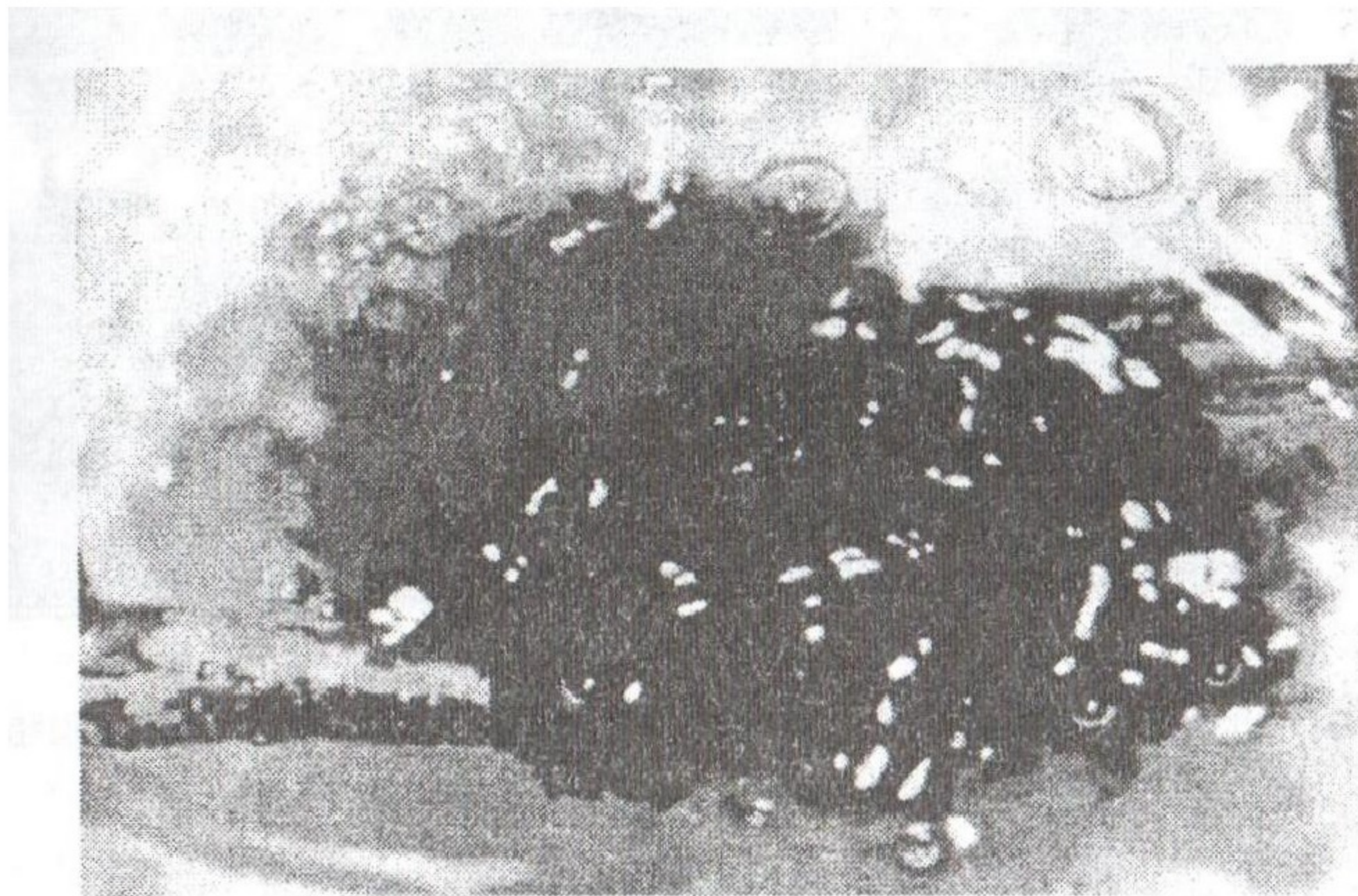


Рис. 3. Визуализация взаимодействия встречных смещенных закрученных потоков при гидродинамическом моделировании.

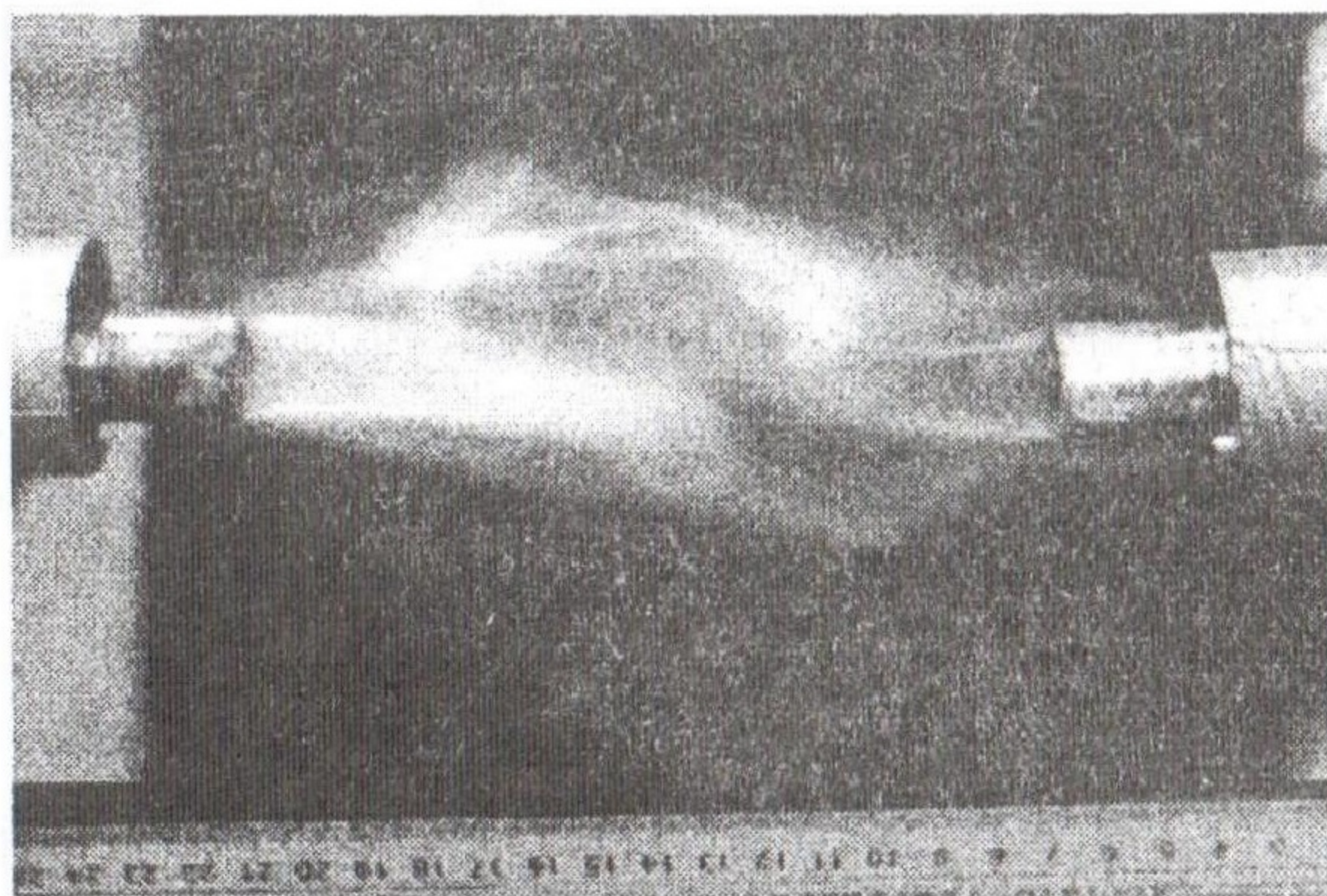


Рис. 4. Визуализация взаимодействия встречных смещенных закрученных потоков при сжигании сжиженного газа.

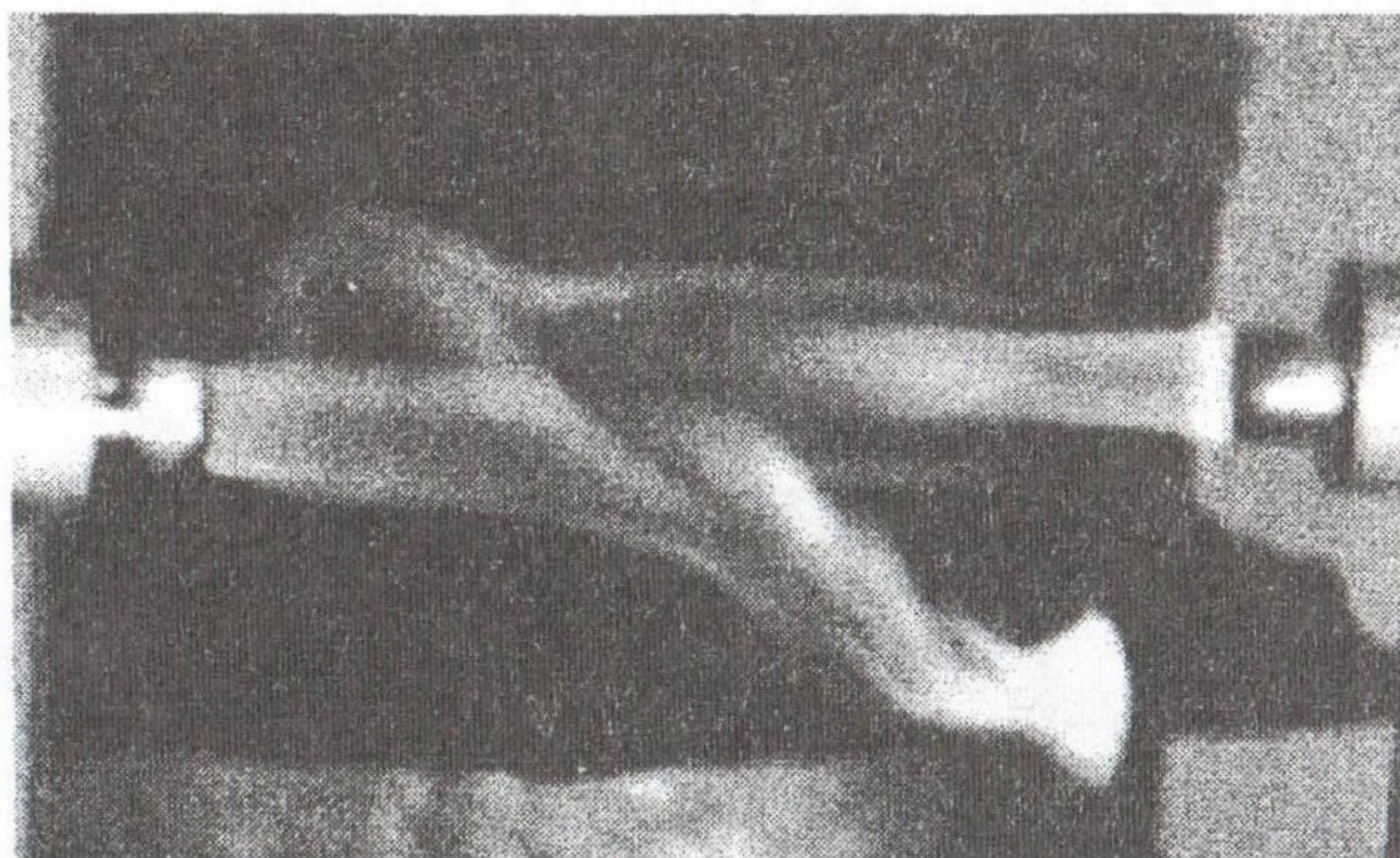


Рис. 5. Визуализация взаимодействия встречных смещенных потоков при сжигании сжиженного газа (без крутки).

ВЫВОДЫ:

1. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали значительное увеличение времени работы оборудования в номинальном (при коэффициенте полезного действия 90%) режиме, а также увеличение пределов варьирования тепловой нагрузки теплогенерирующих аппаратов.
2. Получены теоретические модели прецессии вихревого ядра, скорости сильнозакрученных потоков, взаимодействующих параллельно, под сходящимся углом, встречных и встречных смещенных, с учетом воздействия прецессирующего вихревого ядра;
3. Экспериментально подтверждена адекватность моделей.
4. Разработаны методики расчета осевой скорости закрученного потока и условия его устойчивости.

Литература

1. Гупта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987.
2. Чепель В.М., Шур И.А. Сжигание газа в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий. – 7-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1980. – 591 с.
3. Зайцев О.Н. Энергосбережение в автономных системах теплоснабжения // Науковий вісн. буд-ва. – Харків: ХДТУБА, 2000. – С. 204 – 207.
4. Зайцев О.Н. Моделирование взаимодействующих закрученных потоков в теплоэнергетических установках./Вісник ОДАБА, випуск №2, Одеса, 2000, С. 92 – 95.