

УДК: 662.612

ПУЛЬСАЦИИ СКОРОСТИ ЗАКРУЧЕННОЙ СТРУИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВОЛНОВЫХ ЧИСЛАХ КОЛЕБАНИЙ ВИХРЕГО ЯДРА

Гогунский В.Д. (Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса), Зайцев О.Н. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса), Нефедов Е.В., Донченко С.Б. (ОАО «Одессагаз», г. Одесса), Рутовский Д.О. (ООО «Южспецмонтаж»)

Исследовано влияние прецессирующего вихревого ядра при различных волновых числах на результирующую скорость закрученной струи. Выявлено резкое увеличение амплитуды скорости с течением времени кратное 40 секундному интервалу для волновых чисел от 1 до 10.

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. Однако, отсутствие данных по устойчивости результирующего течения при прецессии вихревого ядра в условиях сильной крутки вызывает значительные трудности при применении закрученных потоков в технологических процессах.

Исследование пульсаций результирующего течения выполнялось путем оценки колебаний амплитуды скорости при воздействии прецессирующего вихревого ядра на основе полученной зависимости для расчета скорости закрученного потока [1]:

$$U = \Omega \left(1 + e^{-\frac{(x+b)^2}{4\nu t}} \right) \left(\sin \left(nt - \frac{y}{\delta} \right) - e^{-\frac{y}{\delta}} \sin \left(nt - \frac{y}{\delta} \right) \right) (x + b) \quad (1)$$

Где n — волновое число; t — время, с; b — ширина пути перемешивания, м; ν — кинематическая вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$;

$$\delta = \left(2 \frac{f}{n}\right)^{0.5} \quad (2)$$

f — частота колебаний вихревого ядра, $1/\text{с}$.

Амплитуда колебаний определялась по результирующей скорости:

$$A = U \frac{\partial U}{\partial x} \quad (3)$$

Результаты расчетов приведены в виде зависимостей амплитуды пульсаций результирующей скорости от времени при частоте колебаний вихревого ядра 70 1/с в зависимости от волнового числа (рисунки 1—5) и от частоты колебаний вихревого ядра (рис.6).

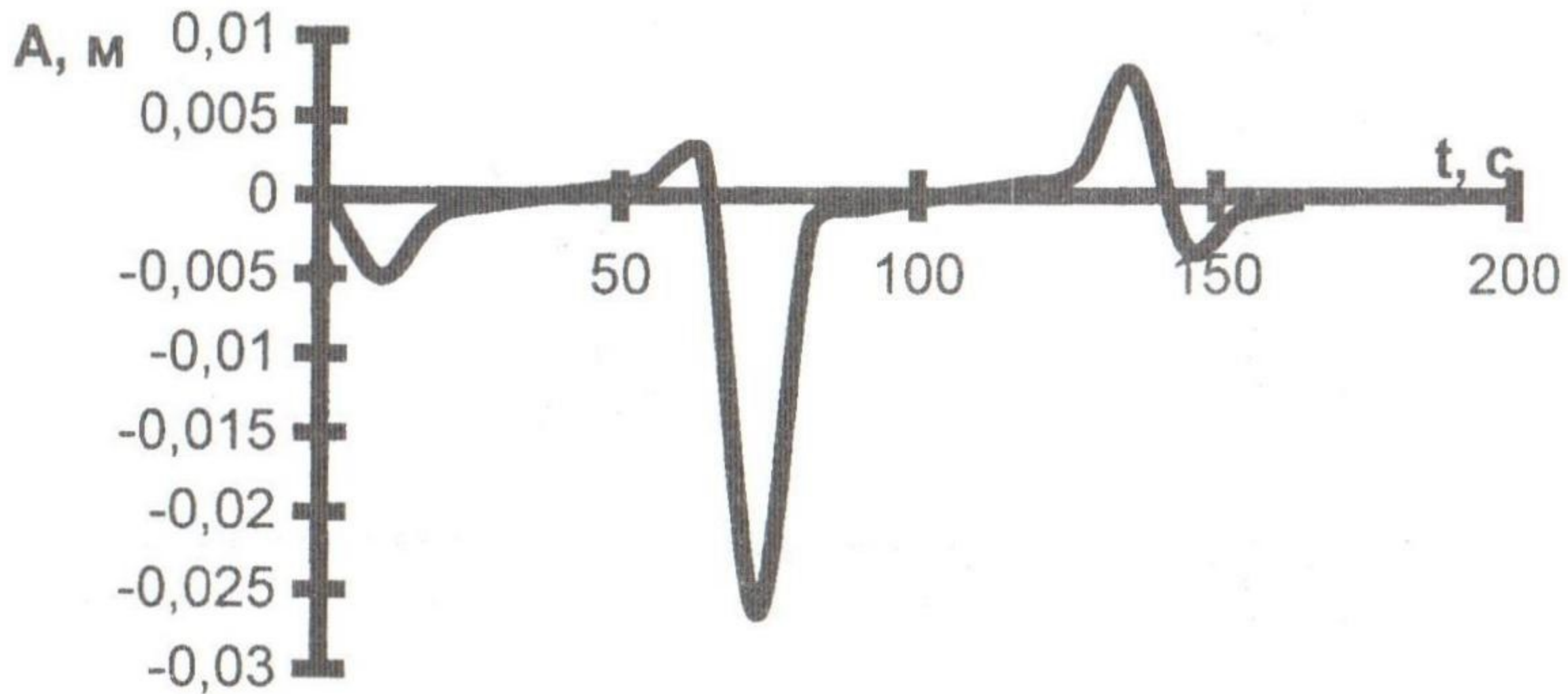


Рис.1. Изменение амплитуды скорости во времени при $n=1$.

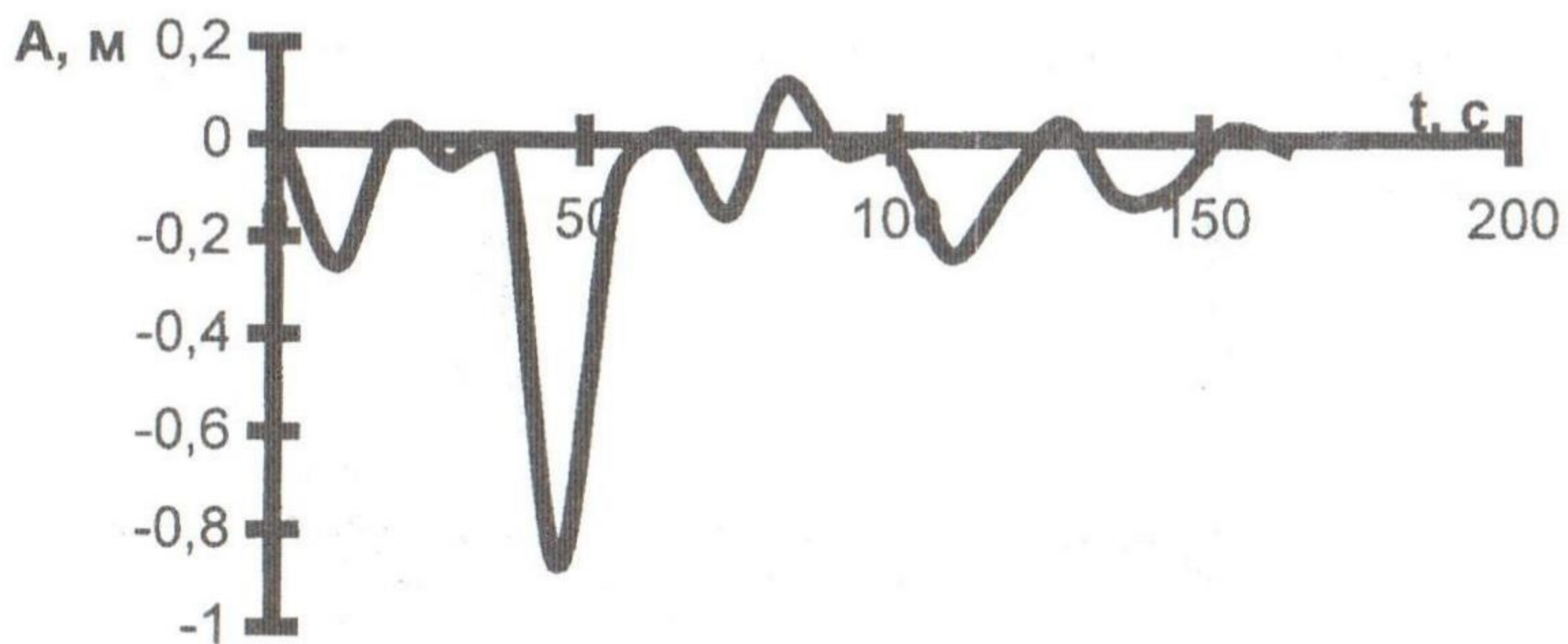


Рис.2. Изменение амплитуды скорости во времени при $n=2$.

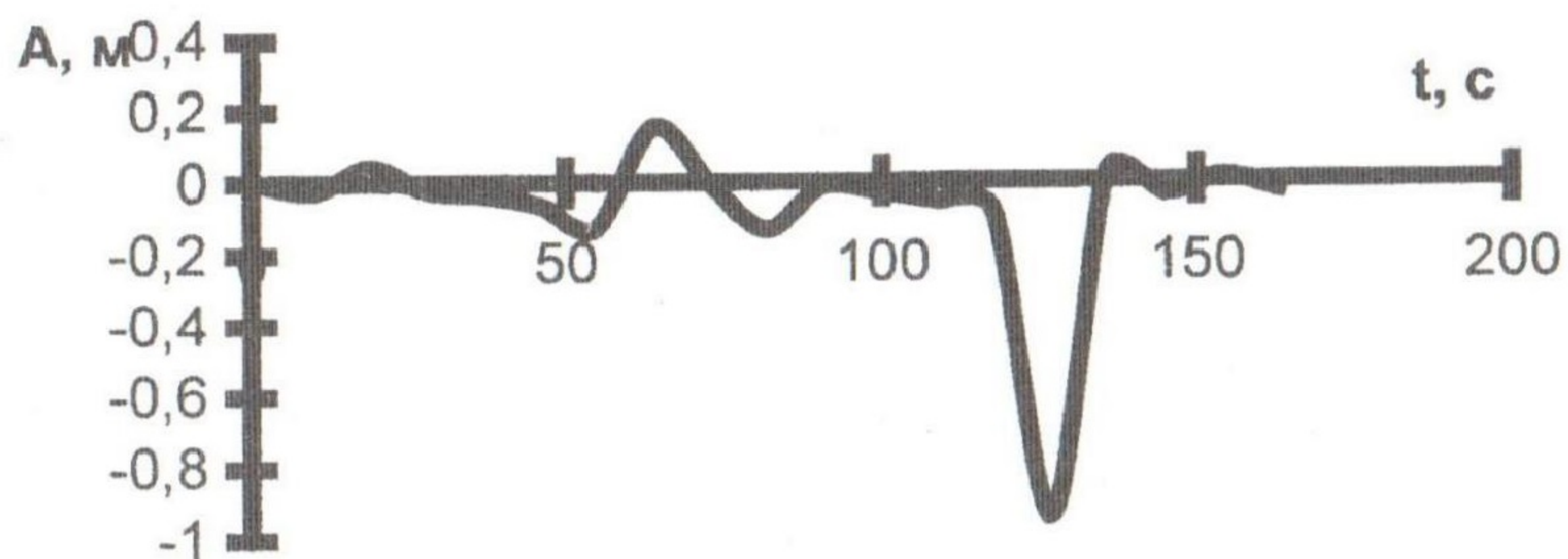


Рис.3. Изменение амплитуды скорости во времени при $n=3$.

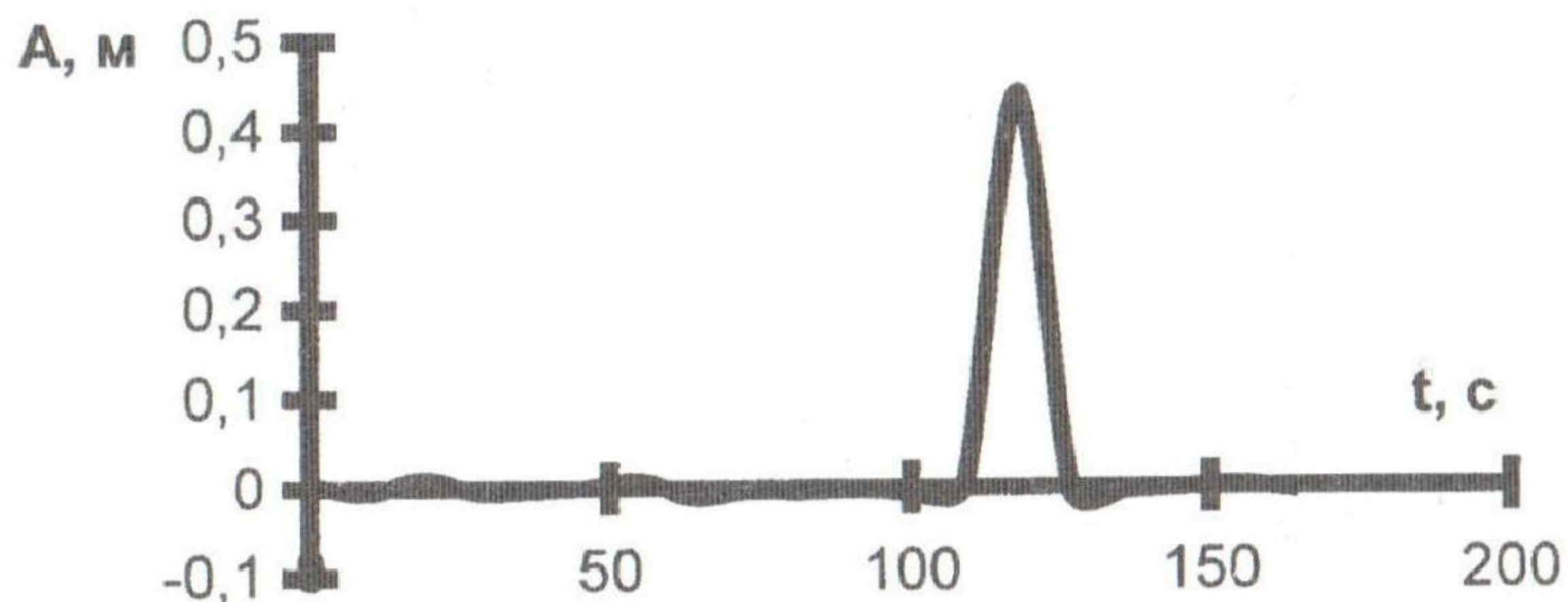


Рис.4. Изменение амплитуды скорости во времени при $n=4$.

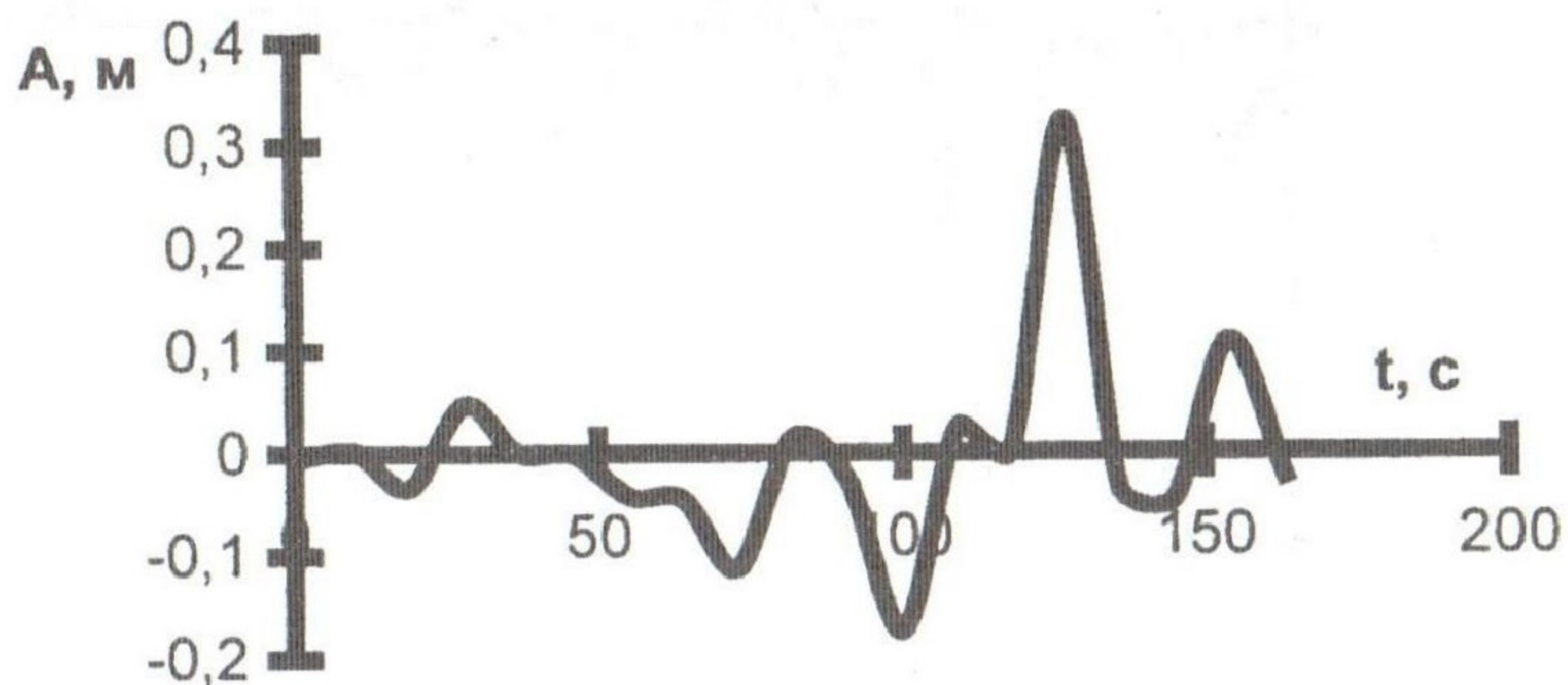


Рис.5. Изменение амплитуды скорости во времени при $n=10$.

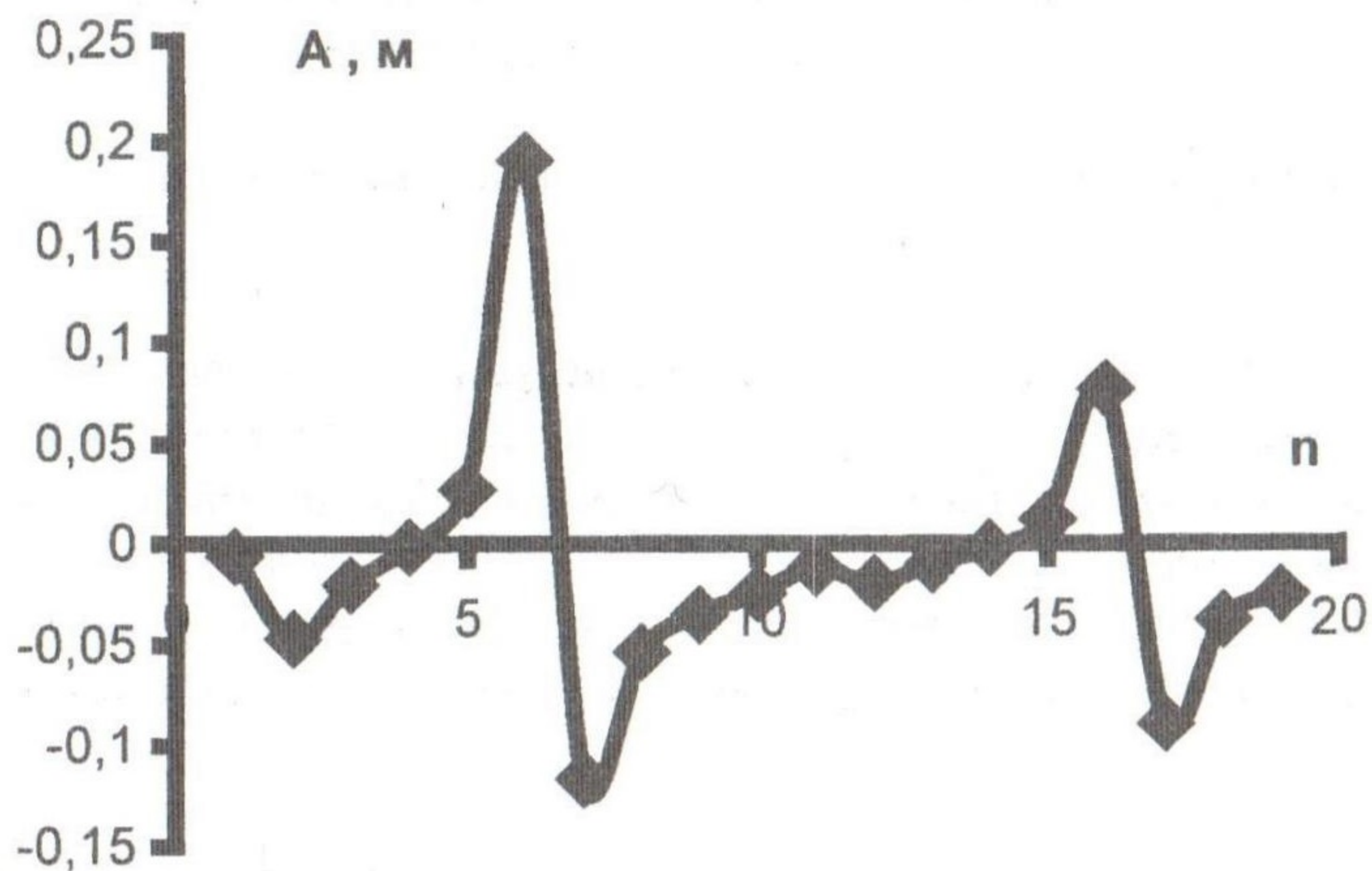


Рис.6. Зависимость амплитуды колебаний скорости от волнового числа при $f=70$ 1/с, $t=120$ с.

Результаты выполненных исследований пульсаций результирующей скорости, возникающих в результате воздействия прецессирующего вихревого ядра в закрученном потоке выявили периодичность возрастания амплитуды скорости ($T_{\text{пер}} \approx 40$ с.), что объясняется наложением колебаний вихревого ядра на турбулентные пульсации закрученного потока и периодом прецессии ядра в общем потоке. В то же время с увеличением волнового числа амплитуда колебаний скорости результирующего потока снижается. Полученные данные позволяют в зависимости от цели применения закрученных потоков воздействовать на амплитуду результирующего поля скоростей.

1. Зайцев О.Н. Моделирование взаимодействующих закрученных потоков в теплоэнергетических установках. / Вісник ОДАБА, випуск №2, Одеса, 2000, с.92-95.
2. Гупта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки: Пер. с англ. — М.: Мир, 1987, с.587.