

УДК 532.517, 621.565.93/.95

А.И. ХАЙБУЛЛИНА, к.т.н., доцент (КГЭУ)
А.Р. ХАЙРУЛЛИН, аспирант (КГЭУ)
г. Казань

ВЛИЯНИЕ ПОРОЗНОСТИ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ НА ИНТЕНСИФИКАЦИЮ ТЕПЛООБМЕНА

В данной работе проведено многопараметрическое численное исследование теплообмена и гидродинамики пористых сред при симметричных и несимметричных пульсациях потоков воздуха и воды. Моделирование проводилось в программном продукте Ansys Fluent [1]. Среда была представлена в виде двухмерного канала с рядом квадратных труб. В результате численного эксперимента в работе [2] получены обобщающие зависимости для прогнозирования теплоотдачи в пористой среде в условиях пульсирующих потоков воздуха и воды для симметричных и несимметричных пульсаций. Полученные критериальные уравнения справедливы для диапазонов числа Рейнольдса Re от 10 до 100, числа Прандтля Pr от 0,7 до 7,01, безразмерной относительной амплитуде пульсаций A/d от 1 до 3, частоте пульсаций f от 0,25 до 0,75, порозности от 0,75 до 0,938. Интенсивность теплообмена пористой среды при пульсирующем течении существенно зависит от режимных и геометрических параметров пористой среды. С увеличением числа Рейнольдса интенсивность теплообмена в пористой среде при пульсирующем потоке увеличивается, при этом степень интенсификации теплообмена снижается. С увеличением кинематической вязкости среды теплообмен в пульсационном течении уменьшается по сравнению со стационарным течением. Поэтому интенсификация теплообмена в пористой среде при пульсирующем потоке воздуха меньше. При теплообмене в пористой среде при пульсирующем потоке воды степень интенсификации уменьшается с увеличением числа Прандтля. С увеличением порозности интенсивность теплообмена в пульсирующем течении снижается. Степень интенсификации теплообмена в основном увеличивается с повышением порозности, при этом интенсификация может и понижаться в зависимости от интенсивности пульсаций. Степень при порозности, в обобщающих зависимостях [2], для симметричных пульсаций $-0,645$, для несимметричных $-0,307$. Для пульсирующих потоков воды увеличение порозности приводит к повышению степени интенсификации теплообмена. Влияние характера пульсаций менее значительно для потоков воды. Степень при порозности для симметричных пульсаций 0,912 (Pr 3,55), для несимметричных пульсаций 0,92.

На рис. 1-6 приведены результаты математического моделирования при различном числе Рейнольдса, амплитуды и частоты пульсаций, для потоков воздуха и воды.

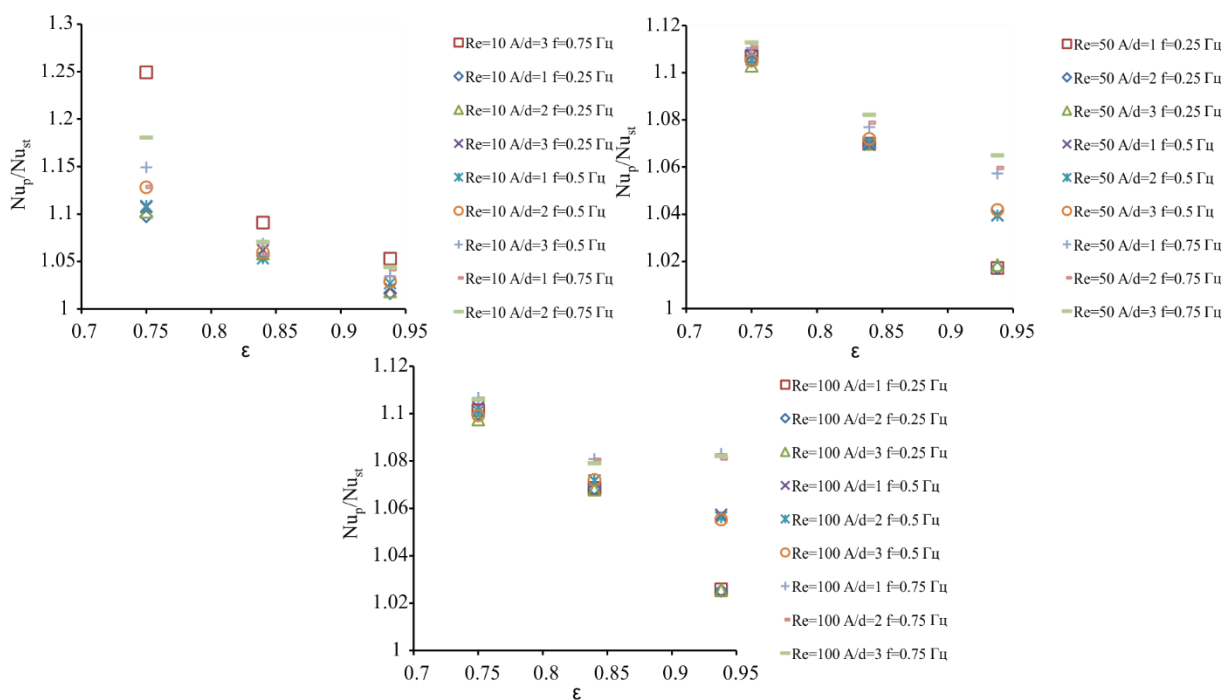


Рис.1. Зависимость интенсификации теплообмена от порозности при различных параметрах пульсаций для $Pr=0.7$ воздух (несимметричные пульсации).

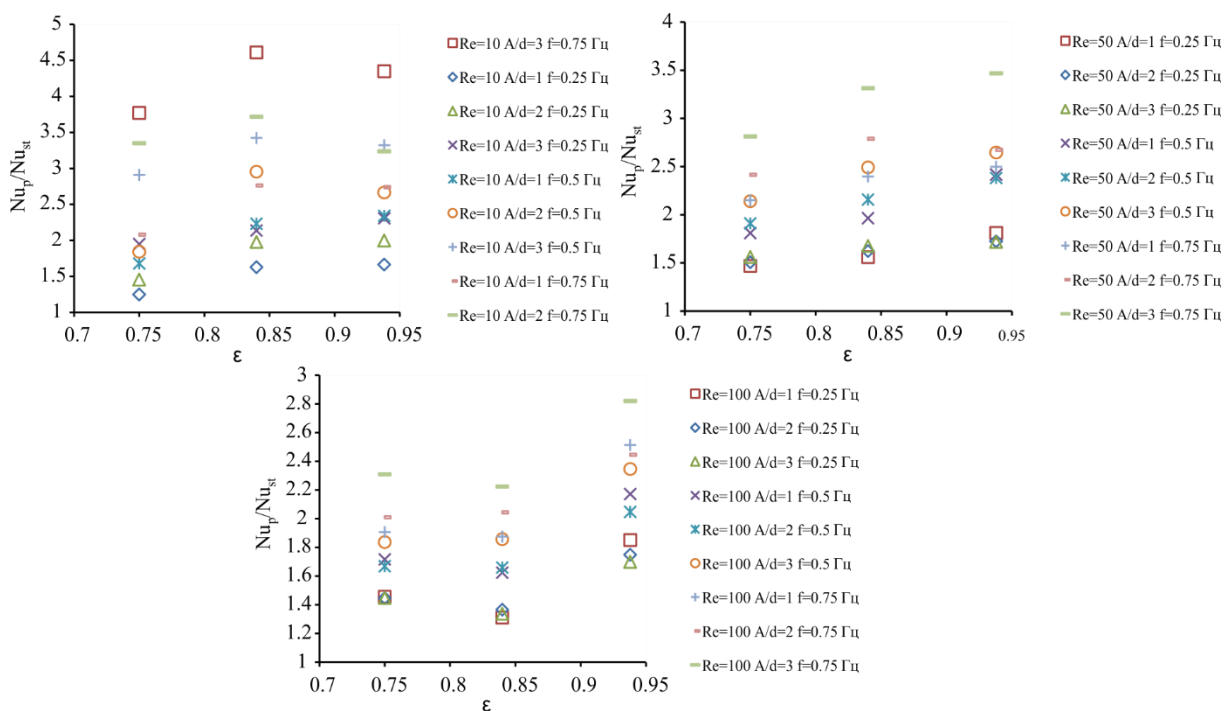


Рис.2. Зависимость интенсификации теплообмена от порозности, при различных параметрах пульсаций для $Pr=3.55$ вода (несимметричные пульсации).

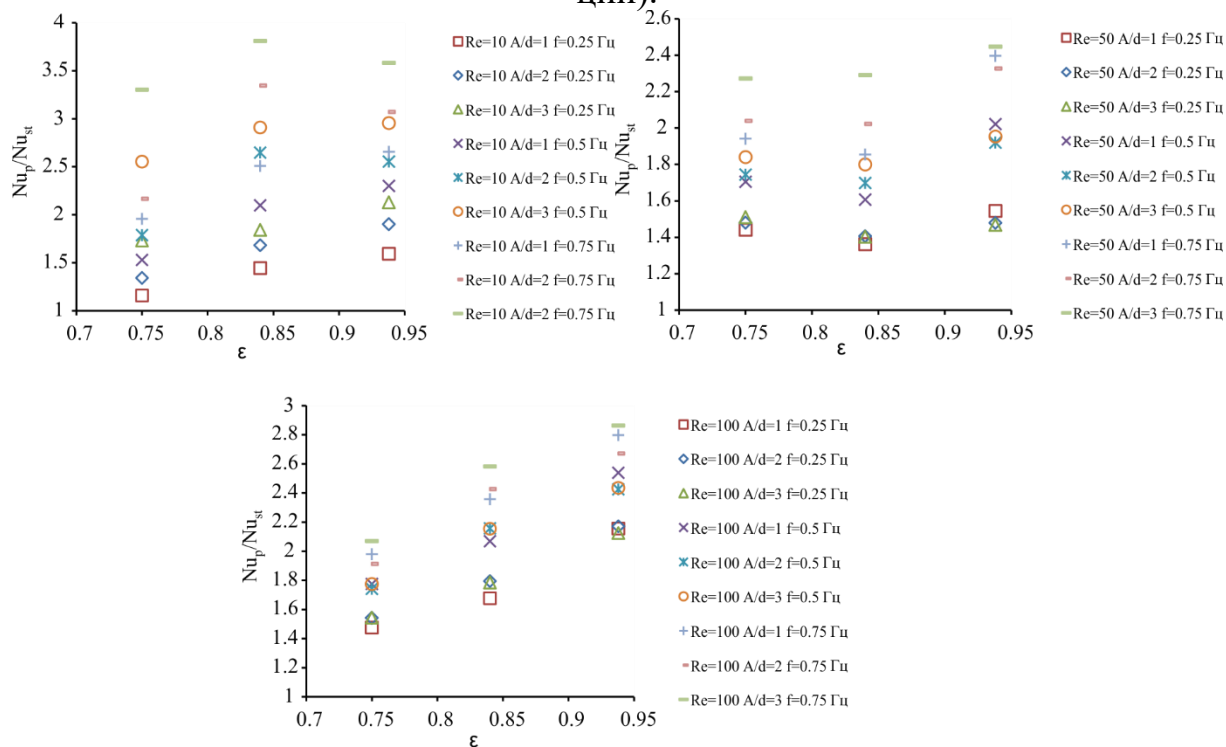


Рис.3. Зависимость интенсификации теплообмена от порозности, при различных параметрах пульсаций для $Pr=7$ вода (несимметричные пульсации).

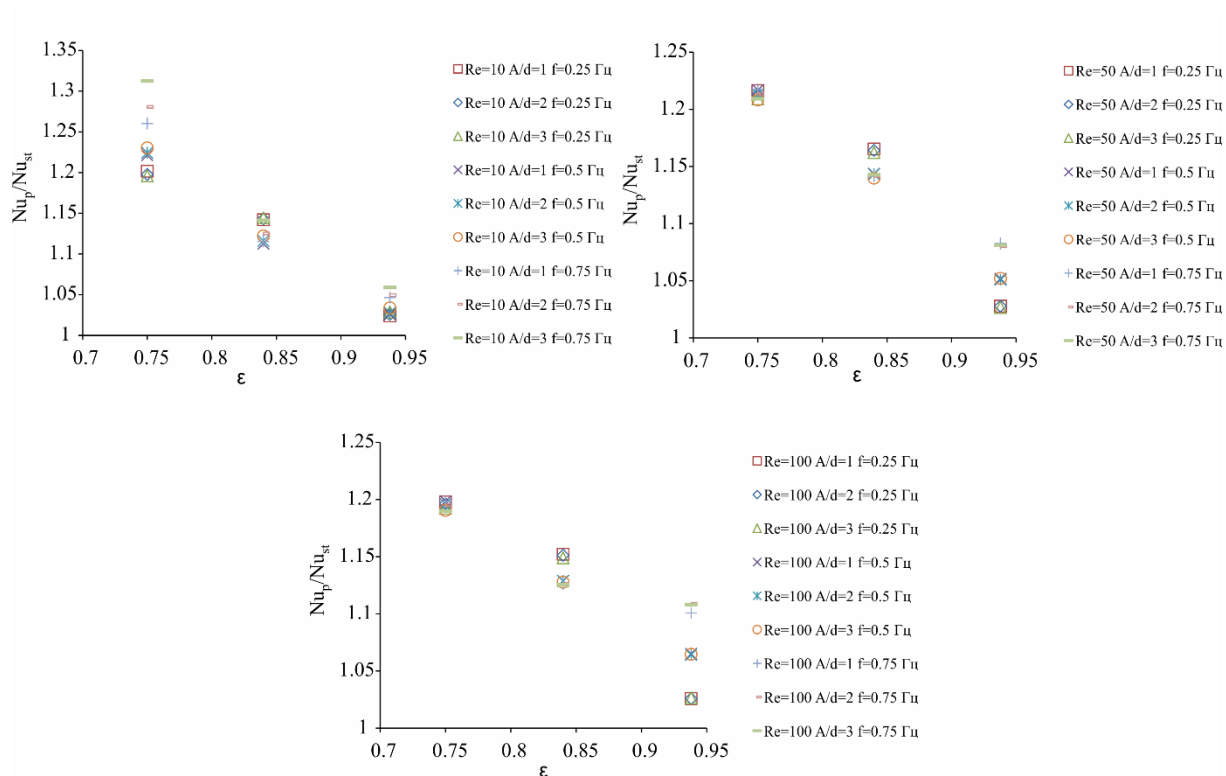


Рис.4. Зависимость интенсификации теплообмена от порозности, при различных параметрах пульсаций для $Pr=0.7$ воздух (симметричные пульсации).

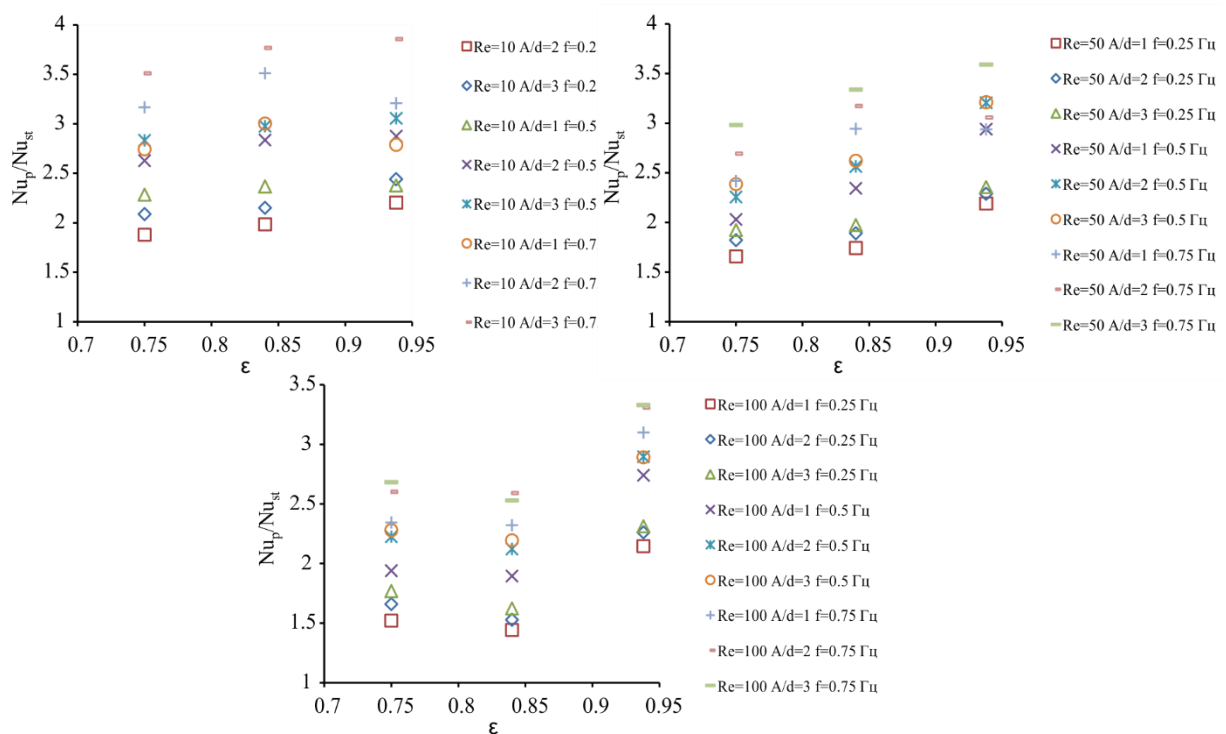


Рис.5. Зависимость интенсификации теплообмена от порозности, при различных параметрах пульсаций для $Pr=3.55$ вода (симметричные пульсации).

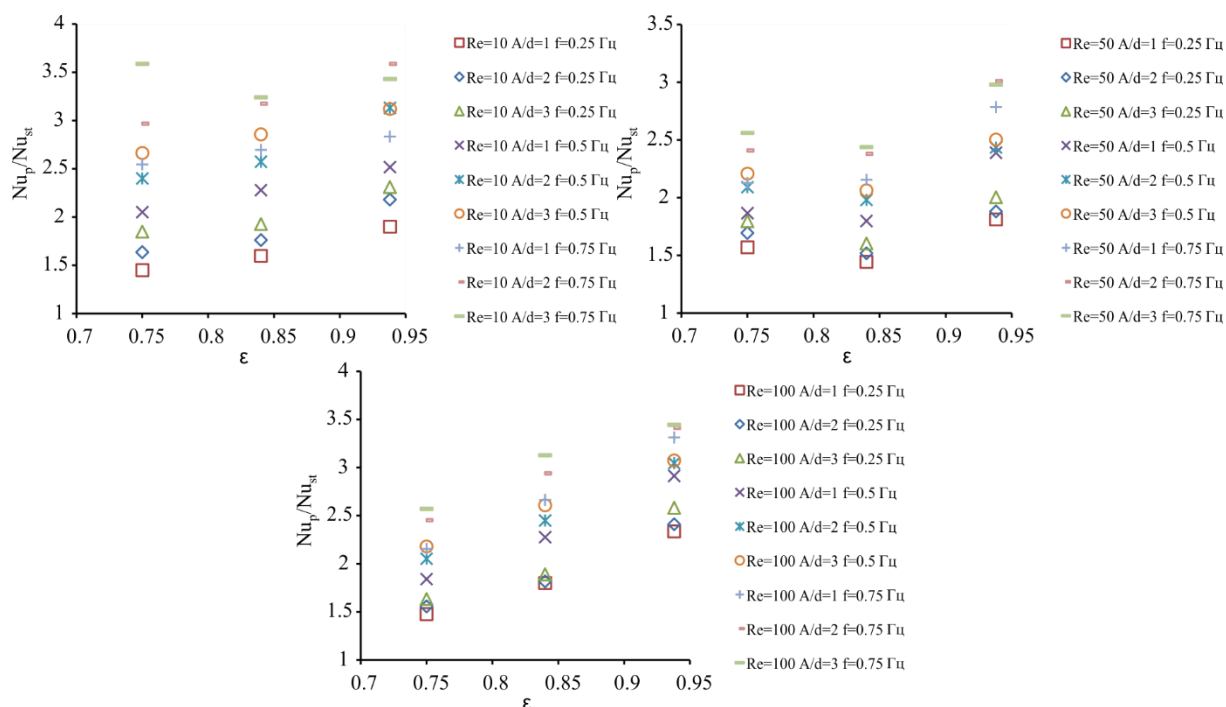


Рис.6. Зависимость интенсификации теплообмена от порозности, при различных параметрах пульсаций для $Pr=7$ вода (симметричные пульсации).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-10406, <https://rscf.ru/project/21-79-10406/>.

Список литературы

1. ANSYS FLUENT, ANSYS, Inc. Southpointe, 2018.
2. Хайбуллина А.И., Хайруллин А.Р., Синявин А.А. Теплогидравлическая эффективность пористых сред в потоке воздуха и воды при симметричных и несимметричных пульсациях // Инженерный вестник Дона. 2022. № 4 (88). С. 539-554.

Информация об авторах:

Хайбуллина Айгуль Ильгизаровна, к.т.н., доцент кафедры «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» КГЭУ, 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, haybullina.87@mail.ru

Хайруллин Айдар Рафаэлевич, аспирант кафедры «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» КГЭУ, 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, kharullin@yandex.ru