

# Исследование гидравлических сопротивлений в пучках гладких труб при продольном обтекании

УДК 621.039.517.3

Ф. Ф. БОГДАНОВ

Рабочий участок для исследования гидравлических сопротивлений состоял из шестигранной трубы (кожуха) с расстоянием между параллельными гранями кожуха  $S$ , равным 54,4 мм, нижнего и верхнего хвостовиков диаметром 35 мм с толщиной стенки 2 мм и пучка труб диаметром 19—19,8 мм и длиной 1100 мм, помещенных в упомянутый кожух. Трубы имели обтекаемые глухие наконечники на стороне набегающего потока. Длина измерительного участка 500 мм, стабилизационного участка 400 мм. Рабочей жидкостью служила вода с температурой 20° С. В качестве определяющего размера пучков гладких труб был принят эквивалентный гидравлический диаметр. Опыты проводились на разомкнутом гидравлическом стенде.

В процессе опытов при помощи дифференциальных манометров с ртутным наполнением определялся перепад давления на длине стабилизированного участка и длине всего канала. Отбор давления проводился посредством кольцевых камер (приваренных к кожуху канала снаружи), соединенных с внутренней полостью кожуха при помощи шести отверстий диаметром 1 мм; температура жидкости перед рабочим участком измерялась паспортным термометром с ценой деления 0,1° С, а давление жидкости в контуре перед рабочим участком — образцовым манометром. Расход жидкости через рабочий участок определялся объемным методом.

При обработке опытных данных коэффициент  $\lambda$  вычислялся по известному соотношению

$$\lambda = \frac{d_{\text{экв}}}{l} \cdot \frac{\Delta P 2g}{W^2 \gamma}$$

Анализ погрешностей приводит к численному значению максимальной относительной погрешности эксперимента:

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = 7,4\%$$

Результаты эксперимента представлены в виде графиков  $\lambda = f(Re)$  (рис. 1) и расчетных формул. На рис. 1 нанесены также данные других авторов [1—6]\*.

Опытные значения  $\lambda$ , полученные на плотном пучке гладких медных труб диаметром 19,8 мм без вытеснителей, располагались вдоль наклонной, описываемой соотношением

$$\lambda = 0,2 Re^{-0,25},$$

и удовлетворительно согласуются с результатами работ [4, 5].

\* На этом же рисунке для сравнения приведены данные, полученные автором настоящей работы на винтовых стержнях при плотной (кривая 2) и полуплотной (кривая 3) упаковке.

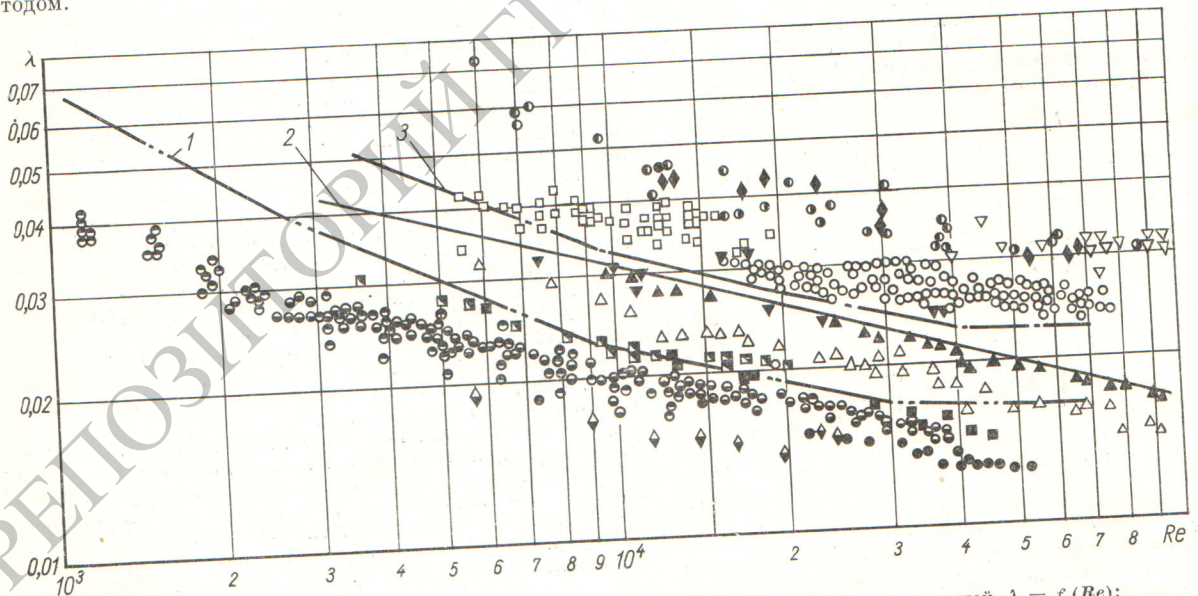


Рис. 1. Сводный график гидравлических сопротивлений пучков гладких и винтовых стержней  $\lambda = f(Re)$ :

1 — винтовые стержни без вытеснителей ( $S/d=1$ ); 2 — кривая Блазиуса; 3 — винтовые стержни с вытеснителями ( $S/d=1$ ); ● — гладкие медные трубы без вытеснителей при плотной упаковке; ■ — гладкие стальные трубы без вытеснителей при плотной упаковке; ◆ — гладкие стальные трубы с вытеснителями при плотной упаковке; ◊ — гладкие стержни ( $S/d=1,05$ ); ▽, ◆, ○ — данные работы [1] ( $S/d$  равно 1,5; 2,37; 2,05 и 1,76 соответственно); □ — данные работы [2], обработанные по  $d_{\text{экв}}$  с учетом смоченного периметра кожуха и без учета соответственно; △, ▲ — данные работы [3] (особые условия); ●, ○ — данные работ [4, 5] ( $S/d=1$ , треугольная решетка;  $S/d=1$ , квадратная решетка соответственно); ▽ — данные работы [6]; ○ — данные работы [5] ( $S/d=1,13$ )

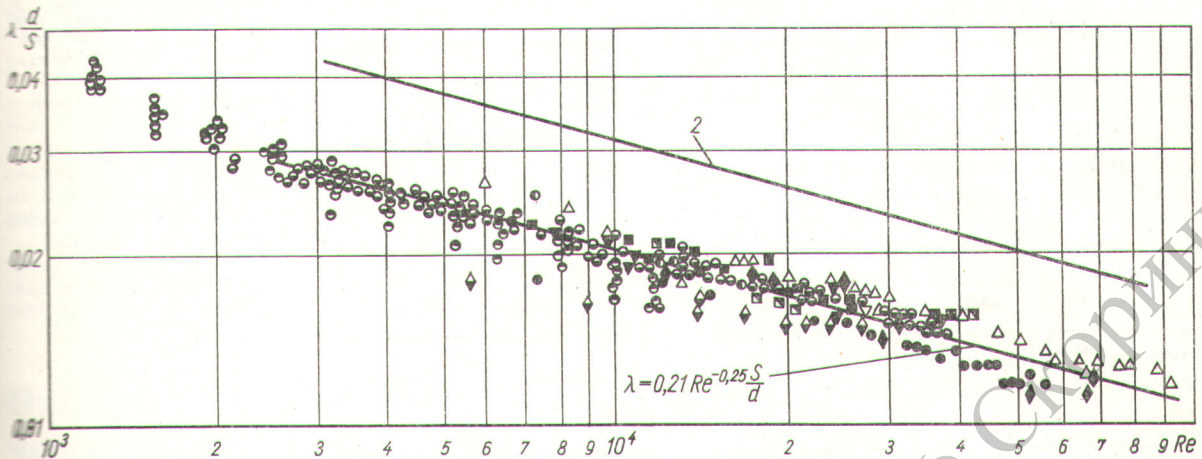


Рис. 2. Обобщенный график зависимости  $\lambda \frac{d}{S} = f(Re)$  для каналов с пучками гладких труб (обозначения те же, что и на рис. 1).

Все вышеприведенные данные, кроме результатов работ [3, 6]\*, нанесены на обобщенный график (рис. 2) зависимости

$$\lambda \frac{d}{S} = f(Re) \quad \text{или} \quad \lambda = 0,21 Re^{-0,25} \frac{S}{d}.$$

Отклонение экспериментальных данных от этой зависимости не превышает  $\pm 12-15\%$ . Последним соотношением можно пользоваться при расчете гидравлических сопротивлений каналов с пучками гладких труб в исследованном интервале изменения относительно шага.

(№ 156/3700. Статья поступила в Редакцию 11/IV 1966 г., аннотация — 9/III 1967 г. Полный текст 0,5 а. л., 3 рис., 1 табл., библиография 9 названий.)

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Салтиков, К. И. Беляков. «Теплоэнергетика», № 8, 13 (1954).
2. V. Le Tourneau, R. Grimbale, I. Zebre. Trans. ASME, 79, 1751 (1957).
3. Э. В. Фирсова. «Инженерно-физический журнал», № 5, (1963).
4. П. А. Ушаков и др. «Атомная энергия», 13, 162 (1962).
5. В. И. Субботин, П. А. Ушаков, Б. Н. Габрианович. «Атомная энергия», 9, 308 (1960).
6. P. Miller, I. Byrnes, D. Benchorado. A.I.Ch.E. Journal, No. 2, 226 (1956).

Применение итерационного метода взвешенных наименьших квадратов к обработке спектров  $\gamma$ -излучения при неупругом рассеянии нейтронов

Г. А. ТЮРНИН

УДК 539.108

Большая часть информации о функциях возбуждения при неупругом рассеянии нейтронов получена с использованием методики, основанной на регистрации  $\gamma$ -излучения, сопровождающего неупругое рассеяние нейтронов; детектором с NaJ(Tl).

Время, необходимое для обработки результатов измерений этого типа, сравнимо (а чаще много больше) с временем, требуемым для набора статистики.

Помимо обычной для  $\gamma$ -спектрометрии с детектором NaJ(Tl) задачи расфигурки сложных спектров в таких экспериментах существует специфическая проблема вычитания фона, возникающего от нейтронов, которые

попадают в детектор в результате рассеяния в образце. При неупругом рассеянии нейтронов на ядрах йода и натрия возникает несколько линий  $\gamma$ -излучения, а  $\gamma$ -излучение от захвата нейтронов и  $\beta$ -активность йода создают гладкую плавно спадающую компоненту фона.

Обычная методика вычитания фона, которая состоит в замене исследуемого образца эквивалентным углеродным рассеивателем, имеет два недостатка. Во-первых, необходимое количество углерода может быть определено лишь грубо на основании опубликованных данных по полным и дифференциальным сечениям; дополнительные трудности появляются из-за сильной зависимости сечений выхода линий  $\gamma$ -излучения йода и натрия от энергии нейтронов. Во-вторых, эта процедура не воспроизводит фона точно в широком интер-

\* В работе [6] использованы шероховатые стержни, в работе [3] — пучок с неплывным входом.