

Литвинцев Юрий Игоревич,
канд. хим. наук, доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: litvincev_1991@mail.ru

Козырев Арсений Алексеевич,
студент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: senyakozyrev666@mail.ru

Жуков Иван Олегович,
студент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: Ivan-zhukov138ru@mail.ru

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПОТЕРИ НАПОРА

Litvintsev Yu.I., Kozyrev A.A., Zhukov I.O.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF RELATIVE ROUGHNESS OF PIPELINES ON THE HEAD LOSS

Аннотация. Исследована зависимость относительной шероховатости трубопроводов на потери напора при различных скоростях течения жидкой среды.

Ключевые слова: потери напора, относительная шероховатость, критерий Рейнольдса.

Abstract. The dependence of the relative roughness of pipelines on pressure losses at different flow rates of the liquid medium is studied.

Keywords: head loss, relative roughness, Reynolds criterion.

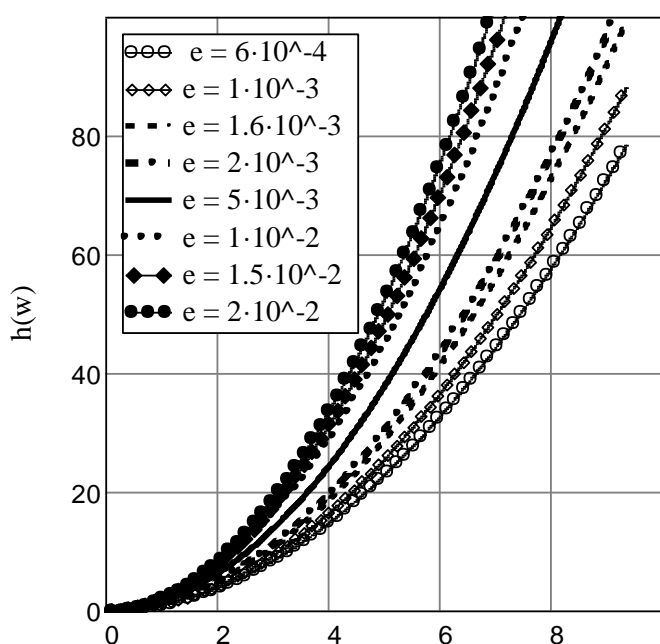
Проектирование трубопроводов для транспортировки жидкостей и газов является сложной технической задачей, которая может быть успешно решена с помощью гидравлических расчетов, играющих основную роль при назначении типов, размеров и конструкций трубопроводов. Гидравлический расчет любого трубопровода заключается в решении одной из следующих трех задач: 1. определение потерь напора при движении жидкости; 2. определение расхода жидкости; 3. определение необходимого диаметра трубопровода для пропуска расхода при требуемом напоре [1]. Все три задачи в случае равномерного движения решаются с помощью известной формулы Дарси—Вейсбаха:

$$h_{\text{тр}} = \lambda_{\text{тр}} \frac{l}{d_3} \frac{w^2}{2g},$$

где $h_{\text{тр}}$ – гидравлические потери напора на трение, м; $\lambda_{\text{тр}}$ – коэффициент гидравлического трения; l – длина трубопровода, м; d_3 – эквивалентный диаметр, м; w – скорость течения жидкости, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с².

Для решения любой из отмеченных трех задач необходимо определить величину коэффициента гидравлического трения $\lambda_{\text{тр}}$. Поэтому вопрос о выборе расчетной формулы для определения $\lambda_{\text{тр}}$ имеет большое практическое значение. В общем случае $\lambda_{\text{тр}}$ является функцией от критерия Рейнольдса (Re). Коэффициент сопротивления трения по длине трубопровода при ламинарном движении являются функцией только от Re, а от материала и состояния по-

верхности стенок, окружающих поток, не зависит. Иное положение наблюдается при турбулентном движении. Как показывают опыты, коэффициент $\lambda_{тр}$ по длине потока, учитывающий гидравлические условия течения при турбулентном режиме, зависит не только от вязкости жидкости, но и от относительной шероховатости стенок труб (Δ/d), т.е. $\lambda_{тр} = f(Re, \Delta/d)$ [2]. Поэтому важное значение приобретает абсолютная шероховатость (Δ), зависящая от материала и срока эксплуатации трубопровода. Для анализа влияния относительной шероховатости на потери напора, зададимся исходными данными: перекачиваемая жидкость – вода ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\mu = 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$), длина трубопровода (l) 100 м, внутренний диаметр (d) 0,1 м.



Результат влияния различных значений относительной шероховатости труб на потери напора представлен на рисунке 1. Анализируя данный график можно отметить, что значение относительной шероховатости оказывает заметное влияние на потери напора при скорости движения жидкости свыше 3 м/с. Поэтому рекомендуемые скорости течения жидкости в трубопроводах находятся в пределах от 0,5 до 3 м/с.

Рисунок 1 – График зависимости потерь напора от скорости течения жидкости при различных значениях относительной шероховатости.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Булгаков, И.С.** Исследование зависимости коэффициента гидравлического трения жидкости (λ) от числа Рейнольдса (Re) применительно к гидроприводу / И.С. Булгаков, И.А. Секисова, Е.П. Терехин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) – 2016. – номер 5. – С. 5-10.

2. **Альштуль, Д.А.** Гидравлические сопротивления трубопроводов / А.Д. Альштуль, В.И. Калицун – Москва : Издательство литературы по строительству, 1964 – 175 с.