

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПОТОКА

И. П. ЧАЩИН, Н. Т. ШАЛАВИН, Ю. Н. СУХУШИН

(Представлена научным семинаром кафедры процессов, аппаратов
и кибернетики химических производств)

Из литературных данных известно, что при введении в поток высокополимерных веществ с концентрациями 10^{-2} — $10^{-6}\%$ происходит снижение гидравлического сопротивления [1—4].

С целью более глубокого изучения и выяснения механизма влияния полимерных добавок нами проведены исследования на теплообменнике типа «труба в трубе», работающего в режиме холодильника. По кольцевому сечению теплообменника пропускалась дистиллированная вода с добавкой полимера, которая циркулировала в замкнутом контуре. С целью снижения влияния условий входа и выхода на гидродинамику потока вся длина теплообменника была условно разбита на участки.

Перепад давления на стабилизированном участке ($L/d_0 > 60$) для большей точности измерялся U-образным двухжидкостным манометром с точностью $\pm 0,5$ н/м². Рабочими жидкостями в манометре были йодистый изобутил ($\rho = 1613$ кг/м³) и дистиллированная вода ($\rho = 1000$ кг/м³). Расход теплоносителя измерялся объемным методом с точностью $\pm 0,01$ литра.

Замеры температур стенки и потока на этом участке производились термопарами ХК, подключенными к милливольтмикроамперметру с точностью $\pm 0,2^\circ\text{C}$. Опыты проводились при значениях чисел Рейнольдса $(1-4) \cdot 10^4$ и отличались друг от друга расходом теплоносителя и количеством полимерной добавки. В качестве полимерной добавки в опытах использовался полиэтиленоксид. При вводе в поток добавки полиэтиленоксида наблюдается снижение коэффициента гидравлического сопротивления ($\lambda_{\text{тр}}$). Эффект снижения зависит от скорости движения потока и концентрации добавки полимера.

Результаты опытов показывают, что снижение коэффициента гидравлического сопротивления трения при наличии полимерной добавки увеличивается с увеличением скорости движения теплоносителя. Так, при значении числа Рейнольдса Re , равного $3 \cdot 10^4$, коэффициент гидравлического сопротивления уменьшается примерно в 2 раза по сравнению с теплоносителем без добавки. Также установлено, что с повышением концентрации ($3 \cdot 10^{-5}$ — $3 \cdot 10^{-2}$) полимера эффект снижения гидравлического сопротивления увеличивается. Полученные нами данные удовлетворительно согласуются с литературными [1—4].

Нами также было исследовано влияние добавки полиэтиленоксида на величину коэффициента гидравлического сопротивления в зависимости от молекулярного веса полимера при постоянной концентрации его в потоке $3 \cdot 10^{-3}\%$. Исследования проводились с применением поли-

этиленоксида с молекулярными весами $(3,647; 5,0; 6,093; 9,333) \cdot 10^6$ л.

Из результатов исследований, представленных на рис. 1, видно, что с увеличением молекулярного веса полимера происходит снижение гидравлического сопротивления тем больше, чем больше молекулярный вес его. Эффект снижения коэффициента гидравлического сопротивления можно объяснить тем, что с увеличением молекулярного веса полимера (учитывая его линейную структуру) длина цепи его увеличивается. Это в свою очередь ведет к тому, что на молекуле полимера будут гаситься крупные турбулентные вихри, что также подтверждает гипотезу Баренблата [4] о механизме влияния добавок полимера.

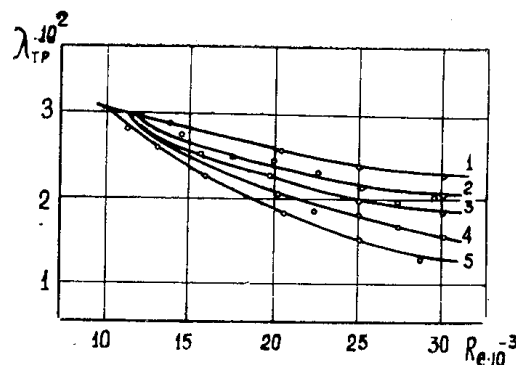


Рис. 1. Зависимость снижения коэффициента гидравлического сопротивления от молекулярного веса полимера: 1 — теплоноситель без добавки; 2 — теплоноситель с добавкой полимера мол. вес. $= 3,647 \cdot 10^6$; 3 — теплоноситель с добавкой полимера мол. вес. $= 5,0 \cdot 10^6$; 4 — теплоноситель с добавкой полимера мол. вес. $= 6,093 \cdot 10^6$; 5 — теплоноситель с добавкой полимера мол. вес. $= 9,333 \cdot 10^6$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. А. Б у е в и ч. К модели снижения сопротивления при введении частиц в турбулентный поток жидкости. МЖГ, № 2, 1970.
2. В. И. П о п о в, Е. М. Х а б а х п а ш е в а. Исследование теплообмена при ламинарном течении структурно-вязких жидкостей. ИФЖ. Т. 12, № 2, 1967.
3. Ю. Р. И в а н ю т а, А. А. Ч е к а л о в а. Экспериментальное исследование турбулентного течения в трубе слабых растворов полимеров. ИФЖ. Т. 18, № 6, 1970.
4. Г. И. Б а р е н б л а т, Г. И. Б у е в и ч. Об одном возможном механизме влияния малых добавок полимера на турбулентность. ПМТФ, № 5, 1965.