

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ОРГАНИЧЕСКИХ
ВЕЩЕСТВ НА ТЕПЛООБМЕН И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ
СОПРОТИВЛЕНИЯ В ПОТОКЕ**

И. П. ЧАЩИН, А. Г. ПЬЯНКОВ, В. П. ИГНАТОВ

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

Без перемещения жидкостей по трубопроводам и каналам не обходится ни одна из отраслей современной промышленности. В связи с этим большое значение имеют вопросы, связанные с уменьшением мощности, затрачиваемой на преодоление гидравлического сопротивления трения при движении потока жидкости по трубопроводам.

В последние годы ученых заинтересовало снижение гидравлического сопротивления потока жидкости путем введения в него органических добавок [1—3].

Нами в лабораторных условиях проведены экспериментальные исследования по влиянию молекулярного веса полимерной добавки, пределы температурной устойчивости полимера, влияние рН среды на эффективность действия полимерных добавок по снижению гидравлического сопротивления. Также в качестве органических добавок использовались некоторые спирты (пропиловый, дециловый, глицерин), где определялось влияние их на теплообмен и гидравлические сопротивления в потоке.

Исследования проводились на теплообменнике с электрическим обогревом. По теплообменнику циркулировала дистиллированная вода с добавкой полимера (спирта), циркуляция обеспечивалась центробежным насосом типа «Кама-3М». С целью снижения влияния условий входа потока в теплообменник (труба медная $d = 18 \times 2$) вся длина его была условно разбита на участки и был выделен стабилизированный участок трубы, на котором проводились замеры перепада давления и температур и для которого $l/d_{\text{экв}} > 50$. Перепад статического давления измерялся V-образным двухжидкостным манометром, расход рабочей жидкости измерялся объемным методом. Температуры стенки трубы и потока измерялись хромель-копелевыми термопарами, подключенными к милливольтмикроамперметру М193/3. Опыты проводились с различными добавками и отличались друг от друга расходом $R_e = (1 \div 3) \cdot 10^4$ и концентрацией добавки.

Из рассмотренных полимеров наиболее эффективными по снижению гидравлического сопротивления (50÷60%) оказались полиэтиленоксид (ПЭО) и полиакриламид (ПАА). Также были проведены исследования по влиянию рН среды на эффективность действия полимерных добавок. рН среды в опытах изменялось от 3 до 13. Результаты показали, что с увеличением рН среды от 7 до 10 эффективность действия ПАА резко

снижается, а при $pH = 12$ — равна нулю. В щелочных средах эффективность остается максимальной. Для ПЭО наблюдается противоположная зависимость.

Были проведены эксперименты по определению оптимальных концентраций добавок ПАА и ПЭО по снижению гидравлического сопротивления трения и теплообмена. Полученная зависимость носит экстремальный характер. Наличие экстремальной точки (оптимальной концентрации) объясняется, очевидно, тем, что при концентрациях полимерной добавки $C > C_{\text{опт}}$ макромолекулы полимера находятся в агрегированном состоянии за счет сил межмолекулярного сцепления, и чем выше степень агрегации, тем больше они отличаются от линейных структур, а при большом разбавлении, когда $C < C_{\text{опт}}$, молекулы находятся в линейном состоянии и вероятность гашения турбулентных пульсаций уменьшается из-за чисто количественных причин. Также было установлено, что с увеличением молекулярного веса полимерной добавки ее эффективность по снижению гидравлического сопротивления и теплообмену возрастает.

Были проведены исследования по влиянию температуро-устойчивости добавок ПЭО и ПАА. Опыты показали, что добавка ПЭО теряет свою способность по снижению гидравлического сопротивления уже при 80°C , а добавка ПАА мало меняет свои свойства по влиянию на турбулентность потока до температуры 200°C .

Проведены также исследования по теплообмену и гидравлическим сопротивлениям в потоке с добавками спиртов: нормальный пропиловый, нормальный дециловый и глицерин. Концентрация спирта в растворе менялась в пределах от 0,1 до 1% *вес.* Результаты опытов показали, что при $Re = (1-3) \cdot 10^4$, добавляя небольшое количество спирта в поток, существенно (в 2 раза) увеличивается интенсивность теплообмена и незначительно снижаются гидравлические сопротивления. Для каждого спирта в указанных пределах были установлены оптимальные концентрации, при которых наблюдался наибольший эффект по интенсификации теплообмена. Было замечено, что с увеличением количества углеродных атомов в спирте, оптимальная концентрация уменьшается. Из полученных результатов исследования также следует, что увеличение количества гидроксильных групп в молекуле спирта положительно сказывается на интенсификацию теплообмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Г. Баренблат и др. ПМТФ, № 5, 1965.
2. И. Г. Ильперин, Б. М. Смольский. ИФЖ, т. 10, № 2, 1966.
3. Ф. Ю. Иванюта, Л. А. Чекалова. ИФЖ, т. 18, № 6, 1970.