

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТЕЧЕНИИ В КАНАЛАХ С КОЛЬЦЕВЫМИ ТУРБУЛИЗАТОРАМИ

Закиров Санат Гапурович, Нурматов Тахир Бахтиярович, Умаров
Уйгун Эркинович, Абдуллаев Миролим

kudrat_kf@list.ru

Ташкентский государственный технический университет

Основными способами интенсификации конвективного теплообмена в теплообменных аппаратах являются:

- изменение скорости потока;
- изменение термического сопротивления;
- использование развитых поверхностей теплообмена путем оребрения, ошпировки;
- воздействие на поток с целью его искусственной турбулизации.

При значениях критерия Рейнольдса, соответствующих ламинарному и переходному режимам за счет искусственной турбулизации достигаются значения коэффициента теплоотдачи, характерные для развитого турбулентного потока. Но в связи со снижением эффекта, получаемого от искусственной турбулизации, при повышении числа Re может наступить момент, когда темп роста теплоотдачи и развитие турбулентности будет экономически бесполезным.

Поэтому выбор метода интенсификации необходимо производить с учетом гидравлического сопротивления [1]. Чтобы достичь самой максимальной экономическо-эффективной конструкции теплообменного аппарата нужно рассчитать с самими минимальными погрешностями. Однако для расчета теплообменника работающего в области переходного режиматечения жидкости надежных расчетных формул нет [2].

Интенсификация теплообмена с использованием периодических кольцевых выступов и канавок является один из наиболее эффективных и исследованных способов интенсификации.

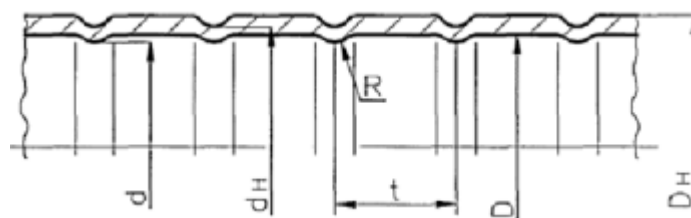


Рис. 1. Продольный разрез трубы с кольцевой накаткой

Для труб с кольцевыми турбулизаторами получены обобщающие зависимости для определения коэффициентов теплоотдачи и гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса Re , шага расположения турбулизаторов t/D и высоты турбулизатора d/D [3].

Нами проведены исследования по нагреванию воды с 20 до 26 °С при изменении $Re=2600-13900$, относительном шаге накатки кольцевых канавок $t/D=0,5$ и высоте турбулизатора $d/D=0,95$ и средней температуре нагреваемой воды $t=45$ °С (табл.1). Опыты проведены как с гладкой, так и с кольцевыми

накатанными трубами. Из таблицы видно, что нанесение кольцевых канавок на поверхность труб приведет к существенному повышению теплообмена.

Таблица 1

№	ω , м/с	$Nu_{эл}$	$Nu_{нак}$	$\alpha_{эл}$, Вт/м ² *К	$\alpha_{нак}$, Вт/м ² *К
1	0,0995	17,18	37,96	688,6	1518
2	0,115	19,63	43,38	738,2	1738,72
3	0,132	22,17	48,9	889	1960,89
4	0,1478	24,54	54,23	983,4	2171
5	0,1643	27	59,67	1081,8	2388
6	0,181	29,52	65,23	1184	2612
7	0,199	32,1	70,94	1296,6	2840,7
8	0,214	34,4	76,02	1380,1	3048
9	0,23	36,87	81,48	1482	3267
10	0,2463	39,05	86,3	1567,6	3459
11	0,264	41,54	91,8	1667	3679
12	0,279	43,6	96,35	1749	3862
13	0,299	46,45	102,65	1863,8	4114
14	0,312	48,23	106,58	1934,6	4272
15	0,328	50,6	111,82	2031	4483
16	0,38	60	132,73	2409	5434
17	0,449	68,77	151,98	2760	6087
18	0,526	77,97	172,31	3128	6895

Ниже приведены опытные данные по ΔP , ξ для гладкой и накатанной труб для тех же скоростей потока (табл. 2).

Таблица 2

№	$\Delta P_{г\text{л.}}$, Па для гор. исто.	ξ	$\Delta P_{нак.}$, Па для гор. исто.	$\Delta P_{г\text{л.}}$, Па для хол. исто.	ξ	$\Delta P_{нак.}$, Па для хол. исто.
1	17,16	0,044	31,22	84	0,04	183,6
2	19,88	0,043	40,11	98,13	0,039	245
3	22,67	0,041	51	111,74	0,038	306,3
4	25,51	0,04	62,4	125,88	0,037	379,35
5	28,37	0,039	69,4	139,6	0,036	450
6	31,04	0,038	89	152	0,035	532
7	34,3	0,037	105	168	0,0348	614,7
8	36,6	0,036	119	181	0,034	716
9	38,75	0,0355	135	194	0,033	811
10	42	0,035	152	205,35	0,0326	912
11	45	0,0346	172	221,45	0,032	1023
12	47,76	0,034	189	237	0,0318	1131
13	51	0,0336	213	251	0,031	1262
14	53,4	0,033	230	266	0,03	1388
15	56	0,032	251	284	0,03	1523
16	65	0,031	324	331,5	0,029	2031,6
17	76,4	0,03	434	395	0,028	2760,7
18	90	0,029	573	468	0,027	3725

Сопоставление табличных данных показывает, что в области переходного течения жидкости рост теплоотдачи опережает рост гидравлического сопротивления в накатанных трубах. Интенсификация теплообмена в трубах с кольцевыми турбулизаторами даст существенный эффект в области переходного режима течения в теплообменных аппаратах «труба в трубе».

Список использованных источников

1. Юсупбеков Н.Р., Нурмухаммедов Х.С., Закиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва курилмалари. – Тошкент: Шарқ, 2003. – 644 б.
2. Мавлонов Э.Т., Нурматов Т.Б., Каримов К.Ф., Нурмухаммедов Х.С., Темиров О.Ш., Боботиллаев Б.Б. Влияние шага расположения турбулизаторов на интенсивность теплоотдачи при охлаждении аммонизированного рассола // Химия и химическое образование. 7-й Международный симпозиум. Владивосток, 17-20 октября 2017 года. С. 81-83.
3. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А. и др. Интенсификация теплообмена в каналах. – М.: Машиностроение, 1981, -288 с.