

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

«Умидли кимёгарлар-2017»

ЁШ ОЛИМЛАР, МАГИСТРАНТЛАР ВА БАКАЛАВРИАТ
ТАЛАБАЛАРИНИ XXV - ИЛМИЙ-ТЕХНИКАВИЙ
АНЖУМАНИНИНГ МАҚОЛАЛАР ТЎПЛАМИ



ТРУДЫ
XXVI - НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, МАГИСТРАНТОВ И СТУДЕНТОВ
БАКАЛАВРИАТА

ТОШКЕНТ 2017

36.	Кобилова З., Рузибаев Б.Р. Методы формования керамических носителей катализаторов (ТХТИ)	73
37.	Мавлянова Д.Р., Мавлонова М.Н. Химическая модификация ксатановой камеди (ТХТИ)	75
38.	Менглимуродов Т.П., Абдусаттаров Ш.М., Жовлиева М.А. Определение оптимальных параметров теплообменных систем воздушного охлаждения (ТХТИ)	77
39.	Менглимуродов Т.П., Амантурдиев М.К., Абдусаттаров Ш.М. Теплообмен при плёночной конденсации (ТХТИ)	79
40.	Мухамаджонов Б.Б., Ганиева М.М. Махаллий цемент ва чикинди асосида бетон олиш параметрларини ўрганиш (ТКТИ)	81
41.	Мухамедбаев Аг.А., Тулаганов А.А. Исследование водной среды хранения минеральных вяжущих систем (ТКТИ)	83
42.	Мухамедбаева М.А. Расчет шаровых мельниц с центральной разгрузкой (Научно-исследовательское предприятие ООО «ANTENN-BRANCH»)	85
43.	Нам Т., Арипова М. Х. Синтез стекол для стеклоиономерных цементов (ТХТИ)	87
44.	Норматов Ш.Х., Кадырова М.Т., Абдусаломов А.А. Извлечение ванадия из растворов сорбционным путем (ТХТИ)	89
45.	Оразымбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Изучение процессов гидратации высококремнеземистого портландцемента на основе мергелей и барханных песков (Институт общей и неорганической химии АН РУз)	91
46.	Пулатов Д., Каримжонов К., Тохтахунова Г.А. Восстановление и определение возможного соотношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2:\text{P}_2\text{O}_5$ в белитовом клинкере на основе фосфогипса (ТХТИ)	93
47.	Рахимов Г.К., Оразымбетова Г.Ж., Абдусаттарова Э.А. Изучение физико-химические свойства продуктов термообработанного ганча (Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза)	95
48.	Рахматжанов У. Д., Усанбаев Н.Х. Ступенчатое окисление бурого угля Ангрэнского месторождения перекисью водорода в присутствии уксусной кислоты (ТХТИ)	97
49.	Рахматов И.Х., Жураев Ф.Б., Турсунова Д.Р., Кадирова З.Ч., Даминова Ш.Ш. Импregnированные сорбенты на основе отработанного катализатора Шуртанского нефтеперерабатывающего комплекса (ТХТИ)	99
50.	Рузимова Ш.У., Бабаханова З.А. Моделирование огнеупорных составов в системе $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (ТХТИ)	101
51.	Сайназов Ж., Бабаханова З.А. Антифрикционные графитсодержащие материалы на основе местного сырья (ТКТИ)	103
52.	Самадий М.А., Бобоев А.Х., Мирзакулов Х.Ч. Исследования по повышению эффективности процесса механического обесшламливания сильвинитов Тюбегатана (ТХТИ)	105
53.	Санжаров М.М., Ганиева М.М. Шамотли оловбардош - мертеллар олиш учун махаллий хом-ашъеларни ўрганиш (ТКТИ)	107

ТЕПЛООБМЕН ПРИ ПЛЁНОЧНОЙ КОНДЕНСАЦИИ

Менглимуродов Т.П., Амантурдиев М.К, Абдусаттаров Ш.М.
Ташкентский химико-технологический институт

В химической промышленности Республики Узбекистан широко используются теплообменные аппараты различных видов, где происходят теплообменные процессы. Эти процессы могут протекать как без изменения агрегатного состояния рабочих сред, так и с изыманиями – кипения и конденсация.

Плѐночная конденсация чистых паров наиболее полно изучена. В 1916 году эту задачу решил Нуссельт [1]. В дальнейшем эта теория была развита и дополнена в работах С.С. Кутателадзе, Г. Н. Кружилина, Д. А. Лабунцова и других зарубежных учёных.

В основу физической модели процесса конденсации Нуссельтом [1] было положено условие ламинарного движения плѐнки конденсата по вертикальной поверхности, температура которой всюду равна и делались следующие допущения:

1. Силы инерции, возникающие в плѐнке конденсата очень малы по сравнению с силами вязкости и силами тяжести.
2. Конвективный перенос теплоты в плѐнке, а также теплопроводность вдоль неё несущественны по сравнению с теплопроводностью поперѐк плѐнки.
3. Трение на границе раздела фаз отсутствует.
4. Температура внешней поверхности плѐнки конденсата постоянна и равна температуре насыщения при данном давлении пара.
5. Физические параметры не зависят от температуры.
6. Силы поверхностного натяжения на свободной поверхности плѐнки не влияют на характер её течения.
7. Плотность пара мала по сравнению с плотностью конденсата.

Принятые допущения существенно упрощают математическую формулировку задачи, в результате было получено выражение среднего коэффициента теплоотдачи [2, 3, 4]:

$$\bar{\alpha} = 0,943 \cdot 4 \sqrt{\frac{r \cdot \rho_{ж}^2 \cdot g \cdot \lambda_{ж}^3}{\mu_{ж} \cdot \Delta t \cdot H}} \quad (1)$$

Эту формулу можно показать в критериальном виде [5]:

$$Nu = 0,943 \cdot (Ga \cdot Pr \cdot K)^{0,25} \quad (2)$$

где $K = \frac{r}{c_{p,ж} \cdot \Delta t}$ – число фазового превращения.

Выражение (2) можно представить в другой форме, введя в него число Рейнольдса жидкой плѐнки:

$$Re = \frac{\varpi \cdot \delta}{\rho_{ж}} = \frac{G}{\mu_{ж}} = \frac{\bar{\alpha} \cdot \Delta t \cdot H}{r \cdot \mu_{ж}} = \frac{Nu}{Pr \cdot K} \quad (3)$$

Преобразовав формулу (2) учитывая формулу (3) можно получить:

$$Nu \cdot Ga^{-1/3} = 0,925 \cdot Re^{-1/3} \quad \text{или:} \quad \frac{\bar{\alpha}}{\lambda} \cdot \left(\frac{g_{ж}^2}{g} \right)^{1/3} = 0,925 \cdot Re^{-1/3} \quad (4)$$

где, $(g_{ж}^2/g)^{1/3}$ принимается в качестве характерного размера (м) и поэтому, формально, можно рассматривать левую часть выражения (4) как число Нуссельта.

Влияние на теплоотдачу изменчивости (непостоянства) физических констант жидкости при изменении температуры можно приблизительно учесть путём введения в формулу (3) множителя $(Pr''/Pr_{ст})^{0,25}$.

При ламинарном течении жидкой плёнки течение может быть волновым. Оно начинается при определённом соотношении сил тяжести, вязкости и поверхностного натяжения.

П. Л. Капица установил, что при волновом течении тепловое сопротивление плёнки снижается, а коэффициент теплоотдачи возрастает на 21%. При малых числах Рейнольдса возникшие в плёнке возмущения сносятся вниз по течению и не приводят к образованию какого-либо устойчивого режима. Если $Re_{пл.}$ больше некоторого $Re_{вол.}$, то образуется устойчивый волновой режим.

При волновом режиме течения физическая обстановка оказывается сложной. По-видимому, волновое течение становится трёхмерным и имеет беспорядочный характер. Эти обстоятельства могут привести к турбулизации потока конденсата.

Поправка, учитывающая волновое течение плёнки по вертикальной стене, была определена экспериментально и получена следующая формула для определения среднего коэффициента теплоотдачи:

$$\bar{\alpha} = 1,13 \cdot 4 \sqrt{\frac{r \cdot \rho_{ж}^2 \cdot g \cdot \lambda_{ж}^3}{\mu_{ж} \cdot \Delta t \cdot H}} \quad (5)$$

При тепловом расчёте теплообменных аппаратов используется уравнение теплопередачи:

$$Q = K \cdot \Delta t_{cp} \cdot F \quad (6)$$

где Δt_{cp} – разность расчётных температур теплоносителей; F – площадь поверхности теплопередачи; K – коэффициент теплопередачи.

В теплообменных аппаратах трубчатого типа коэффициент теплопередачи можно отнести к наружной F_n или к внутренней $F_{вн}$ поверхности теплообмена [5]:

$$K_n = \left(\frac{1}{\alpha_n} + \frac{F_n}{F_{ст}} \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \frac{F_n}{F_{вн}} \right)^{-1} \quad (7)$$

Литература:

1. Nusselt W. Die Oberflächenkondensation von Wasserdampf – VDI Zeitschrift. 1916/ Vd.60.Nº 27. S.541.
2. Исаченко В.П. и др. Теплопередача. – М.: Энергия. 1981. – 416с.
3. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации. – М.: Энергия. 1977.–239с
4. Риферт В.Г. и др. Исследования плёночной конденсации пара при наличии интенсифицирующего воздействия поверхностных сил. В кн. Тепломассообмен. В 4-х т. – Минск. 1976. Т. 3. С. 138-143.
5. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача. – М.: Высшая школа. 1988. – 479с.