

КИПЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ

На производстве при термической обработке металлов в качестве охлаждающей жидкости часто применяются эмульсии. Наибольший эффект можно ожидать, если на охлаждаемой поверхности реализуется кипение дисперсной фазы. Скорость охлаждения при этом можно регулировать путем изменения концентрации компонент.

Настоящая работа посвящена измерению коэффициента теплоотдачи при атмосферном давлении от поверхности платиновой проволоки к эмульсии вода/кремнийорганическая жидкость ПЭС-5 и к чистой жидкости ПЭС-5.

Схема экспериментальной установки приведена на рис.1 [1]. В опытах использовалась платиновая проволока 3 диаметром 0,1 и 0,05 мм, длиной 50 мм. Работая с платиновой проволокой, можно одновременно определять мощность, выделяемую на ее поверхности, и температуру. Мощность определялась по напряжению U и току I . Для этого в схеме предусмотрены потенциальные выводы 7 и образцовая катушка сопротивления 8 марки Р321. Величина тока устанавливалась с помощью магазина сопротивления 4 марки Р314, а измерялась по падению напряжения на потенциальных выводах катушки 8. Температура поверхности проволоки считалась равной ее некоторой эффективной температуре, определяемой по сопротивлению. Проволока закреплялась в стеклянном цилиндре 2, через который прокачивалась исследуемая жидкость из термостата 1. Температура исследуемой жидкости измерялась термопарой 9. Эмульсия готовилась в термостате 1 интенсивным перемешиванием исходных жидкостей пропеллерной мешалкой.

Измерения коэффициента теплоотдачи проводились при температурах теплоносителя 30, 40, 50 и 60 °С. Исследовались эмульсии с концентрацией от 0,1 до 8,0 об % воды в ПЭС-5 при вертикальном и горизонтальном положении платиновой проволоки.

Коэффициент теплоотдачи α вычислялся по формуле

$$\alpha = UI / (T \cdot ld),$$

где U - падение напряжения на проволоке при прохождении через нее силы тока I ;

$T = T_w - T$ - разность температур между температурой теплоотдающей поверхности T_w и температурой теплоносителя в объеме T ;

l и d - длина и диаметр проволоки.

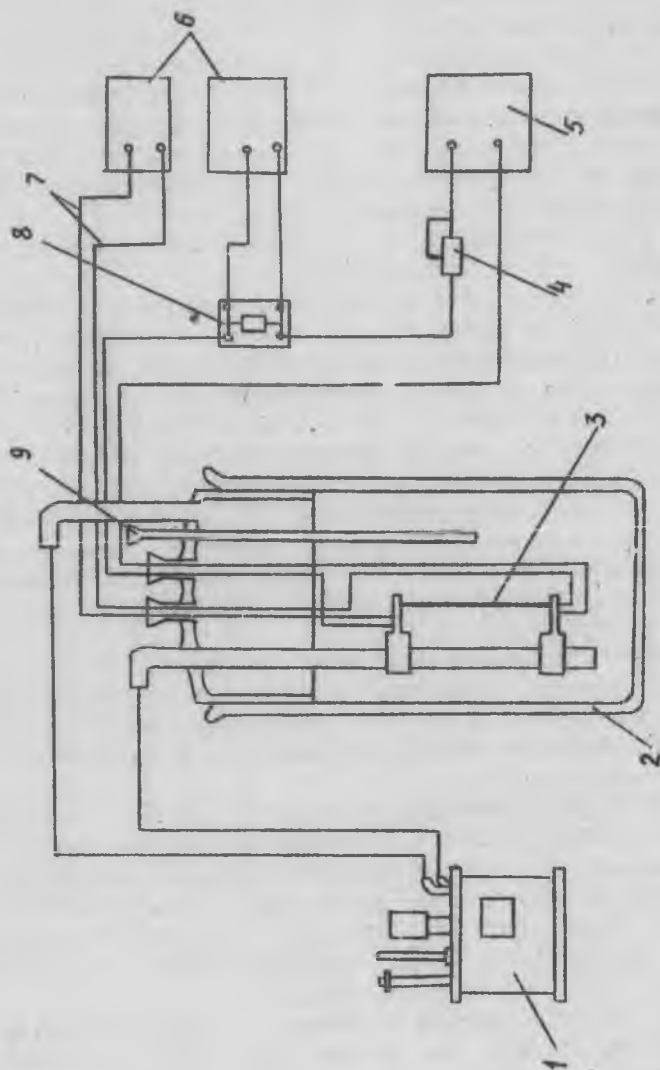


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 - термостат; 2 - стеклянный сосуд; 3 - проволока-нагреватель; 4 - магазин сопротивлений РЗ14; 5 - источник пост. тнгого тока ТЭС21; 6 - цифровой комбинированный прибор ДС00; 7 - пстационарные выводы проволоки-нагревателя; 8 - образцовая катушка сопротивления РЗ1; 9 - термомпара

Результаты измерений коэффициента теплоотдачи представлены на рис. 2. При температурах проволоки, меньших температуры кипения воды, какой-либо заметной зависимости от концентрации не наблюдается, т. к. вода при этих температурах не кипит, а другие теплофизические свойства эмульсии и чистой жидкости ПЭС-5 отличаются незначительно. Повышение температуры ($T_w > 100$ С) приводит к резкому увеличению эмульсии. Максимальные значения достигаются при температурах, близких к температуре предельного перегрева воды ($T_p = 310$ С). Дальнейший рост температуры связан с кризисом пузырькового кипения и резким падением (на рис. 2 не показано).

Устойчивое кипение эмульсии наблюдается в интервале от температуры кипения воды до температуры ее предельного перегрева. Имеет место явное затягивание режима пузырькового кипения по сравнению с кипением чистой воды, где кризис кипения реализуется при температуре $T = 120$ С, что соответствует $T = 70$ С на рис. 2. Это обусловлено тем, что парообразование в эмульсии происходит не только на греющей поверхности, но и в прилегающем к ней теплоем пограничном слое. Образующегося при этом пара недостаточно для образования сплошной устойчивой паровой пленки вокруг греющей поверхности. Интенсивность теплоотдачи в эмульсии возрастает из-за того, что капельки воды легко перегреваются в дисперсионной среде и, взрывообразно вскипая, турбулизируют пограничный слой [2].

При работе с чистой жидкостью ПЭС-5 наблюдается слабое возрастание коэффициента теплоотдачи с ростом разности температуры T (см. рис. 2). Для эмульсии резкий рост происходит от 0,1 до 1,0 об% воды в ПЭС-5. Дальнейшее увеличение концентрации до 8,0 об% значения практически не изменяет.

Выше 300 С происходит кризис пузырькового кипения. Поскольку платиновые проволоки длиной 50 мм с наступлением кризиса пузырькового кипения перегорали, то при исследованиях кризисного кипения длина проволоки была уменьшена до 2 мм. Это приводит к дополнительной погрешности вследствие того, что часть выделяемого в проволоке тепла отводится спаями проволоки. На рис. 3 представлены результаты коэффициента теплоотдачи при пленочном кипении.

В режиме пленочного кипения на поверхности платиновой проволоки образуется сплошная пленка пара. Тепловое сопротивление пара велико, поэтому проволока прогревается до температуры, близкой к ее плавлению. Это приводит к перегосу проволоки.

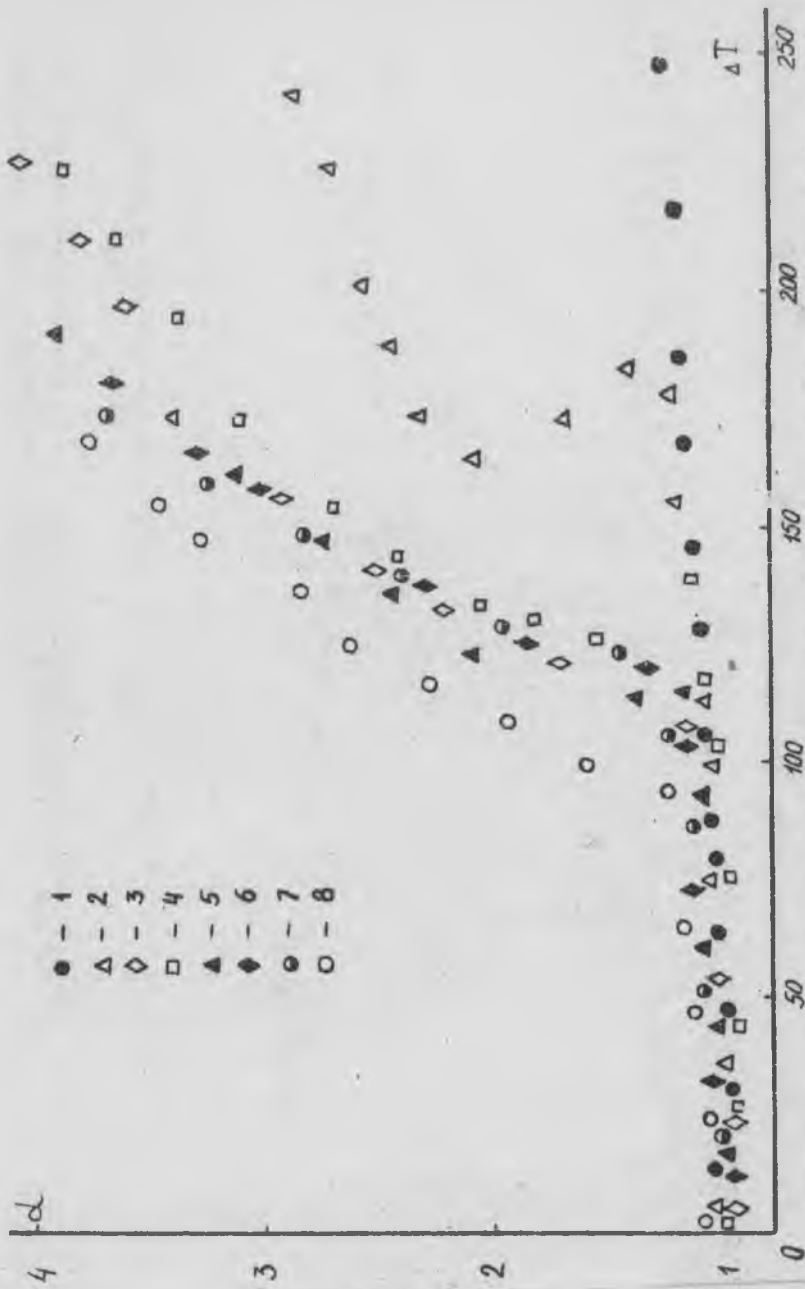


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплоотдачи ($k_{Bp}/ж.^{\circ}C$) от температурного напора ΔT ($^{\circ}C$) при пузырьковом кипении: 1 - чистая ПЭС-5; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 - эмульсии

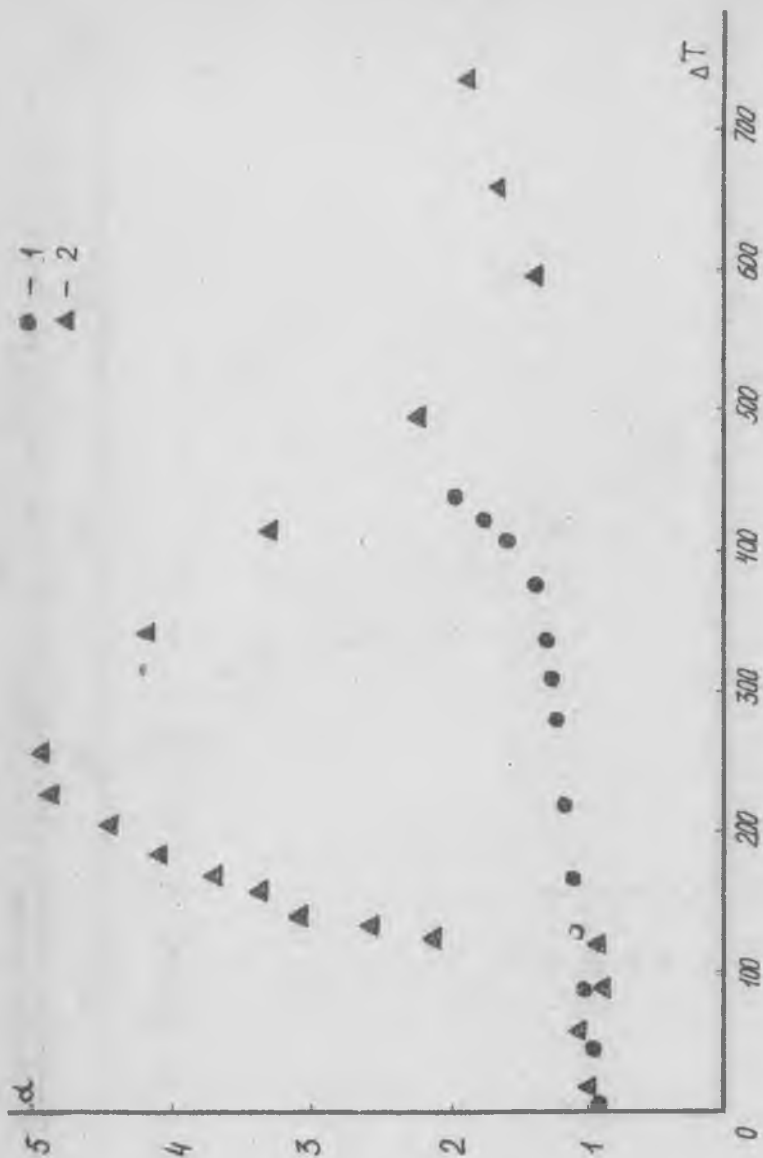


Рис. 5. Зависимость коэффициента теплоотдачи ($\text{кВт}/\text{м}^2\text{C}$) от температурного напора ΔT ($^{\circ}\text{C}$) при кипении: 1 - чистая ПЭС-5; 2 - эмульсия с концентрацией 4 об % воды в ПЭС-5

В заключение следует отметить, что интенсивность теплообмена при охлаждении поверхностей с применением эмульсии вода/ПЭС-5 возрастает при температурах теплоотдающей поверхности, близких к температуре предельного перегрева воды. Теплоотдача при этом увеличивается в 3-4 раза по сравнению с использованием чистой ПЭС-5.

Литература

1. Буланов Н.В., Скрипов В.П., Шуравенко Н.А. Теплоотдача к эмульсии при высоком перегреве ее дисперсной фазы, // ИФЖ. 1982. Т. 42. № 2. С. 236-238.
2. Теплофизические свойства жидкостей в метастабильном состоянии: Справ./В.П.Скрипов, Е.Н.Синицын, П.А.Павлов и др. М.: Атомиздат, 1980. 208 с.

В. Л. Гапонцев,
Е. П. Набережная

ЭВОЛЮЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА РЕКИ РАСТВОРИМОЙ ПРИМЕСЬЮ

Вопросам изучения радиационного загрязнения территории в настоящее время уделяется достаточно много внимания как российской, так и зарубежной прессой.

Для реабилитации районов, подвергшихся радиационному воздействию, необходимы прогнозы на достаточно длительные сроки. Эту задачу возможно решить с помощью построения математических моделей, адекватно отражающих реальные процессы, происходящие в окружающей среде. Такие модели могут быть достаточно простыми (стохастическое моделирование) или очень сложными, учитывающими большое число параметров (численное моделирование) [1-3].

Данная работа посвящена разработке феноменологической модели загрязнения водосборного бассейна рек, позволяющей учитывать ежегодные разливы рек в период паводков, изменение процессов в пойме в различные периоды года, влияние роста трав на эволюцию радиационного загрязнения, но не включающей в себя те параметры, которые невозможно было бы определить из экспериментальных данных или оценочно.

С точки зрения построения феноменологической модели процессов