

**Использование гидравлических форсунок
для автоматического охлаждения методических печей**

Студенты группы 10402221: Мусский А.А., Апанасевич Е.В.
Научный руководитель – Томило В.А.
Белорусский национальный технический университет

Надежная работа металлургической печи зависит от качества огнеупорных материалов, конструкции и стойкости охлаждаемых элементов и осуществима только при правильном охлаждении. Система охлаждения существенно влияет на конструкцию печи, ее фундаментальность и надежность.

Для охлаждения элементов печей, находящихся в зоне высоких температур, на металлургических заводах используют воду. Расход воды, идущей на охлаждение, в среднем составляет 95 % общего расхода, затрачиваемого на технические нужды.

Охлаждение элементов и узлов металлургических печей, работающих в тяжелых температурных условиях, позволяет: предохранять их от прогара, повышать стойкость кладки, обеспечивать неизменность профиля печи.

Испарительное охлаждение металлургических печей в настоящее время является наиболее совершенным и экономичным. Применение его увеличивает срок службы металлургических печей и повышает надежность их работы, устраняет прогар деталей, сокращает расход охлаждающей воды и дает возможность использовать тепло.

Основная идея испарительного охлаждения.

Процесс, сопровождающийся возникновением сплошного слоя пара между поверхностью нагрева и жидкостью, называют пленочным кипением [1].

При пузырьковом кипении жидкость непосредственно омывает поверхность нагрева между действующими центрами парообразования, причем ее пограничный слой перемешивается образующимися в нем паровыми пузырями. Вследствие этого интенсивность теплоотдачи к жидкости при пузырьковом кипении весьма велика и возрастает с увеличением числа действующих центров парообразования. При пленочном кипении жидкость отделена от поверхности нагрева слоем малотеплопроводного пара, вследствие чего интенсивность теплоотдачи во много раз меньше, чем при пузырьковом кипении. По этой причине переход от пузырькового режима кипения к пленочному, при неизменной плотности теплового потока, сопровождается резким возрастанием температуры поверхности нагрева [2,3].

Использование капельного кипения позволяет в несколько раз повысить интенсивность процесса испарения и, соответственно, увеличить эффективность работы испарительного охлаждения методических печей.

Для данного условия работы системы испарительного охлаждения необходимо распылять капли технической воды на глассажные и подовные трубы из специально подобранных гидравлических форсунок, которые помогают доставить капли и равномерно распределить их количество по трубам. Примерная схема автоматизированной системы испарительного охлаждения с использованием гидравлических форсунок представлена на рисунке 1.

Для правильной и эффективной работы новой системы испарительного охлаждения необходима автоматизация данной установки.

Для определения температуры глассажных труб требуется установить датчик температуры, который будет отслеживать температурный режим трубы в данный момент. В зависимости от установившегося значения система либо отключается (если температура находится в допустимом диапазоне), либо начинается процесс испарительного охлаждения, то есть насос начинает нагнетать воду из бака в систему труб с гидравлическими форсунками. Капли воды начинают охлаждать глассажные трубы.

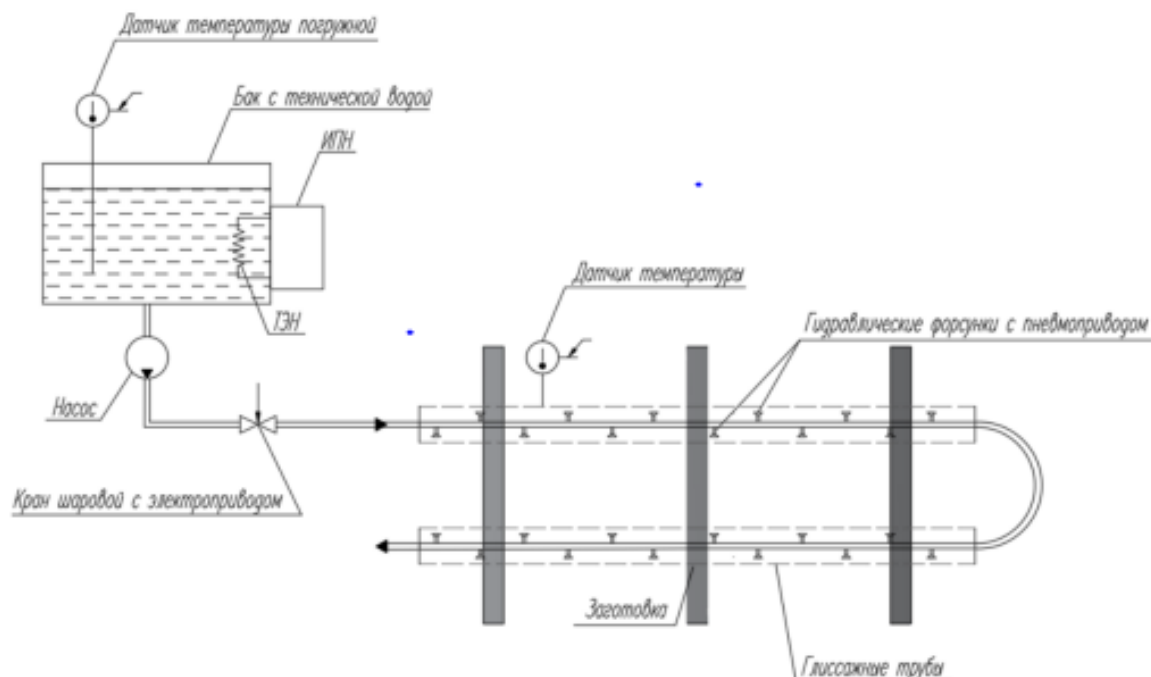


Рисунок 1 – Схема автоматизированной системы испарительного охлаждения с использованием гидравлических форсунок.

На Рисунке 2 представлена зависимость времени полного испарения небольшой капли жидкости от величины температурного напора. Левые ветви зависимости $\tau = f(\Delta t)$ соответствуют интервалу температурного напора, при котором жидкость в капле смачивает поверхность нагрева и в ней наблюдается пузырьковое кипение. Интенсивность теплоотдачи такого режима испарения велика и еще больше увеличивается с ростом температурного напора и, соответственно, с уменьшением времени испарения.

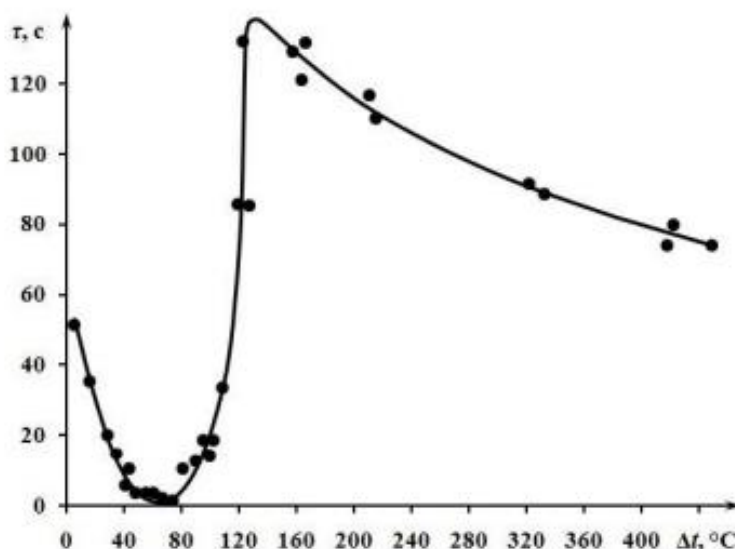


Рисунок 2 – Зависимость времени испарения от температурного напора $\eta = f(\Delta t)$ капли воды размером мм на поверхности нагрева

При некотором значении температурного напора (в рассматриваемом случае при $\Delta t_{кр1} \approx 67$ °C) капля перестает растекаться и начинает принимать сфероидальную форму, а время испарения начинает увеличиваться с ростом температурного напора. В начале перехода

капли в сфероидальное состояние наблюдается прерывистое контактирование жидкости с поверхностью нагрева, а интенсивность теплоотдачи начинает уменьшаться с ростом температурного напора.

Благодаря данной установке, возможно, сократить расходы технической воды для работы системы испарительного охлаждения, при этом эффективность данного охлаждения возрастет примерно в 1,4 раза [2,3].

Список использованных источников

1 Google Академия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scholar.google.ru/schhp>. – Дата доступа: 18. 04. 2023.

2 Теплообмен при капельном кипении жидкости в технологических аппаратах: дис. . . . канд. тех. наук: 05. 17. 08: защищена 12. 02. 18: утв. 15. 02. 18 / Васильев Петр Сергеевич. – Волгоград, 2018. – 245 с.

3 Панюлайтис, А. С. Автоматизированное устройство испарительного охлаждения методических печей с использованием гидравлических форсунок / А. С. Панюлайтис, В. Г. Барабанов, П. С. Васильев. – ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – С. 73–76.