

- 1) визначено пріоритетні напрямки гармонізації стандартів поліграфічного виробництва, орієнтовані на забезпечення національної конкурентоздатності;
- 2) рекомендації з допусків значень денситометричних густин на відбиття для плашечных кольорів, які дозволяють більш об'єктивно управляти якістю пробних і тиражних відбитків в офсетному друці на основі гармонізації міжнародного стандарту.

Практична значимість результатів роботи полягає в тому, що рекомендації з методики керування якістю пробних і тиражних відбитків на основі гармонізації міжнародного стандарту можна застосовувати в офсетному друці безпосередньо для виготовлення кольоропроб і друкарських форм, зроблених з використанням фотоформ і за технологією CtP.

**Список літератури:** 1. Сняк М. Стандартизация полиграфического производства – так ли она необходима? //Компьюарт, №11, 2008г. 2. Бачурин С. Миф о «Евростандарте» //Курсив, №6, 2003г. 3. Фомин В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация. – М.: Ось-89, 2002. – 205с. 4. Лобанов А.С. Управление качеством на основе квалиметрии. Изд. Второе, исправленное и дополненное. – Сочи: «Лавина», 2007, - 305 с.

*Поступила в редколлегию 06.12.2010*

**669.18:621.74.047**

**А.В. ГРЕСС**, докт. техн. наук, профессор, Днепропетровский государственный технический университет

## **РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ВОДОВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ БЛЮМОВОЙ ЗАГОТОВКИ**

Исследованы и предложены бесфорсуночные устройства вторичного охлаждения непрерывнолитой блюмовой заготовки.

Ключевые слова: МНЛЗ, вторичное охлаждение, блюм.

Досліджені та запропоновані безфорсуночні пристрої вторинного охолодження безперервнолитої блюмової заготовки.

Ключові слова: МБЛЗ, вторинне охолодження, блюм.

Non-atomizer devices of secondary cooling of continuous cast bloom billet are investigated and offered.

Keywords: CCM, secondary cooling, bloom.

### **1. Введение**

В настоящее время совершенствование систем вторичного охлаждения происходит в направлении снижения расхода воды, что обеспечивает получение непрерывнолитых заготовок с поверхностью высокого качества и сохранение достаточно высокой их энтальпии, необходимой для дальнейшего горячего всада или прямой прокатки заготовок.

Наиболее перспективными являются системы с внутренним смешением хладагентов вблизи выходного сопла форсунки, которые обладают возможностью обеспечения стабильного водяного охлаждения при аварийном отключении воздуха.

Таким образом, задача разработки и совершенствования устройств водовоздушного охлаждения непрерывнолитой блюмовой заготовки является весьма актуальной.

## **2. Постановка задачи**

При исследовании, разработке и совершенствовании устройств водовоздушного охлаждения непрерывнолитой блюмовой заготовки (далее устройств) исходили из предпосылок отказа от использования дорогостоящих цветных металлов на их изготовление, простоты исполнения и монтажа, снижения вероятности засорения выходных отверстий продуктами окисления металла трубопроводов, окалиной заготовки и отложениями жестких солей.

## **3. Методика изучения физических характеристик факела орошения водовоздушных устройств**

Для изучения физических характеристик факела орошения устройств в условиях лаборатории ДГТУ был создан специальный стенд, позволяющий определять углы раскрытия водовоздушного факела, расходы воды и воздуха, их давление, плотность орошения охлаждаемой поверхности, структуру водовоздушного факела.

Устройства выполнялись в натуральную величину, поэтому необходимость применения положений теории подобия отсутствовала.

Структуру факела орошения и углы его раскрытия в процессе проводимых экспериментов регистрировали с помощью фотокамеры. Для определения плотностей орошения использовали набор пробирок, установленных по осевому сечению факела на расстоянии, соответствующем расстоянию устройства от поверхности заготовки в промышленных условиях – 300 мм. В процессе экспериментов в течение контролируемого промежутка времени производилось наполнение пробирок водой факела орошения не более, чем на  $\frac{2}{3}$  их высоты. Объем содержимого пробирок измерялся, вычислялись средние плотности орошения на каждом контролируемом участке поверхности орошения. Каждый опыт повторялся не менее 5 раз.

Выходные отверстия устройств выполнялись круглыми, овальными, в виде треугольника, звездочки с различным количеством лучей.

Опытное устройство представляло собой конструкцию типа «труба в трубе». Оси труб устройства могли быть смещены таким образом, что между трубами образовывался некоторый зазор, величина которого регулировалась с помощью специальных винтов, выведенных на поверхность наружной трубы. В направлении расположения охлаждаемой поверхности перпендикулярно или под некоторым углом в теле труб выполнялись отверстия, оси которых пересекались с осями труб. По центральной трубе устройства подавался воздух, который в зазоре между трубами смешивался с водой, подаваемой по наружной

трубе. Образующаяся водовоздушная смесь направлялась на орошаемую поверхность через отверстие специальной конфигурации, выполненное на трубе подачи воды.

#### 4. Результаты исследований

В результате проведенных экспериментов установлено:

1. При равных площадях отверстий подачи водовоздушной смеси уменьшение расхода воды в установленных диапазонах стабильной работы разработанных устройств приводит к уменьшению угла раскрытия факелов до значений 80–85 % от максимального, составляющего 34–40°.

2. Увеличение площади выходных отверстий обеспечивает пропорциональный рост плотностей орошения без изменения характера их распределения по орошаемой поверхности (рис. 1). При этом угол раскрытия факела и диаметр капель воды несколько увеличиваются.

3. Рост величины угла раскрытия факела происходит при увеличении отношения диаметра выходного отверстия подачи воды к диаметру выходного отверстия в трубе подачи воздуха.

4. Уменьшение зазора между трубами подачи охлаждающих агентов до 2 мм не дало ощутимых изменений в расходе воды и угле раскрытия факела. Дальнейшее уменьшение зазора привело к появлению пульсаций факела и забиванию выходных отверстий устройства инородными частицами.

5. Выполнение выходного отверстия в виде окружности, эллипса, треугольника, звездочки с различным количеством лучей, установка рассекателей показало, что с ростом величины местных сопротивлений водовоздушной смеси на выходе из сопла угол раскрытия факела возрастает. В особой мере это следует отнести к использованию рассекателей и выполнению сопла в виде звездочки. Угол раскрытия факела смеси при использовании рассекателей зависит от их геометрических параметров и может увеличиться до 60° и более.

6. При выполнении выходного сечения сопла подачи водовоздушной смеси в виде восьмилучевой звезды возникают звуковые колебания определенной частоты. Цифровая запись и ее последующий компьютерный анализ показал, что частота звука при работе такого устройства находится в диапазоне 700–1200 Гц с максимумом в районе 850 Гц, что способствует [1] диспергации капель воды и должно ощутимо улучшать условия охлаждения заготовки. При такой конфигурации выходного сопла угол раскрытия факела увеличивается до 45 градусов.

В результате лабораторных исследований гидроаэродинамических характеристик работы различных конструкций распылителей были выбраны устройства, стабильно работающие при следующих расходах охлаждающих агентов: воздуха –  $6 \cdot 10^{-4}$ – $4,2 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с и воды – в диапазоне  $4 \cdot 10^{-6}$ – $1,4 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/с. Давление воды и воздуха перед такими устройствами должно находиться в интервале 0,2–0,5 МПа. На рис. 2 область существования водовоздушного режима при работе таких устройств заштрихована.

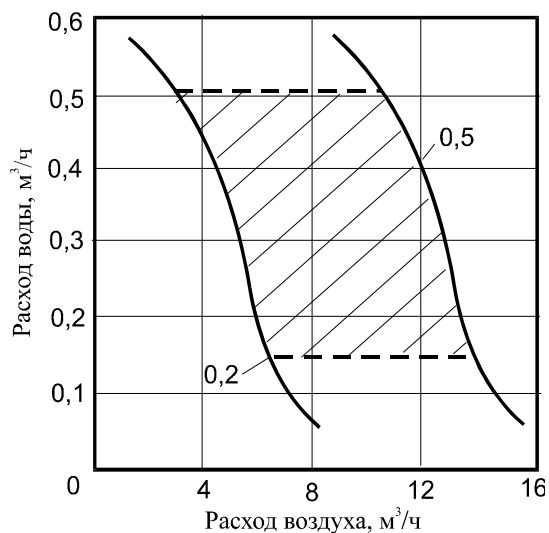
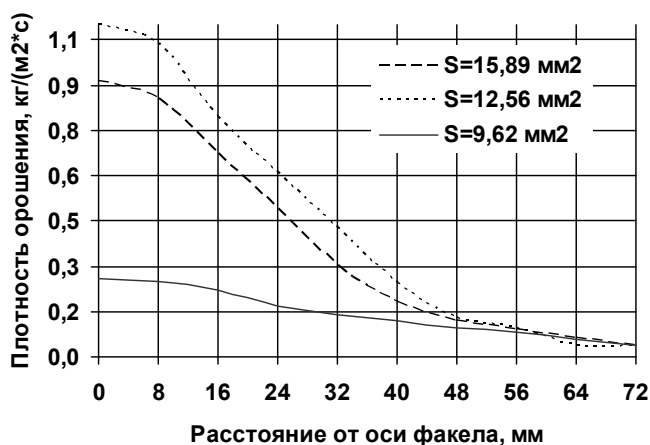


Рис. 1. Распределение плотности орошения по поверхности заготовки в зависимости от площади выходного отверстия (расстояние от устройства до заготовки 300 мм, давление воды – 0,4 МПа, расход воздуха –  $4,2 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с)

Рис. 2. Зависимость расхода воды от расхода воздуха (цифры у кривых – давление воздуха, МПа)

Повышение расхода воздуха в пределах стабильной работы устройства приводит к росту расхода воды на  $0,1 \cdot 10^{-4}$ – $0,8 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/с за счет эжектирующего воздействия струи воздуха. При этом несколько увеличивается плотность орошения в центре факела. Для ликвидации возможного попадания воды в тракт подачи воздуха желательно, чтобы давление последнего не превышало давление воды.

Результаты проведенных исследований согласуются с приведенными в научной литературе данными [2], что предполагает успешное использование разработанных водовоздушных устройств в промышленных условиях.

## 5. Выводы

В лабораторных условиях исследованы характер формирования водовоздушного факела, его геометрические параметры, стабильность работы, плотность орошения и т.п. различных конструктивных вариантов бесфорсуночного устройства вторичного водовоздушного охлаждения непрерывнолитой блюмовой заготовки. Выбраны стабильно работающие устройства. Установлена возможность диспергирования капель воды звуковыми колебаниями, генерируемыми предложенными устройствами.

**Список литературы:** 1. Сизов А. М. Газодинамика и теплообмен газовых струй в металлургических процессах / Сизов А. М. – М. : Металлургия, 1987. – 256 с. 2. Комплексное определение гидравлических и теплотехнических параметров водовоздушного охлаждения непрерывнолитых слитков / О. Н. Ермаков, В. И. Лебедев, Д. П. Евтеев [ и др. ] // Сталь. – 1987. – № 6. – С. 24–27.

*Поступила в редколлегию 29.11.2010*