

### **Заключение.**

В ходе выполнения настоящей работы разработан технический проект технологической линии убоя и разделки свиней 40 голов в час. Произведен сырьевой расчет, а также определены технические характеристики технологической линии.

Данная разработка представляет интерес как для мясоперерабатывающей отрасли Республики Беларусь, так и для стран СНГ, т. к. в ходе анализа отечественного и мирового производства технологических линий было определено, что технологическая линия производительностью 40 голов в час является наиболее востребованной в странах СНГ.

Результаты настоящей работы являются основанием для разработки рабочей документации для серийного производства линии, а также для разработки технологического оборудования, входящего в состав линии.

### **Список цитированных источников:**

1. Ляшук, Н.У. Система машин для мясозирового производства. Классификация технологических линий убоя и разделки скота / Н.У. Ляшук, Р.А. Титовец // Новые технологии и материалы, автоматизация производства: Н72 материалы Междунар. научн.- техн. конф., Брест, 2-3 ноября 2016 г. – Брест: БрГТУ, 2016. – 236 с.

2. Мясозировое производство: убой животных, обработка туш и побочного сырья / Под ред. А.Б. Лисицына– М.: ВНИИ мясной промышленности, 2007.

3. Оборудование для мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Отраслевой каталог. ЦНИИТЭИлепищемаш. – Москва, 1986.

УДК 621.791.927.55

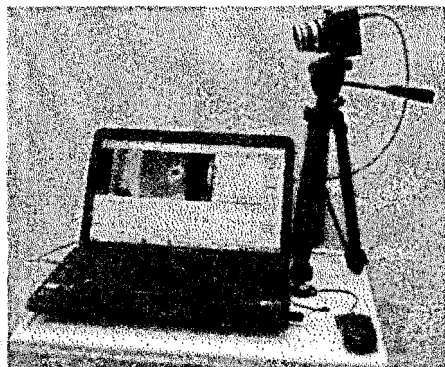
*Лазарук А. А., Самосюк А. А.*

*Научные руководители: Сазонов М. И., Черноиван Н. В.*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР ЗОНЫ НАГРЕВА ПРИ ПЛАЗМЕННОМ УПРОЧНЕНИИ СТАЛЕЙ**

Цель работы состоит в определении температур при воздействии на сталь сжатой движущейся плазменной дуги, генерируемой плазмотроном постоянного тока.

**Введение.** При исследовании влияния плазменной дуги на поверхность металла очень важным показателем является температура нагрева. По ней



можно судить о фазовых превращениях стали и, следовательно, о твердости поверхности. В данной работе, для исследования температурных полей в зоне нагрева предлагается использовать температурный термограф ИТ-3СМ и цвета побежалости в комплексе с металлографическим микроскопом Альтами МЕТ-3Т, особенности применения которых рассмотрены далее.

*Рисунок 1 – Температурный термограф ИТ-3СМ*

## 1. Температурный термограф ИТ-ЗСМ

Термограф ИТ-ЗСМ (рис. 1) состоит из цифровой видеокамеры специального назначения, регистрирующей тепловое излучение в трех перекрывающихся зонах спектра, которые лежат в диапазоне 630–830 нм, и стандартного ноутбука. Предназначен для наладки разнообразных термических процессов обработки изделий из черных металлов, диапазон измеряемых им температур составляет 800–1700 °С.

Отличительные особенности разработанного термографа по сравнению с традиционными пирометрами частичной радиации и спектрального отношения, а также обычной тепловизионной техникой [1]:

- регистрация теплового излучения в трех участках спектра, что позволяет в автоматическом режиме определять эффективный коэффициент теплового излучения контролируемого объекта и определять истинную температуру (серийно выпускаемых аналогов среди пирометров и тепловизоров нет);

- один широкий диапазон измеряемых температур 800–1700С, оптимизированный для разнообразных задач термической обработки черных металлов;

- способность измерять истинную температуру поверхности нагреваемых деталей через окошки и небольшие отверстия (обеспечена инвариантность к размерам объектов);

- возможность измерения истинной температуры при наличии больших пятен окалины;

- низкая неопределенность измерения истинной температуры;

- регистрация видеозаписи температурного поля с возможностью его последующего покадрового просмотра;

- способность построения графических временных зависимостей температуры в нескольких точках объекта, выбранных оператором, и просмотра распределение температуры вдоль выбранного направления.

Следует ещё раз заметить, что начальный порог измеряемых температур составляет 800°С, что является довольно высоким значением. Для определения температур ниже данного предела предлагается использовать цвета побежалости.

## 2. Цвета побежалости

Цвета побежалости — это радужные цвета, образующиеся на гладкой поверхности металла в результате образования тонкой прозрачной поверхностной окисной плёнки (которую называют побежалостью) и интерференции света в ней [2].

Цвета побежалости возникают из-за интерференции белого света в тонких плёнках на отражающей поверхности, при этом по мере роста толщины плёнки последовательно возникают условия гашения лучей с той или иной длиной волны. Сначала из белого света вычитается фиолетово-синий цвет ( $\lambda \sim 400$  нм), и мы наблюдаем дополнительный цвет — жёлтый. Далее, по мере роста толщины плёнки и, соответственно, увеличения длины волны «погасившихся» лучей, из непрерывного солнечного спектра вычитается зелёный цвет, и мы наблюдаем красный, и т. д.

Цвета побежалости возникают чаще всего при окислении, в результате термической обработки металлов. Обычно, при быстром нагреве, они столь же быстро сменяют друг друга, в типичной последовательности: светло-соломенный, золотистый, пурпурный, фиолетовый, синий и затем, по мере роста толщины плёнки, вновь проявляются, но в несколько приглушённом виде: коричневато-жёлтый, красный... Характерные переходы цветов побежалости для сталей показаны в таблице 1 [3, с. 954]. Следует заметить, что в легированных сталях цвета побежалости появляются при более высоких температурах, так как, зачастую, легирование повышает стойкость стали к окислению на воздухе.

Таблица 1 – Характерные переходы цветов

Цвет побежалости	Темпер. по °С
Очень бледный соломенный	221°
Немного темнее	232°
Темный соломенный	243°
Еще более темный	254°
Буровато-желтый	260°
Бронзовый; переходящий в пурпуровый	271°
Пурпуровый	277°
Фиолетовый	288°
Синий	299°
Темно-синий	310°
Светлее	321°
Еще светлее с зеленоватым оттенком	332°
Водянисто-зеленый	350°

Цвет побежалости (а также цвета каления) раньше, до появления пирометров, широко использовали в качестве индикатора температуры нагрева железа и стали при термообработке. Похожим образом цвета побежалости используются и в нашей работе.

На рис. 3(а) изображен опытный образец, подвергнутый воздействию плазменной дуги при различных скоростях движения и силах тока. На рис. 3(б) показано изображение одной из дорожек, увеличенной в 100 раз. На этом рисунке явно видны цвета побежалости, и с помощью специальных таблиц наподобие табл. 1 можно определить величину температуры нагрева.

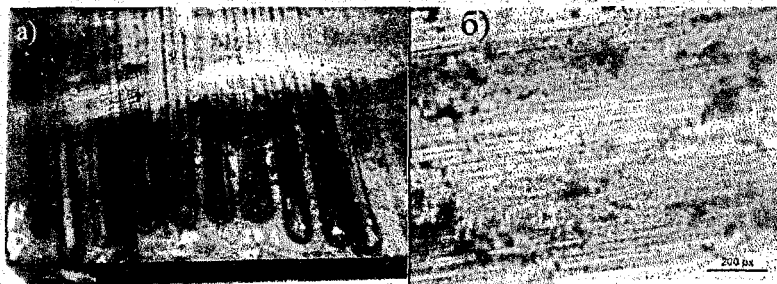


Рисунок 2 – Исследуемый образец(а) и увеличенное изображение(б)

Поскольку невооруженным взглядом невозможно различить цвета побежалости на изображенных дорожках(рис. 3(а)), требуется специальное оборудование для получения четкой картины происходящего. Изображение на рис. 3(б) было получено с помощью металлографического микроскопа Альтами МЕТ 3Т [4], который предназначен для исследования в отраженном свете, как объектов металлической природы, так и любых других непрозрачных или полупрозрачных материалов. Также в комплексе использовалась цифровая камера.

**Заключение.** При исследовании влияния плазменной дуги на поверхность стали очень важным показателем является температура нагрева. По ней можно следить за фазовыми превращениями стали, следовательно судить о твердости поверхности.

Для измерения температуры нагрева в диапазоне температур 800-1700°С предлагается использовать температурный термограф ИТ-ЗСМ, состоящий из видеокамеры специального назначения и стандартного ноутбука.

Для определения температур до начального предела температурного термографа предлагается использовать цвета побежалости совместно с металлографическим микроскопом Альтами МЕТ-3Т.

#### **Список цитированных источников**

1. Квантовая электроника: материалы X Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 9–13 нояб. 2015 г. – Минск, 2015. – С. 207-210. / Белорусский государственный университет; редкол.: В.А. Фираго. – Минск : РИВШ, 2015.

2. Цвета побежалости – Википедия // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/Цвета\\_побежалости](https://ru.wikipedia.org/Цвета_побежалости) - Дата доступа: 20.05.2018

3. Брокгауз, Фридрих Арнольд (1772-1823). Энциклопедический словарь – Т.23а. [Текст] / под ред. проф. И.Е. Андреевского. – Санкт-Петербург : Ф.А. Брокгауз, И.Ф. Ефрон, 1890-1907.

4. Металлографический цифровой микроскоп Альтами МЕТ 3Т | altami.ru // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://altami.ru/microscopes/metallurgical/digi/altami\\_met3/](https://altami.ru/microscopes/metallurgical/digi/altami_met3/) – Дата доступа: 20.05.2018.

УДК 629.3.082.2

**Монтик Н. С.**

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Монтик С. В.*

### **АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Завершающей стадией технологического проектирования автотранспортных предприятий (АТП) является анализ технико-экономических показателей, который проводится с целью выявления степени технического совершенства и экономической целесообразности разработанных проектных решений. Кроме оценки проектов, технико-экономические показатели используются для выполнения укрупненных расчетов при выборе путей развития и совершенствования производственно-технической базы предприятий, при определении необходимости и целесообразности расширения и реконструкции АТП.

Эффективность проекта оценивается путем сравнения его технико-экономических показателей (ТЭП) с нормативными (эталонными) показателями, а также с показателями аналогичных проектов и передовых действующих предприятий. Номенклатура показателей для оценки проектов АТП достаточно большая и наряду с технологическими показателями (число производственных рабочих, число рабочих постов, уровень механизации процессов ТО и ТР и пр.) и строительно-планировочными (общая площадь участка, площадь застройки, плотность застройки, площадь производственно-складских помещений, площадь административно-бытовых помещений и пр.) включает показатели стоимости строительства, уровня рентабельности, сроков окупаемости капитальных вложений и ряд других.

Рассмотрим методику оценки технико-экономических показателей технологического проектирования АТП, которая используется в учебном процессе, и выполним ее анализ для случая использования в АТП современных автобусов МАЗ.

Для оценки результатов технологического проектирования были разработаны технико-экономические показатели для различных предприятий автомобильного транспорта [1]. Для автономных АТП установлены следующие технико-экономические показатели: число производственных рабочих и рабочих