

УДК 621.874

**Куликов Семен Сергеевич**, Студент  
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск  
Kulikov Semyon Sergeevich, Nosov Magnitogorsk State Technical University

**Харлов Дмитрий Анатольевич**, Магистрант  
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск  
Kharlov Dmitriy Anatol'yevich, Nosov Magnitogorsk State Technical University

**Юдин Данил Владиславович**, Студент  
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск  
Yudin Danil Vladislavovich, Nosov Magnitogorsk State Technical University

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ DETERMINATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE HEATING FURNACE

**Аннотация:** Инженерами было проведено обследование нагревательной печи для определения его фактического состояния и оценки дальнейшей безопасной эксплуатации. Печь расположена на металлургическом заводе МЕЧЕЛ-ЭНЕРГО.

Назначение объекта – печь предназначена для термической или химико-термической обработки деталей из различных сталей при температуре до плюс 1200°C.

**Abstract:** Engineers conducted a survey of the heating furnace to determine its actual condition and assess further safe operation. The furnace is located at the MECHEL-ENERGO metallurgical plant.

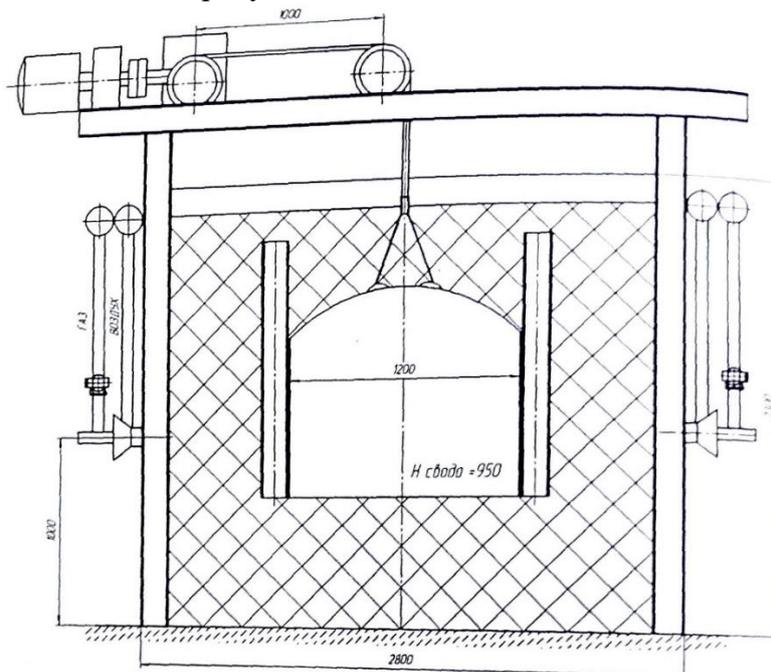
**Ключевые слова:** печь, эксплуатация, надёжность, режим работы, металлургия.

**Keywords:** furnace, operation, reliability, operating mode, metallurgy.

Год монтажа оборудования – 1962.

Год ввода в эксплуатацию – 1962.

Общая схема показана на рисунке 1.



Общая схема показана на рисунке 1



Печь размещается в помещении термического отделения. Печь изготовлена по чертежам АО «Магнитогорский ГИПРОМЕЗ».

Печь имеет переднюю, заднюю или две боковые стены, на которые опирается свод. В передней стене печи имеется загрузочное окно для подачи деталей. Печь выкладывается полностью из огнеупорного материала, а снаружи имеет обвязку из металлического каркаса.

Металлический каркас состоит из колонн и металлических балок. Колонны выполнены из прокатного двутавра №14 с шириной полки 75, мм.

Продольные балки каркаса выполнены из прокатного двутавра и равнополочного уголка 50×5,0 мм. Подвесной свод печи выполнен из прокатного двутавра №14.

Надподовое пространство печи предназначено для сжигания топлива. В боковых стенах находятся отверстия для подвода горелок. Печь отапливается коксовым газом, для сжигания которого используются двухпроводные горелки. Загрузочное окно печи закрыто заслонкой, футерованной огнеупорным материалом. Подъем заслонки осуществляется от электропривода с применением червячного редуктора типа Ч-100.

Температура в печи замеряется термопарами, установленными в рабочее пространство через отверстие в задней стене, на своде или, непосредственно, в самой камере с нагревательными деталями.

Продукты сгорания удаляются из печи по дымовым каналам, расположенным в боковых стенах печи, далее по борову в дымовую трубу №5.

Газоснабжение печи производится от цеховой магистрали газопровода коксового газа.

Для оценки фактического состояния был проведен неразрушающий контроль, а именно:

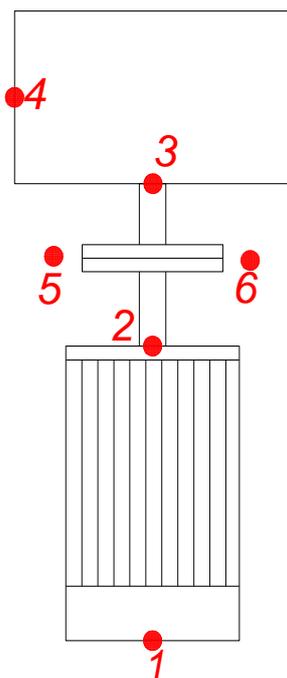
Визуальный и измерительный контроль

При визуальном контроле обязательной проверке подлежат: несущие металлические конструкции печи; система вентиляции печи; заслонка и механизм подъема заслонки; футеровка печи, лестница и площадка обслуживания свода печи, трубопроводы коксового газа и воздуха.

Ультразвуковая толщинометрия

Ультразвуковая толщинометрия проводится для замера твердости металла на всех элементах котла.

Вибродиагностический контроль



**Расположение точек замера вибродиагностического контроля**

### Тепловой контроль

Тепловой контроль печи проводится для определения состояния футеровки печи.

Определение действующих повреждающих факторов, механизмов повреждения и восприимчивости материала технического устройства к механизмам повреждения.

Технологическое оборудование в большинстве случаев, подвержено одному или нескольким механизмам повреждения:

- общей поверхностной коррозии;
- коррозионному растрескиванию;
- изменению механических свойств металла каркаса агрегата.

Расчетные и аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния технического устройства

Оценка остаточного ресурса

Возможный безопасный срок службы определен по критерию физического износа конструкций.

Общая оценка поврежденности конструкций объекта экспертизы производится по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \varepsilon_1 + \alpha_2 \varepsilon_2 + \dots + \alpha_i \varepsilon_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i},$$

где  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_i$  – максимальные повреждения отдельных узлов печи;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i$  – коэффициенты значимости отдельных узлов печи.

Относительная оценка повреждаемости печи производится по формуле:

$$\gamma = 1 - \varepsilon.$$

Постоянная износа определяется по данным натурного обследования:

$$\lambda = \frac{-\ln \gamma}{t_\varphi},$$

где  $t_\varphi$  – срок службы на момент проведения экспертизы.

Срок службы объекта экспертизы определяется по формуле, в годах:

$$T = \frac{0,16}{\lambda}.$$

Для печи общая оценка поврежденности конструкций:

$$\varepsilon = \frac{8 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,15}{8 + 4 + 2 + 3 + 3 + 2} = 0,1364.$$

Относительная оценка поврежденности конструкций печи:

$$\gamma = 1 - 0,1364 = 0,8636$$

Постоянная износа, определяемая по данным натурного обследования:

$$\lambda = \frac{\ln 0,8636}{62} = 0,00267.$$

Срок службы конструкций печи конусной с начала эксплуатации до вывода из эксплуатации:

$$T = \frac{0,16}{0,00267} = 67,0 \text{ лет.}$$

Возможный срок безопасности конструкций равен разности срока службы печи с начала эксплуатации до вывода из эксплуатации и количества эксплуатируемых лет:

$$67,0 - 62,0 = 5,0 \text{ лет.}$$

**Вывод:** возможный срок безопасной эксплуатации печи определен в 5,0 (пять) лет.

### Список литературы:

1. Машины и агрегаты металлургического производства Т.IV-5 / В.М. Синицкий, Н.В. Пасечник, В.Г. Дрозд и др.; Под общ. Ред. В.М. Синицкий, Н.В. Пасечник. 2000.



2. Проектирование технологического оборудования с применением САПР: Электронный ресурс / М. В. Андросенко, О. А. Филатова. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020.

3. Техническая механика и детали машин: Электронный ресурс / Е. В. Куликова, М. В. Андросенко. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2017. – 46 с.

4. Основы управления металлургическими машинами и оборудованием: Учебное пособие. Электронный ресурс / М. В. Андросенко, О. А. Филатова. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2016. – EDN ТКМЕОТ.

