

Запорізька державна інженерна академія  
Металургійний факультет. Кафедра Металургійного обладнання  
Спеціальність «Металургійне обладнання» 8.05050311

Затверджую:  
Завідувач кафедри Г.П. Малишев  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 р.

## Завдання

на кваліфікаційну роботу магістра

***Анісімова Андрія Володимировича***

1. Тема роботи: «Дослідження та удосконалення механізмів 4-х валкової коксової дробарки» затверджена наказом по академії від 19.05.2015 року № 277-01  
Керівник проекту (роботи) Таратуга К.В.
2. Термін здачі закінченої роботи 30 грудня 2015 р.
3. Вихідні дані до проекту техніко-економічні показники роботи агломераційного цеху цеху ПАО МК «Запоріжстальсталь»”.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити): Вступ; 1. Технологічна частина; 2. Дослідницька частина; 3. Прикладна частина; 4. Електрична частина; 5. Організаційна частина; 6. Техніко-економічне обґрунтування.  
7. Охорона праці та техногенна безпека.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 1.Общий вид 4 - х валковой коксовой дробилки 3 А1; 2. Станина 1 А4; 3. Валок приводной передний нижний 1 А1; 4. Креслення деталей – 4 А3; 5. Плакати дослідницької частини – 2 А1; 6. Електрична частина – 1 А1; 7. Охорона праці та техногенна безпека 1 А1. Разом 9 аркушів формату А – 1.
6. Консультанти з проекту із зазначенням розділів проекту, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання ви- дав	Завдання прийняв
1	доц. Таратута К.В.		
2	проф. Малишев Г.П.		
3	доц. Таратута К.В.		
4	доц. Таратута К.В.		
5	доц. Таратута К.В.		
6	доц. Таратута К.В.		
7	доц. Тарасов В.К		

7. Дата видачі завдання 19.05.2015р.

Керівник

\_\_\_\_\_

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

(підпис)

### Календарний план

Пор. №	Консультант	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Збір матеріалу на проектування	01.09.15 – 20.09.15	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проектування	21.09.15 – 30.09.15	
3	Виконання теоретичної частини проекту (роботи)	01.10.15 – 01.11.15	
4	Виконання графічної частини проекту	01.11.15 – 01.12.15	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	01.12.15 – 15.12.15	
6	Перевірка проекту консультантами	15.12.15 – 25.12.15	
7	Попередній захист проекту	Згідно з графіком	
8	Переплітання пояснювальної записки		
9	Захист проекту у ДЕК	Згідно з графіком	

Студент

\_\_\_\_\_

(Підпис)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

(Підпис)

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка дипломного проекта: 1 страницы, 35 рисунков, 12 таблиц, 5 приложений, 23 источника.

Объект модернизации – четырехвалковая дробилка для кокса.

Цель работы – модернизация зева рамы четырехвалковой коксодробилки для увеличения срока службы оборудования.

Произведен обзор и анализ существующих дробилок. Приведено подробное описание модернизации зева рамы дробилки. Выполнен расчет мощности привода дробилки и подобран необходимый электродвигатель. Произведен расчет фундамента дробилки; рабочего вала на прочность и деформацию. Выполнен расчет экономического эффекта модернизации дробилки.

Результаты работы могут быть рекомендованы для внедрения в агломерационном цехе ОАО «Запорожсталь», а также в аналогичных цехах металлургических предприятий.

ДРОБИЛКА, ВАЛОК, ШКИВ, ЦАПФА, СТАНИНА,  
БАНДАЖИ, АМОТИЗАТОР, СУПОРТ.

## **2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ**

## **2.1 Обзор и анализ научно-технических решений по теме работы**

Для повышения износостойкости бандажей необходимо провести сравнительные испытания на износ различных материалов.

Для моделирования процесса износа уже известны разработанные и изготовленные специальные установки, позволяющие приблизить условия испытания материалов к реальным .

### **2.1.1 Экспериментальные установки**

Износостойкость сталь приобретает в результате легирования ее марганцем. Наиболее распространенной маркой стали является высокомарганцевая сталь Г13 содержащая 10 - 13 % углерода, 12 - 14 % марганца и другие элементы.

Износостойкость литых изделий, деталей, работающих при повышенных температурах и давлениях, определить очень сложно, так как на износ влияет большое количество факторов. Надежные методы расчета износостойкости отливок пока отсутствуют и определить их срок службы очень сложно. Исследовать отливки в производственных условиях нерационально. Рассмотрим два существующих вида установок для испытания образцов:

#### **Вариант №1**

Сущность метода состоит в том, что при одинаковых условиях производят трение образцов исследуемого и эталонного материалов об абразивные частицы, подаваемые в зону трения и прижимаемые к образцу вращающимся резиновым роликом, измеряют износ образцов испытываемого и эталонного материалов, а износостойкость испытываемого материала оценивают путем сравнения его износа с износом эталонного образца.

#### **Характеристика установки**

Схема испытательной установки приведена на рисунке (2.1). Испытания проводят на испытательной установке, содержащей привод 7, обеспечиваю-

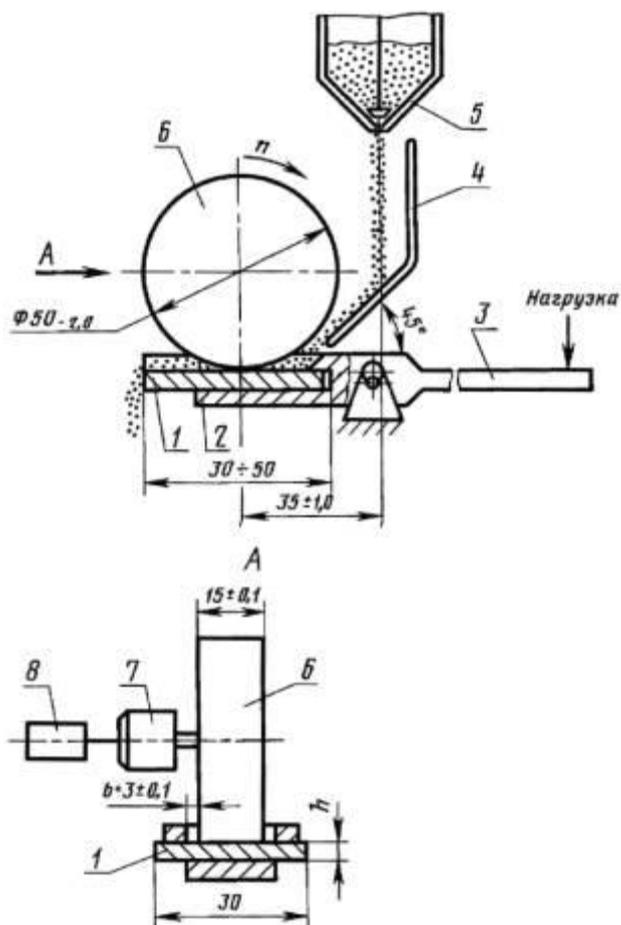
щий вращение вокруг горизонтальной оси резинового ролика 6, образцедержатель 2, рычаг 3, прижимающий образец 1 к ролику, устройство 5, дозирующее подачу абразивных частиц в зону трения по направляющему лотку 4, устройство 8 для контроля суммарного количества оборотов ролика в процессе испытаний.

Диаметр ролика должен быть в диапазоне 48 - 50 мм, ширина ролика -  $(15 \pm 0,1)$  мм, твердость материала ролика - 78 - 85 ед. по [ГОСТ 263-75](#), относительное остаточное удлинение материала ролика при разрыве - 15 % - 20 % по [ГОСТ 270-75](#), угол наклона направляющего лотка -  $(45 \pm 2)^\circ$ , торцевые зазоры между стенками образцедержателя и роликом -  $b = (3,0 \pm 0,1)$  мм. Непараллельность оси ролика рабочей поверхности образца - не более 0,1 мм.

При оценке износостойкости в конкретных условиях изнашивания допускается использовать абразивный материал, соответствующий материалу, воздействию при эксплуатации, но с размером зерен не более 1,0 мм.

В этом случае характеристики абразивного материала приводят в протоколах испытаний. При применении стандартного абразивного материала указывают номер соответствующего стандарта. При применении нестандартного абразивного материала в протоколе испытаний указывают вид абразивного материала, месторождение, максимальный и минимальный размер зерен абразивного материала, их твердость, среднюю удельную поверхность частиц и другие данные, необходимые для идентификации абразивного материала.

Повторное использование абразивного материала не допускается. Примечание. При необходимости проведения испытаний образца толщиной менее 1 мм для установки зажима образца допускается применение плоской стальной прокладки.



**Рисунок 2.1 - Схема экспериментальной установки №1**

Образцы исследуемых и эталонных материалов изготавливают в виде пластин шириной 30, длиной 30 - 50 мм и толщиной  $h$  не менее 1 мм с допусками на размеры по 7-му классу точности по [ГОСТ 24642-81](#), [ГОСТ 24643-81](#) и шероховатостью рабочей поверхности не ниже 7-го класса по [ГОСТ 2789-73](#). Допускается повторное использование испытанных образцов в участках, не подвергшихся изнашиванию, а также после удаления механической или иной обработкой следов изнашивания, образованных в результате предыдущих испытаний.

Эталонные образцы изготавливают из стали 45 по [ГОСТ 1050-88](#) в отожженном состоянии с 190 - 200 НВ.

Износ испытуемых и эталонных образцов определяют путем взвешивания до и после испытаний с погрешностью не более 0,1 мг. Потеря массы образца вследствие изнашивания при испытаниях должна составлять не менее 5 мг.

## Вариант №2

Установка представляет собой разработанное на испытательное устройство, позволяющее воспроизводить процессы износа в условиях скольжения и ударного воздействия в лабораторных условиях. Преимуществом таких испытаний является возможность максимального приближения условий испытания к реальным.

### Описание

Установка позволяет получать данные для оценки износостойкости материалов при воздействии абразива различного вида, например, кварцит, клинкер, уголь или битое стекло в разных средах, таких как сухая, горячая или коррозионная. Испытуемый образец вращается (600 об/мин) в выбранном абразиве.

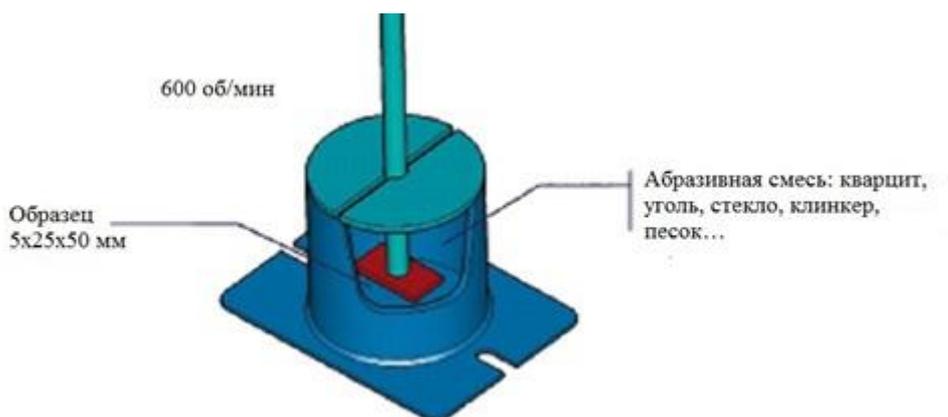


Рисунок 2.2 - Схема экспериментальной установки №2

### Параметры

В действительности установка позволяет менять среду испытания, материал абразива, температуру (до 500°C) и степень коррозионной агрессивности атмосферы. Сухой кварцит, влажный уголь, горячий клинкер или битое стекло с кислотой – это примеры условий, при которых проводились испытания.

Применение	Абразив	Методика
Стандарт	Кварцит из Вигната	5 циклов по 1 часу
Угольная шахта	Уголь + 20 вес.% воды	5 циклов по 1 ч вращения + 23 ч погружения в смесь

Транспорт для отходов	Битое стекло + 20 вес% воды + разбавленная кислота	5 циклов по 1ч вращения + 23ч погружение в смесь
Цементная промышленность	Клинкер	5 циклов по 1 часу
Высокотемпературные приложения	Кварцит из Вигната	5 циклов по 1 часу при 500°C

## Результаты

Абразивный износ количественно оценивается по потере веса образцом за заданный период времени. Результат – критерий износа вычисляется по формуле:

$$\text{критерий износа} = \frac{\Delta Pt}{P_0} \times 10^4$$

где  $\Delta Pt$  – потеря веса за время  $t$ ;

$P_0$  – начальный вес образца.



Отсутствие данных установок потребовало разработки установки собственной конструкции.

Разработана и изготовлена специальная установка, которая позволяет получать данные для оценки износостойкости материалов при воздействии абразива различного вида, например: кокс, песок, антрацит в разных средах, таких как сухая, горячая или коррозионная.

## 2.2 Обоснование выбранного направления работы

### 2.2.1 Описание метода исследования

Материал бандажа должен обеспечивать:

- 1) Высокую износостойкость.
- 2) Запас прочности и ударной вязкости что гарантирует отсутствие поломок при эксплуатации от действия ударных нагрузок.

Для выбора наиболее перспективного материала бандажей 4х валковой коксовой дробилки была разработана и создана установка (рисунок 2.3) для лабораторных исследований износостойкости различных сталей и сплавов в различной абразивной среде.

В качестве абразивного материала использовали измельченный пековый коксик фракцией (1-2) мм., а так же выбрали 7 марок стали, как образцов, для проведения экспериментов, исходя из таких механических свойств, как : предел прочности, ударная вязкость, твердость.

Исследования проводили на установке, конструкции, в виде ротора с закрепленными на нем, с помощью болтов, различных образцов стали (рисунок 2.6), приводной частью установки служит - настольный станок НС-12А .

Проводили испытания круглых цилиндрических образцов, закрепленных в рабочем органе установки (рисунок 2.7) диаметром 10 мм, длиной 100 мм на абразивный износ. В качестве образца использовали измельченный пековый кокс фракцией (1-2) мм. Установка позволила менять линейную скорость движения образцов в пределах (3,2 - 31,1) м / с. Испытания проводили при средней скорости.



Рисунок 2.3 Установка в сборе

## **2.2.2 Описание конструкции исполнительного механизма установки**

Нами за основу взят принцип установки по Варианту 2 с существенными изменениями.

Мешалка представляет собой разработанное испытательное устройство, позволяющее воспроизводить процессы износа в условиях скольжения и ударного воздействия в лабораторных условиях. Преимуществом таких испытаний является возможность максимального приближения условий испытания к реальным.

Мешалка позволяет получать данные для оценки износостойкости материалов при воздействии абразива различного вида, например: кокс, песок, антрацит в разных средах, таких как сухая, горячая или коррозионная. Абразивный износ количественно оценивается по потере веса образцом за заданный период времени.

Собранное устройство может крепиться на настольно-сверлильном станке с помощью клина. В общем виде компоновка испытательного стенда показана на рисунке 2.3.

### **Принцип работы установки**

Установка работает следующим образом:

Образец или образцы ( до 4х ) с определенной сталью или сплавом вращается в абразивном материале, находящемся в мешалке, установленной и закрепленной на станине станка. Вращение образца осуществляется от шпинделя станка, а число оборотов устанавливается и варьируется при помощи коробки перемены передач. Подбором можно установить частоту вращения образцов, обеспечивающую минимальное время проведения опытов. В процессе испытания образцы периодически извлекаются из мешалки с абразивным компонентом для фиксации динамики его износа и перемешивания абразива.



Рисунок 2.4 Вид конструкции без образцов и абразивного материала



Рисунок 2.5 Вид конструкции с образцами и абразивным материалом

Конструкция накрывается и закрепляется крышкой для безопасного испытания образцов.

Разработанная конструкция и установка нам позволяет:

- проводить испытания одновременно нескольких материалов( до 4х образцов) как с одинаковой сталью, так и с различными видами стали, отличающиеся химическими и механическими свойствами.
- приблизить испытания по истиранию к реальным.
- максимально сократить время проведения испытаний.
- обеспечить высокую достоверность и сравнимость экспериментальных данных в любое время эксперимента.

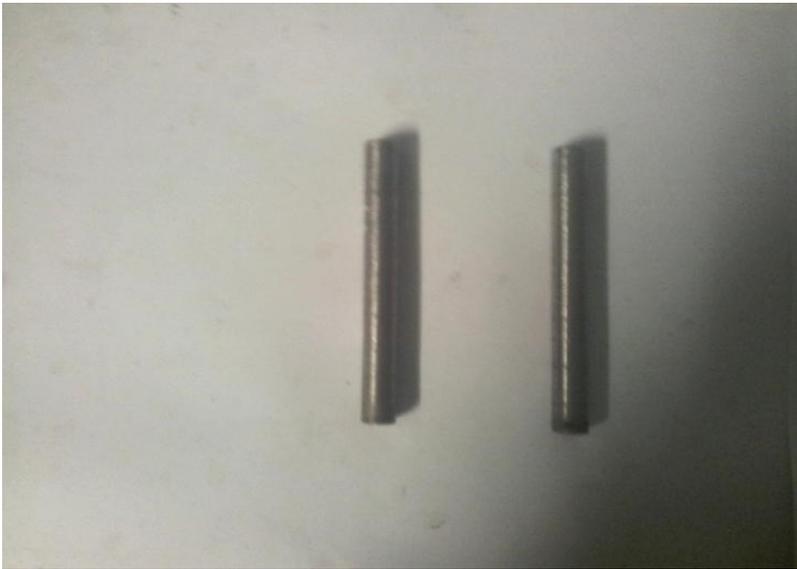


Рисунок 2.6 Цилиндрические образцы

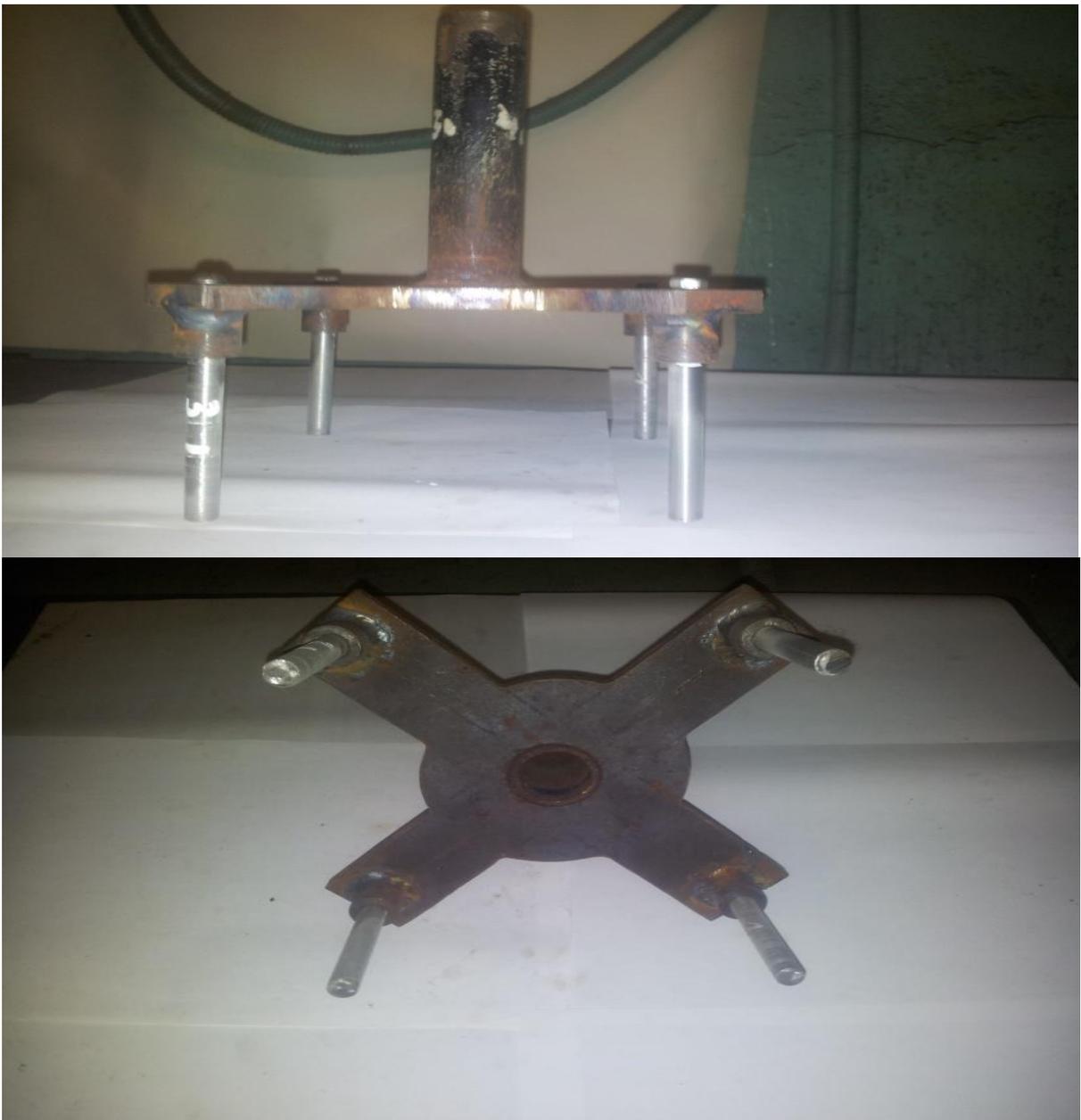


Рисунок 2.7 Ротор с закрепленными на нем образцами

## 2.2.3 Конструкция приводной части установки

### Технические характеристики станка НС-12А

#### Наименование параметра

#### Основные параметры станка

Наибольший диаметр сверления, мм	12
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола	20..420
Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет), мм	185

#### Рабочий стол

Ширина рабочей поверхности стола, мм	360x360
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3

#### Шпиндель

Наибольшее перемещение шпиндельной головки, мм	300
Ход гильзы шпинделя, мм	100, 3,2; 5,5;
Частота вращения шпинделя, $c^{-1}$	10,8; 19,3; 31,1.
Количество скоростей шпинделя	5
Конус шпинделя	Морзе 2

#### Привод

Электродвигатель привода главного движения, кВт	0,65
---	------

#### Габарит и масса станка

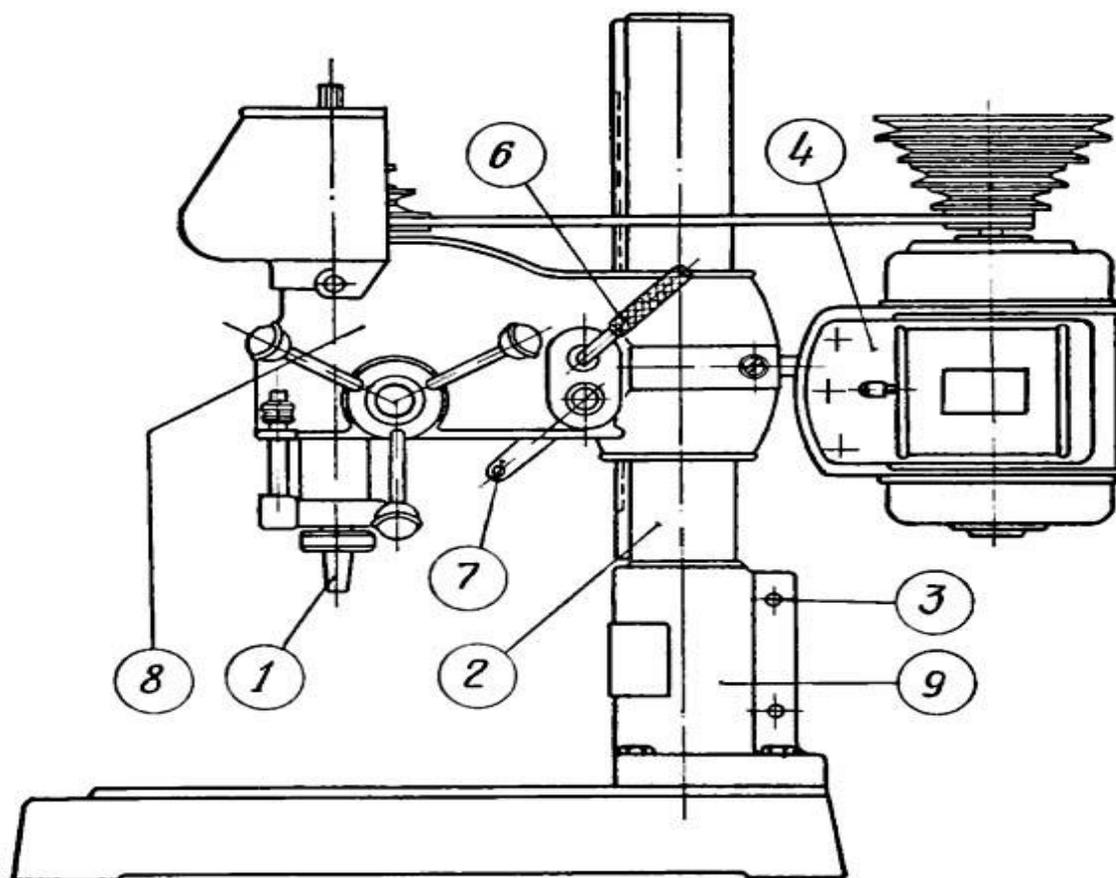
Габариты станка (длина ширина высота), мм	770 x 465 x700
Масса станка, кг	121

## Местное освещение станка НС-12А

Станок укомплектован аппаратурой для местного освещения. В связи с тем, что настольно-сверлильный станок, модели НС-12А чаще всего устанавливается на верстаках или столах, поэтому арматуру (кронштейн) и аппарат (трансформатор) местного освещения, при монтаже станка, требуется прикреплять вблизи станка, а если станок устанавливается у стены — то к последней.

Электродвигатель, посредством подmotorной плиты, прикреплен к бабке шпинделя. На оси электродвигателя находится ступенчатый шкив, который соединяется со шкивом шпинделя клиновым ремнем.

## Расположение составных частей станка НС-12А



## Спецификация составных частей станка НС-12А

1. Шпиндель
2. Колонка и плита
3. Зажимные винты кронштейна
4. Привод станка - электродвигатель

5. Станина
6. Рукоятка зажимного устройства шпиндельной бабки на колонне
7. Рукоятка механизма подъема шпиндельной бабки по колонне
8. Бабка шпиндельная
9. Кронштейн крепления колонки к плите

### **Общая компоновка и особенности станка НС-12А**

Основу шпиндельной бабки составляет чугунный корпус. В корпусе смонтированы шпиндельный узел, механизм подъема бабки, механизм натяжения ремня и местное освещение станка.

Сзади к бабке прикреплен электродвигатель.

Механизм подъема бабки предназначен для перемещения бабки шпинделя по колонке. Колонка прикреплена к плите кронштейном. В кронштейне колонка зажата двумя болтами. В случае необходимости поворота колонки вокруг своей оси, болты освобождаются, колонка совместно с бабкой поворачивается в требуемое положение, после чего болты зажимаются.



Рисунок 2.8 Общий вид

## 2.3 ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СПЛВОВ В СРЕДЕ ПЕКОВОГО КОКСИКА

С целью выбора оптимального материала для работы в среде пекового коксика нами проведены сравнительные испытания различных материалов (табл. 2.2), что позволит повысить срок службы бандажей четырехвалковых коксовых дробилок.

Исследована износостойкость различных материалов в среде дробленого пекового кокса крупностью около 1-2 мм.

Таблица 2.1 – Механические свойства сталей

Марка стали	Предел прочности $\sigma_B$ , МПа	Ударная вязкость $K_{CII}$ , кДж/м	Твердость НВ, МПа	Твердость HRC
Ст40	600	0,600	3110	34
35Х2СЛ	980	0,550	3200	-
65ХГСЛ	1100	0,250	3800	-
110Г13Л	650	2,500	2200	-
250Х25НТ	920	0,010	-	57
320Х20Н	900	0,020	-	55
70ГЛ	800	0,2	2440	-

### 2.3.1 Методика испытаний

Установка позволяла менять линейную скорость образцов в пределах 3,14...31,1 м/с. Испытания проводились при средней скорости. На рис. 4.1 показаны результаты испытаний материалов.

Так как установка рассчитана для проведения одновременно 4х образцов, мы испытывали по 2 образца эталона и 2 образца испытуемой марки стали. В качестве эталона приняты образцы из стали 3.

Относительную износостойкость образцов определяли из соотношения:

$$\varepsilon = \frac{\Delta P_{ЭТ}}{\Delta P_{ОБР}},$$

где  $\Delta P_{ЭТ}$ ,  $\Delta P_{ОБР}$  - потеря массы соответственно эталоном и образцом.

$$\Delta P_{ЭТ} = \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2} \quad \Delta P_{обр} = \frac{\Delta P_3 + \Delta P_4}{2}$$

где  $\Delta P_1$  и  $\Delta P_2$  - потеря массы образцов эталона и  $\Delta P_3$  и  $\Delta P_4$  - потеря массы испытуемых образцов.

Потеря массы эталонного образца, г. Ст3 $\Delta P_{эт}$	Потеря массы исследуемого образца, г. $\Delta P_{обр}$	Относительная износостойкость образцов $\varepsilon$
6,95	0,93 (1)	7,42
6,95	1,01 (2)	6,93
6,95	1,95 (3)	3,56
7,1	2,23 (4)	3,18
7,1	2,31 (5)	3,07
7,1	5,11 (6)	1,39

Таблица 2.2 Результаты сравнительных испытаний

### 2.3.2 Обработка экспериментальных данных

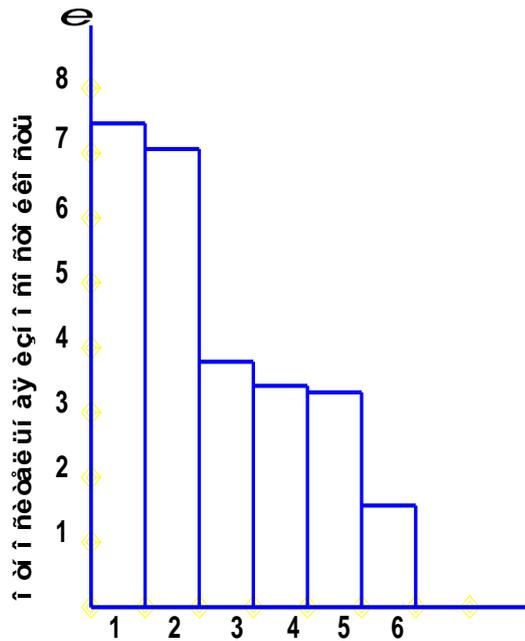


Рисунок 2.9 – Влияние типа сплавов и сталей на износ образца:

1 – сплав 320Х20Н; 2 – сталь 250Х25НТ; 3 – сталь 70ГЛ;  
4 – сталь 65ХГСЛ; 5 – сталь 35Х2СЛ; 6 – сталь 110Г13Л.

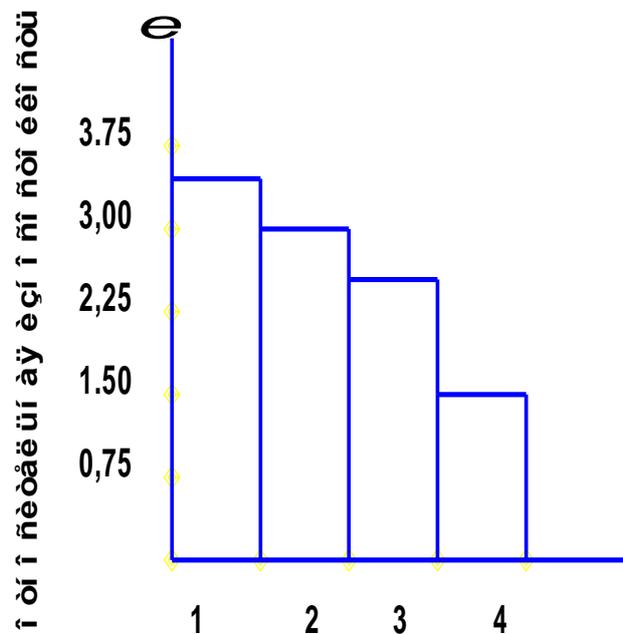


Рисунок 2.10 – Влияние термообработки на износ стали 70ГЛ:

1 – закалка в воду с  $1050^{\circ}\text{C}$ ; 2 – закалка в воду с  $860^{\circ}\text{C}$ ;  
3 – нормализация с  $900^{\circ}\text{C}$ ; 4 – отжиг при  $680^{\circ}\text{C}$  в течении 12 ч

### 2.3.3 Анализ выполненной работы

Испытания образцов проводили в течение 50 ч. Максимальную относительную износостойкость имеет сплав 320Х20Н после нормализации, минимальную - сталь 110Г13Л после закалки в воду с температуры 1050°С. Такая низкая износостойкость стали 110Г13Л объясняется отсутствием ударного наклепа в процессе испытания.

Анализ механических свойств (см. табл.2.1) показывает, что наиболее перспективный материал для бандажей дробилок - сталь 70ГЛ с содержанием, %: 0,65...0,8 углерода; 0,2...0,5 кремний; 1,1...1,6 марганца; до 0,045 серы; до 0,045 фосфора. Сплав 320Х20Н и сталь 250Х25НТ имеют низкую ударную вязкость и не могут быть использованы в качестве материалов для деталей, работающих в условиях ударных нагрузок.

На втором этапе исследований проверено влияние термической обработки на относительную износостойкость стали 70ГЛ. Время выдержки в печи рассчитывали из условия 3 ч на 10 мм толщины образца.

Результаты испытаний (рис. 2.9) показали, что наибольшую относительную износостойкость имела сталь 70ГЛ после закалки в воду с температуры 1050°С.

## ВЫВОДЫ

1. Ознакомление с технологией и оборудованием агломерационного цеха ОАО "Запорожсталь" показало, что одной из основных проблем цеха является проблема слипания антрацита в зимний период, по этой причине происходят остановки 4-х валковых дробилок из-за забивания их материалом, т. е. дробилки не обеспечивают заданную производительность при использовании большого количества крупного материала.

2. В ходе исследования было выбрано наиболее перспективный материал для бандажей 4-х валковых дробилок и проведены сравнительные эксперименты.

3. В данном разделе был произведен обзор и анализ существующих дробилок. Выполнена модернизация 4-х валковой дробилки для кокса, в частности, изменена конструкция зева рамы дробилки, что позволило увеличить межремонтный срок эксплуатации дробилки и сократить время на капитальные и текущие ремонты, тем самым получить экономический эффект. Произведен расчет наиболее нагруженных узлов и деталей дробилки, в частности: рабочего вала на прочность и деформацию, расчет мощности привода дробилки.

4. В ходе выполнения работы был рассчитан и подобран электродвигатель привода дробилки.

5. В данном разделе был выполнен расчет численности рабочих механослужбы участка и расчет планирования фонда оплаты труда. Составлены годовой график ППР и сетевой график ремонта модернизации 4-х валковой дробилки кокса.

6. В данном разделе был выполнен расчет показателей экономической эффективности проекта.

7. В данном разделе был выполнен расчет защитного заземления. Рассмотрены предложения по улучшению экологических показателей Агломерационного цеха.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенков Р. Л. Механика насыпных грузов. Основания расчета погрузочно-разгрузочных и транспортных устройств, изд. 2. – М.: Машиностроение, 1964,- 251 с.
2. Филин А.П. Элементы теории оболочек.- Л.: Стройиздат, 1987.- 384с.
3. Дженике Э. В. Складирование и выпуск сыпучих материалов. – М.: Мир, 1968.- 240с.
4. Гячев Л. В. Движение сыпучих материалов в трубах и бункерах. – М.: Машиностроение, 1968.- 184 с.
5. Лурье З. С. Бункерные устройства углеобогатительных и брикетных фабрик.- М.: Недра, 1972, 208 с.
6. Притыкин Д. П. Механическое оборудование заводов цветной металлургии. Учебн. для вузов в 3 ч. Ч. 1. Механическое оборудование для подготовки шихтовых материалов.- М.: Металлургия, 1988.- 328 с.
7. Гребеник В. М., Сапко А. И., Демьянец Л. А. Механическое оборудование электросталеплавильных и ферросплавных цехов.- Киев: Вища школа, 1980.- 256 с.
8. Кохан Л. С., Навроцкий А. Г. Механическое оборудование цехов по производству цветных металлов.- М.: Металлургия, 1985.- 312 с.
7. Свойства стальных отливок после термообработки / Г.А. Федьков, В.И. Минакова, В.А. Федьков, Л.Б. Черепицкий // Литейное производство. – 1979. – № 11. – с. 15, 16.
10. Кузьмин А. В., Марон Ф. Л. Справочник по расчётам механизмов подъёмно- транспортных машин.- 2-е изд., перераб. и доп.- Мн.: Выш. шк., 1983.- 350 с., ил.
11. Седуш В. Я. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин. – 2е изд., перераб. и доп.– Киев – Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1981.– 264 с.

12. Притыкин Д. П. Надёжность, ремонт и монтаж металлургического оборудования: Учеб. для вузов.- М.: Металлургия, 1985.- 368 с.

13. Фотиев М. М. Электропривод и электрооборудование металлургических цехов: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Металлургия, 1990.- 352 с.

14. Грацерштейн И. М., Малинова Р. Д. Организация, планирование и управление на предприятиях цветной металлургии. Изд. 3-е, перераб. и доп.- М.: Металлургия, 1987, 416 с.

15. Медведев И. А., Бельгольский Б. П., Зайцев Е. П. Организация, планирование и управление производством на металлургических предприятиях. 2-е изд., перераб. и доп. – К.; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1984. 400 с.

16. Трахтенберг І. М., Коршун М. М., Чабанова О. В. Гігієна праці та виробнича санітарія.-К., 1997.- 461 с.

17. Свойства стальных отливок после термообработки / Г.А. Федьков, В.И. Минакова, В.А. Федьков, Л.Б. Черепицкий // Литейное производство. – 1979. – № 11. – с. 15, 16.

18. Жук А. Я., Желябина Н. К. Методические указания: Единые правила выполнения конструкторской документации в вузе.- Запорожье: Изд-во ЗГИА, 2001. – 123 с.

19. Жук А. Я., Малишев Г. П. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи наукового спрямування (спеціальність 8.090218 «Металургійне обладнання»).- Запоріжжя, 2004. – 72 с.

20. Кожемякін Г.Б. Охрана праці та технологічна безпека, вказівки для виконання магістерської роботи, Запоріжжя, ЗДІА, 2012-48с

21. Охрана труда в ЧМ / Бринза В.Н , Зиньковский М.М - М.: Металлургия, 1982-384с.

22. Роздорожний А.А. Охрана труда и производственная безопасность - М : Экзамен, 2006 -520 с

23. <http://www.dnор.kiev.ua> Офіційний сайт Государственная служба України по вопросам труда.