

---

---

## Раздел 2 | **Машиностроение. Технологические машины и транспорт.**

УДК 622.74.Н56

### **К ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ТРАНСМИССИЙ ПРИВОДОВ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ КОКСОВЫТАЛКИВАТЕЛЕЙ**

**В.И. ИЛЬКУН , Р.Р. МУКАЕВ**

(г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

Ключевые слова: коксовыталкиватель, механизм передвижения, подъемно-транспортная машина

Отличительной особенностью коксохимического производства является согласованная работа коксовыталкивателя в условиях непрерывного технологического процесса производства в режиме постоянного реверсирования приводных двигателю механизмов передвижения и возникающих динамических нагрузок при переходных (установившихся) режимах работы. Процессы, возникающие в приводах механизмов передвижения коксовыталкивателя подобны процессам, протекающим в приводах механизмов передвижения технологических мостовых кранов и напольных завалочных машин в

мартеновских цехах заводов черной металлургии. Это объясняется в первую очередь тем, что технологические агрегаты, обслуживаемые вышеупомянутым оборудованием расположены в одну линию, а каждая из обслуживающих их технологических подъемно-транспортных машин имеет свой ограниченный участок работы. Поломки в механизме передвижения одной из них приводит к сбоям в работе всех остальных из-за изменения цикличности работы и ограниченного доступа к крайним (в технологической цепочке) технологическим агрегатам. Это подтверждается и работой [1].

Применяемые в настоящее время приводы механизмов передвижения коксовыталкивателя можно классифицировать следую-

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

щим образом [1]:

а) механизм передвижения коксовытальквателя совмещен с электроприводом механизма вталкивающей штанги (рис. 1, а). Включение и выключение механизма передвижения осуществляется ручным переключением кулачковой или фрикционной муфты 4. В этом случае крутящий момент от электродвигателя 1 через муфту-тормоз 2, зубчатую передачу и шестерню 3 механизма выталкивания коксового пирога, цилиндрическую и коническую зубчатые зацепления Кинематические схемы механизмов передвижения коксовытальквателя передается горизонтальному валу 5. Горизонтальный вал передает крутящие моменты коническим зубчатым парам, установленным на вертикальных валах 6, расположенных как с машинной, так и коксовой стороны коксовытальквателя. Через цилиндрическую зубчатую передачу ходовые колеса 7 получают вращательное движение.

б) каждый привод состоит из электродвигателя с установленным на свободном конце вала пневматическим тормозом 2; одноступенчатого цилиндрического редуктора 3 с передаточным числом 5,7; промежуточного вала 4, соединенного при помощи зубчатых муфт 5 с тихоходным валом редуктора и валом - шестерни 6 открытой цилиндрической зубчатой передачи (рис. 1, б). Шестерня находится в зацеплении с зубчатым колесом 7, жестко посаженным на одном валу с ходовым колесом 8 коксовытальквателя.

в) механизм передвижения состоит из электродвигателя 1, на одном конце вала установлен гидроэлектрический тормоз 2, другой конец при помощи зубчатой муфты 3 соединен с быстроходным валом одноступенчатого цилиндрического редуктора (передаточным числом 8,5; рис.1,в). Тихоходный вал редуктора, при помощи зубчатых муфт и промежуточных валов 7 соединен с валом шестерни 5 открытой зубчатой передачи. Шестерня 5 находится в зацеплении с паразитной шестерней 8, которая находится в зацеплении с двумя венцами 6, закрепленными на ходовых колесах.

г) механизм передвижения коксовыталь-

квателя (рис.1, г) состоит из электродвигателя 1, муфты-тормоза 2 и редуктора 3; частоты вращения электродвигателей привода ходовых колес, установленных на левых и правых балансирных тележках синхронизированы по схеме электрической вал.

В коксовом цехе металлургического комбината Арселор Миттал Темиртау (г. Темиртау, Республика Казахстан) на коксовытальквателях установлены приводы по кинематическим схемам (рис.1, б, г).

Для изучения причин отказов механизмов передвижения коксовытальквателя применяли данные статистического анализа, приведенного сотрудниками ДНГУ (г. Донецк, Украина) [4]. Согласно которых относительная частота отказов и время простоев для проведения ремонтов составили 18-19 % от общего числа отказов. Из указанной работы также следует, что на механизмы передвижения коксовытальквателя (рис.1, а-г) приходится примерно 27% отказов. Авторы работы [4] отмечают, что распределения по частоте отказов относительно равномерное. В результате анализа данных по продолжительности и частоте отказов сборочных единиц и деталей механизмов передвижения коксовытальквателя установлено, что простои, по этому показателю составляют примерно 25%отказов всех механизмов этой машины.

По результатам актов выполненных ремонтных работ по техническому обслуживанию (ТО) сборочных единиц и деталей механизмов передвижения коксовытальквателей коксового цеха АМТ за период 8 мес., в 2013 г. построили гистограммы рис.2, рис.3.

В результате анализа данных ТО механизмов передвижения установлено, что затраты времени на обслуживание ходового редуктора (6ч.) меньше, чем трансмиссионного вала (14ч.) по результатам анализа данных продолжительности ремонтов ходового редуктора (24ч) и трансмиссионного вала (29ч) установлено, что долговечность промежуточного вала трансмиссии меньше долговечности ходового редуктора.

С целью увеличения срока службы ходовых колес механизма передвижения коксовытальквателей был предложен метод их поверхностного упрочнения, заключающийся

Кинематические схемы механизмов передвижения коксовыталькователя

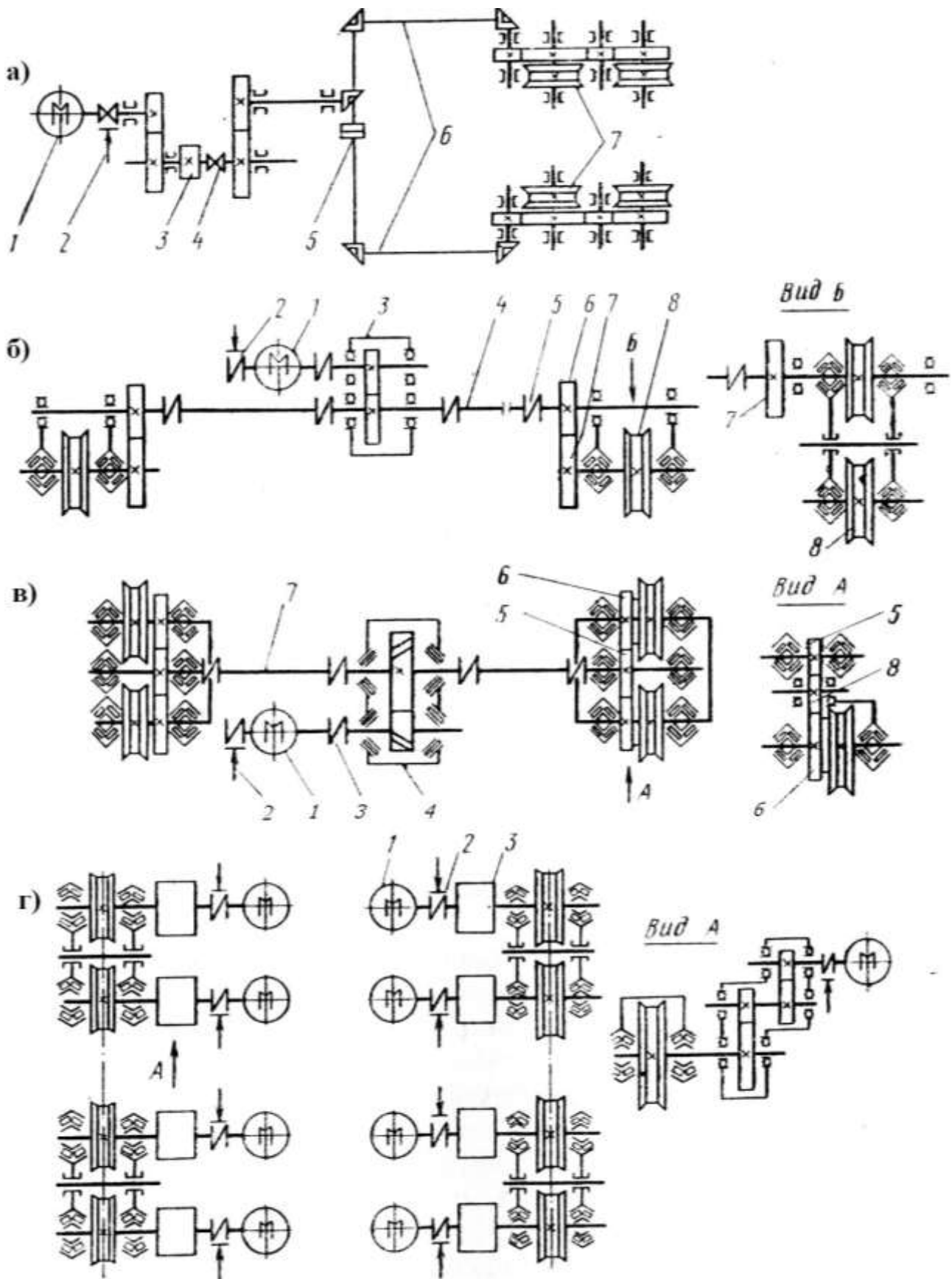


Рисунок 1.

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

Распределение временных затрат на техническое обслуживание редуктора привода и трансмиссии механизма передвижения

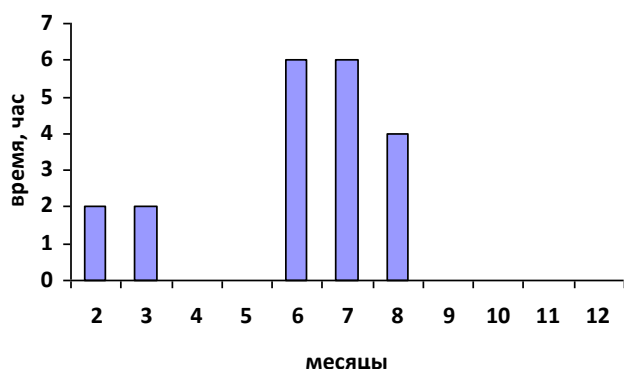


Рисунок 2.

Распределение временных затрат на текущий ремонт редуктора привода и трансмиссии механизма передвижения

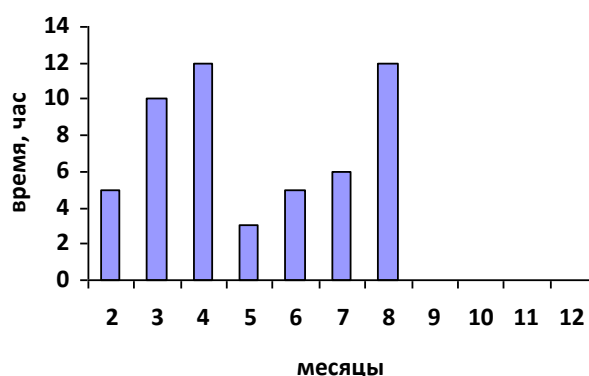


Рисунок 3.

в следующем [5] Ходовое колесо вытачивают обычным способом, при этом диаметр поверхности катания выполняют с плюсовым допуском в пределах 0,05-0,1 мм. Поверхность катания и реборды выточенного колеса обрабатывают на больших скоростях вращения шпинделя станка притупленным резцом. При этом поверхность колеса мгновенно нагревается до температуры закалки и после прохода резца сразу остывает. В результате отвода тепла внутрь колеса, происходит поверхностная закалка колеса за счет трения. Внедрение этого предложения способствовало снижению затрат на изготовление и колес механизма передвижения коксовытачивателя и уменьшению числа заменяемых колес в результате повышения их износостойкости.

Следует отметить, что предложенный метод [5] имеет следующие недостатки:

а) из-за конечной скорости подачи резца вдоль поверхности обода колеса начальный участок обрабатываемой поверхности обода прогрев меньше, что приводит к неравномерной закалке по ширине обода колеса;

б) при обработке поверхности обода за

тупленным резцом возможны возникновения автоколебаний, способствующих увеличению допуска поверхности катания по сравнению с указанным в работе [5].

В результате обобщения данных работ [1-5] можно заключить, что эксплуатационное состояние ходовых колес механизмов передвижения оказывает существенное влияние на продолжительность межремонтного периода эксплуатации редукторов трансмиссий (рис.1, б, в)

В работе [6] описана схема сигнализации о работе тормозов механизма передвижения коксовых машин. Схема дает возможность машинисту коксовытачивателя своевременно осуществлять контроль за состоянием тормозов по сигналам средств зрительной индикации, установленной в кабине машиниста. Это будет дополнительно способствовать снижению износа ходовых колес. Рекомендованные предложения только на одном коксовытачивателе за год позволили сэкономить девять редукторов типа ВКЦ-610 и четыре электродвигателя типа Д 31 мощностью 8 кВт каждый. При этом увеличился срок службы ходовых колес.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ткачев В.С., Остапенко М.А. Оборудование коксохимических заводов М.: Металлургия, 1983, 360 с.
2. Непомнящий И.Л. Коксовые машины, их конструкция и расчет. М.: Металлургия, 1963, 388 с.

3. Рындяев В.И., Шелехов В.С. Основные направления в создании трансмиссии приводов механизмов передвижения коксовыталькователя. (Восточно-европейский журнал передовых технологий-2010-№416(46)- С.4-6.

4. Парфенюк А.С. и др. Статистический анализ эксплуатационной надежности косовых машин // А.С. Парфенюк, А.А.Булатов, Н.А.Хромов и др. Кокс и химия, №11, 1989.

5. Горякин А.Ф. и др. Способ поверхностного упрочнения ходовых колес машин для обслуживания коксовых печей//Рационализаторские предложения и изобретения, рекомендуемые министерством для внедрения на предприятиях черной металлургии. Научно-технический реферативный сборник М.: МЧМ СССР ЦНИИИ и ТЭИ ЧМ,1985.Вып.6 (515)-С.23.

6. Липский М.Н., Ревуцкий П.И. Схема сигнализации о работе тормозов механизма передвижения коксовых машин // Рационализаторские предложения и изобретения, рекомендуемые министерством для внедрения на предприятиях черной металлургии. Научно-технический реферативный сборник М.: МЧМ СССР ЦНИИИ и ТЭИ ЧМ,1985.Вып.5 (514)-С.26.

УДК 621.771

### СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АРМАТУРНОГО ПРОКАТА

О.Н. КРИВЦОВА, М.К. ИБАТОВ, И.И. КУЗЬМИНОВ, Е.В. ШИРОКОВА, Ф.А. ЯБС  
(г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

Применение на практике статистических методов управления качеством продукции дает возможность исследовать стабильность технологического процесса, определить возможные отклонения от нормативных значений. Это позволяет своевременно разрабатывать корректирующие мероприятия для совершенствования технологии производства и получения металлопродукции с оптимальными свойствами [1].

Для оптимизации технологических режимов производства арматурной стали по критериям механических свойств на мелко-сортном стане 320 в условиях Сортопрокатного цеха АО «АрселорМиттал Темиртау» необходимо получить статистические модели зависимости прочностных и пластических характеристик арматурного проката от химического состава стали и технологических параметров.

Использовались статистические и корреляционно-регрессионные методы [2]. Статистическое исследование включало следующие этапы: формирование статистической выборки; отсев грубых погрешностей; проверка нормальности распределения параметров в статистической выборке; проведение

корреляционно-регрессионного анализа; статистическая оценка полученной математической зависимости  $y=F(x)$ .

По результатам приемо-сдаточного контроля параметров качества арматуры в период с января 2013 по апрель 2014 года были собраны следующие данные: химический состав стали марки 35ГС; характеристики механических свойств.

Химический состав стали принимали согласно паспортам 179 плавок.

При прокатке цеховой контрольно-измерительной аппаратурой фиксировали номер профиля (номинальный диаметр арматуры)  $d$ .

На образцах, отобранных от каждой партии металла, определяли стандартные механические свойства при растяжении – предел текучести, предел прочности и относительное остаточное удлинение в соответствии с требованиями ГОСТ 5781-82 [3].

Массив собранных производственных данных позволил сформировать три статистические выборки профиларазмеров (10-16 мм, 18-22 мм, 25-32 мм) из указанных выше трех групп факторов: анализ влияния химического состава стали; анализ влияния угле-

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

родного эквивалента стали; анализ влияния технологических параметров.

В таблице 1 приведены основные статистические характеристики выборочных данных по группе арматурной стали марки 35ГС диаметром 10-16 мм.

Для получения статистических выборок была проведена оценка характера распределения собранных параметров. Параметры выборки с достаточной точностью удовлетворяют нормальному закону распределения, следовательно, позволяют получить достоверные результаты при корреляционном и регрессионном анализе [4].

Для оценки тесноты связи исследуемых величин рассчитали парные коэффициенты корреляции (таблица 2). По t-критерию Стью-

дента [1] оценили их статическую значимость (в таблице 2 статистически значимые коэффициенты выделены жирным шрифтом).

Из таблицы 2 видно, что углерод и углеродный эквивалент имеют положительную связь с  $\sigma_T$ , причем тем более сильную, чем больше номер арматурного профиля. Похожая связь прослеживается и у других химических элементов (Cr, Mn). Влияние номера профиля на  $\sigma_T$  оказалось весьма противоречивым. Например, предел текучести арматуры малого диаметра не зависит от ее размера. В то же время предел текучести имеет положительную связь в группе диаметров 18-22 мм и отрицательную – в группе больших диаметров.

Таблица 1.

Статистические характеристики результатов наблюдений для группы арматурного проката  $\varnothing 10-16$  мм

Показатель	Углеродный эквивалент С <sub>экв</sub>	Содержание химических элементов, %					Механические свойства			d, мм
		C	Si	Mn	Cr	Cu	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\Delta$ , %	
Среднее	0,58	0,33	0,4	1,15	0,026	0,05	440,4	670	22,5	13,3
СКО	0,027	0,024	0,037	0,042	0,01	0,01	24	44,1	3,26	1,88
Min	0,54	0,29	0,6	1,03	0,02	0,03	370	550	13,6	10
Max	0,64	0,37	0,72	1,2	0,06	0,08	525	830	31	16
Стандартная ошибка	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	2,2	4	0,3	0,17
Асимметрия	0,25	0,37	0,5	-1,04	2,36	0,27	1,33	1,07	-0,13	0,22
Дисперсия	0,01	0,0006	0,0008	0,002	0,00002	0,0001	580	1944	10,6	3,53
Экссесс	-1,17	-1,23	-0,22	0,75	6,28	0,06	5,03	4,64	0,66	-1,14

Таблица 2.

Коэффициенты парной корреляции химических элементов, углеродного эквивалента с пределом текучести арматурной стали

Диаметр	C	Mn	Si	Si <sup>2</sup>	Cr	Cr <sup>2</sup>	Ni	Cu	C экв	d
$\varnothing 10 \div 16$	<b>0,250</b>	<b>0,210</b>	–	<b>0,22</b>	<b>-0,230</b>	–	–	0,16	<b>0,300</b>	0,040
$\varnothing 18 \div 22$	<b>0,304</b>	<b>0,473</b>	0,282	–		0,287	–	–	<b>0,398</b>	<b>0,411</b>
$\varnothing 25 \div 32$	<b>0,593</b>	–	–	–	-0,267	–	-0,275	–	<b>0,705</b>	<b>-0,629</b>

С учетом выделенных факторов получили уравнения регрессии для всех размерных групп арматурного проката стали марки

35ГС, связывающие  $\sigma_T$  с химическим составом и углеродным эквивалентом. Полученные уравнения представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Полученные регрессионные зависимости

Диаметр	Уравнение регрессии	$F_{\text{РАСЧ}}$	$F_{\text{ТАБЛ}}$
Ø10÷16	$\sigma_T = 3583,5 - 512C - 5856Mn + 2504Si^2 - 434,3Cr + 704C_{\text{ЭКВ}}$	2,93	1,16
Ø18÷22	$\sigma_T = 281,8 - 763,15C + 64,43Mn + 492,37C_{\text{ЭКВ}} + 1,78d$	2,50	1,61
Ø25÷32	$\sigma_T = 163,83 + 56,74C + 565,66C_{\text{ЭКВ}} - 2,72d$	2,15	1,65

Как видно, все уравнения являются значимыми, хотя и учитывают кроме влияния углеродного эквивалента и диаметра арматурного профиля влияние разных химических элементов.

Для управления качеством проще использовать один параметр, чем несколько, тем более что коэффициенты корреляции при этом не уменьшаются. Поэтому, как фактор химического состава, можно использовать углеродный эквивалент  $C_{\text{ЭКВ}}$ .

В соответствии с рекомендациями [5] по

тем же данным выполнили расчет влияния на характеристики механических свойств суммы химических элементов в форме ( $C_{\text{ЭКВ}} = C + Mn/6 + Si/10$ ) [4]. Полученные уравнения регрессии приведены в таблице 4.

Полученные уравнения регрессии, описывающие влияние углеродного эквивалента на механические характеристики проверены на значимость и адекватность, что говорит о возможности использования их в производственном процессе.

Таблица 4.

Влияние углеродного эквивалента на механические свойства

Диаметр арматуры	Уравнения	$R^2$
Ø10÷16	$\sigma_T = 277,63C_{\text{ЭКВ}} + 277,54;$ $\sigma_B = 468,99C_{\text{ЭКВ}} + 394,73;$ $\delta = -58,107C_{\text{ЭКВ}} + 56,569;$	0,5952 0,6810 0,8273
Ø18÷22	$\sigma_T = 279,9 C_{\text{ЭКВ}} + 274,16;$ $\sigma_B = 470,16 C_{\text{ЭКВ}} + 400,18$ $\delta = -49,507 C_{\text{ЭКВ}} + 50,6;$	0,7581 0,5888 0,5270
Ø25÷32	$\sigma_T = 816,98C_{\text{ЭКВ}} - 40,84;$ $\sigma_B = 1333,4 C_{\text{ЭКВ}} - 98,252;$ $\delta = -30,285 C_{\text{ЭКВ}} + 37,736.$	0,4976 0,8999 0,5624

## ВЫВОДЫ:

1) Обработке подвергли экспериментальные данные по химическому составу и механическим свойствам арматурного проката различного диаметра от 10 до 32 мм, прокатанных на непрерывном 16 клетевом мелкосортном стане в СПЦ АО «Арселор-Миттал Темиртау» в период с января 2013 по апрель 2014 годы.

2) Для всех выборочных данных проведена полная статистическая обработка и корреляционно-регрессионный анализ.

3) Получены зависимости механических свойств от содержания различных химических элементов, углеродного эквивалента и размера профиля. Наибольшая связь ( $R^2 = 0,89$ ) наблюдается в зависимости предела прочности от углеродного эквивалента.

4) Полученные модели рекомендуются для прогнозирования механических свойств арматурного проката и могут быть использованы для оптимизации технологии прокатки.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Сальников А.С., Алферов И.А., Торопова Ж.А. и т.д. Оценка стабильности качества сортового проката из конструкционной стали ответственного назначения//Сталь.2012.№9. С.45-48.
2. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб. пособие для ВТУЗов. – М.: Высш. шк., 1988. – 239 с
3. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия = Hot rolled steel for reinforcement of ferroconcrete structures. Specifications. Переизд. Ноя. 2005 с изм. №1,2,3,4,5, утв. в фев.1984, июн 1987, дек. 1987, окт. 1989, дек. 1990 – Взамен ГОСТ 5.1459-72, ГОСТ 5781-75; Введ. 17.12.1989. – М.: СтандартИнформ, 2005. – 10 с.: илл. – УДК 664.14–122.4.691.87.006.354 : Группа В22. Межгосударственный стандарт
4. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний. – М.: Машиностроение, 1985. – 232с.
5. Жадан В.Т., Маневич В.А. Совершенствование технологии прокатки на основе комплексных критериев качества. - М.: Металлургия, 1989. - 96с.

УДК УДК 621.771.2.

**ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗНОСА  
КЛИНЬЕВ БАРАБАНА МОТАЛКИ ШПС 1700**

<sup>1</sup>В.А. ЯЩЕНКО, <sup>1</sup>Б.К. КАЛМЫРЗАЕВ, <sup>2</sup>А.И. ВОРОБЬЕВ  
(г. Темиртау, <sup>1</sup>Карагандинский государственный индустриальный университет,  
<sup>2</sup>АО «АрселорМиттал Темиртау»)

Проблема повышения срока службы быстроизнашиваемых деталей барабана моталки, эксплуатирующихся в тяжелых условиях высоких контактных напряжений, является весьма актуальной для прокатного производства.

По условиям эксплуатации моталки изнашиваемая поверхность клиньев резко отличаются от деталей рабочих органов многих других машин других производств. Специфика этих условий определяется малыми величинами допустимого износа, жесткими требованиями, предъявляемыми к чистоте поверхности, величиной образующихся зазоров, контактирующих поверхностей с элементами вала и крайне неблагоприятным характером изнашивающего воздействия.

Проблема обеспечения износостойкости клиньев при намотке полосы на барабан моталки требует проведения большой работы, исследовательской как по содержанию, так и по способу ее осуществления. Решающее значение здесь принадлежит практике, экс-

Однако оценка материалов исследований только методами количественного измерения и статистической обработки экспериментальных данных не позволяет изучить взаимодействия системы рабочего клина со смежно кинематически связанной поверхностью детали и всестороннее взаимодействие всех проявлений и свойств этого процесса, в его развитии и изменении. В то же время сложность, многофакторность процесса контактного износа не дает однозначного ответа на вопросы, выдвигаемые практикой.

Программой работы предусмотрено поэтапное выполнение исследований с постепенным их развитием. На первом этапе систематизируется опубликованный материал с тем, чтобы подвести основные итоги научно-исследовательских работ о технологических закономерностях в процессе работы барабана моталки; проводится анализ влияния различных факторов на характеристики рулонов наматываемой полосы. Это позволит обосновать научный поиск и направление



перименту.

дальнейших исследований.

Второй этап – методические изыскания проведение, предусматривают разработку специальных средств и принципов, позволяющих учитывать изменения, связанные с переносом изучаемых процессов из лабораторных условий в производственные, отыскание методов направленного изменения факторов, влияющих на процесс износа и создание условий сопоставимости результатов исследований. Для этого используется производственное оборудование, обеспечивающий проведение достаточного объема опытов по изучению механизма износа с регистрацией линейных показателей процесса методами замеров с высокой степенью достоверностью.

Экспериментально-конструктивной проработке специальной формы клиньев предшествовали поисковые исследования в лабораторных условиях для выбора необходимых исходных данных на проектирование. В ходе экспериментальных исследований изучаются влияние на процесс износа поверхностных механических свойств материала клиньев, а именно – износостойкость, геометрии деталей, выявляются основные параметры клиньев.

Третий этап исследований – изучение механизма износа для выявления основных

закономерностей процесса, общих для разных способов износа, и обоснования рабочей гипотезы. При разработке рабочей гипотезы и построении на ее основе основных положений теории износа основываются на реальном прогнозировании, базирующемся на исходных данных экспериментов, аксиомах и правилах вывода.

Четвертый этап программы исследований – изучение эффективности различных способов увеличения износостойкости на основе экспериментального изучения влияния на показатели процесса, геометрических параметров, механических свойств и качества намотки полосы (телескопичность, неплотность намотки). Методы экспериментальных исследований зависимости износа клиньев от параметров процесса разработаны с учетом реальных пределов их изменения в конкретных условиях опыта и возможности практического использования результатов экспериментов в производственных условиях.

Заключительный этап исследований – разработка рекомендаций по увеличению износостойкости рабочей поверхности клина путем изменения структуры поверхностного слоя. Внедрение таких рекомендаций вызвано новизной предлагаемого способа упрочнения рабочей поверхности клина.

Схема работы клиньев барабана моталки

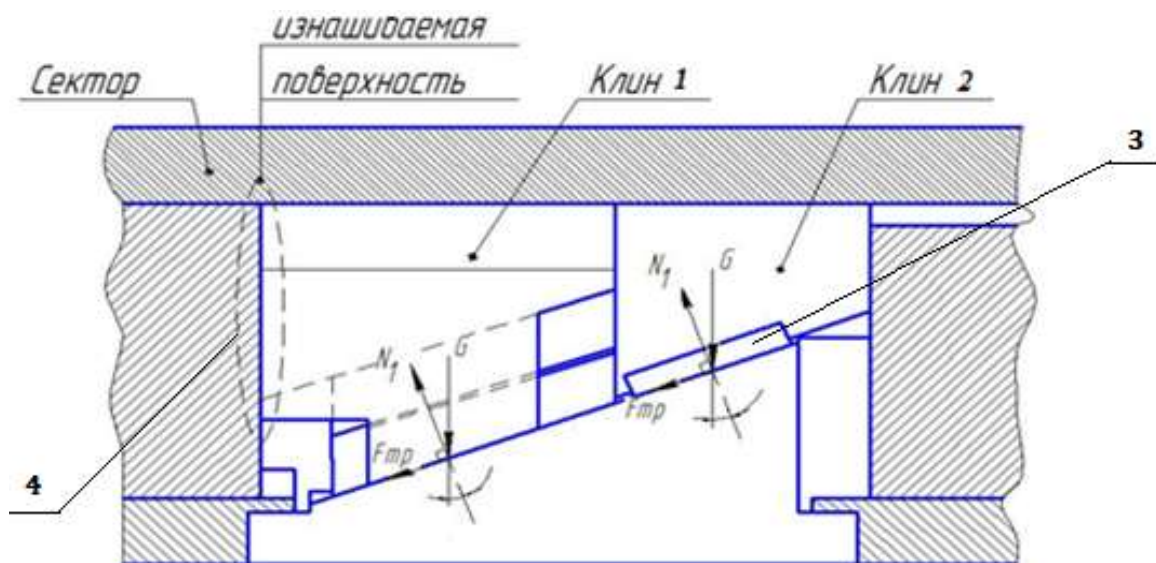


Рисунок 1.

Объектом исследования является клинья барабана моталки ШПС 1700 ЛПЦ-1 АО «АрселорМиттал Темиртау» представленный на рисунке 1. Материал клиньев на рассматриваемой моталке Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71 (шероховатость поверхность Ra 3,2 что приводит высоким местным контактными напряжениям) [1,2]. Наклонные поверхности клиньев 2 выполнены в виде бронзовых встав 3 БрАЖ9-4. На них действует сила  $G$

которую можно разложить на силу трения  $F_{тр}$  и нормальную составляющую  $\alpha$  это наклона клина.

При разжатии барабана происходит износ торцевой поверхности 4 клина 1 (Рисунок 1). Который возникает при силовом контакте с выступом 1 на валу барабана (рисунок 2). Выступ имеет форму обеспечивающую кинематическую связь с рабочей поверхностью клина. Материал вала Сталь 45.

Выступ вала барабана

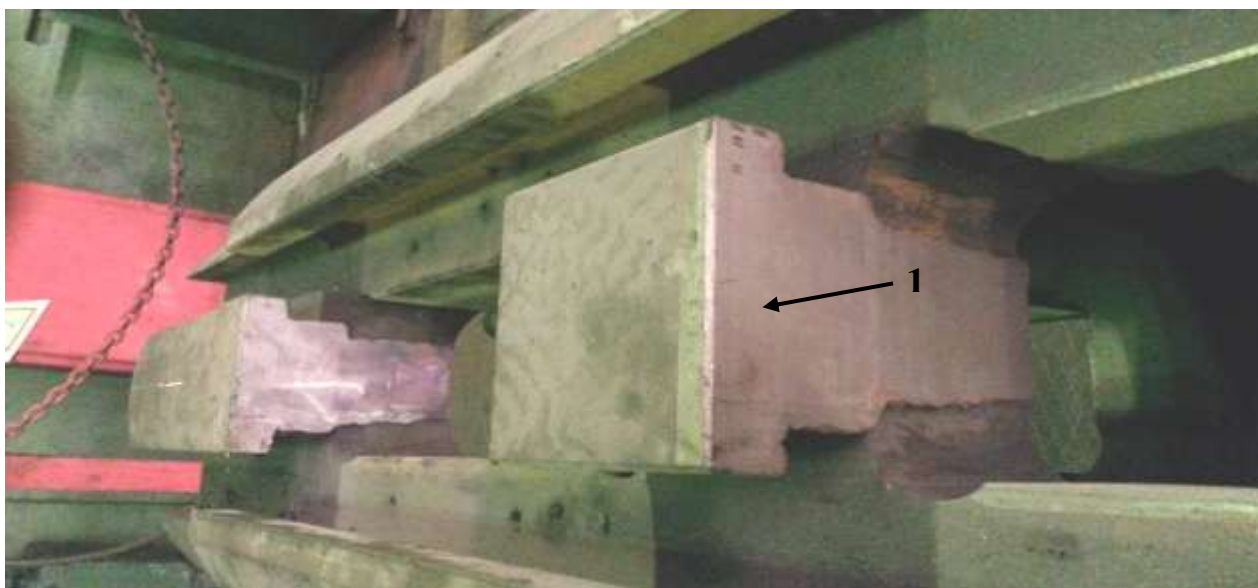


Рисунок 2.

Данный этап исследования обеспечивает представление о износе клиньев в процессе работы позволяющий провести анализ износа и выработать эффективные меры для повышения надежности и износостойкости поверхности деталей. Начало смотки полосы происходит при разжатых секторах разжимаемых перемещением клиньев, развивающих большие осевые и радиальные усилия создающие контактные напряжения на рабочей поверхности клина, приводящие к износу, что приводит к дисбалансу барабана, увеличению вибрации и нарушению качества намотки с возникновением телескопичности. Это является критериями износа клиньев и неработоспособности барабана. Далее барабан разбирается на узлы и детали и произво-

В процессе исследования износа рабочей поверхности клина использовались универсальные измерительные средства в сочетании с предметными столиками, плоско-параллельными плитками, стойками, штативами, штанген инструментами, микрометрическими инструментами, а также использовался измерительная головка индикатора часового типа.

Экспериментальные исследования в производственных условиях в режиме работы моталки, в таком случае измерять параметры износа очень сложно. По этому после остановки моталки на ремонт, демонтируют барабан и отправляют на ремонтный участок цеха, где производят разборку, промывку и дефектовку. В процессе дефектовки клиньев

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

даться их дефектовка.

верхности путем изменения дефектных участков. На рабочей поверхности клина образовались углубления в зоне отпечатка выступа вала. Величина углубления (износ) является критерием оценки работоспособности моталки.

Абсолютную величину линейного износа поверхности клина в процессе производственных испытаний измеряли на спроектированной установке, испытаний производили линейкой, штангенциркулем, щупам, индикатором часового типа [3]. Замеры осуществлялись по семи направлениям (I- VII) с интервалом между точками замера 20 мм (рисунок 3) на спроектированной установке (рисунок 4).

Исследуемую поверхность клина (рисунок 5) размещали в горизонтальной плоскости на контрплите. За базу измерений выбирали неизношенную действительную поверхность

осуществляется оценка годности рабочей по-

верхности, на которую устанавливали параллельную направляющую линейку 2, имеющую продольный сквозной паз для размещения в нем измерительного стержня индикатора часового типа 3. На линейку устанавливали каретку 4, на которой был закреплен индикатор часового типа. При перемещении каретки с индикатором производили замеры действительных отклонений  $\Delta h$  от номинальной величины в точках определяемых схемой (рисунок 3).

Индикатор часового типа, установленный между двумя направляющими, фиксировал отклонение от номинального размера нового неизношенного клина, на который он был настроен через каждые 20 мм вдоль направляющих и заносили в журнал следующие данные: координата точки, ее отклонение  $\Delta h$ , срок эксплуатации клина до измерения.

Схема расположения мест измерения величины износа клина по образующим (линии 1-6) и направляющим I-VII

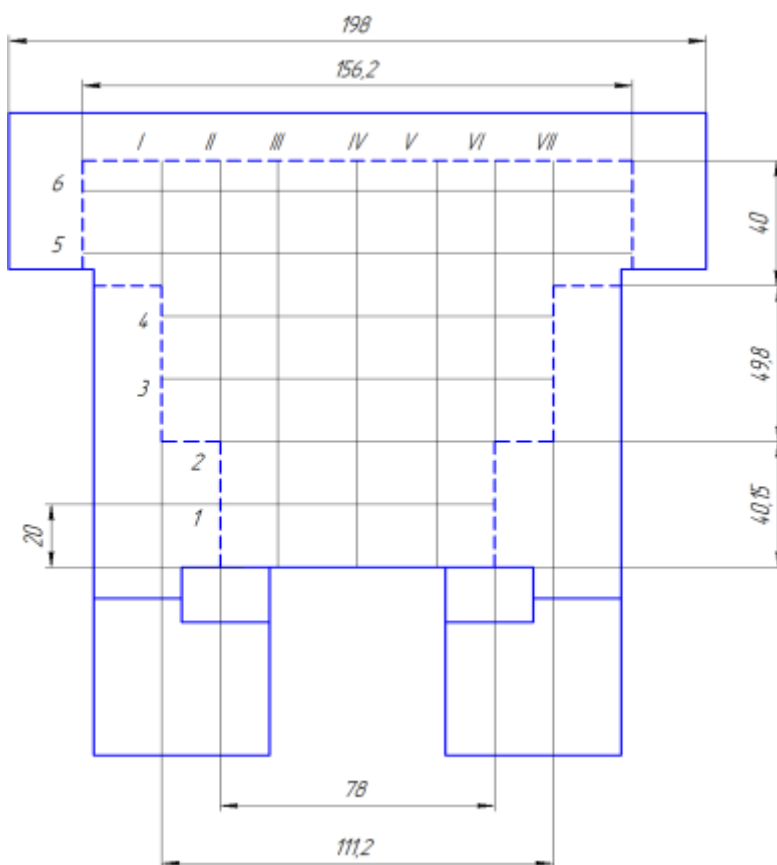


Рисунок 3.

Установка для измерения величины износа клиньев

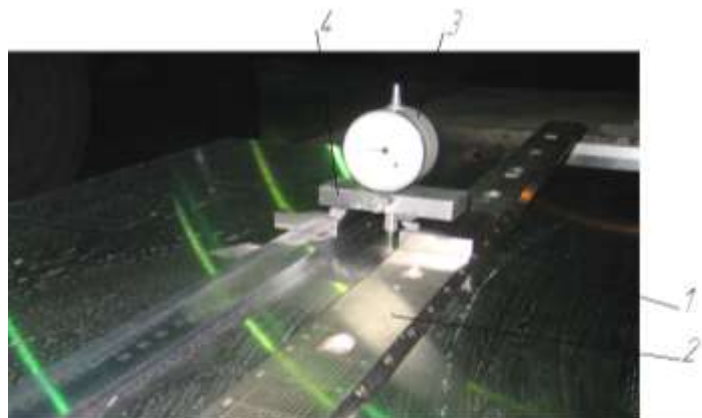


Рисунок 4.

Предварительно рабочую поверхность клиньев тщательно подготавливали.

Величину предельного износа оценивают по величине отклонения от плоскостности, представляющего собой линейный износ клиньев в микрометрах за время работы барабана моталки (до времени возникновения повышенных вибраций барабана, след-

Изношенный клин



Рисунок 5.

ствием которых является образование телескопичности).

Максимальный износ рабочей поверхности клиньев наблюдается в местах контакта с выступам вала барабана, из-за повышенных контактных напряжений.

На рисунке 5 представлены характер и величина износа рабочей поверхности клина.

При разработке мероприятий по повышению износостойкости деталей барабана моталки следует учитывать следующие факторы: а) повышенные контактные напряжения; б) режим работы; в) конструктивные особенности моталки.

При определении величины и характера износа учитывали справочные данные о механической прочности и твердости материала исследуемых деталей, их нормативные данные и данные контроля этих параметров в условиях смотки горячекатаной полосы.

Рассмотренные мероприятия позволят произвести замеры, более четко определить характер и причины износа и выработать рекомендации по возможному уменьшению контактных напряжений способствующих повышению работоспособности моталки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по эксплуатации «Моталка горячей полосы непрерывного широкополосного стана 1700 горячей прокатки Карагандинского металлургического комбината». 1987.
2. А.И.Целиков, П.И.Полухин, В.М.Гребеник и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Том 3. М., Металлургия, 1988. 680 с.
3. Ященко В.А., Криво А.А., Учебное пособие для вузов. Допуски и посадки в машиностроение. Алматы. 2013. 209с.