

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

(Западно–Сибирское
отделение)

Выпуск 20,
2017 г.

Редакционная коллегия

Е.В. Протопопов

(отв. редактор)

М.В. Темлянец

(зам. отв. редактора)

К.Г. Громов

В.Г. Лукьянов

В.Н. Нестеров

В.М. Самаров

П.С. Чубик

С.М. Простов

Печатается по решению

Президиума

Западно–Сибирского

отделения Российской

академии

естественных наук

© Российская академия
естественных наук,
Западно–Сибирское
отделение, 2017

© Издательский центр
Сибирского
государственного
индустриального
университета

Адрес редакции: 654007

г. Новокузнецк, ул.

Кирова, 42,

Сибирский

государственный

индустриальный

университет

тел. 8–3843–78–44–55

http: www.sibsiu.ru

ISSN 2311–9519

Содержание

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА	3
<i>В.И. Исаев, А.К. Исагалиева, Г.А. Лобова</i>	
Геологическое приложение геотермии как метода разведочной геофизики (на примере оценки позднеэоценовой эрозии на площадях п-ова Ямал).....	3
<i>В.И. Исаев, В.В. Стоцкий, Ж.Б. Досымбекова</i>	
Геотемпературные условия генерации баженовских нефтей в Колтогорском мезопрогибе.....	9
<i>С.И. Панычев, В.Г. Лукьянов</i>	
Основные направления развития нефтегазодобывающей промышленности Томской области.....	15
<i>И.Г. Яценко</i>	
Физико-химические свойства сернистой нефти.....	26
<i>И.Г. Яценко, Ю.М. Полищук</i>	
Особенности трудноизвлекаемых нефтей высокого качества в криолитозоне Западной Сибири.....	41
ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОМЕХАНИКА	52
<i>В.И. Исаев, А.Ж. Байкенжина</i>	
Геологические факторы выбросоопасности угольных пластов Карагандинского бассейна и возможности их геолого-геофизического прогноза.....	52
<i>М.С. Паровинчак, В.Г. Лукьянов, О.М. Гринев, В.Н. Ростовцев</i>	
Освоение Бакчарского железорудного месторождения в Томской области – главный проект стратегии развития Сибири на ближайшие десятилетия.....	57
<i>С.Н. Харламов, С.И. Сильвестров, В.В. Зайковский, Е.В. Николаев</i>	
О проблемах математического моделирования процессов переноса импульса, тепла и массы в углеводородных вязких средах в условиях сложного движения и тепломассопереноса в трубопроводах.....	67
МЕТАЛЛУРГИЯ	90
<i>С.Н. Кузнецов, Е.В. Протопопов, М.В. Темлянец, С.В. Фейлер</i>	
Исследование потерь тепла через футеровку конвертера с применением математической модели.....	90
<i>С.Н. Кузнецов, Е.В. Протопопов, М.В. Темлянец, С.В. Фейлер, Л.А. Ганзер, А.Н. Калиногорский</i>	
Современные технологии выплавки стали с использованием железосодержащих продуктов переработки конвертерных шлаков.....	95
<i>Р.А. Шевченко, С.Н. Кратько, П.Е. Шишкин, Н.А. Козырев, В.И. Базайкин</i>	
Оптимизация технологических параметров процесса контактной сварки рельсов на машине К1000 методами математического моделирования.....	101
<i>Р.А. Шевченко, В.И. Базайкин, С.Н. Кратько, Н.А. Козырев, П.Е. Шишкин</i>	
Исследование токового режима сварочной машины К1000 при сварке рельсов.....	106
<i>С.В. Князев, Д.В. Скопич, Е.А. Фатьянова, А.А. Усольцев, А.И. Куценко</i>	
Ключевые показатели качества литой стали.....	111
<i>Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.О. Патрушев, С.Н. Кратько, Р.Е. Крюков</i>	
Определение оптимальных режимов работы рельсосварочной машины К1000.....	118
АГРОТЕХНОЛОГИИ	127
<i>В.И. Мяленко</i>	
Резервы повышения производительности земледельческих орудий.....	127

<i>В.И. Мясенко</i>	
Метод определения реакций в опорах многоопорных конструкций.....	131
<i>Л.Я. Макаренко, Н.В. Берестова</i>	
Комплексное изучение различных пород кроликов при акселерационном способе содержания для использования на продовольственные цели Кемеровской области.....	134
<i>Т.А. Атапина, Н.Н. Чуманова, М.Ю. Сергеева</i>	
Влияние гуминатрина на биологические и хозяйственные признаки сортов овса в условиях лесостепи Кемеровской области.....	139
<i>А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, А.А. Аришин</i>	
Влияние генотипа терминальных хряков на продуктивность финального гибрида.....	144
<i>В.М. Самаров</i>	
Почвозащитная обработка почвы в Кузнецкой котловине.....	150
<i>С.Н. Рассолов, С.Н. Витязь</i>	
Переваримость питательных веществ ремонтных свинок при использовании иммунонутриентов в их рационе.....	153
<i>С.И. Рудакова</i>	
Биологическая составляющая технологии возделывания гороха и ее экологическая оценка.....	156
БИОМЕДЕЦИНА И ЭКОЛОГИЯ	161
<i>В.В. Захаренков, И.В. Виблая</i>	
О внедрении в г. Новокузнецке комплексной муниципальной целевой программы «Образование и здоровье».....	161
<i>В.В. Захаренков, Р.А. Голиков, А.М. Олещенко, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, Т.Г. Корсакова</i>	
Определение взаимозависимости между содержанием озона в атмосферном воздухе и содержанием ряда загрязняющих примесей.....	164
<i>Ю.А. Григорьев, О.И. Баран</i>	
Опыт многомерного статистического анализа в медико-демографических исследованиях.....	169
<i>Ю.А. Григорьев, О.И. Баран</i>	
Семейная политика и материнский капитал как меры воздействия на рождаемость в России.....	175
<i>Ю.А. Григорьев, О.И. Баран</i>	
Новые меры поддержки семей с детьми на региональном уровне.....	181
<i>А.А. Короткевич, Е.И. Рыбалко, М.Г. Жестикова, В.Е. Хомичева</i>	
Клинико-социальные аспекты реабилитации пациентов с цереброваскулярной болезнью в условиях первичного сосудистого отделения.....	187
ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	195
<i>Ю.П. Холушкин</i>	
Системная классификация понятия «Дифференцированное цитирование».....	195
ЭКОНОМИКА И СОЦИОЛОГИЯ	201
<i>В.А. Эпштейн, А.А. Гаспарян</i>	
15 лет денонсации договора ПРО и современное состояние российско-американского ракетно-ядерного противостояния.....	201
ЮБИЛЕИ	210
РЕФЕРАТЫ	215

Усольцев, Л.П. Бащенко, С.В. Князев // Вестник СибГИУ. – 2017. – № 1 (19). – с. 12 – 15.

4. Анализ данных в материаловедении. Ч. 2. Регрессионный анализ: учеб. пособие / А. С. Мельниченко. – М.: Изд-во Дом МИСиС, 2014. – 87 с.

5. Практикум по теории статистики: Учеб. пособие / Р. А. Шмойлова и [др]; под ред. Р. А. Шмойловой. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Финансы и статистические, 2006. – 416 с.

УДК 625.143.48

***Р.А. Шевченко¹, В.И. Базайкин¹, С. Н. Кратько², Н.А. Козырев¹,
П.Е. Шишкин¹***

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОВОГО РЕЖИМА СВАРОЧНОЙ МАШИНЫ K1000 ПРИ СВАРКЕ РЕЛЬСОВ

¹*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк*

²*ООО «РСП-М» структурное подразделение рельсосварочное предприятие
№29 (РСП-29), п.г.т. Промышленный*

Электроконтактный способ (ЭС) сварки рельсов наряду с алюмотермитным и другими является наиболее распространенным в РФ. Данный способ позволяет получить наиболее качественное сварное соединение при строительстве и ремонте бесстыковых путей. Технология и оборудование для ЭС постоянно совершенствуется, при этом создаются новые принципы управления процессами на различных этапах.

Существующие методы управления оплавлением при контактной стыковой сварке осуществляются корректировкой задаваемой скорости оплавления в зависимости от текущего значения тока. Это осуществляется изменением установок начала коррекций скорости (ток коррекции $I_{кор}$), тока остановки $I_{ост}$, останавливающего подачу, и тока реверса $I_{рев}$, дающего команду на реверс. Для этого программируемые значения скорости и тока оплавления, реализующие обратную связь $I_{кор}$, $I_{ост}$, $I_{рев}$, подбирают таким образом, чтобы фактическое среднее значение тока на осциллограмме было в 2 раза меньше тока короткого замыкания, что соответствует максимуму электрической мощности, развиваемой в контакте между оплавляемыми торцами заготовок. Недопустимые отклонения тока форме скачкообразных изменений его величины исключаются благодаря быстродействующей обратной связи, которая также стабилизирует текущее значение сварочного тока.

Корректор скорости оплавления с обратной связью по сварочному току, работает по принципу, показанному на рисунке 1. В точке пересечения кривых мощность, развиваемая машиной (кривая 2), и мощность, необходимая для оплавления деталей (кривая 1), одинаковы, что обеспечивает устойчивое протекание оплавления. При случайном увеличении тока от установившегося

значения $I_{уст}$ мощность, развиваемая машиной, оказывается больше мощности, необходимой для оплавления. Избыточная мощность способствует ускорению нагрева и разрушению элементарных контактов и как следствие, увеличению сопротивления искрового промежутка, что сопровождается уменьшением тока до значения $I_{уст}$. При токе, меньшем $I_{уст}$, мощность, развиваемая машиной, оказывается меньше мощности, необходимой для оплавления. Сопротивление искрового промежутка уменьшается, что приводит к восстановлению установившегося значения тока. Если зависимость, отраженную кривой 1 на рисунке 1, использовать, чтобы задавать изменение скорости подачи деталей в функции тока, то такой корректор скорости обеспечит устойчивое оплавление по току [1].

В работе [1] приведено уравнение корректора, в котором зависимой величиной от текущего значения тока является напряжение на якоре электродвигателя привода перемещения подвижной плиты машины. После замены его на скорость перемещения подвижной плиты получим следующее уравнение корректора:

$$\Delta V = k (I_1(t) - I_0 + \delta) \text{ при } I_1(t) - I_0 > \delta; \quad (1)$$

где ΔV – изменение скорости перемещения подвижной плиты;

k – коэффициент пропорциональности;

$I_1(t)$ – текущее значение тока;

I_0 – заданное (установка) значение тока;

δ – зона нечувствительности схемы сравнения.

Из выражения (1) следует, что для нормальной работы корректора скорости необходимо постоянство среднего значения тока в течении всего времени сварки. При форсировке режим предусматривает нарастание тока перед осадкой, то подаются ложные команды на снижение скорости поддачи деталей.

Данный подход является наиболее простым, регулирование оплавлением осуществляется линейно. Что не может в полной мере воспринимать и учитывать сложные процессы искрового промежутка. Ранее в работе [2] была проведена оптимизация режимов сварки, регулирование которых осуществлялось вышеописанным методом.

В настоящей работе рассмотрены некоторые результаты анализа работы рельсосварочной машины К1100 производства Каховского завода электросварочного оборудования, предназначенной для контактной сварки с использованием режима пульсирующего оплавления.

Использованы записи тока в первичной цепи трансформатора сварочной машины в зависимости от времени в форме дискретных сигналов, время дискретизации $T = 0,1$ с, длительность N сигналов как конечных последовательностей равна 32. Рассматривались токовые дискретные сигналы при варьировании скорости V сближения станин при оплавлении: 0,02; 0,03; 0,05; 0,06; 0,08 мм / с. Для каждого значения V были проведены от 4 до 10 выборок с записями дискретных сигналов. На рисунке 2 представлена типовая запись сигнала.

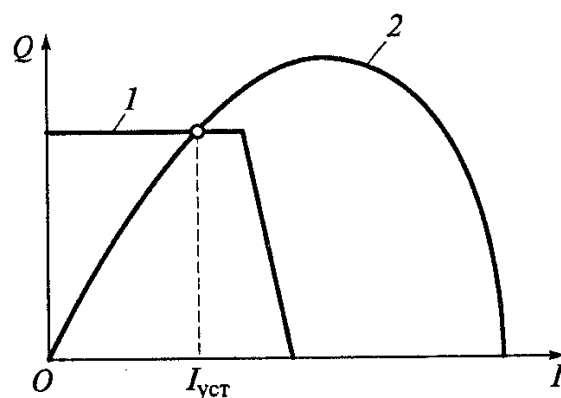


Рисунок – 1. Зависимость мощности, необходимой для оплавления деталей, и мощности развиваемой машиной от тока: 1 – мощность, необходимая для оплавления; 2 – мощность, развиваемая машиной; $I_{уст}$ – установившееся значение тока

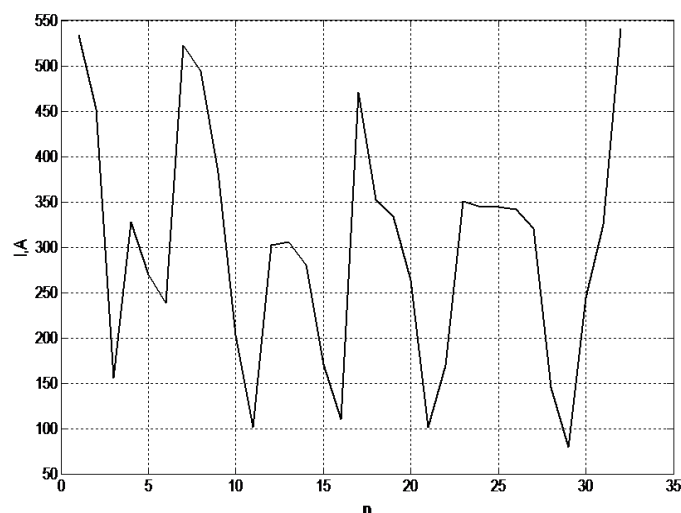


Рисунок – 2. Типовая запись значений тока при сварке

Построение графиков сигналов в матричной системе MATLAB [3] сопровождается первичной статистической обработкой сигналов как динамических рядов. На этом этапе из совокупности обработанных сигналов были удалены некоторые из них с заметно эксцессивными признаками (выбросы). Остальные сгруппированы по значениям скорости V , в каждой группе определено среднее значение $\bar{I}$ тока и среднее квадратичное отклонение значений от $\bar{I}$. Результаты показаны в следующей таблице:

Таблица 1 – Результаты статистической обработки данных в MATLAB

V , мм / с	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08
$\bar{I}$, А	389,7	334,1	305,8	352,9	344,2
СКО ($\bar{I}$), А	14,4	11,8	12,0	13,3	11,44

По данным таблицы были построены аппроксимации зависимости $\bar{I}$ от V полиномами второй и третьей степени (рисунок 3):

$$\begin{aligned} \bar{I}_2 = p_1 V^2 + p_2 V + p_3, \quad p_1 = 4,666 \cdot 10^4, \quad \bar{I}_3 = p_1 V^3 + p_2 V^2 + p_3 V + p_4, \quad p_1 = -3,173 \cdot 10^6, \\ p_2 = -5,084 \cdot 10^3, \quad p_3 = 460,58; \quad p_2 = 5,312 \cdot 10^5, \\ p_3 = -2,727 \cdot 10^4, \quad p_4 = 751,33. \end{aligned}$$

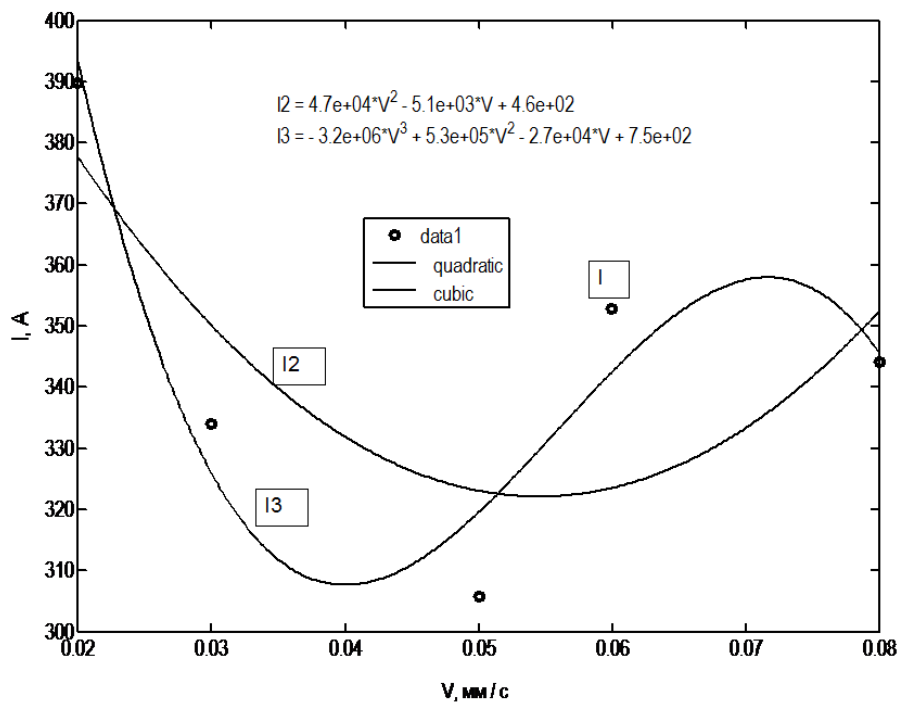


Рисунок – 3. Зависимость $\bar{I}$ от V . $\bar{I}_2$ – полином второй степени, $\bar{I}_3$ – полином третьей степени

Надо отметить явное наличие минимума зависимости $\bar{I}(V)$ при любой нелинейной аппроксимации и приемлемое значение коэффициента детерминации $R^2 = 0,75$ для кубической модели.

Был также проведён спектральный анализ записанных сигналов. Для устранения случайных помех («белого шума») был применён фильтр. Так как частота тока в трансформаторе равна 50 Гц, выбран низкочастотный эллиптический фильтр $[b,a] = \text{ellip}(n,R_p,R_s,W_p)$, обсуждённый в [4]; n – длина фильтруемого сигнала, R_p – максимально допустимое ослабление сигнала в полосе пропускания в dB, R_s – минимально допустимое снижение сигнала в полосе задерживания в dB, W_p – нормированная полоса пропускания фильтра, $0 < W_p < 1$. На рисунке 4 показана характеристика эллиптического фильтра. Спектр дискретных отфильтрованных сигналов получен применением быстрого преобразования Фурье (БПФ) [5], использована команда $>> [H,w] = \text{freqz}(b,a,F_s)$ системы MATLAB, $H(w)$ – спектр сигнала, $|H(w)|$ – амплитудно-частотная характеристика сигнала.

Для каждого из значений скорости V сближения станин получены спектры отфильтрованных сигналов, на рисунках 4 – 6 показаны амплитудно-частотные характеристики для трёх из значений: 0,03; 0,05; 0,08 мм/с. Фильтр убрал случайные всплески с частотами больше 3 и меньше 20 Гц. Выявились три пика амплитуд тока с частотами (4 – 7) Гц, (8 – 9) Гц, (11 – 12) Гц.

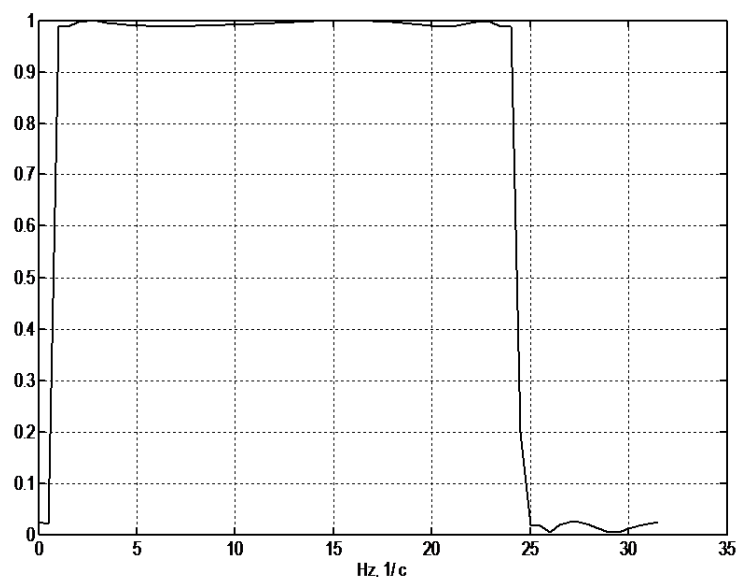


Рисунок – 4. Характеристика эллиптического фильтра.

Обсуждение и выводы

В настоящее время существуют несколько вариантов технологий и соответствующего оборудования сварки рельсов [6-8]. Сварочные машины имеют определенные методы управления процессом оплавления, учитывающие не все особенности данного процесса. Как следует из прилагаемых инструкций по эксплуатации подобных машин, рекомендации по выбору токового режима выработаны опытным путём и не учитывают особенности функционирования машины как самостоятельной электрической системы со своими собственными частотами, своим влиянием на процессы, протекающие в искровом промежутке. В нашем исследовании регистрировались токи, задаваемые обслуживающим персоналом как оптимальные и назначаемые в соответствии с линейной зависимостью от скорости сближения. Обнаруженная выраженная нелинейность этой зависимости позволяет уточнить рекомендации для управления процессом, что в свою очередь позволит уменьшить потребление мощности, а также повысить качество сварного соединения. Далее, спектр тока имеет низкочастотные составляющие, причины существования которых неясны. Возможно, дальнейшие исследования смогут объяснить их и устранить из токового наполнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление процессами и оборудованием при сварке: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ Э.А. Гладков. – М.: Издательский центр "Академия", 2006. – 432 с.
2. Шевченко Р.А Оптимизация технологических параметров процесса контактной стыковой сварки рельсов / Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.А. Усольцев, Л.П. Башенко, С.В. Князев // Вестник СибГИУ. – 2017. – № 1 (19). – с. 12 – 15.
3. Васильев А.Н. MATLAB. Практический подход: монография / А.Н. Васильев // СПб.: Наука и техника, 2012. – 448 с.

4. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель: монография / D/G/ Дьяконов // М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.
5. Солонина А.И. Основы цифровой обработки сигналов: учебное пособие / А.И. Солонина, Д.А. Улахович и [др.] // СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 768 с.
6. Кучук-Яценко С. И. Контактная стыковая сварка оплавлением: сборник / Отв. ред. В. К. Лебедев // Киев: Наук. думка, 1992. — 236 с.
7. Гуляев А. И. Технология и оборудование контактной сварки: монография /А.И. Гуляев //М.: Машиностроение, 1985. — 256 с.
8. Кучук-Яценко С. И., Дидковский А. В., Швец В. И. Технология и оборудование для контактной сварки высокопрочных рельсов / С.И. Кучук-Яценко, А.В. Дидковский, В.И. Швец // Автомат. сварка. — 2008. — № 11. — С. 129–138.

УДК 621.74.002.6:681.3

*С.В. Князев¹, Д.В. Скопич², Е.А. Фатьянова², А.А. Усольцев¹,
А.И.Куценко¹*

КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЛИТОЙ СТАЛИ

¹ *ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк*

² *ООО «Индас Холдинг», г.Новокузнецк*

Аудит технологического процесса выплавки стали марки 20ГФЛ в дуговых печах емкостью шесть тонн Рубцовского филиала ОАО “Алтайвагон” выявил проблемы, связанные с получением брака стали по механическим свойствам [1,2,16,21]. При этом химический состав исследуемых образцов находился в установленных ГОСТ границах. Для подтверждения данного факта и выявления причин проблемы брака был проведен статистический анализ влияния химического состава на качественные характеристики механических свойств металла. В качестве эксперимента были отобраны годовые данные по пяти ДСП емкостью 6 тонн. Выборка составила 6000 плавов. Для анализа были взяты пять показателей механических свойств (KCU (при -60°C), KCV (при -60°C), временное сопротивление, относительное сужение и относительное удлинение) и десять элементов химического состава (C,S,MN,P,S,CR,NI,AL,CU,V). Анализ проводился в среде RStudio на языке обработки статистических данных - R.

Для проведения регрессионного анализа и построения модели прогнозирования использовались следующие алгоритмы: Linear Regression (LR), Random Forest (RF) [3,4,17,21] и Support Vector Machine (SVM) [5,6,18,21].

Методы SVM и RF показали более хорошие результаты, чем LR и примерно одинаковую среднюю абсолютную ошибку MAPE, соответственно 6.44 и 6.78%. Для дальнейшего анализа был выбран метод RandomForest. Далее,