

Редакционный совет:

Председатель редакционного совета:

И.Ю. Мезин – директор института Естествознания и стандартизации ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», зав. кафедрой, профессор, д-р техн. наук, Магнитогорск.

Члены редакционного совета:

С.А. Атрошенко – профессор Санкт-Петербургского государственного университета, д-р физ.-мат. наук, Санкт – Петербург;

В.В. Бринза – директор НИЦ Технологического прогнозирования, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», д-р техн. наук, Москва;

М.Б. Гитман – профессор ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», д-р физ.-мат. наук, Пермь;

И.Г. Гун – генеральный директор АО НПО «БелМаг», профессор, д-р техн. наук, Магнитогорск;

А.А. Кавалек – профессор Ченстоховского технологического университета, Институт обработки металлов давлением и инженерной безопасности, Польша;

А.Г. Корчунов – проректор по международной деятельности ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», профессор, д-р техн. наук, Магнитогорск;

А.М. Песин – профессор ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», д-р техн. наук, Магнитогорск.

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Г.Ш. Рубин - доцент, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Зам. главного редактора:

Е.Г. Касаткина - доцент, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Технический редактор:

Л.В. Крамзина - инженер, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Адрес редакции:

455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Тел.: (3519) 29-84-31

E-mail: tssa@magtu.ru

Журнал подготовлен к печати Издательским центром МГТУ им. Г.И. Носова

Отпечатан на полиграфическом участке МГТУ.

Выход в свет 04.06.2018.

Заказ 217. Тираж 500. Цена свободная

ISSN 2310-6093

Editorial committee:

Chairman of editorial committee:

I. Y. Mezin – Dr. Sc., Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Members of the editorial staff:

S. A. Atroshenko – Dr. Sc., Prof., St.-Petersburg State University.

V. V. Brinza – Dr. Sc., Director of Scientific Research Center of Technological Prognosis, National Research University «Moscow Institute of Steel and Alloys»;

M. B. Gitman – Dr. Sc., Prof., Perm National Research Polytechnic University;

I. G. Gun – Dr. Sc., Prof., General Director, BelMag JSC;

A. A. Kovalek – Prof., Częstochowa University of Technology, Institute of Metal Forming and Engineering Safety (The Republic of Poland);

A. G. Korchunov – Dr. Sc., Prof., Vice-rector for International Relations, Nosov Magnitogorsk State Technical University;

A.M. Pesin – D. Sc., Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Editorial staff:

Editor-in-chief:

G.Sh.Rubin – Ph.D., Assoc. Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Deputy chief editor:

E.G. Kasatkina – Ph.D., Assoc. Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Technical editor:

L.V.Kramzina – engineer, Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Editorship address:

455000, city Magnitogorsk, Lenin Str. 38

Phone number: (3519)29-84-31

Email: tssa@magtu.ru

Published by publishing center of MSTU named after G. I. Nosov.

Publication date 04.06.2018.

Order 217. Circulation – 500 items. Open price.

ISSN 2310-6093

СОДЕРЖАНИЕ

Атрошенко С.А. Квалиметрическая оценка брикетов из металлической стружки.....	5
Голубчик Э.М., Полякова М.А., Гулин А.Е., Сафуанов А.И., Узбеков Н. Е., Низамутдинов Р.Р. Исследование влияния наноматериалов на потребительские свойства водно-дисперсионных красок	10
Бережная Г.А., Сергеева Ю.А. Анализ изменений в новой версии стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и разработка мероприятий по адаптации к нему системы менеджмента качества.....	15
Людкова А.В., Лимарев А.С., Крамзина Л.В. Повышение эффективности системы менеджмента качества на основе элементов системы энергетического менеджмента.....	19
Ширяев О.П., Корчунов А.Г., Пивоварова К.Г. Моделирование и оптимизация процессов формирования показателей качества арматурных канатов.....	22
Рубин Г.Ш., Чукина Е.М. Разработка методики расчетов параметров пряжи каната	28
Конев С.В., Михайлец В. Ф., Тефтелев И. Е. Расчёт напряжённо-деформированного состояния фланцев катушки для смотки длинномерной продукции при неравномерно распределенной нагрузке.....	33
Зотов С.В., Хаммасов И.Р. Методика выбора средств измерений.....	37
Рубин Г.Ш., Выплавень А.А. Оптимизация объема контроля высокопрочного крепежа в условиях КППЦ ОАО «ММК-МЕТИЗ»	41
Смирнов А.Н., Крылова С.А., Сысоев В.И., Никифорова В.М., Жусупова Ж.С., Емельянов М.Д. Исследование процесса конверсии каменноугольной смолы в присутствии оксидного железо-магнезиального катализатора.....	44
Бережная Г.А., Харитонова Е.Д. Оценка влияния показателей качества порошковой проволоки на формирование свойств стали	47
Рубин Г.Ш., Калинина А.А. Разработка методики комплексной оценки качества арматуры периодического профиля для железобетонных конструкций на основе функционально - целевого анализа.....	50

CONTENTS

Atroshenko S. A. Qualimetry evaluation briquettes from metal shavings.....	5
Golubchik E.M., Polyakova M.A., Gulin A.E., Safuanov A.I., Uzbekov N. E., Nizamutdinov R.R. Nizamutdinov R. R. Study of the influence of nanomaterial on consumer properties of water-dispersion paints.....	10
Berezhnaya G.A., Sergeeva Y.A. Analysis of changes in the new version of the standard gost r iso 9001-2015 and development of activities to adapt the quality management system to it.....	15
Lyudkova A.V., Limarev Al.S., Kramzina L.V Improvement of the efficiency of the management system quality based on elements of the system energy management.....	19
Shiryev O.P., Korchunov Al.G., Pivovarova K.G. Modeling and optimization of processes formation of quality indicators fitting ropes.....	22
Rubin G.Sh., Chukina E.M. Development of the methods of parameter calculations rope of the range.....	28
Konev S.V., Mikhailets V.F., Teftelev I.E. The calculation of the stress-strain state of the spool flanges for winding of long-length products under an unevenly distributed load.....	33
Zotov S.V., Hammasov I.R. The method of selection of measuring instruments...	37
Rubin G.Sh., Vyplaven A.A. Optimization of control volume of high-strengthening bolts in conditions of CPC OJSC «MMK-METIZ».....	41
Smirnov A.N., Krylova S.A., Klochkovskiy S.P., Sysoev V.I., Nikiforova V. M., Zhusupova Z.S., Emelyanov M.D. Investigation of the process of catalytic conversion of coal tar using an oxide iron-magnesia catalyst.....	44
Berezhnaya G.A., Kharitonova E. D. Evaluation of influence of powder wire quality impact on the formation of steel properties.....	47
Rubin G.Sh., Kalinina A.A. Development of the method of complex evaluation of the quality of the periodic armature for ferro-concrete structures based on functional-target analysis.....	50

УДК 627.762
Атрошенко С.А.

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БРИКЕТОВ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУЖКИ

Аннотация. В настоящей работе проведено исследование структуры и прочностных свойств (твердости) двух технологических режимов получения брикетов из металлической стружки. Проведена квалиметрическая оценка брикетов из металлической стружки, полученных методом прямой ее переработки в инструментальные материалы.

Ключевые слова: Брикеты из металлической стружки, функция желательности, паутина качества

ВВЕДЕНИЕ

При механической обработке заготовок для изготовления деталей образуется значительное количество металлической стружки.

Термопластический способ компактирования металлической стружки обладает недостатками: 1) для изготовления плотных брикетов необходимы значительные усилия, что требует повышенной мощности оборудования и износа пресс-формы; 2) для получения беспористого материала требуется интенсивное деформирование, которое затрудняет изготовление точных заготовок.

В настоящей работе применялся способ компактирования стружки с применением колебательных процессов [1-4], что позволило получить при холодном прессовании брикеты плотностью до 0,92-0,99 плотности компактного металла, в то время как при классическом брикетировании плотность изготавливаемых брикетов составляла до 0,5.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Материалы исследований

Материалом для исследования являются брикеты из композиций различных марок стали: ШХ15СГ, ХВГ, 9ХС, Р6М5, 5ХНМ, 38ХНЗМФА, 40Х13, 45Х, 95Х18. Плотность большей части прессовок полученных образцов составляет 0,92-0,94 плотности компактного металла.

Экспериментальный технологический процесс получения брикетов из металлической стружки [1-4] по компактированию дискретных гетерогенных материалов состоит из операций: подготовка исходного материала, его дозирование по массе, псевдогорячее компактирование с получением плотных брикетов (прессовок) и, при необходимости, контрольное окончательное компактирование.

Качество компактирования стружки оценивалось с помощью исследования микроструктуры образцов-свидетелей, отрезанных от брикетов. Исследование микроструктуры проводилось на оптическом микроскопе НЕОРОТ-32 после травления в нитале.

Метод измерения твердости металлов и

сплавов по Виккерсу регламентирует ГОСТ 2999-75. Твердость по Виккерсу измерялась на приборе ТШ-2М. Основными параметрами при измерении твердости по Виккерсу являлись нагрузка $P = 294 \text{ Н}$ и время выдержки 10-15с.

В данной работе с помощью замеров микротвердости изучали изменение химической неоднородности легирующих элементов по телу зерна аустенита, а также определяли микротвердость отдельных составляющих стали. Исследования проводили на ПМТ-3 при нагрузке 100 г (ГОСТ 9450-76).

1.2 Методика построения номограммы желательности

Если между несколькими параметрами оптимизации не обнаруживаются связи, то можно их объединить в один обобщающий параметр при помощи функции желательности [5].

Показатели желательности – безразмерные недискретные характеристики качества, изменяющиеся в пределах от нуля до единицы при любом диапазоне изменения размерных показателей качества x_i .

В основе построения обобщенной функции лежит идея преобразования натуральных значений частных параметров в безразмерную шкалу желательности. Вычисляют показатели желательности по следующей формуле

$$d = \exp\left(-\frac{1}{y}\right) = \frac{1}{e^{1/y}}, \quad (1)$$

где $0 < y < \infty$ – вспомогательный показатель (частный параметр оптимизации).

Размерные значения x_i натуральных показателей качества пересчитываются в безразмерные вспомогательные показатели y по формуле

$$y = a_0 + a_1 x_i. \quad (2)$$

Чтобы найти коэффициенты a_0 , a_1 , необходимо иметь нормативные значения показателей желательности d , значения безразмерных показателей y , а также значения размерных показателей x_i для двух уровней градаций качества.

В **табл. 1** приведена градация качества в зависимости от значений показателей желательности.

Таблица 1
Значения показателей желательности и соответствующих безразмерных вспомогательных показателей

Градация качества	Показатель желательности d	Вспомогательный показатель y
«Отлично»	$\geq 0,80$	$\geq 4,50$
«Хорошо»	$\geq 0,63$	$\geq 2,18$
«Удовлетворительно»	$\geq 0,37$	$\geq 1,00$
«Плохо»	$< 0,37$	$< 1,00$

Значения частного параметра оптимизации переводятся в безразмерную шкалу желательности следующим образом. Нижнее или достигнутое значение частного параметра оптимизации ставится в соответствие с начальным значением желательности. Второй точкой может явиться значение частного параметра, которое соответствует наивысшей желательности с точки зрения технической возможности достижения максимального (минимального) результата.

Промежуточные значения частных желательностей можно установить, используя линейное преобразование представлений частных параметров оптимизации в условном масштабе (формула (2)). Для определения коэффициентов a , a_1 используют две ранее установленные точки. Подставив в уравнение (2) соответствующие значения y и x , получают систему из двух уравнений, совместное решение которых позволит определить величину коэффициентов a , a_1 . После подстановки найденных коэффициентов в уравнение (2) можно определить любое значение y и значение функции желательности по величине именованного параметра оптимизации.

После перевода натуральных значений единичных показателей качества в безразмерные находят значение комплексного показателя качества в виде обобщенной функции желательности, которая определяется по следующей формуле

$$D = \sqrt[m]{d_1 d_2 \dots d_m} = m \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i}, \quad (3)$$

где m – число частных желательностей; d – частная желательность.

По данным **табл. 1** намечают зоны установленных качественных градаций, а в соответствии с данными **табл. 2** строят непрерывный график функции желательности.

Таблица 2
Значения функции желательности в основных и промежуточных точках

y	d
0,00	0,00
0,50	0,14
0,77	0,28
1,00	0,37
1,50	0,51
2,00	0,61
2,50	0,67
3,00	0,72
3,50	0,75
4,00	0,78
4,50	0,80
5,00	0,82

Для построения функции y используют базовые точки функции желательности и граничные значения натурального показателя, определяемые стандартом или другим нормативно – техническим документом.

1.3 Методика построения паутины качества

Чтобы определить, по какому из показателей следует принимать управленческие и технические решения, необходимо построить паутину качества.

На шкалах откладывают значение показателей оцениваемого изделия (точки б) и аналога (точки а). Многоугольник, образованный точками «а», характеризует совокупность свойств аналога или базового образца которым, в данном случае является заготовка, полученная классическим способом, а многоугольник, образованный точками б – совокупность свойств оцениваемого компакта из металлической стружки

Окружность на паутине характеризует идеальное качество, т.е. качество, которое может быть достигнуто. На осях, (шкалах) расстояние от центра до окружности соответствует предельному значению параметра – показателя свойства.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Было проведено исследование 2-х технологических режимов получения брикетов. Структура брикетов, полученная по 1-му режиму, анизотропная - состоит из разных сталей и представляет собой чередующиеся полосы со структурой сорбита и не распавшегося твердого раствора. Наблюдается довольно большое количество трещин, расположенных вдоль направления деформации, а также

вдоль границы спекания сталей. Обнаружены поры, иногда они находятся на границах спеченных областей различных сталей. Видны полосы мартенсита. Микротрещины большей частью находятся на границе сталей и идут под углом $\approx 45^\circ$ к деформации (по направлению максимальных касательных напряжений). Наблюдаются неметаллические включения, иногда довольно крупные.

Структура брикетов, обработанных по 2-му режиму, также анизотропная. Наблюдается чередование полос металла с различной структурой сорбита, мартенсита. По границам структур проходят участки легированного устойчивого твердого раствора, не успевшего распасться на механическую смесь, а также участки с мартенситной структурой. Иногда наблюдается сваривание между частицами стружки различных марок сталей, об этом говорят области с дендритоподобной структурой.

При данном режиме обработки наблюдаются мелкие, равномерно распределенные карбиды, типичные для инструментальной стали, которые упрочняют брикеты из металлической стружки. Отличительной особенностью 2-го режима обработки стружки является отсутствие на полученных образцах пор и трещин, что положительно сказывается на физических и механических свойствах полученных образцов.

Прочностные свойства образцов, полученных по разным режимам, приведены в табл. 3. Из данных таблицы видна тенденция к увеличению твердости при смене технологии получения брикетов с первой на вторую, и хотя микротвердость первого образца и является наивысшей, но в результате такого высокого уровня твердости выявляется большая хрупкость данного образца.

Таблица 3
Прочностные свойства образцов

№ образца	Режим	HV, МПа	H _ц , МПа
1	1	277	1504
2	1	348	533
3	2	360	978
4	2	487	857

Плотность брикетов при второй технологии производства (94%) превышает плотность при первой (92%) (плотность брикетов взята в процентном отношении к плотности металла, полученного стандартным способом). Таким образом, технология получения брикетов из металлической стружки под номером 2 является лучшей.

Построение номограммы желательности

Оценка качественных характеристик заготовок, полученных из металлической стружки в сравнении с качественными характеристиками заготовок, полученных стандартными способами, возможна с помощью функции желательности, мето-

дика построения которой рассмотрена выше. В качестве показателей качества заготовок была выбрана твердость. Градации качества при построении функции желательности выбираются в соответствии с данными табл. 3. Исходная информация для построения номограммы желательности приведена в табл. 4.

Таблица 4
Данные для определения показателей желательности

Материал	№ образца	Технология получения брикета	H _ц , МПа
Брикет из металлической стружки	1	1	1504
	2	1	533
	3	2	972
	4	2	857
5XHM	1	Заготовки из металла, полученные стандартным способом	395
45X	2		556
38XHMФА, 40X13	3		570
95X18	4		653
ШХ15СГ	5		818
ХВГ, Р6М5	6		867

Рассчитанные данные для построения номограммы желательности приведены в табл. 5. Номограмма желательности для рассматриваемых показателей качества приведена на рис. 1.

На основе полученных данных рассчитывается обобщенная функция желательности (показатель качества – твердость):

- а) для образцов из брикетов из стружки – $d=0,643$;
- б) для образцов полученных стандартными способами - $d=0,522$

Таблица 5
Значения показателей желательности и соответствующих безразмерных вспомогательных показателей

№ образца	Оценка изменения твердости	
	y	d
Брикеты из металлической стружки		
1	4,26	0,785
2	1,35	0,466
3	2,67	0,680
4	2,32	0,642
Заготовки из металла, полученного стандартными способами		
1	0,94	0,334
2	1,42	0,484
3	1,46	0,494
4	1,71	0,548
5	2,20	0,626
6	2,35	0,645

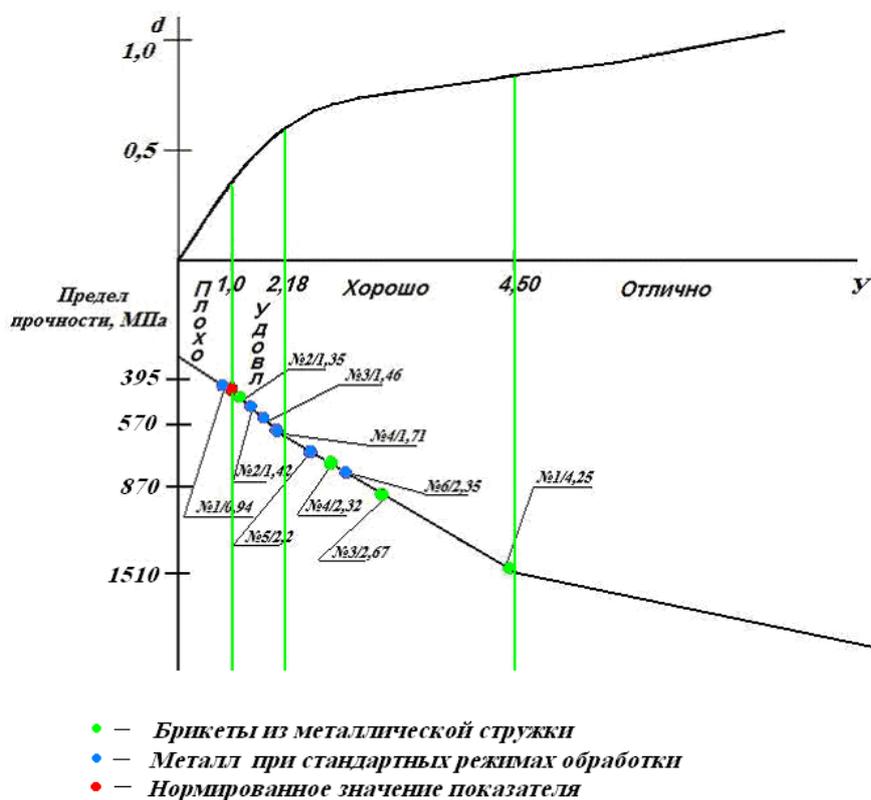


Рис. 1. Номограмма показателя желательности

Из анализа номограммы желательности следует:

1. Твердость компакта при исследуемых режимах соответствует уровню желательности «хорошо» у образцов №1, №3, №4, только образец №2 при первой технологии обработки соответствует уровню желательности «удовлетворительно».

2. Значение твердости заготовок, полученных стандартным способом, в большинстве случаев соответствует уровню желательности «удовлетворительно», образец №1 даже соответствует уровню желательности «плохо» и, лишь, образцы №5 и №6 соответствуют уровню желательности «хорошо».

Построение паутины качества

Из характеристик, выявленных при металлографическом исследовании и исследовании прочностных свойств, можно сформировать таблицу сравнения этих значений. В табл. 6 и 7 приведены эти характеристики. На их основе строятся паутины качества и сравниваются полученные свойства.

Таблица 6
Сравнение характеристик двух режимов получения брикетов

Характеристики	Режим №1	Режим №2
Наличие пор	Да	нет
Наличие трещин	Да	нет
свариваемость	Нет	Да
плотность	0,92	0,94
Прочностные свойства (HV)	1018,5	914,5

Таблица 7
Характеристики брикета из стружки и металла, полученного стандартным методом

Характеристики	Брикет из металлической стружки	Металл, полученный стандартными способами
Твердость (HRC)	55,44	61
пористость	нет	нет
Предел прочности, МПа	322,25	214,5
количество трещин	нет	нет
Плотность	0,94	1

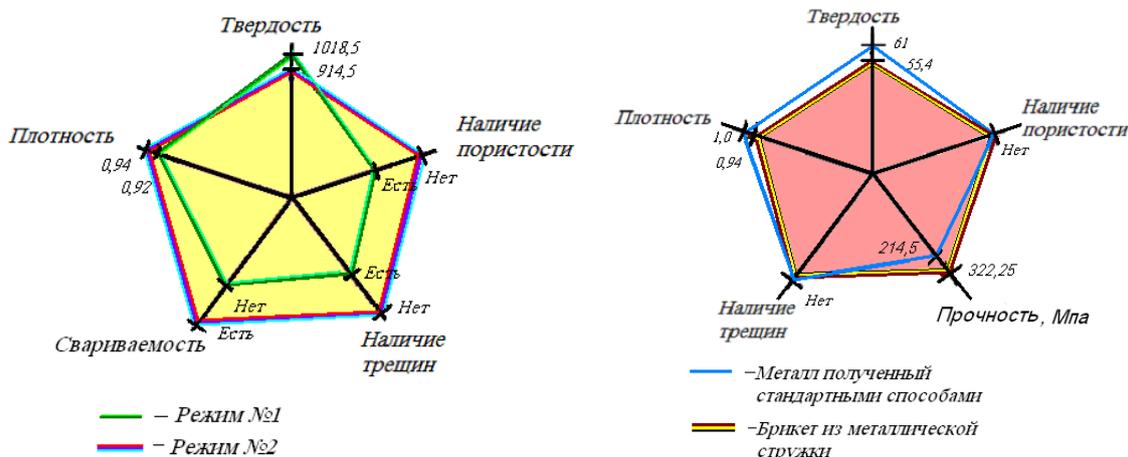


Рис. 2. Паутины качества брикетов

Площадь паутины, занимаемая первым режимом обработки значительно меньше площади, занимаемой режимом №2, что свидетельствует об улучшении качества брикетов из металлической стружки при переходе ко второму режиму ее обработки.

Площадь многоугольника, образованного характеристиками брикета из металлической стружки, сопоставима с площадью многоугольника характеристик металла, полученного стандартными способами. Из этого можно судить о том, что качество брикетов из стружки по совокупности характеристик почти не уступает качеству металла, полученного стандартными способами.

ВЫВОДЫ

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. В результате исследования брикетов из металлической стружки и сравнения твердости, микротвердости и плотности показано, что второй технологический режим производства брикетов оказался лучше первого.

2. Из построенной номограммы желательности видно, что образцы, полученные из металлической стружки, не уступают по уровню прочностных характеристик (по твердости) металлу, полученному стандартными способами.

3. Построенные паутины качества показали, что наилучшим технологическим режимом является режим №2, а при сравнении характеристик металла, полученного стандартными

способами, и образцов, полученных по технологическому режиму №2, выявлено, что брикеты из металлической стружки не уступают по уровню своих характеристик металлу, полученному стандартными способами.

Таким образом, предложенная переработка металлической стружки является способом эффективной переработки металлических отходов.

Список литературы

- Атрошенко С.А., Никонова Ю.В. Исследование брикетов из металлической стружки и разработка рекомендаций по улучшению их качества // Вестник ИНЖЕКОНА. Серия: Технические науки, 2008. Выпуск 8 (27). С. 121-134.
- Аносов Ю.М., Аносов М.Ю., Филимонов А.П. Способ изготовления изделий в условиях резонансных колебаний структурных частиц материала. Патент РФ № 2246378, заявка № 20022130093 от 30.10.2002, опубликован 20.02.2005.
- Аносов Ю.М. Отчет по теме № 1.3.05 "Разработка теории и методов создания новых экологически чистых продуктов из отходов промышленного производства", Этап 2. "Исследование физико-химических и механических основ переработки вторичного сырья промышленных производств". СПб.: СПбГИЭУ, 2006. 230с.
- Аносов Ю.М. Основы вибрационного компактирования дискретных гетерогенных материалов. // Вестник ИНЖЕКОНА. Серия: Технические науки, 2006. Выпуск 3 (12). С.118-126.
- Е.С. Harrington /Industrial Quality Control 21 (1965) 494

УДК 667.6

Голубчик Э.М., Полякова М.А., Гулин А.Е., Сафуанов А.И., Узбеков Н. Е., Низамутдинов Р.Р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ КРАСОК

Аннотация. В настоящее время получает широкое развитие применение наноматериалов в строительной индустрии. Одним из таких примеров могут служить технологии изготовления лакокрасочных материалов с нанодобавками и покрытий на их основе. Учеными ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И. Носова» в кооперации со специалистами ОП ЗАО «АВС Фарбен» (г. Магнитогорск, Россия) проводятся исследования по разработке и освоению инновационной технологии производства водно-дисперсионных красок с добавками полимерных нановолокон и углеродных нанотрубок (УНТ) различных по своему назначению и обладающих рядом отличных друг от друга свойств. В работе представлены результаты комплексных опытно-промышленных исследований влияния добавок УНТ и полученных методом электроспиннинга нановолокон пенополистирола в водно-дисперсионные краски на их потребительские свойства.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, нановолокна, электроспиннинг, водно-дисперсионная краска, свойства, вязкость, укрывистость

Постановка проблемы

В последние годы в различных областях науки, промышленности и строительства все шире используют новые материалы, объединенные размерными особенностями, а именно нанокристаллы, нанопористые материалы, наноструктуры, нанокомпозиты. Ассортимент современных нанообъектов чрезвычайно широк и непрерывно увеличивается, что позволяет получать новые каталитические системы в химии, машиностроительные материалы с уникальными материаловедческими характеристиками, структуры с нанометровой геометрией для записи информации, преобразователи различных видов энергии, сверхпроводниковые материалы в физике, новые лекарственные препараты и их носители в медицине и т.д. Новые материалы расширяют потребительские и эксплуатационные свойства разрабатываемых изделий [1 – 4].

Одним из активно развивающихся направлений применения новых наноматериалов является строительная промышленность и, в частности, лакокрасочная индустрия. В условиях появления новых агрессивных сред вследствие деятельности человечества требования к строительным материалам значительно возрастают. В связи с этим идет постоянный поиск новых строительных материалов, которые бы свели к минимуму возможный ремонт и технологическое обслуживание зданий и сооружений. Поэтому широко востребованными становятся новые лакокрасочные материалы (ЛКМ), в том числе с применением нанотехнологий.

Под нанотехнологиями применительно к лакокрасочной промышленности понимают использование в ЛКМ свойств мельчайших частиц с размерами порядка нанометров. При этом возможно обеспечение упрочнения поверхности как у покрытий, стойких к царапанью и истиранию, и, кроме

того, может быть получен фото- и термokatалитический эффект в ЛКМ для внутренних и наружных работ, а также в лакокрасочных материалах промышленного назначения. Примерами такого использования наноматериалов в красках являются технологии изготовления коррозионностойких гидрофобных автомобильных красок с применением углеродных нанотрубок (УНТ), а также порошковых наночастиц [1, 5 – 8].

В тоже время на сегодняшний день достаточно мало данных по исследованию влияния на потребительские и технологические свойства добавок полимерных наноматериалов в «традиционные», широко востребованные на рынке стройиндустрии водно-дисперсионные краски (ВДК).

Расширение сферы применения изделий из ЛКМ с добавками полимерных наноматериалов приводит к повышению требований к их качеству, что обуславливает интерес к разработкам, посвященным различным методам улучшения свойств исходного сырья и применению новых ингредиентов.

Теоретическое обоснование

ВДК в основном применяются в отделке интерьеров и фасадов зданий, как один из наиболее качественных и долговечных материалов.

Водно-дисперсионная краска представляет собой отделочный лакокрасочный состав, главным компонентом в котором выступают синтетические полимеры, зачастую ими является смола, либо нефть. Растворителем краски выступает вода, именно поэтому материал считается экологичным, безвредным и пожаробезопасным. Особенность отделки стен водно-дисперсионной краской заключается в том, что через несколько часов после вскрытия тары с краской с поверхности вода испаряется, а твердые частицы образуют плотный не-

проницаемый слой, устойчивый к влаге и воздействию огня.

Подобный материал изготавливается в виде густой суспензии, которую при необходимости можно разводить водой до нужной консистенции. Водно-дисперсионная краска может иметь белый цвет, а может быть окрашена в самые различные оттенки. Традиционно в составе такой краски присутствуют следующие компоненты [9]:

1. Пленкообразующие материалы (связующий элемент) – это основа краски, благодаря которой на поверхности возникает полимерная пленка, не пропускающая воду и стойкая к истиранию.

2. Красители (пигменты) – компоненты, которые придают краске определенный оттенок и отвечают за декоративность материала.

3. Наполнители – отвечают они за эксплуатационные и технические особенности краски. В качестве таких компонентов выступает кальцит, тальк, доломит, медь, мраморная крошка и т.п.

4. Специальные добавки (аддивы) придают водно-дисперсионной краске дополнительные свойства, например, отвечают за скорость высыхания состава на поверхности, ускоряют процесс диспергирования красителей и т.д.

Традиционный компонентный состав ВДК выглядит следующим образом (в процентном соотношении): связующий элемент – от 7 до 50%; растворитель – вода – от 30 до 40%; пигмент – минеральный (оксиды металлов) или органический (синтетические вещества) – от 4 до 20%; наполнитель – от 30 до 45%; - технологическая примесь (аддивы) – от 2 до 4%.

Основными техническими характеристиками ВДК, определяющими качество лакокрасочного материала и контролируемые производителем, являются:

1) степень белизны краски - отвечает за ее декоративность. Изначально водно-дисперсионная краска должна быть белой, впоследствии в нее вносятся пигменты, и она приобретает нужный оттенок. Степень белизны зависит от чистоты двуокиси титана, который выступает в качестве пигмента;

2) укрывистость краски - отвечает за способность материала покрывать обрабатываемую поверхность наименьшим количеством слоев. С данным свойством тесно связаны также такие свойства как плотность краски, ее вязкость;

3) стойкость к механическим воздействиям - говорит о том, насколько прочным и долговечным будет покрытие. С данным показателем связано такое технологическое свойство ВДК как величина сухого остатка.

Также могут нормироваться такие свойства как: водостойкость, светостойкость, время высыхания краски, морозостойкость, степень перетира сухих компонентов и т.д.

Методика проведения исследований

Учеными ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» на промышленной площадке ОП ЗАО «АВС Фарбен» (г. Магнитогорск) были проведены комплексные исследования по влиянию добавок углеродных нанотрубок и полимерных нановолокон в ВДК на их потребительские свойства.

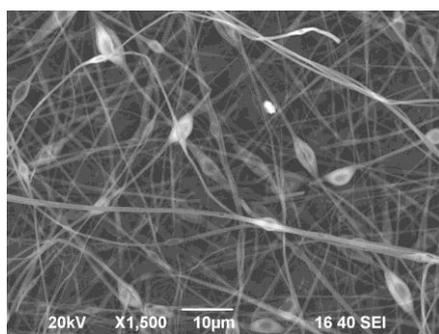
Нановолокна были получены методом электроспиннинга на установке SNAN – 01А. В качестве полимерного материала использовался пенопласт (пенополистирол), а в качестве его растворителя была смесь ацетона и ксилола. Раствор пенополистирола применялся в концентрациях 10% и 15%. В **табл. 1** представлены технологические режимы электроспиннинга получения нановолокон из раствора пенополистирола в ацетоне и ксилоле.

Таблица 1
Параметры процесса электроспиннинга

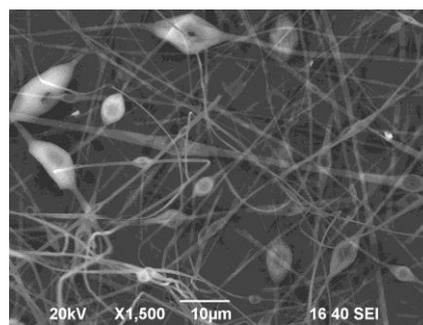
Параметры	Номер образца							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Напряжение U, кВ	30	27	25	22	30	27	25	22
Скорость подачи раствора V _{под.} , мл/ч	4,5							
Концентрация раствора, %	10				15			
Расстояние от сопла до коллектора Н, мм	160							

Полученные образцы нановолокон исследовались в условиях НИИ НАНОстали ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» на растровом электронном микроскопе, чтобы получить увеличенные изображения их микроструктуры для дальнейшего анализа и выявления влияния технологических параметров на их морфологию. Также проводился анализ полученных изображений с помощью компьютерных программ для определения диаметра полимерных волокон. В зависимости от режима получения диаметр волокон составлял 250 – 850 нм [10].

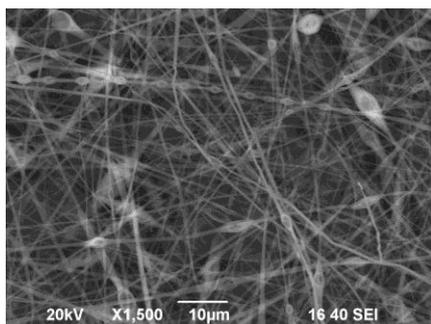
На **рис. 1 и 2** представлены фотографии образцов полимерных нановолокон, полученных при скорости подачи раствора 4,5 мл/ч и при концентрации раствора 10% и 15% соответственно.



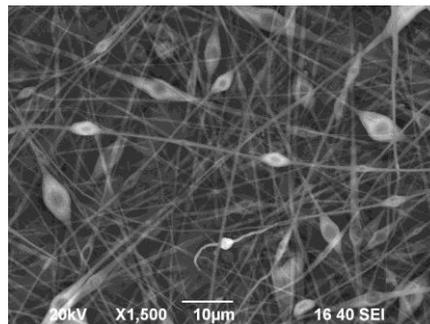
а



б

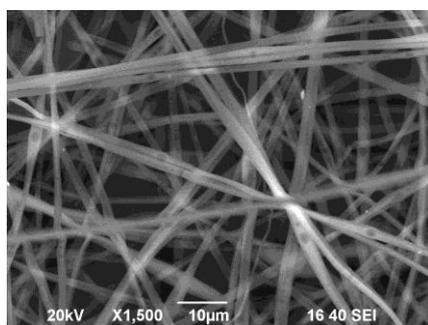


в

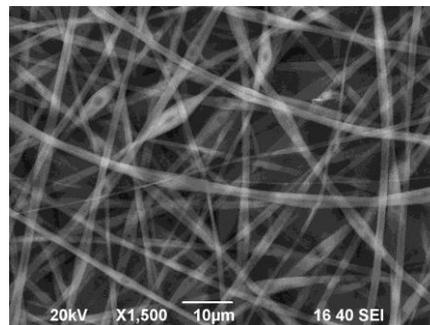


г

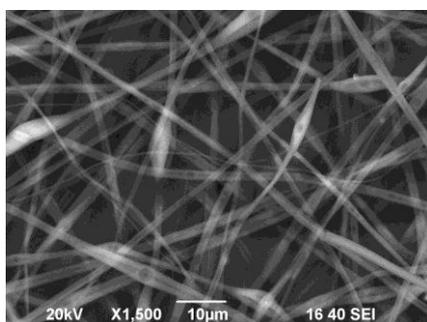
Рис. 1. Образцы, полученные при концентрации раствора 10%, скорости подачи 4,5 мл/ч и напряжении 30 (а), 27 (б), 25 (в) и 22 кВ (г), x1500



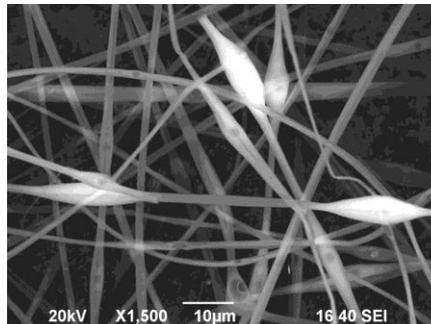
а



б



в



г

Рис. 2. Образцы, полученные при концентрации раствора 15%, скорости подачи 4,5 мл/ч и напряжении 30 (а), 27 (б), 25 (в) и 22 кВ (г), x1500

Далее полученные волокна пенополистирола вводились в ВДК в различном соотношении компонентов и исследовались технологические и потребительские свойства красок. Отдельно производилось введение УНТ в состав водно-

дисперсионных красок. Внешний средний диаметр УНТ составлял $2 \pm 0,5$ нм.

В табл. 2 представлены нормативные требования и нормируемые методы испытания и анализа исследуемых водно-дисперсионных красок в условиях их производства.

Таблица 2

Нормируемые требования к ВДК

Наименование показателя	Значение показателя	Метод испытания
	Для потолков/для стен и потолков	
1. Внешний вид краски	Густая тиксотропная масса без посторонних включений	
2. Массовая доля нелетучих веществ, %	53-58/55-65	<i>по ГОСТ 17537-72 Материалы лакокрасочные. Методы определения массовой доли летучих и нелетучих, твердых и пленкообразующих веществ</i>
3. Сухой остаток, %	65,5	
4. Укрывистость высушенной пленки, по предварительно загрунтованной поверхности, г/м ² , не более	170,5/200-250	по ГОСТ 8784-75 Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости
5. Плотность, г/см ³	1,66	по ГОСТ 31992.1-2012, ГОСТ 28513-90
6. Вязкость, сП*	10500 - 11200	
7. Степень перетира, мкм, не более	40	по ГОСТ 31973-2013, ГОСТ 6589-74 (метод Б). Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира прибором «Клин» (гриндометром)

* Сантипуаз (centipoise) — единица динамической вязкости, равная 0,01 пуаза или 1 мПа·с.

Взвешивание компонентов для приготовления краски производилось на весах неавтоматического действия AJ фирмы ViBRA. Смешивание компонентов ВДК для проведения исследований осуществлялось на лабораторной диспергирующей установке ЛДУ-3МПП. Определение вязкости производилось на программируемом вискозиметре Брукфильда (Viscometer Brookfield DV-II+PRO). Измерение плотности состава производилось с помощью пикнометра металлического («Константа П»). Степень перетира оценивали с помощью гриндометра (Клина) 100. Для определения сухого остатка и укрывистости использовался сушильный шкаф SNOL 58/350. Для определения pH исследуемого состава краски применялся pH-метр фирмы «HANNA instruments».

При этом смешивание компонентов краски с нановолокнами осуществлялось двумя способами. Первый способ предусматривал введение волокон в готовую краску непосредственно в диспергирующей установку. Второй способ предусматривал предварительное перемешивание нановолокон пенополистирола с сухим кальцитом (CaCO_3) с последующим добавлением всех компонентов в диспергирующую установку.

Обсуждение полученных результатов

В табл. 3 представлены полученные результаты комплексных исследований влияния добавок нановолокон пенополистирола в водно-дисперсионную краску для потолков на некоторые нормируемые показатели качества краски.

Таблица 3

Результаты исследований введения нановолокон к ВДК

Способ введения волокон в краску		Кол-во полимерных нановолокон, г	Укрывистость, г/м ³	Вязкость, сП	Сухой остаток, %	Плотность, г/см ³
В процессе смешивания	1	0,020	155,83	12100	65,6	1,66
	2	0,060	179,9	12400	65,6	1,66
	3	0,070	184,35	11700	66,8	1,66
	4	22	189,48	11500	65,9	1,66
Смесь CaCO_3 + нановолокно	1	0,929	175	15900	65,5	1,66
Нормируемые параметры			170,5	10500 - 11200	65,5	1,66

Добавление углеродных нанотрубок в краску осуществлялось непосредственно в процессе смешивания компонентов в диспергирующей установке. При этом исследование свойств краски производилось в два этапа: непосредственно сразу после смешения и приготовления краски, а также через 3

месяца хранения краски на складе. Последнее исследование было обусловлено необходимостью оценки влияния степени коагуляции УНТ на свойства краски. Результаты исследований представлены в **табл. 4**.

Таблица 4

Результаты исследований введения нановолокон к ВДК

Вид испытания свойств	Вязкость, сП	Сухой остаток, %	Укрывистость, г/м ³	Плотность, г/см ³
Сразу после добавления УНТ в краску	15900	65,5	175	1,66
После хранения образца приготовленной краски с УНТ	12900	65	175	1,67
Нормируемые параметры	10300	65,5	170,5	1,66

На **рис. 3** представлены фотографии образцов краски с УНТ, полученные с помощью растрово-электронной микроскопии.

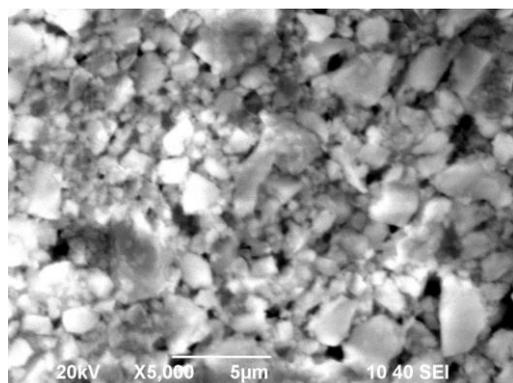


Рис. 3. Образцы водно-дисперсионной краски с добавками УНТ при исследовании методом РЭМ

Выводы

Анализ результатов проведенных исследований позволил сформулировать следующие основные выводы.

1. Введение наноматериалов в ВДК практически не изменяет такие нормируемые показатели качества как плотность и сухой остаток.

2. При добавлении нановолокон пенополистера и УНТ значительно повышается вязкость и укрывистость краски. При этом влияние нановолокон на данные показатели существенно выше, чем УНТ, что, очевидно, связано с различием значений краевого угла смачивания этих наноматериалов. Причем, укрывистость, как один из основных потребительских показателей качества краски при введении УНТ повышается очень незначительно и находится практически в нормируемых пределах. Следует отметить, что незначительное повышение вязкости водно-дисперсионных красок в процессе производства при сохранении остальных параметров является для производителя положительным,

т.к. позволяет для снижения вязкости краски разбавлять ее водой для обеспечения нормируемого качества, а это, в свою очередь, удешевляет производство и повышает его эффективность.

3. Добавление УНТ в процессе производства краски значительно повышает ее вязкость. Однако после длительного хранения вязкость краски снижается практически до нормируемых значений. Этот эффект может быть положительно использован производителем при длительном хранении или дальнейшей транспортировке краски к потребителю.

Проведенный комплекс исследований позволил определить характер влияния вводимых в водно-дисперсионные краски инновационных наноматериалов на изменчивость нормируемых показателей красок, что позволяет формировать новый комплекс потребительских свойств ВДК с одновременным повышением эффективности процесса их промышленного производства.

Список литературы

1. Шашок Ж. С., Прокопчук Н. Р. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях. – Минск: БГТУ, 2014. – 232 с.
2. Колокольцев В.М., Чукин М.В., Голубчик Э.М., Родионов Ю.Л., Бухвалов Н.Ю. Освоение новых технологий производства многофункциональных сплавов инварного класса с повышенными эксплуатационными свойствами / *Металлургические процессы и оборудование*. 2013. №3. С.47-52.
3. Голубчик Э.М. Адаптивное управление качеством металлопродукции / *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2014, №1. (46). С. 63-69.
4. Polyakova M.A., Efimova Yu., Gulin A.E., Golubchik E.M. Modern engineering techniques for designing materials with a specified set of properties *Key Engineering Materials*. 2017. Vol. 724. pp. 77-83.
5. Гофман И. В., Иванькова Е. М., Абалов И. В., Смирнова В. Е., Попова Е. Н., Orell O., Vuorinen J., Юдин В. Е.. Сравнительный анализ влияния наночастиц-наполнителей различного типа на механические свойства блочных образцов теплостойкого полиамидного мате-

риала / Высокомолекулярные соединения. Серия А, 2016, том 58, № 1, с. 73–81.

6. Chronakis I. S. Micro-/Nano-Fibers by Electrospinning Technology: Processing, Properties and Applications. Micromanufacturing Engineering and Technology. Boston: Elsevier, 2010. P. 264–286.

7. Megelski S., Stephens J. S., Chase D. B., Rabolt J. F. Micro- and nanostructured surface morphology on electrospun polymer fibers. Macromolecules. 2002. № 35. P. 8456–8466.

8. Николайчик А. В., Прокопчук Н. Р. Выбор оптимального способа введения углеродных наноматериалов в органорастворимые лакокрасочные материалы /

Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ. – 2009. – Вып. XVII. – С. 68–71.

9. <http://www.spectercolor.ru/ctati/vodno-dispersionnaya-kraska-harakteristiki-dostoinstva-osobennosti-primeneniya/> Дата обращения: 03.03.2018 г.

10. Нурмахмадов А.Ф., Гулин А.Е., Полякова М.А.. Использование компьютерных программ для измерения параметров структуры полимерных волокон, полученных методом электроформования. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 75-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. Т. 1. С. 73-76.

УДК 658.516:346.544.42

Бережная Г.А., Сергеева Ю.А.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ В НОВОЙ ВЕРСИИ СТАНДАРТА ГОСТ Р ИСО 9001-2015 И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО АДАПТАЦИИ К НЕМУ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Аннотация. В данной работе рассмотрены изменения в новой версии стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015, произведён сравнительный анализ требований новой версии стандарта с прежней, изучены новые требования в стандарт, а также подготовлен план мероприятий по переходу на новую версию ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

Ключевые слова: система менеджмента качества, требование, стандарт, планирование, риск, заинтересованные стороны, лидерство, среда организации

Поднимая вопрос о новой версии стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015, хотелось затронуть тему системы менеджмента качества на предприятиях. Система менеджмента качества является частью общей системы управления компанией, функционирующая с целью обеспечения неизменно высокого качества производимой продукции и оказываемых услуг.

Организация, имеющая сертификат соответствия Системы менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001, имеет ряд таких преимуществ на рынке, как получение льготных условий кредитования; повышение лояльности к компании со стороны властных структур, партнеров и клиентов; предоставление товаров и услуг лучшего качества.

В сентябре 2015 года Международная организация по стандартизации (ISO) приняла пятую редакцию стандарта ISO 9001, для реализации требований, подготовку и переход к которой организациям даётся три года. Стандарт ISO 9001:2008 и 9001:2011 перестает действовать с сентября 2018 года, после чего организации смогут сертифицироваться только по новой версии стандарта.

Исходя из этого, в работе был проведён анализ требований в новой версии стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Изменения в новой версии стандарта включают 12 элементов, которые можно условно разделить на новые и изменённые требования [1].

Рассмотрим новые требования, которые появились в стандарте.

Пункт «Понимание организации и ее среды» является новым требованием, для выполнения которого организациям необходимо провести анализ внешней и внутренней среды. В ходе выполнения анализа, организации должны принимать во внимание все факторы, которые могут повлиять на систему менеджмента качества, такие как правовые, технологические, конкурентные, рыночные, социальные, культурные, экономические, знания и опыт.

Пункт «Понимание потребностей и ожиданий заинтересованных сторон» – это также новое требование, которое требует определить заинтересованные стороны, решения которых оказывают влияние на СМК или которые зависят от решений организации. К заинтересованным сторонам, как правило, относят клиентов, собственников, инвесторов, персонал, поставщиков, партнеров, общество, государственные организации, осуществляющие надзор и контроль.

Пункт «Определение области применения СМК». Правильное и четкое определение границ применения СМК является ключевым фактором ее эффективности. Для определения области применения СМК необходимо принять во внимание контекст организации, требования заинтересованных

сторон, а также выпускаемую организацией продукцию и предоставляемые услуги.

Пункт «Действия в отношении рисков и возможностей» — критическое изменение, которое предусматривает определение рисков и возможностей и требует предварительной подготовки. Несмотря на то, что стандарт не требует использования конкретного метода оценки риска, но для поддержания процесса определения рисков, возможностей и планирования действий, для реагирования на них, организациям необходимы знания в отношении управления рисками и возможностями [1].

Рассмотрим изменённые требования в ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

Пункт «Лидерство» подвергся серьезному редактированию. Роль руководства меняется с пассивной на активную. Также, исключено требование наличия представителя руководства, поскольку ответственность за систему менеджмента качества берет на себя все руководство, демонстрируя своё лидерство.

Пункт «Цели в области качества и планирование их достижения». Постановка целей и разра-

ботка мероприятий по их достижению не является новым требованием стандарта, но в новой редакции стандарта достаточное внимание уделяется на их совместимость со стратегическим направлением организации и их выполнением. Для каждой цели требуется определить необходимые ресурсы, ответственного за выполнение, сроки и методику оценки результатов.

Пункт «Документированная информация» претерпел изменения. Термин «документированная информация» введен в стандарт и охватывает известные в настоящее время термины «документ», «запись». Поскольку стандарт не регламентирует использование в СМК единой с ИСО 9001:2015 терминологии, то использование привычной терминологии в организациях может быть продолжено без изменений. Однако, момент перехода – это идеальный момент для пересмотра документации СМК и ее оптимизации, используя современные технические возможности. Основные отличия стандартов ГОСТ ISO 9001-2011 и ГОСТ Р ИСО 9001-2015 в данном пункте представлены в табл. 1 [1-3].

Таблица 1

**Основные отличия стандартов ГОСТ ISO 9001-2011
и ГОСТ Р ИСО 9001-2015 в пункте «Документированная информация»**

ГОСТ ISO 9001-2011	ГОСТ Р ИСО 9001-2015
4.2 Требования к документации	7.5 Документированная информация
4.2.1 Общие положения	7.5.1 Общие положения
Документация системы менеджмента качества должна включать в себя: а) документально оформленные заявления о политике и целях в области качества; б) руководство по качеству; в) документированные процедуры и записи, требуемые настоящим стандартом; г) документы, включая записи, определенные организацией как необходимые ей для обеспечения эффективного планирования, осуществления процессов и управления ими.	Система менеджмента качества организации должна включать: а) документированную информацию, требуемую настоящим стандартом; б) документированную информацию, определенную организацией как необходимую для обеспечения результативности системы менеджмента качества.
	7.5.2 Создание и актуализация
	При создании и актуализации документированной информации организация должна соответствующим образом обеспечить: а) идентификацию и описание (например название, дата, автор, ссыльный номер); б) формат (например, язык, версия программного обеспечения, графические средства) и носитель (например, бумажный или электронный); в) анализ и одобрение с точки зрения пригодности и адекватности
4.2.2 Руководство по качеству	

Пункт «Планирование и управление деятельностью на стадиях жизненного цикла продукции и услуг». Для обеспечения производства товаров и оказания услуг в соответствии с требованиями, организация должна определить критерии приемки продукции и услуг, необходимые ресурсы, методы контроля и способ документирования результатов контроля.

Пункт «Проектирование и разработка продукции и услуг». Требования к проектированию и

разработке были значительно пересмотрены. Включены дополнительные требования, на которые необходимо обратить особое внимание: планирование, входные и выходные данные, средства управления, управление изменениями, включая действия по предотвращению неблагоприятных воздействий. Основные отличия стандартов ГОСТ ISO 9001-2011 и ГОСТ Р ИСО 9001-2015 в данном пункте представлены в табл. 2 [1-2].

Основные отличия стандартов ГОСТ ISO 9001-2011 и ГОСТ Р ИСО 9001-2015 в пункте «Проектирование и разработка продукции и услуг»

ГОСТ ISO 9001-2011	ГОСТ Р ИСО 9001-2015
7. Проектирование и разработка	8.3 Проектирование и разработка продукции и услуг
	8.3.1 Общие положения
7.3.1 Планирование проектирования и разработки	8.3.2 Планирование проектирования и разработки
7.3.2 Входные данные для проектирования и разработки	8.3.3 Входные данные для проектирования и разработки
	8.3.4 Средства управления проектированием и разработкой
7.3.3 Выходные данные проектирования и разработки	8.3.5 Выходные данные проектирования и разработки
7.3.4 Анализ проекта и разработки	8.3.6 Изменения проектирования и разработки
7.3.5 Верификация проекта и разработки	
7.3.6 Валидация проекта и разработки	
7.3.7 Управление изменениями проекта и разработки	

«Управление процессами, продукцией и услугами, поставляемыми внешними поставщиками». В новой редакции стандарта сделан акцент на процессах, продукции и услугах, поставляемых внешними поставщиками. Это необходимо организации, чтобы определить тип и объем контроля выполняемых поставщиками процессов и предоставлять им соответствующую информацию.

В пункте «Анализ со стороны руководства» изменения связаны с включением дополнительных входных данных. В ходе анализа должны быть рассмотрены: внешние и внутренние факторы, обратная связь от заинтересованных сторон, результаты мониторинга и измерений, результаты деятельности внешних поставщиков, достаточность ресурсов и результативность действий в отношении рисков и возможностей.

В раздел «Улучшение» внесены изменения с включением несоответствий и исключением предупреждающих действий. Идея заключается в том, что благодаря внедрению требования по оценке рисков и возможностей, организация выполняет мероприятия предупреждающего характера для улучшения своей деятельности. Изменения потребуют пересмотра процедур по управлению несоответствиями, корректирующими и предупреждающими действиями [1].

Для реализации перехода на новую версию стандарта в работе была подготовлена программа перехода, представленная в **табл. 3**.

Данная программа является результатом сложной и трудоёмкой работы, которая требует высокой степени ответственности и квалификации, так как от правильности её выполнения и результативности зависит сертификация организации на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [4].

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования, [Текст]. М.: Изд-во «Стандартинформ», 2015. 24 с.
2. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования, [Текст]. М.: Изд-во «Стандартинформ», 2011. 26 с.
3. ГОСТ ISO 9000:2011 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь, [Текст]. М.: Изд-во «Стандартинформ», 2011. 26 с.
4. ГОСТ ISO 9000:2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь, [Текст]. М.: Изд-во «Стандартинформ», 2015. 47 с.

Программа перехода на новую версию стандарта

№ п/п	Мероприятия	Подробное описание действий	Срок выполнения	Ответственный	Ресурсы, необходимые для исполнения мероприятий	Отметка об исполнении
1	Обучение внутренних аудиторов по требованиям новой версии стандарта	1. Поиск компетентной организации по обучению аудиторов. 2. Прохождение обучения ответственных лиц и аудиторов. 3. Получение сертификатов об обучении.	Ноябрь 2017 Декабрь 2017	Ответственный за СМК	Рабочее время Денежные средства	
2	Информирование о требованиях новых стандартов	1. Проведение обучающего семинара 2. Выдача информационных экземпляров новой версии стандарта для ознакомления 3. Проверка знаний	Январь 2018- Февраль 2018	Ответственный за СМК	Рабочее время	
3	Актуализация и пересмотр внутренней документации СМК с учётом требований новой версии стандарта	1. Пересмотр Политики, Перечня процессов, карт процессов. 2. Пересмотр внутренних документов, касаемых СМК. 3. Актуализация ДИ в части ответственности за СМК.	Февраль 2018- Март 2018	Генеральный директор Ответственный за СМК Юрист	Рабочее время	
4	Проверка соответствия СМК требованиям новой версии стандарта	1. Проведение внутреннего аудита 2. Подготовка отчёта по внутреннему аудиту	Июнь 2018 Июль 2018	Ответственный за СМК	Рабочее время	

УДК 331.103.6:658.562

Людкова А.В., Лимарев А.С., Крамзина Л.В.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Аннотация. В данной статье рассматривается предложение по повышению эффективности системы менеджмента качества за счет внедрения системы энергетического менеджмента. Наличие у предприятия сертификата соответствия СМК требованиям стандарта ISO 9001:2015 зачастую не является гарантией получения желаемых результатов: уменьшения издержек на производство продукции, снижения себестоимости, повышения уровня качества. Причин низкой эффективности большинства внедренных и сертифицированных систем менеджмента достаточно много. В целях повышения эффективности СМК предлагается внедрение и совместное использование методов и инструментов СМК с системой энергетического менеджмента. Большинство крупных российских металлургических предприятий движутся в направлении внедрения систем энергетического менеджмента, что способствует повышению эффективности работы предприятия в целом. Ярким примером этого является система энергетического менеджмента, внедренная в 2015 году на ПАО «ММК». С данного момента времени произошел существенный рывок в области развития рационализаторства в организации

Ключевые слова: система менеджмента качества, энергетический менеджмент, эффективность

В целом ряде отраслей значительное количество организаций внедрило систему менеджмента качества (СМК) на базе серии международных стандартов ISO 9000. При этом, некоторые компании одновременно начали осваивать различные инструменты управления: энергоменеджмент, экологический менеджмент, концепции Бережливого производства, методы Проектного управления. Все это имеет непосредственное отношение к повышению эффективности систем организации и управления производством, улучшению качества продукции (услуг) [1, 12].

По своим целям и областям применения указанные методы достаточно близки. При этом, становится очевидным, что освоение и внедрение близких подходов и методов способствует улучшению управления производством, позволяет улучшить совокупный результат [1, 12].

Однако даже тогда, когда все системы сертифицированы на предприятии, они часто не дают желаемых результатов: формально система менеджмента существует, а реально качество и конкурентоспособность продукции или услуг оставляют желать лучшего. Причин низкой эффективности большинства внедренных и сертифицированных систем менеджмента достаточно много: это и нежелание высшего руководства вникать в проблемы (а ведь первейшим из этапов внедрения систем является убежденность руководства), неполная реализация требований стандартов, недостаточный уровень компетентности персонала, отсутствие целей, стратегии и другие [2].

Основой для построения эффективной системы менеджмента на предприятии должна быть СМК. Для ее успешного функционирования организация должна определить и осуществить менеджмент многочисленных взаимосвязанных видов деятельности [2]. В настоящее время в отечественной и зарубежной практике активно внедряется совместное использование методов и инструментов

СМК с системой энергетического менеджмента [1]. Совместное применение различных подходов существенно затрудняет процесс организации подходов между элементами этих систем.

Последняя версия стандартов ИСО серии 9000 базируются на семи принципах системного управления качеством. Если соотнести каждый из принципов СМК с идеологией энергетического менеджмента, то будут получены рычаги влияния одной системы на другую. Применение системного подхода в организации взаимодействия позволяет ожидать улучшение отдельных систем в результате повышения эффективности одной системы [13].

Взаимодействие системы менеджмента качества и система энергетического менеджмента можно представить в виде диаграммы «распускающегося лотоса» [3, 4] (рис. 1). В ее центральной ячейке записываем главную тему: в нашем случае - это реализация принципов менеджмента качества, а затем заполняем восемь окружающих ячеек или сфер деятельности [5, 10]. Важнейшей причиной недостаточно эффективного функционирования СМК можно назвать отсутствие реализации такого из семи подходов, как взаимодействие людей. Для реализации эффективного и взаимовыгодного взаимодействия сотрудников в рамках одной организации должно быть ведущая роль руководства. Если рассматривать отношение к работникам в западных и азиатских странах, то здесь господствуют абсолютно противоположные подходы во взаимодействии руководства и сотрудников [6, 8]. В основе управления западных компаний лежит подход, который основан на признании возрастающей значимости личности сотрудника, на изучении его мотиваций, умения правильно формировать их и корректировать в соответствии со стратегическими задачами, стоящими перед компанией. Но это не означает, что сотрудник незаменим. Угроза увольнения делает человека

Качество в обработке материалов

пассивным, приучает никому не раскрывать своих методов в выполнении работы, сковывает инициативу. Она резко негативно влияет на

психологический климат в коллективе, замедляет все инновационные процессы [6, 8]. Такой подход не чужд и для российских предприятий.

модель Кано	маркетинг	наличие рекламаций	определенные цели	определение стратегии	определение миссии	кружки качества	межфункциональные команды	реинжиниринг
увеличение ценности	<i>ориентация на потребителя</i>	повышение удовлетворенности	принятие ответственности	<i>лидерство</i>	определение политики	признание и подтверждение вклада	<i>взаимодействие людей</i>	наставничество
повышение репутации	увеличение доли рынка	расширение потребительской базы	обеспечение необходимыми ресурсами	определение видения	определение показателей энергетической эффективности	взаимодействие с поставщиками	вклад в достижение энергетических целей	взаимопонимание
			<i>ориентация на потребителя</i>	<i>лидерство</i>	<i>взаимодействие людей</i>	производство как процесс	определение входов и выходов	взаимосвязь процессов
				<i>принципы менеджмента качества</i>	<i>процессный подход</i>	определение владельцев и потребителей процессов	<i>процессный подход</i>	оптимизация процессов
			<i>менеджмент взаимоотношений</i>	<i>принцип принятия решений</i>	<i>улучшение</i>	определение ресурсного обеспечения	систематизация процессов	установление полномочий
заинтересованные стороны	сбор и обмен информацией	приоритетные направления взаимоотношений	методы оценки результатов	анализ результатов	точность и достоверность информации	внутренний аудит	внешний аудит	анализ со стороны руководства
энергосервисные контракты	<i>менеджмент взаимоотношений</i>	группа по энергоменеджменту	свободный доступ к информации	<i>принцип принятия решений</i>	способ демонстрации результатов оценки	энергетический аудит	<i>улучшение</i>	энергетическая эффективность
аутсорсинг	бенмаркетинг	взаимодействие с энергоснабжающими организациями	применение статистических методов	измерение и сбор достоверной информации	установление причинно-следственных связей	обучение персонала	самоанализ	энергетический анализ

Рис. 1. Диаграмма распускающего лотоса взаимодействия СМК организации и системы энергетического менеджмента

В любой работе есть три обязательных компонента: результат, возможность научиться чему-то новому, удовольствие или радость, которые по своей сути имеют равнозначное значение. Отсутствие одного существенно снижает эффективность работы и затрудняет происходящие процессы. В настоящее время значительная часть руководителей предприятия решает вопросы необходимые для достижения требуемых показателей, при этом не всегда учитываются вопросы, направленные на эффективное развитие системы менеджмента. С этой целью в организации необходимо создавать условия для обучения в процессе работы, чему очень способствуют командные формы, такие как кружки качества, межфункциональные команды, команды кайдзен [6].

Вовлечение персонала в условиях функционирования системы энергетического менеджмента достигается путем внедрения способов мотивации, таких как подача энергоэффективных идей и рационализаторство [11, 15]. Большинство крупных российских металлургических предприятий движутся в направлении внедрения систем энергетического менеджмента, что способствует повышению эффективности работы предприятия в целом. Ярким примером этого является система энергетического менеджмента, внедренная в 2015 году на ПАО «ММК». С данного момента времени произошёл существенный рывок в области развития рационализаторства в организации. Основные направления решения задачи рационализаторства на ПАО «ММК» совершенствование технологических процессов, оснастки, инструмента, конструкций, экономия ресурсов и снижение затрат, вовлечение новых работников [7].

Решение о рассмотрении заявки принимается раз в месяц комиссиями в производственных структурных подразделениях ПАО «ММК», которые принимают решение о возможности их внедрения. Предложения, которые не принесут экономического эффекта, как правило, отклоняются.

Если понятно, что идея эффекта не даст или повторяет ту, что уже когда-то подавалась, предложение отклоняется. Сформированные данные отправляют в научно-технический центр ПАО «ММК». За 2017 год экспертными комиссиями структурных подразделений рассмотрено 5665 идей, при этом доля одобренных увеличилась с 57 до 64 процентов [7]. Для учета предложения на предприятии используется специальный калькулятор, куда заносят сведения по рационализаторскому предложению и, в зависимости от категории, рассчитывается эффект. От экономического эффекта зависит размер вознаграждения работника, которые в настоящее время составляет 2,5% от эффекта. За каждое одобренное к внедрению предложение, автор получает вознаграждение [7]. Такой подход способствует стимулированию деятельности по разработке технологий направленных повышению эффективности, что показывает результативность внедренных систем управления, в частности систе-

мы энергетического менеджмента. В результате внедрения этой системы в 2016 году было принято в работу 390 идей в сфере энергосбережения, на основе которых в течение года было реализовано 138 проектов с годовым эффектом, который оценивается в 68 миллионов рублей. Хорошие результаты от данного вида деятельности показали целесообразность работ в этом направлении и необходимость ее продолжение, что позволило достигнуть в 2017 году экономического эффекта около 600 млн. руб. от применяемых рационализаторских предложений.

Также для стимулирования деятельности в области охраны труда и промышленная безопасность, экономии материально-технических ресурсов и энергосбережения ежегодно с 2016 года проводятся конкурсы «Лучший молодой рационализатор и изобретатель» и «Лучшее рационализаторское предложение» [7]. Такой подход в области совершенствования производства и энергосбережения на ПАО «ММК» показывает эффективность реализации требований в области систем энергетического менеджмента:

- процессный подход реализуется тем, что система энергетического менеджмента является одним из основных бизнес-процессов,
- улучшение реализовано в виде подачи энергоэффективных идей позволяет находить пути совершенствования производственных процессов, снижения переменных затрат, снижения себестоимости продукции;
- менеджмент взаимоотношений включает заключение энергосервисных контрактов, которые могут позволить провести модернизацию энергетического оборудования за счет инвестиций энергосервисной компании;
- лидерство реализовано в принятии энергетической политики, и достижение ее целей позволяет получить дополнительную прибыль путем снижения издержек на производство продукции, усилить вовлеченность работников в решение проблем, связанных с повышением качества продукции и улучшением производственного процесса.

Таким образом, на основании выше изложенного можно сделать вывод о том, что система качества будет более эффективна, если система управления предприятия будет интегрированной, включающая систему менеджмента качества по стандартам ISO 9000, систему энергетического менеджмента по стандартам ISO 50001, систему экологического менеджмента по стандартам ISO 14000, систему промышленной безопасности и охраны труда по OHSAS 18000) и других.

Список литературы

1. Березанский Д.П. Интеграция методов проектного управления и инструментов бережливого производства с системой менеджмента качества / Д.П. Березанский, А.К. Чулков // Управление качеством. – 2017. - № 5-6. – С. 18.

2. Людкова А.В. Проблемы в обеспечении эффективности работы СМК на предприятиях / А.В. Людкова, Е.С. Вайскрובה // Качество продукции, технологий и образования: Материалы VIII Международной научно-практической конференции с международным участием. – Магнитогорск: МиниТип, 2013. – 342 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Введ. 2015-11-01. – Москва: Стандартинформ, 2015.
4. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство к применению. – Введ. 2012-12-01. – Москва: Стандартинформ, 2012. С 28.
5. Высоковская Е.А. Метод распускающегося лотоса / Е.А. Высоковская, А.М. Кузьмин // Методы менеджмента качества. – 2017. - № 6. С. 13.
6. Адлер, Ю.П. Мотивация и вовлечение персонала на бережливых предприятиях / Методы менеджмента качества. – 2017. - № 01. – С. 5-6.
7. Балабанова О. Передовики-рационализаторы [Текст]: общественно-политическая, информационная газета / учредитель АНО «Редакция газеты «Магнитогорский металл». – 2017. - № 31 (13390). – С. 1-2.
8. Лимарев А.С. Повышение эффективности производства на основе внедрения инновационной стратегии предприятия / А.С. Лимарев, А.Б. Моллер, Е.Г. Касаткина, С.В. Зотов, М.М. Константинов, И.Н. Глушков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (54). – С. 69-72.
9. Моллер А.Б. Совершенствование сортопрокатных технологических систем через развитие элементов менеджмента качества / А.Б.Моллер, С.А. Левандовский, Н.А. Ручинская, А.С. Лимарев, Ю.В. Симаков, А.В. Логинов, Д.В. Назаров, Д.В. Колясов // сборник: Труды Восьмого конгресса прокатчиков. – 2010. С. 224-229.
10. Моллер, А.Б. Управление качеством продукции на основе инновационной стратегии предприятия / А.Б.Моллер, А.С. Лимарев, О.С. Каледина // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2015. – Т. 1. – № 4 (61). – С. 45-50.
11. Огвоздин В. Ю. Модель качества // Стандарты и качество. 2006. № 1. С. 78–79.
12. Лимарев А. С. Повышение эффективности производства сортового проката на основе управления качеством продукции и компетентностью технологического персонала: дис. ... канд. техн. наук /А. С. Лимарев. -Магнитогорск: МГТУ, 2009. -113 с
13. Ефимов В.В. Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – С. 40-43.
14. Лимарев А.С. Повышение качества сортового проката путем эффективного управления персоналом / Моделирование и развитие процессов ОМД. – 2009. – № 1. – С. 325-329.
15. Людкова А.В. Повышение эффективности металлургического производства на основе внедрения энергосберегающих технологий / А.В. Людкова, А.С. Лимарев // Качество в обработке материалов. – 2017. – № 1 (7). – С. 40-42.

УДК 621.778:658.652

Ширяев О.П., Корчунов А.Г., Пивоварова К.Г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА АРМАТУРНЫХ КАНАТОВ

Аннотация. Для решения задач по управлению качеством арматурных канатов необходимо иметь математические модели, формально описывающие взаимосвязи между параметрами управления процессом обработки и показателями качества продукции. Математическое моделирование сложных технологических процессов и управление ими представляет собой трудноразрешимую проблему. Причинами этого является наличие многочисленных взаимосвязей между отдельными составляющими технологического процесса и обилие ограничительных условий на допустимые значения параметров, характеризующих состояние процесса.

В статье предлагается математическая модель управления показателями качества арматурных канатов, включающую реализацию методов моделирования и дискретной оптимизации режимов функционирования процесса, отличающаяся использованием нечетких переменных. Модель позволяет определять технологические режимы обработки, обеспечивающие получение заданного уровня показателей качества готовой продукции. На основе экспериментальных и промышленных исследований получены математические модели оценки механических свойств арматурных канатов в зависимости от технологических факторов обработки.

Ключевые слова: Качество продукции, метизное производство, моделирование, математическая модель

В настоящее время строительная отрасль России является одной из основных потребителей металлопродукции. Значительную долю в общем объеме потребляемой металлопродукции составляет канатная арматура, которая используется при производстве железобетонных предварительно напряженных конструкций.

Необходимость создания строительных конструкций с новым уровнем потребительских свойств, стремление к минимизации затрат на переработку и максимальной продолжительности эксплуатационного срока продукции определяют тенденцию постоянного ужесточения требований потребителей к показателям качества арматурных канатов. В связи с этим для метизных предприятий

жизненно важными являются вопросы обеспечения заданного уровня потребительских свойств арматурных канатов на основе эффективного управления показателями качества в процессах технологической обработки.

Для успешного решения задач по управлению качеством арматурных канатов необходимо иметь математические модели, формально описывающие взаимосвязи между параметрами управления процессом обработки и показателями качества продукции. Математическое моделирование сложных технологических процессов и управление ими представляет собой трудноразрешимую проблему. Причинами этого является наличие многочисленных взаимосвязей между отдельными составляющими технологического процесса и обилие ограничительных условий на допустимые значения параметров, характеризующих состояние процесса.

Отсутствие детерминированных функциональных зависимостей между случайными величинами исследуемых процессов и выходными параметрами вызывает необходимость создания системы принятия решений, основанной на методах оптимизации и управлении, обеспечивающей получение требуемых свойств с высокой вероятностью и отыскания оптимальных режимов функционирования в сложных процессах.

Рассмотрим модель формирования показателей качества арматурных канатов. При производстве металлоизделий из высокопрочной стали их механические свойства формируются на протяжении всего процесса технологической обработки. Очевидно, что для достижения заданного нормированного уровня механических свойств готовой продукции и правильного назначения режимов технологического воздействия необходимо изучение, как механизмов структурообразования, так и влияния режимов обработки на технологическую наследственность и изменчивость механических свойств.

Первым этапом моделирования процесса согласно методике [1] является его декомпозиция на подмодели, соответствующие отдельным технологическим операциям. Структуру модели технологического процесса можно представить графом, в котором А-вершины обозначают адаптивные параметры управления технологическим процессом, В-вершины – выходные параметры качества продукции, В₀ – параметры качества исходной заготовки, W-вершины – соотношения, уравнения, связывающие переменные. На рис.1 представлена формализация процесса формирования механических свойств арматурного каната.

Далее на основе данных промышленного эксперимента строится множественная регрессионная математическая модель, связывающая выходные показатели качества канатной проволоки с показателями качества катанки и технологическими факторами.

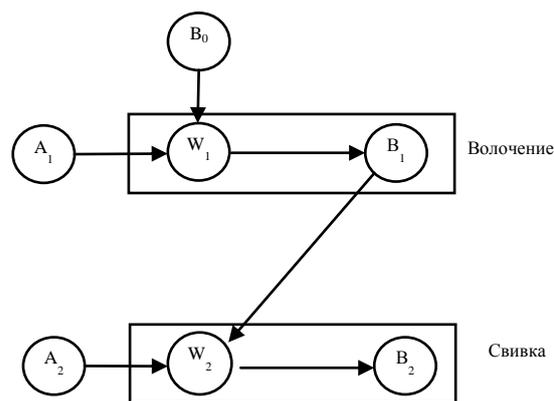


Рис. 1. Технологическая схема формирования механических свойств арматурного каната

Исследование механических свойств арматурных канатов диаметром 12,5 мм по ГОСТ Р 53772 проводили в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ». Для построения взаимосвязей качества канатной проволоки была сформирована выборка, включающая:

характеристики катанки:

- временное сопротивление разрыву $\sigma_{в_эк}$, кгс/мм²;
- содержание C, %;
- содержание Mn, %;
- технологический фактор производства проволоки:
- относительное обжатие ϵ , %.

показатель качества канатной проволоки:

- временное сопротивление разрыву $\sigma_{в_пр}$, кгс/мм².

С помощью регрессионного анализа по методу включения переменных в программе Statistica получили уравнение регрессии, содержащее факторы, которые наиболее значимо влияют на временное сопротивление разрыву канатной проволоки:

$$\sigma_{в_пр} = -272,5 + 0,161\sigma_{в_ГК} + 362C \quad (1)$$

Для построения взаимосвязей качества арматурных канатов была сформирована выборка, включающая:

характеристики катанки:

- относительное удлинение $\delta_{ГК}$, %;
- содержание C, %;
- содержание Mn, %;

характеристику свиваемой канатной проволоки:

- временное сопротивление разрыву $\sigma_{в_пр}$, кгс/мм²;

технологический фактор производства проволоки:

- относительное обжатие ϵ , %;

технологический фактор производства арматурных канатов:

- скорость свивки каната $v_{св}$, м/мин;
- показатели качества арматурных канатов:
 - разрывное усилие P_K , кН;
 - временное сопротивление разрыву $\sigma_{в-к}$, Н/мм²;
 - нагрузка при условном пределе текучести $P_{\sigma-к}$, кН;
 - условный предел текучести $\sigma_{0,1-к}$, Н/мм²;
 - полное относительное удлинение при максимальной нагрузке δ_k , %.

В результате регрессионного анализа получили следующие уравнения регрессии, содержащие факторы, которые наиболее значимо влияют на показатели качества арматурных канатов:

$$\begin{aligned}
 P_K &= 22,7 + 0,175v_{св} + 39,2C + 0,567\sigma_{в-нр} \\
 \sigma_{в-к} &= 128 + 2,1v_{св} + 494C + 6,32\sigma_{в-нр} \\
 P_{\sigma-к} &= 15178 - 5,85v_{св} - 790C - 163\varepsilon \\
 \sigma_{0,1-к} &= 4708 - 1847C - 334Mn - 16,9\varepsilon - 27,9\delta_{ГК} \\
 \delta_k &= 19,5 - 0,022v_{св} + 40,8C - 11,2Mn - 0,475\varepsilon
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

С доверительной вероятностью 95% статистически значимыми являются все полученные уравнения; погрешность прогноза не превышает 15 %, что говорит о достаточной точности полученных моделей.

Рассматриваемый процесс характеризуется наличием совокупности частных критериев качества и ограничений, которые в общем случае находятся в противоречии друг с другом, когда улучше-

ние одного из них ведет к ухудшению другого и наоборот. Это неизбежно вносит элементы качественного, субъективного характера в постановку задачи оптимизации, в решение вопросов о компромиссе между частными критериями, об их ранжировке и свертке в обобщенный показатель качества процесса. Другим источником неопределенности являются сами частные критерии и ограничения, в создании которых неизбежно присутствует информация, основанная на опыте и интуиции лиц, ответственных за ведение процесса. Поэтому постановка задач оптимизации осуществлялась с применением положений теории нечетких множеств [2].

Для формализации частных критериев и ограничений использовались функции желательности. На **рис. 2-6** представлены функции желательности наиболее важных показателей качества, отображающие, как и в рассмотренной выше задаче, усредненные требования к характеру протекания процессов.

При решении задач многокритериальной оценки и оптимизации необходимо учитывать неравнозначность частных критериев качества. В случае большого числа критериев задача непосредственного определения рангов критериев оказывается весьма трудной и даже неразрешимой для экспертов в силу ограниченности психофизиологических возможностей человека. При этом в случае сравнения двух альтернатив эксперт обычно способен адекватно определить, у какой из них рассматриваемый признак (важность) выражен сильнее, а также качественно (вербально) оценить, насколько велика разница между наблюдаемыми у двух альтернатив признаками.

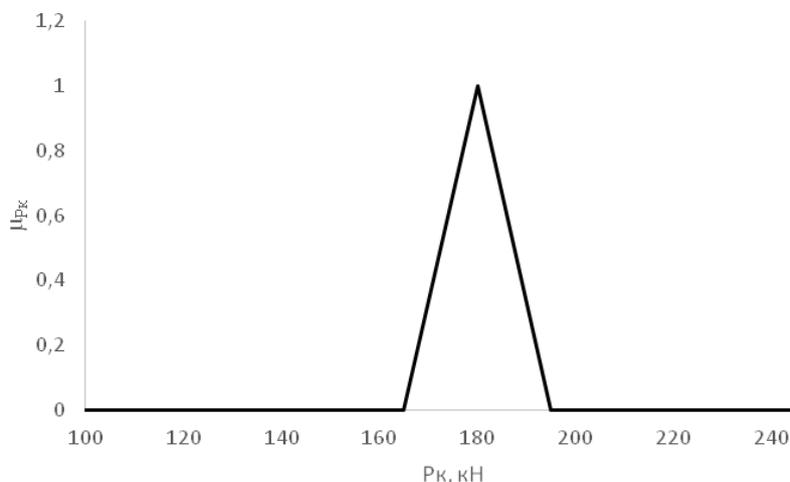


Рис.2. Функция желательности частного критерия P_K ,

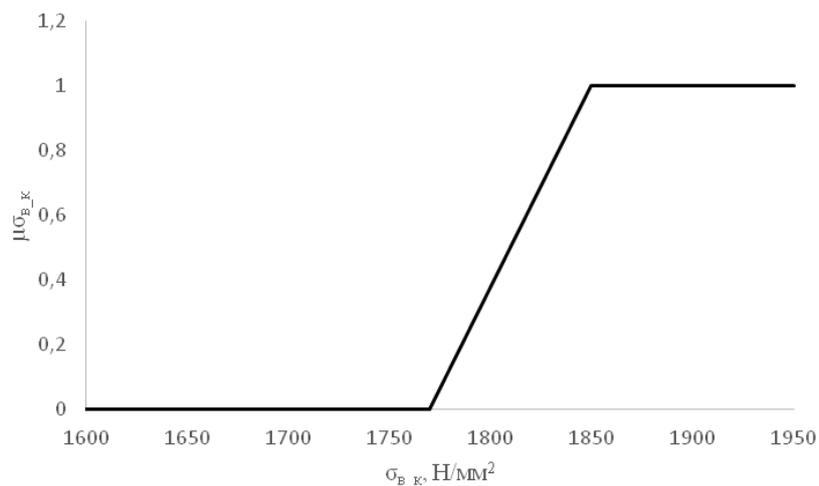


Рис.3. Функция желательности частного критерия σ_{v_k}

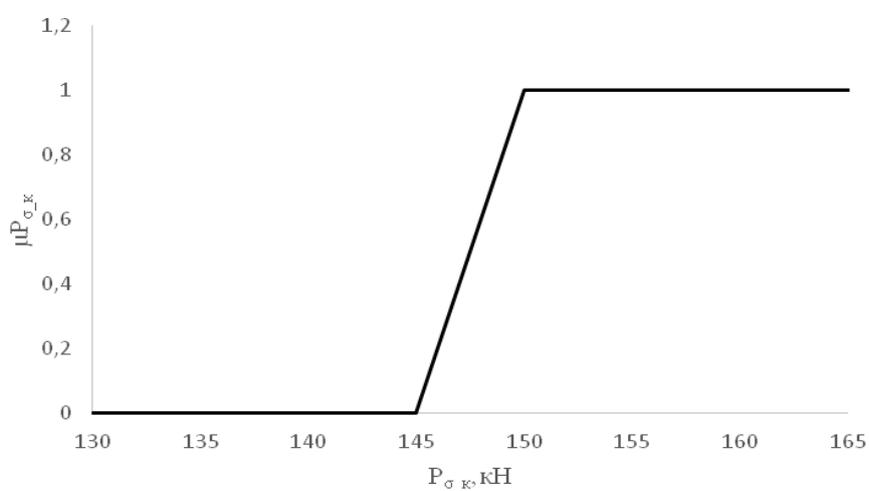


Рис.4. Функция желательности частного критерия P_{σ_k}

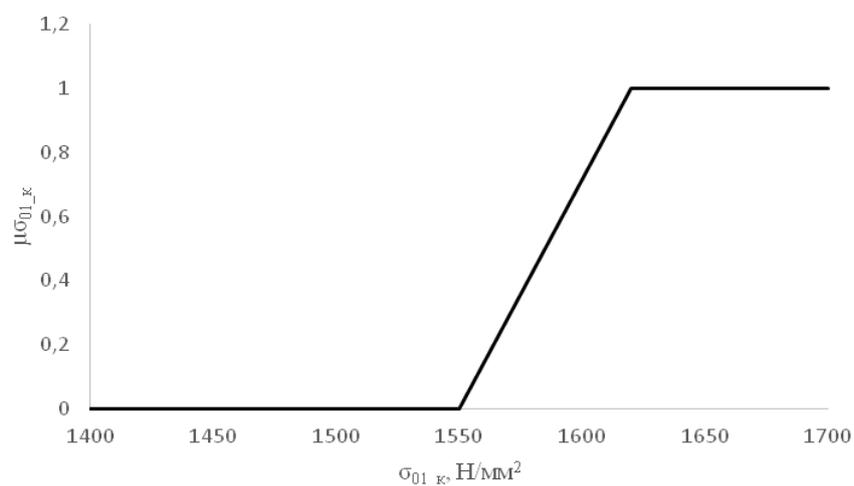


Рис.5. Функция желательности частного критерия $\sigma_{0,1_k}$

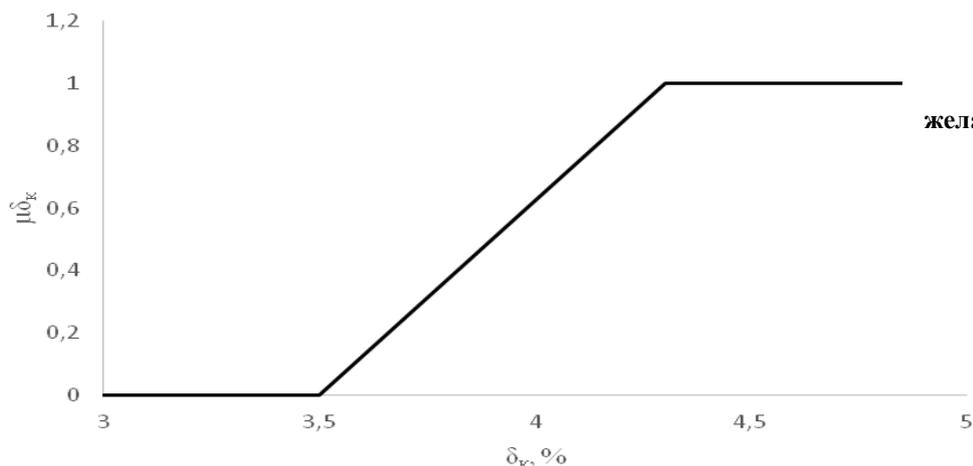


Рис.6. Функция желательности частного критерия δ_k

Для определения значимости рангов частных критериев проведем их попарное сравнение по методике [3]. Попарное сравнение всех частных критериев проведем с помощью шкалы лингвистических оценок. Лингвистическую шкалу построим

состоящей из девяти градаций оценок относительной важности (табл. 1).

В результате опроса экспертов получена матрица парных сравнений, которая представлена в табл. 2.

Таблица 1

Лингвистические оценки относительной важности

Качественная оценка	Количественная оценка a_{ij}
Строго эквивалентны (одинаково значимы)	1
Слабо предпочтительнее	3
Несколько предпочтительнее	5
Значительно предпочтительнее	7
Строго предпочтительнее	9
Промежуточные значения важности	2,4,6,8
Оценка сравнения элемента j с элементом i a_{ij} имеет значение, обратное a_{ji}	$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$

Таблица 2

Матрица попарных сравнений частных критериев качества арматурных канатов

Показатели качества арматурных канатов	Временное сопротивление разрыву	Нагрузка при условном пределе текучести	Полное относительное удлинение при максимальной нагрузке	Разрывное усилие	Условный предел текучести
Временное сопротивление разрыву	1	7	5	3	5
Нагрузка при условном пределе текучести	1/7	1	1/3	1/5	1/3
Полное относительное удлинение при максимальной нагрузке	1/7	3	1	1/3	1
Разрывное усилие	1/3	5	3	1	1/3
Условный предел текучести	1/5	3	1	3	1

Для отыскания рангов критериев на основе матрицы парных сравнений широкое распространение получил приближенный метод, предложенный Т. Саати [3]. Этот подход заключается в отыскании приближенных значений вектора рангов, как среднегеометрических величин каждой строки

матрицы парных сравнений. Полученные таким образом среднегеометрические значения собственного вектора нормализуются делением на сумму средних геометрических:

$$a'_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, \quad (3)$$

$$a_i = a'_i / \sum_{i=1}^n a'_i.$$

В табл. 3 приведены результаты расчета рангов на основе данной методики.

Таблица 3

Ранги для частных критериев оценки качества арматурных канатов

Частные критерии оценки качества арматурных канатов	Ранги
Временное сопротивление разрыву	0,52
Нагрузка при условном пределе текучести	0,05
Полное относительное удлинение при максимальной нагрузке	0,11
Разрывное усилие	0,16
Условный предел текучести	0,17

Поскольку сформулированные частные критерии и ограничения на практике удовлетворяются в различных областях изменения варьируемых параметров технологического процесса, оптимальное решение отыскивалось как некоторый компромисс противоречивых требований. Для этого частные

критерии и ограничения агрегировались в обобщенный критерий качества процесса с учетом относительной важности удовлетворения различным требованиям.

Обобщенный критерий качества процесса был сконструирован в виде:

$$D(C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K}) = \min(\mu_{P_K}^{a_1}(C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K}), \mu_{\sigma_{в-к}}^{a_2}(C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K}), \mu_{P_{\sigma-к}}^{a_3}(C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K}), \mu_{\sigma_{0,1-к}}^{a_4}(C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K}), \mu_{\delta_K}^{a_5}(C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K})), \quad (4)$$

где $a_1 \dots a_5$ - коэффициенты относительной важности критериев и ограничений.

Искомая точка оптимума находилась максимизацией обобщенного критерия:

$$(C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K})_{opt} = \underset{C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K}}{arg \max} D(C, Mn, \varepsilon, \delta_{2K}, \nu_{св}, \sigma_{в-2K}) \quad (5)$$

Для отыскания максимума использовался инструментарий модуля «Поиск решений» MS EXCEL. Результатом решения явилось сочетание шести значений технологических параметров, обеспечивающих наибольшую величину критерия D, равную 1,0 (табл. 4). В табл. 5 приведены значения частных критериев качества, характеризующие вклад соответствующих параметров в обобщенный критерий D.

Таблица 4
Оптимальные значения технологических Параметров

$\nu_{св}$, м/мин	C, %	Mn, %	ε , %	δ_{2K} , %	$\sigma_{в-2K}$, Н/мм ²
68	0,83	0,48	83	11	1076

Таблица 5
Значения частных критериев μ в точке оптимума

Критерий	P_K	$\sigma_{в-к}$	$P_{\sigma-к}$	$\sigma_{0,1-к}$	δ_K
μ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Результаты решения задачи оптимизации, представленные в табл. 5, свидетельствуют о хорошем соответствии степени удовлетворения частных критериев их исходной ранжировке. Полученные результаты использовались для совершенствования технологии производства арматурных канатов в ОАО «ММК-МЕТИЗ».

Разработана методика управления техническими объектами, включающая реализацию методов моделирования и дискретной оптимизации режимов функционирования сложных процессов.

Данная методика позволяет формировать оптимальные траектории исследуемых процессов и при необходимости принимать решения по их коррекции.

Работа проведена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства с участием высшего образовательного учреждения (Договоры № 02.G25.31.0178 от 01.12.2015 г.; № МК204895 от 27.07.2015 г.).

Список литературы

1. Ширяев О.П., Корчунов А.Г., Пивоварова К.Г. Моделирование технологических процессов метизного

производства в условиях неопределенности исходных данных // Обработка сплошных и слоистых материалов. 2017. № 1 (46). С. 45-49.

2. Корчунов А.Г. Управление качеством метизной продукции на основе нечетких моделей описания технологической наследственности // Металлург. 2009. № 5. С. 50-53.

3. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология: монография / Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов. М.: Машиностроение-1, 2004. 335 с.

УДК 679.7

Рубин Г.Ш., Чукина Г.А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ ПРЯДИ КАНАТА

Аннотация. Предложен метод математического расчета параметров пряжи стального каната. Особенностью метода является его универсальность и безпогрешность.

Ключевые слова: слова: канат, винтовая линия, расчёт

Для изучения геометрии каната вначале рассмотрим простейший случай: однослойную пряжу, т.е. конструкцию, состоящую из центральной проволоки и n -проволок одинакового диаметра обвитых вокруг нее.

Будем считать, что центральная проволока прямая, т.е. ее ось является прямой линией, а проволоки первого слоя представляют собой винтовую линию S (рис. 1) [1].

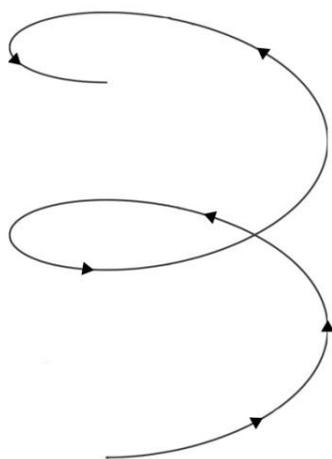


Рис. 1. Винтовая линия

Для аналитического описания винтовой линии S выберем прямоугольную декартову систему координат, представляющую из себя взаимно перпендикулярные оси.

Расположим винтовую линию S в системе координат так, чтобы ось Z была направлена по оси этой линии, т.е. по оси каната (рис. 2).

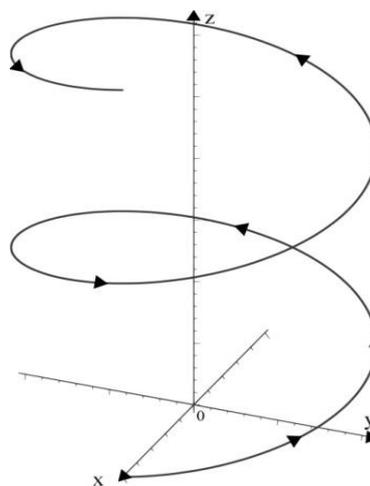


Рис. 2. Винтовая линия в прямоугольной декартовой системе координат

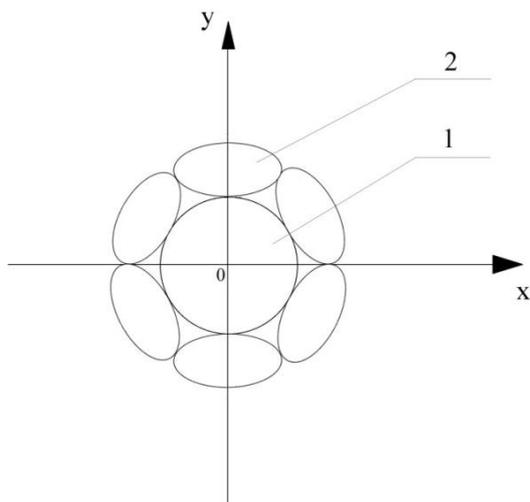
Тогда винтовая линия S будет описываться уравнением:

$$\begin{aligned} Z &= \gamma \cdot r \cdot \operatorname{ctg} \alpha; \\ y &= r \cdot \cos \gamma; \quad x = r \cdot \sin \gamma \end{aligned} \quad (1)$$

где α – угол свивки (угол между касательной к винтовой линии и осью Z) [2].

Поперечное сечение каната в технической литературе рассматривается как окружности проволок первого слоя, хотя они имеют эллипсоидную форму. Связано это с тем, что авторы технической литературы канатного производства уверены, что погрешность слишком мала, и ей можно пренебречь для упрощения вычислений.

Углы свивки относительно оси пряди для стальных канатов находятся в пределах 12-20°. Расчет погрешности приведен в **табл. 1**.



Для дальнейших выкладок рассмотрим одну из проволок пряди (**рис.4**). На рисунке – сечение этой проволоки представляет собой эллипс. Ось Y направлена так, чтобы она проходила через малую ось этого эллипса. Точка O является центром каната и одновременно центром сердечника (центральной проволоки). Точка K – точка касания соседних проволок пряди. OK – общая касательная проволок. Угол φ – угол между касательной OK и осью Y . r – радиус проволоки, совпадающий с малой полуосью эллипса. R_0 – радиус центральной проволоки (сердечника). R – радиус оси проволоки слоя.

Рассмотрим треугольник OCT , где T – точка пересечения касательной OK с продолжением большой оси эллипса. $\angle COT = \varphi$, тогда

Таблица 1
Погрешность расчета каната
относительно угла свивки

Угол свивки, α	Погрешность, %
10°	1,5
15°	3,5
20°	6,5

Таким образом, даже погрешность в 1,5% в условиях производства может привести к финансовым потерям и рискам.

Данный процент был рассчитан для однослойной пряди, но с учетом увеличения слоёв проволок, и усложнения конструкции каната процент будет расти.

Рассмотрим поперечное сечение каната в осях XY (**рис.3**), т.е. ось Z направлена за плоскость чертежа. Поэтому сечение центральной проволоки (1) является окружностью, а сечение проволок первого слоя (2) эллипсами.

Рис. 3. Поперечное сечение каната
в осях XY

$\angle COT = \frac{\pi}{2} - \varphi$; угол между касательной OK и положительным направлением оси X , является вертикальным к $\angle COT$ и также равен $\frac{\pi}{2} - \varphi$.

Если диаметр проволоки слоя $d_{np} = 2 \cdot r_{np}$, то малая ось эллипса (**рис. 4**) будет равна d_{np} , а большая ось $\frac{d_{np}}{\cos \alpha}$, где α – угол свивки.

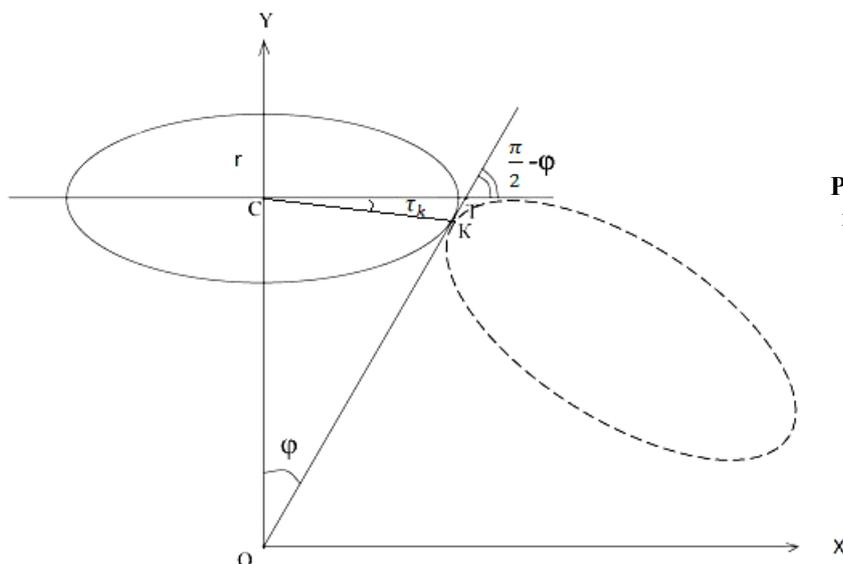


Рис. 4. Одна из проволок пряди в поперечном сечении каната

Пусть n – число проволок в слое, тогда в силу симметрии слоя:

$$\varphi = \frac{2\pi}{n} / 2 = \frac{\pi}{n}.$$

Воспользуемся параметрическим уравнением эллипса [2]:

$$\begin{aligned} x &= a \cdot \cos \tau, \\ y &= b \cdot \sin \tau; \end{aligned} \quad (2)$$

где a и b большая и малая полуоси эллипса соответственно.

Получим в точке касания K :

$$\begin{aligned} x_k &= \frac{r_{\text{ПР}}}{\cos \alpha} \cdot \cos \tau_k, \\ y_k &= r_{\text{пр}} \cdot \sin \tau_k + R_0 + r_{\text{пр}}, \end{aligned} \quad (3)$$

где τ_k – угол между отрезком соединяющий начало координат и точку касания K и положительным направлением оси X (рис.4).

Параметрами однослойной пряди являются: R_0 – радиус центральной проволоки; n – количество проволок первой пряди; $r_{\text{пр}}$ (далее $r_{\text{пр}}^I$) – радиус проволок первой слоя; α – угол свивки.

Любые три параметра будут однозначно определять четвертый.

Для определения связи между этими четырьмя параметрами, будем руководствоваться тем, что угол, между отрезком, соединяющим центр каната и точку касания проволоки первого слоя и отрезком, соединяющим центр каната с центром соответствующей проволоки первого слоя равен $\frac{\pi}{n}$.

Решим эту задачу в 2 этапа:

1. Найдем параметр τ точки касания;

2. Выразим радиус проволоки 1-ого слоя $r_{\text{пр}}^I$

через остальные параметры пряди.

Для этого рассмотрим две системы координат:

Первая система.

Начало координат – центр каната O ; ось Y направлена из центра каната к центру проволоки 1-ого слоя; ось X – перпендикулярна оси Y , с учетом правой ориентации всей системы.

Вторая (вспомогательная) система (рис.5).

Получается из исходной системы перемещением начала координат в центр проволоки 1-ого слоя без изменения направления осей.

Во вспомогательной системе координат граница проволоки первой пряди задается параметрическим уравнением:

$$\begin{aligned} x' &= a \cdot \cos \tau; \\ y' &= b \cdot \sin \tau, \end{aligned}$$

где τ – параметр; $b = r_{\text{пр}}^I$, $a = \frac{r_{\text{пр}}^I}{\cos \alpha}$.

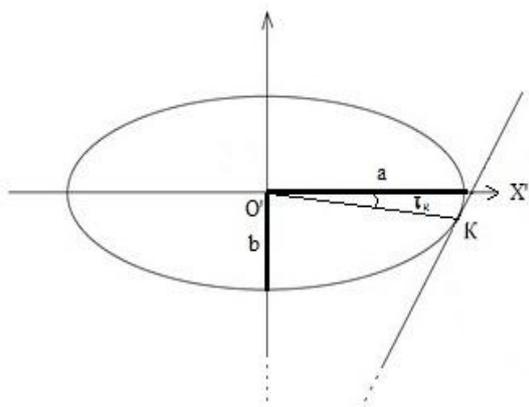


Рис. 5. Вспомогательная система координат

Пусть τ_k - это угол, между радиус-вектором точки касания проволок 1-ой пряди и положительным направлением оси X , тогда в точке K :

$$\frac{dx}{d\tau} = -a \cdot \sin \tau_k;$$

$$\frac{dy}{d\tau} = b \cdot \cos \tau_k.$$

И угловой коэффициент касательной равен:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\frac{dy}{d\tau}}{\frac{dx}{d\tau}} = -\frac{b \cdot \cos \tau_k}{a \cdot \sin \tau_k}.$$

Тогда в точке K :

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{b \cdot \cos(-\tau_k)}{a \cdot \sin(-\tau_k)} = \frac{b \cdot \cos \tau_k}{a \cdot \sin \tau_k} = \frac{b}{a} \operatorname{ctg} \tau_k$$

Учитывая, что $b = r_{np}^1$, $a = \frac{r_{np}^1}{\cos \alpha}$, где α -

угол свивки, получим:

В точке K :

$$\frac{dy}{dx} = \cos \alpha \cdot \operatorname{ctg} \tau_k. \quad (4)$$

Если рассматривать поперечное сечение каната (рис.6), то угол, между отрезками, соединяющими центральную проволоку и центры 2-х соседних проволок первого слоя будут равны $\frac{2\pi}{n}$, т.е.

$$\text{угол } \varphi = \frac{\pi}{n}.$$

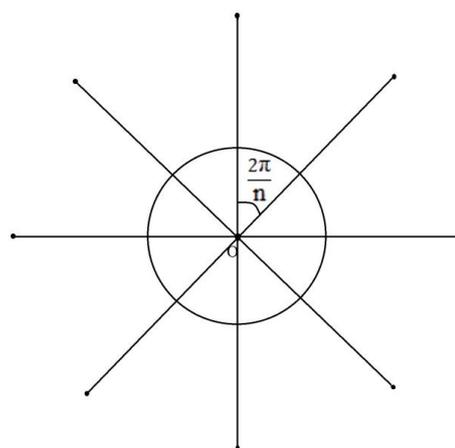


Рис.6. Сечение каната, имеющее n проволок 1-го слоя

Следовательно, угол наклона касательной к оси (рис. 7):

$$\text{OX} = \frac{\pi}{2} - \varphi$$

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \operatorname{ctg} \varphi = \operatorname{ctg} \frac{\pi}{2}. \quad (5)$$

С другой стороны, угол наклона касательной к поперечному сечению проволоки 1-ого слоя можно определить из уравнения контура проволоки 1-ого слоя. Т.е. с учетом формулы (4):

$$\cos \alpha \cdot \operatorname{ctg} \tau_k = \operatorname{ctg} \frac{\pi}{n};$$

$$\tau_k = -\operatorname{arctg} \frac{\operatorname{ctg} \frac{\pi}{n}}{\cos \alpha}.$$

Рассмотрим вспомогательную систему координат с координатами x' , y' . Тогда в точке K :

$$x'_k = \frac{r_{np}^I}{\cos \alpha} \cdot \cos \tau_k;$$

$$y'_k = -r_{np}^I \cdot \sin \tau_k.$$

$$x_k = \frac{r_{np}^I}{\cos \alpha} \cdot \cos \tau_k;$$

$$y_k = -r_{np}^I \cdot \sin \tau_k + R_0 + r_{np}^I.$$

В исходной системе координат в точке касания K :

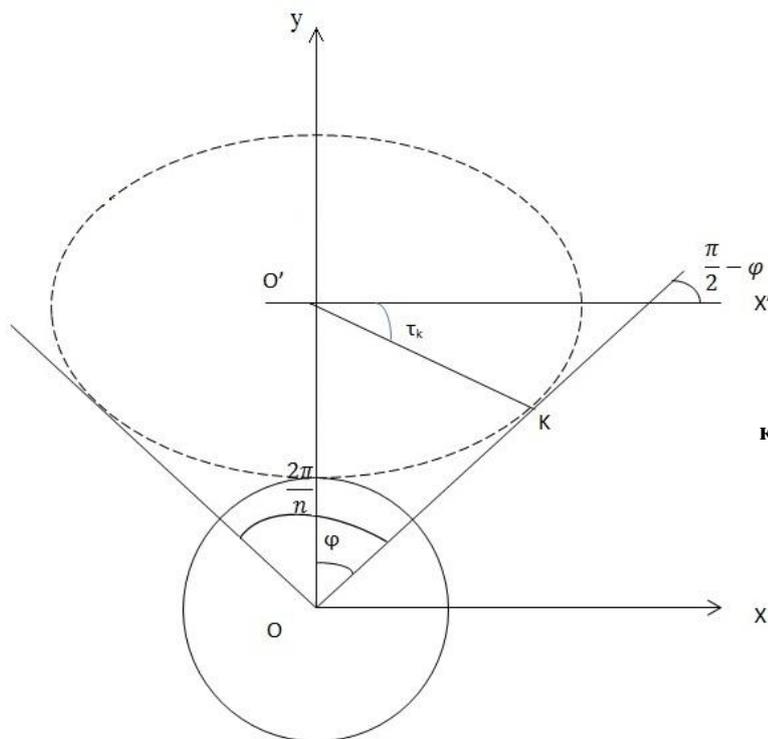


Рис.7. Расположение касательной к проволоке 1-го слоя

Построим уравнение связи между параметрами пряди: α , n , R_0 , r_{np}^I . Для этого найдем тангенс угла между радиус-вектором точки касания и положительным направлением оси Y равный $\frac{\pi}{n}$:

$$\operatorname{tg} \frac{\pi}{n} = \frac{\frac{r_{np}^I}{\cos \alpha} \cdot \cos \tau_k}{r_{np}^I (1 - \sin \tau_k) + R_0}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\pi}{n} \cdot r_{np}^I (1 - \sin \tau_k) + \operatorname{tg} \frac{\pi}{n} \cdot R_0 = \frac{r_{np}^I}{\cos \alpha} \cdot \cos \tau_k$$

$$\operatorname{tg} \frac{\pi}{n} \cdot R_0 = r_{np}^I \left[(\sin \tau_k - 1) \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{n} + \frac{\cos \tau_k}{\cos \alpha} \right];$$

$$r_{np}^I = \frac{\operatorname{tg} \frac{\pi}{n} \cdot R_0}{(\sin \tau_k - 1) \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{n} + \frac{\cos \tau_k}{\cos \alpha}} \quad (6)$$

С помощью уравнения (6) можно рассчитать однослойную прядь без погрешности (см. табл. 1).

Список литературы:

1. Букштейн М.А. Стальные канаты / Справочное руководство. М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1961. -175С.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. М.: Лань, 2010. -608 С.

УДК 62-252.1.

Конев С.В., Михайлец В. Ф., Тефтелев И. Е.

РАСЧЁТ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ФЛАНЦЕВ КАТУШКИ ДЛЯ СМОТКИ ДЛИННОМЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ НЕРАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКЕ

Аннотация. Катушки применяются для упаковки, хранения и транспортировки длинномерной продукции (сварочной проволоки, тросов, электрических кабелей, полимерных кабелей для 3D-принтеров и т.д.). От возникающих напряжений часть катушек разрушается, что влечет к потере готовой продукции. В работе приводится методика определения напряжений в боковине катушки. Для численных расчётов использовался математический пакет MathCAD.

Ключевые слова: пластиковая катушка; кольцевая пластина; внешний радиус; внутренний радиус; цилиндрическая жёсткость пластины; напряжение; изгибающие моменты, MathCAD.

Катушки, в том числе, пластиковые катушки Д200 и Д300 (рис.1), изготовленные в соответствии с ГОСТ 25445-82, применяются для упаковки, хранения и транспортировки готовой продукции (сварочной проволоки, тросов, электрических кабелей, полимерных кабелей для 3D-принтеров и т.д.).

При рядной укладке на барабан катушки длинномерных изделий круглого сечения, укладочное натяжение изделия вызывает силы поперечного давления на поверхность фланца (боковины) катушки. После окончания упаковки, по причине наличия остаточного давления готовой продукции, в материале пластиковой катушки возникают упругие деформации, вызывающие предельные напряжения. По статистической информации, у 10% катушек возникает трещинообразование в местах соединения фланца с барабаном, приводящее к отрыву фланца и потере всей уложенной продукции, а также сколы по наружному диаметру фланца при транспортировке их к потребителю.

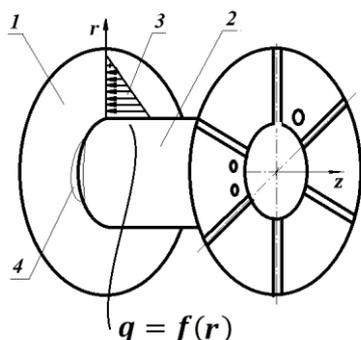


Рис. 1. Конструкция катушек Д200 и Д300 по ГОСТ 25445-82:

1- фланец и 2 - барабан катушки; 3 – нагрузка от уложенной продукции; 4 - трещинообразование

Как следствие, повреждения пластиковых катушек влекут частичную или полную потерю упакованной продукции.

Для устранения условий, вызывающих разрушения катушек, необходим анализ напряжённого

состояния элементов катушки. Значимость этого знания возрастает при использовании вторичных пластиков для изготовления катушек [3]. Вторичные пластики имеют механические характеристики, отличающиеся от первичных.

Напряжения в боковине катушки определяем, выделяя в ней элементарную площадку dA (рис. 2) на удалении r от оси симметрии, и предполагая, что она является тонкой, жесткой и, следовательно, для неё справедливы гипотезы Кирхгоффа. В результате получаем линейное дифференциальное уравнения второго порядка:

$$\frac{d^2\Theta}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\Theta}{dr} - \frac{\Theta}{r^2} = \frac{Q}{D}, \quad (1)$$

где Θ – угол поворота сечений пластины; Q – поперечная сила в сечении; D – цилиндрическая жёсткость пластины, $D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)}$

При выполнении исследования напряжённого состояния в боковине, имеющей форму кольца, выделяем два направления: 1) радиальное (все параметры, связанные с ним, обозначаем индексом «r»), 2) окружное (с индексом «t»).

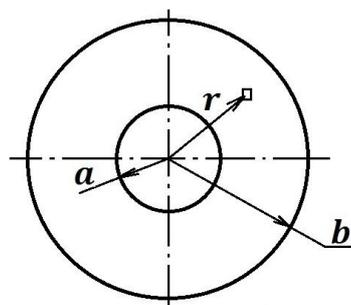


Рис. 2. Геометрические параметры фланца пластиковой катушки

В результате действия на катушку уложенной готовой продукции, фланцы (боковины) катушки будут подвергаться поперечному изгибу. При этом точки кольцевой пластины будут перемещаться ортогонально срединной плоскости на величину W , а поперечные сечения пластины – поворачиваться на угол Θ .

В известных исследованиях напряженно-деформированного состояния фланца катушки к расчёту принималась распределенная внешняя сила постоянной интенсивности $q = const$ [1, 2]. В настоящей работе предполагается, что равнопеременная величина интенсивности распределённой силы q (неравномерно распределенная, с постоянным коэффициентом изменения модуля нагрузки) больше соответствует реальной картине (рис. 3).

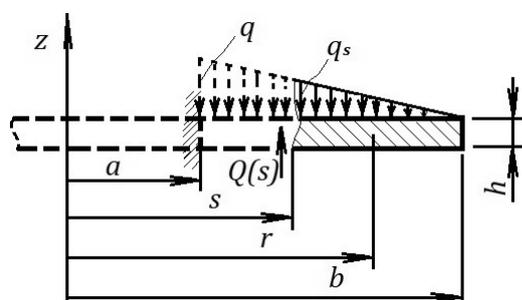


Рис. 3. Расчётная схема определения поперечных сил в сечениях балки от действия внешней распределённой нагрузки равнопеременной интенсивности q

Основные положения и порядок определения напряжений во фланцах катушки от действия равнопеременной распределённой нагрузки изложены в работах [4 - 7]. В данной работе рассматривается расчёт напряженно-деформированного состояния пластиковой катушки в среде математического пакета MathCAD и визуализация его результатов. Вычисления выполнялись в размерностях системы СИ для пластиковой катушки Д300, с внутренним радиусом кольца $r = a = 0,05$ м и наружным радиусом $r = b = 0,15$ м, толщиной фланца $h = 0,005$ м, модулем упругости первого рода $E = 8 \cdot 10^8$ Па, при коэффициенте Пуассона $\mu = 0,4$ и при максимальной интенсивности распределённой нагрузки $q = 100$ Н/м.

Из рассмотрения равновесия отсеченной части кольца с внутренним радиусом $r = s$ (рис. 3) находим поперечную силу в кольцевом сечении пластины $Q(r)$:

$$Q(r) = \frac{q}{6} \cdot \frac{(b-r)}{b-a} \cdot \frac{(b^2 + b \cdot r - 2r^2)}{r}$$

Результат вычисления $Q(r)$ на рис. 4.

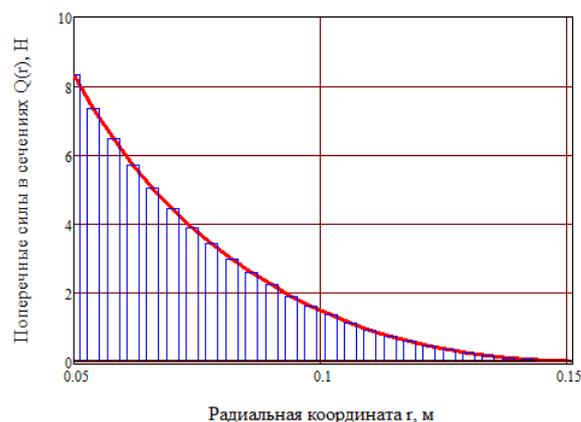


Рис. 4. Эпюра поперечных сил в окружном сечении фланца катушки

Затем ищем решение дифференциального уравнения второго порядка (1) в виде суммы частного и полного решений.

$$\Theta_{\text{ЧАСТН}}(r) = K \cdot L(r) \text{ и}$$

$$\Theta_{\text{ПОЛН}}(r) = A \cdot r + \frac{B}{r} + \Theta_{\text{ЧАСТН}}(r),$$

где $K = \frac{q \cdot (1 - \mu^2)}{E \cdot h^3 \cdot (b - a)}$;

$$L(r) = \int_a^b \left(b - \frac{s^2}{b}\right) \cdot \left(\frac{b}{s} - 1\right) \cdot (b^2 + b \cdot s - 2 \cdot s^2) ds,$$

A и B – постоянные интегрирования, зависящие от условий закрепления пластины.

В результате решения системы двух уравнений находим постоянные A и B . Затем по выражению $\Theta_{\text{ПОЛН}}(r)$ строим эпюру углов поворота сечений (рис. 5).

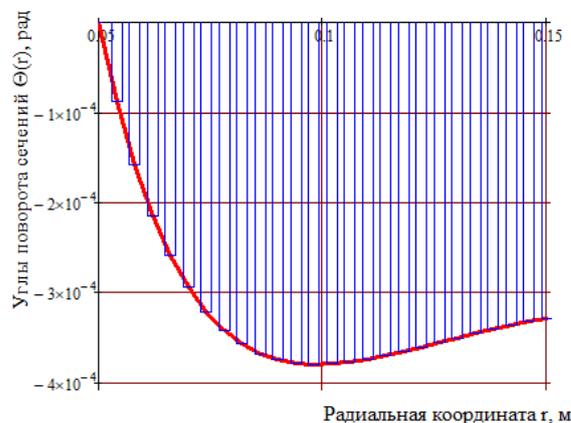


Рис. 5. Эпюра углов поворота окружных сечений $\Theta(r)$

Интегрируя по dr выражение $\Theta_{ПОЛН}(r)$

$$\text{получаем перемещения } W(r) = \int_a^b \Theta_{ПОЛН}(r) dr,$$

эпюра которых показана на **рис. 6**.

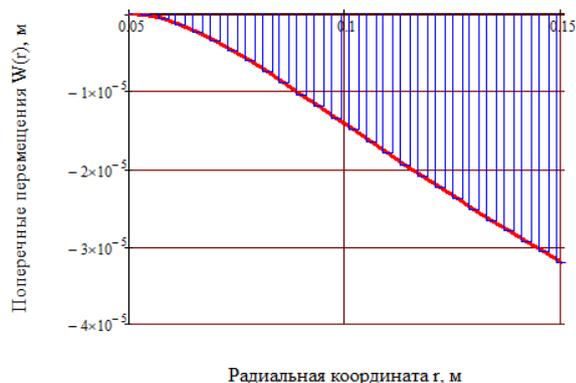


Рис. 6. Эпюра поперечных перемещений точек фланца катушки

Эпюру радиальных изгибающих моментов в сечениях боковины (**рис. 7**) строим по выражению

$$M_r(r) = D \cdot \left[\frac{d}{dr} \Theta_{ПОЛН}(r) + \mu \cdot \frac{\Theta_{ПОЛН}(r)}{r} \right].$$

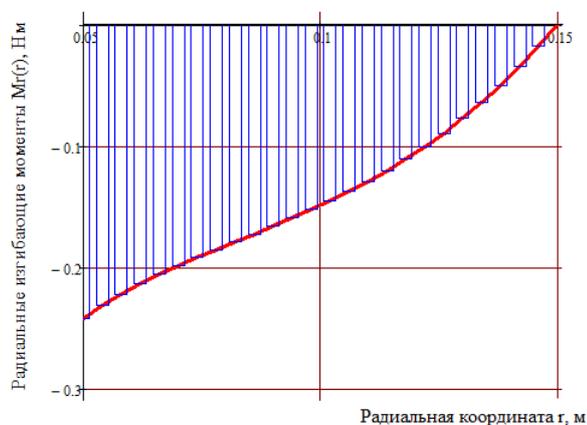


Рис. 7. Эпюра радиальных изгибающих моментов в окружных сечениях боковины пластиковой катушки $M_r(r)$

$$\sigma_{ЭКВИВ}(r) = \sqrt{\frac{[\sigma_1(r) - \sigma_2(r)]^2 + [\sigma_1(r) - \sigma_3(r)]^2 + [\sigma_2(r) - \sigma_3(r)]^2}{2}},$$

где $\sigma_1(r)$, $\sigma_2(r)$ и $\sigma_3(r)$ - главные напряжения; $\sigma_1(r) = M_r(r) \cdot \frac{6}{h^2}$, $\sigma_2(r) = M_t(r) \cdot \frac{6}{h^2}$, $\sigma_3(r) = 0$.

Эпюру окружных (касательных) изгибающих моментов в сечениях боковины (**рис. 8**) строим по выражению:

$$M_t(r) = D \cdot \left[\mu \cdot \frac{d}{dr} \Theta_{ПОЛН}(r) + \frac{\Theta_{ПОЛН}(r)}{r} \right].$$

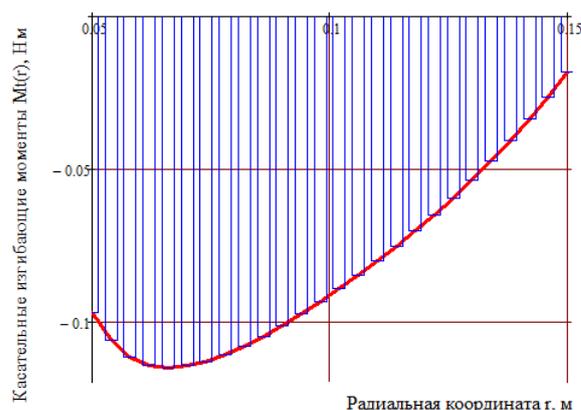


Рис. 8. Эпюра касательных изгибающих моментов $M_t(r)$ в окружных сечениях фланца пластиковой катушки

Как видно из графика на **рис.8**, касательные изгибающие моменты $M_t(r)$ и, соответственно, окружные напряжения σ_θ , могут иметь экстремум на промежутке $r_a < r < r_b$. Знание о наличии экстремума позволяет в дальнейших разработках оптимизировать размещение продукции на катушке.

Эквивалентные напряжения искали по четвёртой теории прочности:

Эпюра эквивалентных напряжений в боковине катушки будет иметь вид (рис. 9)

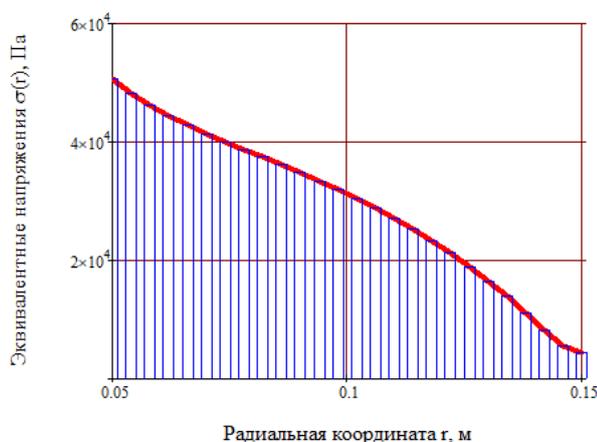


Рис. 9. Эпюра эквивалентных нормальных напряжений $\sigma_{ЭКВIV}(r)$ в кольце боковины пластиковой катушки

Из графика напряжений $\sigma_{ЭКВIV}(r)$ видно, что они имеют максимальное значение на радиусе крепления боковины к барабану ($\sigma_{ЭКВ}(0,05) = 51$ кПа), а наименьшее - на внешнем радиусе ($\sigma_{ЭКВ}(0,15) = 4,4$ кПа). Также на графике имеются перегибы, отражающие влияние касательных напряжений.

ВЫВОДЫ.

1. Из анализа эпюры напряжений следует, что их максимальная величина наблюдается в сечении возле закрепления боковины катушки с барабаном (при $r = a$). Эти напряжения приводят к образованию трещин.

2. На свободном от нагрузки внешнем радиусе боковины также имеются ненулевые напряжения. Наличие напряжений на внешнем

радиусе боковины ($r = b$) создает условия для образования сколов на внешней кромке катушки.

3. Наличие экстремума касательных изгибающих моментов на участке фланца $r_a < r < r_b$ оказывает влияние на параметры намотки продукции на катушку и подлежит дальнейшему исследованию.

Список литературы

1. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. -М.: Наука, 1979. -560 с
2. Яременко А.Ф., Балдук П.Г. Механика материалов и конструкций. Учебное пособие. Научно-методический центр высшего образования. Одесская гос. Академия строительства и архитектуры. -О.: Внешрекламсервис, 2001.-254 с
3. Технические свойства полимерных материалов: Учеб.-справ. пособие/ В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паняматченко, Ю.В. Крыжановская. -СПб.: Профессия, 2005. — 248 стр.
4. Конев С.В., Михайлец В.Ф., Тефтелев И.Е. Задача о прочности пластиковой катушки с неравномерной нагрузкой на фланцы // Качество в обработке металлов. 2017. №2 (8). С. 42–45.
5. Конев С.В., Михайлец В.Ф., Тефтелев И.Е. Определение оптимальных размеров пластиковой катушки для сварочной проволоки // Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам VII междунар. науч.-практ. конф. — № 6(7). — М., Изд. «МЦНО», 2017. — С. 13-20.
6. Конев С.В., Михайлец В.Ф., Базылева А.А. Исследование упругого контакта штампа с полуплоскостью. Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: сб. науч. тр. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. Вып. 19. С. 67 – 72.
7. Конев С.В., Михайлец В.Ф. Оптимизация формы ингибирующей прокладки для оцинкованных труб. Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: сб. науч. тр. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. Вып. 21. С. 176-181.

УДК 53.083

Зотов С.В., Хаммасов И.Р.

МЕТОДИКА ВЫБОРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Аннотация. В современных условиях одной из важнейших задач метрологического обеспечения производства является правильный выбор средств измерений. От выбора средств измерений зависит уровень качества выполнения операций контроля и готовой продукции. Для правильного выбора средств измерений нужно разрабатывать и внедрять методики их выбора.

Ключевые слова: средства измерений, выбор средств измерений.

На основе МИ 1967-89 были разработаны алгоритмы и схемы предварительного и окончательного выбора средств измерений.

Алгоритм предварительного выбора средств измерений:

1. Определение пределов допускаемых характеристик погрешности измерений:

- среднее квадратическое отклонение погрешности измерений;
- границы, в которых погрешность измерений находится с заданной вероятностью.

2. Выбор методики измерения:

- метод сравнения с мерой;
- нулевой метод;
- метод замещения;
- метод дополнения;
- дифференциальный метод.

3. Установить, необходимо ли использовать вторичный процесс и его информативный параметр, отражающий искомое свойство объекта измерений (прямых).

4. Установить виды и типы используемых в МВИ средств измерений.

4.1 На данном этапе предварительный выбор типов средств измерений основывают на комплексе нормированных для них метрологических характеристик, других технических характеристик, рабочих условий применения типов средств измерений.

Комплекс нормируемых метрологических характеристик (НМХ) средств измерений конкретного типа устанавливаются на основании принятой для средств измерений данного типа модели его погрешности в реальных условиях применения. Принимается, что модель погрешности средств измерений определенного типа в реальных условиях применения может иметь один из двух видов:

- Модель I

$$(\Delta_{MI})_I = \Delta_{OS} \cdot \overset{o}{\Delta_o} \cdot \overset{o}{\Delta_{oH}} \cdot \sum_{i=1}^l \Delta_{ci} \cdot \Delta_{dyn}, \quad (1)$$

где Δ_{OS} - систематическая составляющая основной погрешности средства измерений; $\overset{o}{\Delta_o}$ -

случайная составляющая основной погрешности

средства измерений; $\overset{o}{\Delta_{oH}}$ - случайная составляющая основной погрешности, обусловленная

гистерезисом; $\sum_{i=1}^l \Delta_{ci}$ - объединение дополни-

тельных погрешностей Δ_{ci} средства измерений, обусловленных действием влияющих величин и неинформативных параметров входного сигнала средства измерений; Δ_{dyn} - динамическая погрешность средств измерений, обусловленная влиянием скорости (частоты) изменения входного сигнала средства измерений; l - число дополнительных погрешностей.

- Модель II

$$(\Delta_{MI})_2 = \Delta_o \cdot \sum_{i=1}^l \Delta_{ci} \cdot \Delta_{dyn}, \quad (2)$$

где Δ_o - основная погрешность средства измерений; $\sum_{i=1}^l \Delta_{ci}$ - объединение дополнительных

погрешностей Δ_{ci} средства измерений, обусловленных действием влияющих величин и неинформативных параметров входного сигнала средства измерений; Δ_{dyn} - динамическая погрешность средств измерений, обусловленная влиянием скорости (частоты) изменения входного сигнала средства измерений.

Модель II применима только для средств измерений таких типов, у которых случайная составляющая основной погрешности может считаться несущественной (пренебрежимо малой).

4.2 Установить вид средств измерения:

- измерительная система;
- измерительный преобразователь;

- измерительная установка;
- измерительный прибор;
- мера.

5. Составить схему соединений средств измерений с объектом измерений, между собой (если их несколько), с другими техническими средствами.

6. Установить число измерений (наблюдений) и соответствующий алгоритм обработки их отдельных результатов.

7. Выбрать методику исключения (уменьшения) систематических составляющих погрешности:

- метод замещения;
- метод компенсации погрешности по знаку;
- метод симметричных наблюдений;
- метод противопоставления;
- метод рандомизации;
- метод введения поправок.

На основе алгоритма предварительного выбора средств измерений была получена схема предварительного выбора средств измерений. Она приведена на **рис. 1**.

Алгоритм окончательного выбора средств измерений:

1. Рассчитанные характеристики погрешности измерений в заданных условиях сравнивают с заданными пределами их допускаемых значений. При этом можно выделить четыре случая:

1.1 Если значения характеристик погрешности измерений находятся в интервале примерно от 20 до 60% соответствующих пределов допускаемых значений, то выбор средств измерения можно считать законченным.

1.2 Если значения характеристик погрешности измерений находятся в интервале примерно от 60 до 100% пределов допускаемых значений, то целесообразно рассмотреть вопрос об уменьшении погрешности МВИ.

1.3 Если значения характеристик погрешности измерений выходят за пределы их допускаемых значений, то необходимо ввести в МВИ изменения, обеспечивающие уменьшение характеристик погрешности измерений.

1.4 Если значения характеристик погрешности измерений меньше 20% пределов их допускаемых значений, то путем некоторых упрощений МВИ обеспечить меньшие затраты на реализации МВИ.

На основе алгоритма окончательного выбора средств измерений была получена схема окончательного выбора средств измерений. Она приведена на **рис. 2**.

Таким образом, была предложена методика выбора средств измерения. Она основана на 2 этапах: предварительном и окончательном. Однако данной методике требуется апробация.

Список литературы

1. МИ 1967-89. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения [Текст]. – введ. 1989-02-09. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 25 с.

2. ГОСТ 8.009-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений [Текст]. – Взамен ГОСТ 8.009-72; введ. 1986-01-01. – М.: Стандартинформ, 2006. – 26 с.

3. МИ 1317-2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров [Текст]. – Взамен МИ 1317-86; введ. 2004-12-20. – М., 2004. – 50 с.

4. РД 50-453-84. Методические указания. Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчета [Текст]. – введ. 1986-01-01. – М.: Госстандарт СССР, 1984. – 18 с.

5. РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения [Текст]. – Взамен РМГ 29-99; введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 56 с.

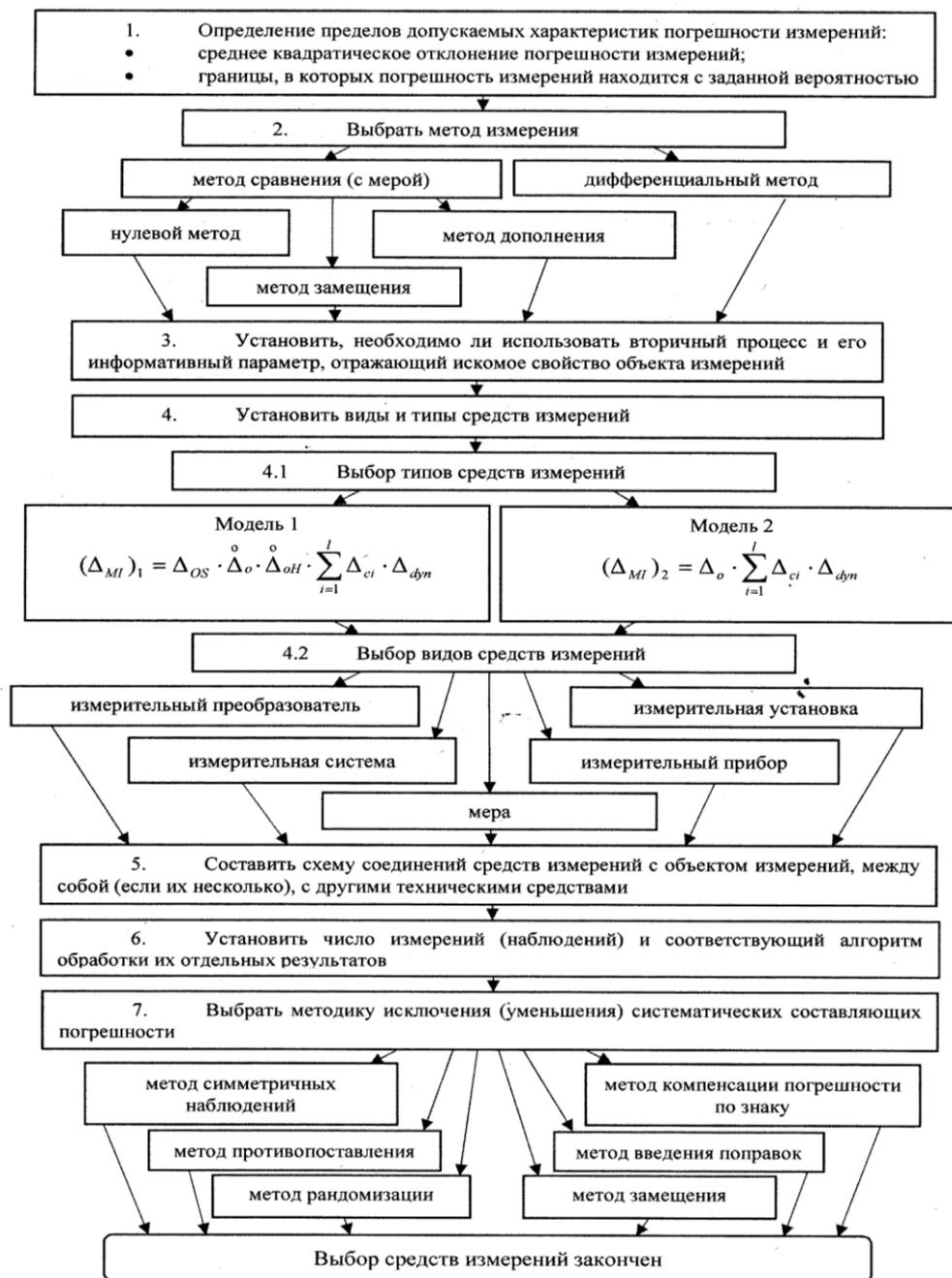


Рис. 1. Схема предварительного выбора средств измерений

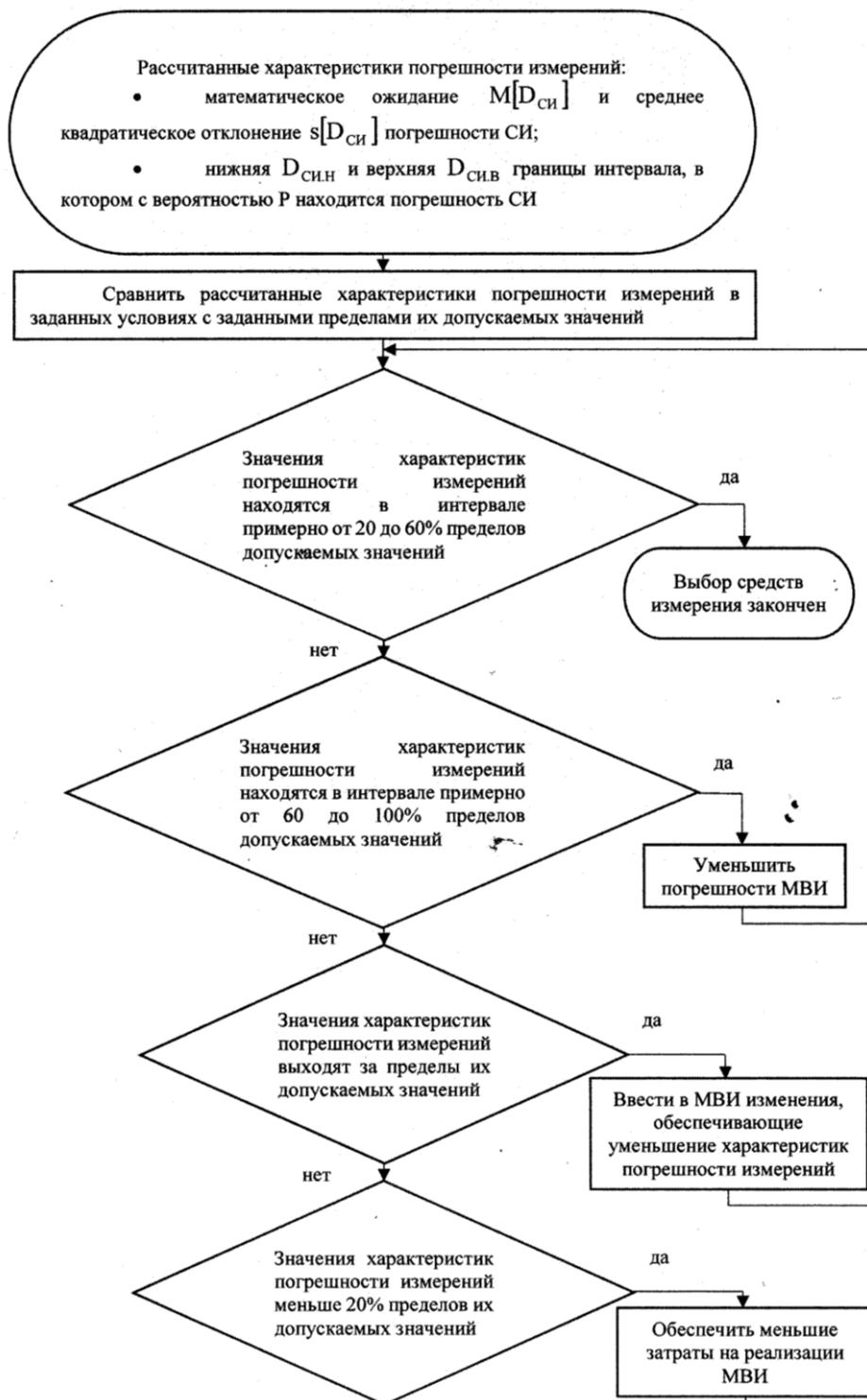


Рис. 2. Схема окончательного выбора средств измерений

УДК 621.882.6

Рубин Г.Ш., Выплавень А.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМА КОНТРОЛЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО КРЕПЕЖА В УСЛОВИЯХ КПЦ ОАО «ММК-МЕТИЗ»

Аннотация. Рассмотрен вопрос выбора оптимальных объемов выборки для контроля качества болтов. Предложена методика определения объема выборки в зависимости от фактического количества объема несоответствующей продукции.

Ключевые слова: болты, статистический контроль качества, объем выборки.

Высокопрочные болты применяют в соединениях, испытывающих нагрузки самого различного характера. Болт используется для монтажа ответственных промышленных и других объектов и поэтому к качеству высокопрочного крепежа предъявляются повышенные требования. К преимуществам использования высокопрочного крепежа относятся:

- выдерживание разрушающего воздействия в 2-2,7 раза больше по сравнению с наименьшим классом прочности;

- удобство применения крепежных изделий меньшего размера при тех же нагрузках;

- сокращение металлоемкости крепежа и соответственно снижение цены на 30-40%.

Материалом для производства болтов является прокат горячекатаный круглый.

Крепеж изготавливается на автоматах-комбайнах и поточных автоматических линиях. После установки мотков с калиброванным метал-

лом на разматывающее устройство автоматов, металл кусочками освобождается от вязок. При подаче калиброванного металла конец проката выпрямляется и подающими роликами ведется в автомат. Последовательность операций при изготовлении болта на автоматах-комбайнах с одним редуцированием: подача металла и отрезка заготовки; предварительная высадка головки; окончательная высадка головки и фаски; редуцирование стержня; обрезка головки на размер «под ключ»; накатка резьбы.

Далее на головку болтов наносится выпуклая маркировка класса прочности и знак завода-изготовителя. Термическая обработка болта производится в печах СКЗА. [1-3]

Анализ системы испытаний в цехе, показал возможность оптимизации системы испытаний в зависимости от реальной доли брака. Для этого был проведен анализ несоответствия высокопрочных болтов качества за два года (рис.1, 2).

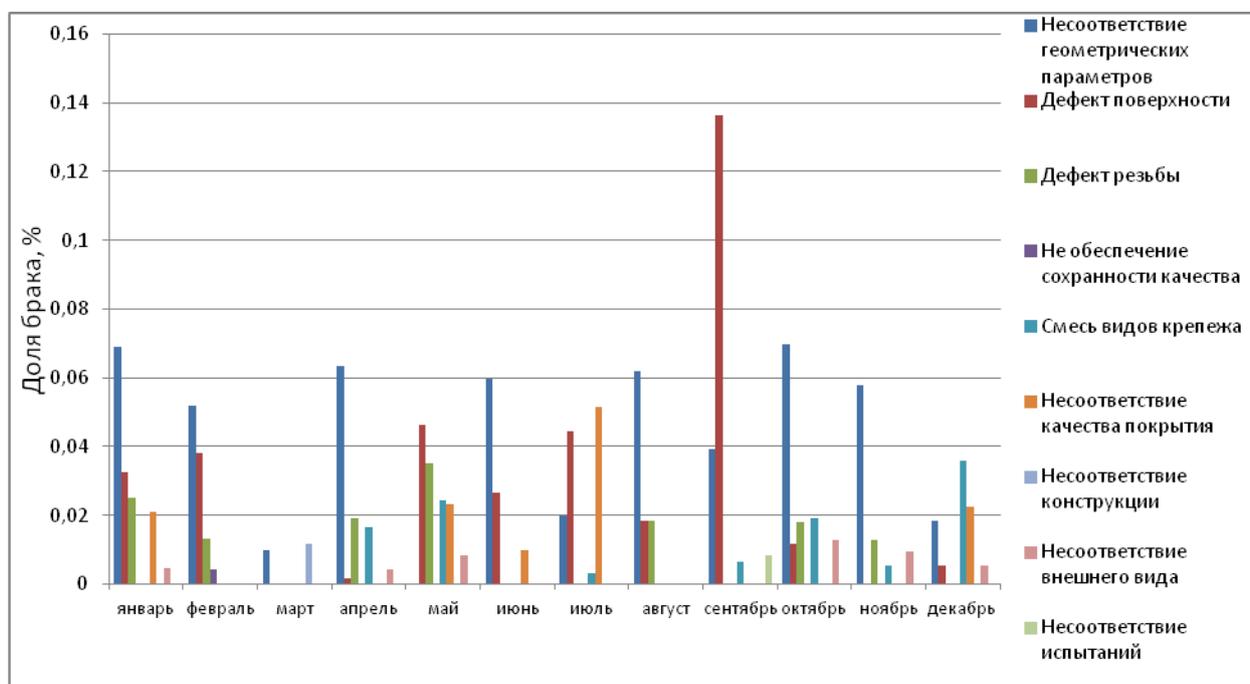


Рис. 1. Анализ несоответствующей продукции по качеству за 2016 год

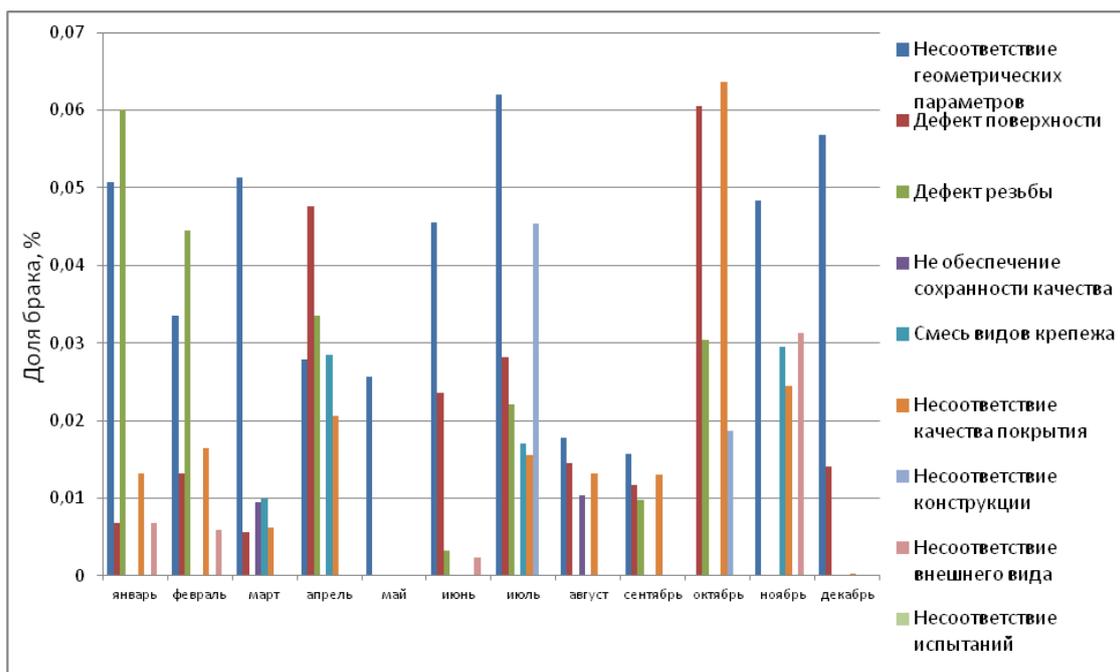


Рис.2. Анализ несоответствующей продукции по качеству за 2017 год

По гистограммам было видно, что изменение объема брака в течение года достигает до 0,14 %. Эти данные показали, как меняется доля брака, учёт этого позволяет оптимизировать объем испытаний. С помощью принципов статистического контроля качества рассмотрим теоретическое положение по определению объема испытания. Под статистическим контролем качества понимается такой контроль, при котором проверяются не все изделия изготовленной партии, а только выборка из нее. При этом по результатам контроля судят о качестве всей партии.

Классическая формула объема выборки выглядит так [4]:

$$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2}, \quad (1)$$

где t -табличное значение критерия Стьюдента; σ^2 -генеральная дисперсия; Δ^2 -предельная ошибка выборки или для более точного анализа используется формула (2):

$$n = \frac{(t_{1-2\alpha; n-1} + t_{1-2\beta; n-1})^2 S^2}{(a_1 - a_0)^2} \quad (2)$$

где S^2 -выборочная оценка; a - заданное номинальное значение параметра.

Относительное отклонение S^2 при контроле крепежа, регламентирующееся гостами, меняется, следовательно, меняется объем выборки, необходимый для испытаний. Было решено посчитать, как меняется объем выборки в зависимости от доли брака и относительного отклонения S^2 испытываемой величины от номинала.

Пусть вся продукция годная, тогда рассчитываем S^2 по формуле (3). Если есть группа продукции, в которой отклонение превышает номинальное на Δ^2 в %, тогда по формуле (4). А если несколько групп, то можно рассчитать более подробно по формуле (5).

$$S^2 = \frac{\sum n_i (x_i - \bar{x})^2}{\sum n_i}; \quad (3)$$

$$S^2 = \frac{n_1 (1 + \delta / 100)^2 \Delta_0^2 + \sum_{i=2}^K n_i \Delta_0^2}{\sum_{i=1}^K n_i}, \quad (4)$$

$$S^2 = \Delta^2 \left(\frac{n_1(1 + \delta_1 / 100)^2 + n_2(1 + \delta_2 / 100)^2 + n_3(1 + \delta_3 / 100)^2 + \sum_{i=4}^K n_i}{\sum_{i=1}^K n_i} \right), \quad (5)$$

где n_1 - доля негодной продукции; \bar{x} - номинальное значение; δ - отклонение от номинала; Δ_0 - допустимое отклонение, равное 0,3%; n_i - доля годной продукции.

В результате расчетов построили следующие табл. 1 и 2, где по горизонтали относительное/абсолютное отклонение от номинала, а по вертикали процент бракованных изделий.

Сравнили показатель с наименьшей величиной и получили, что относительное отклонение S^2 колеблется от 0,0909225 до 0,1296, что на 42% больше от номинального значения. Следовательно, пропорционально меняется и объем выборки.

На основе этого планируется разработать рекомендации по определению рационального объема испытаний.

Таблица 1
Относительное изменение

Доля брака	Относительное отклонение, %			
	5	10	15	20
0,1	0,0909225	0,09189	0,092903	0,09396
0,2	0,091845	0,09378	0,095805	0,09792
0,3	0,0927675	0,09567	0,098708	0,10188
0,4	0,09369	0,09756	0,10161	0,10584
0,5	0,0946125	0,09945	0,104513	0,1098
0,6	0,095535	0,10134	0,107415	0,11376
0,7	0,0964575	0,10323	0,110318	0,11772
0,8	0,09738	0,10512	0,11322	0,12168
0,9	0,0983025	0,10701	0,116123	0,12564
1	0,099225	0,1089	0,119025	0,1296

Таблица 2
Абсолютное изменение

Доля брака	Абсолютное отклонение, %			
	5	10	15	20
0,1	1	1,010641	1,021777	1,033408
0,2	1,010146003	1,031428	1,0537	1,076961
0,3	1,020292007	1,052215	1,085622	1,120515
0,4	1,03043801	1,073002	1,117545	1,164068
0,5	1,040584014	1,093789	1,149468	1,207622
0,6	1,050730017	1,114576	1,181391	1,251175
0,7	1,060876021	1,135363	1,213314	1,294729
0,8	1,071022024	1,156149	1,245236	1,338283
0,9	1,081168028	1,176936	1,277159	1,381836
1	1,091314031	1,197723	1,309082	1,42539

Список литературы

- 1.ОАО «ММК-МЕТИЗ». URL: <http://mmk-metiz.ru/> (дата обращения: 10.12.2017).
- 2.«Управление качеством в метизном производстве», Гун Г.С., Чукин М.В., Рубин Г.Ш. Металлургические процессы и оборудование. 2013. №4. С. 106-111.
- 3.«Проблема повышения качества крепежных изделий», Чукин В.В., Артюхин В.И., Рубин Г.Ш., Вахитова Ф.Т., Гусева Е.Н. Вестник Магнитогорского Государственного Технического университета им. Г.И. Носова. 2007. №4. С.99-102.
- 4.Кремер Н.Ш.Теория вероятностей и математическая статистика. Второе издание- М:Юнити, 2004. - 574 с.

УДК 662.749.33

Смирнов А.Н., Крылова С.А., Сысоев В.И., Никифорова В.М., Жусупова Ж.С.,
Емельянов М.Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ В ПРИСУТСТВИИ ОКСИДНОГО ЖЕЛЕЗО-МАГНЕЗИАЛЬНОГО КАТАЛИЗАТОРА

Аннотация. В настоящее время с развитием исследований в области глубокой переработки тяжелого углеводородного сырья, каменноугольная смола начинает рассматриваться как перспективное сырье для угле- и нефтехимии, т.к. является источником (иногда безальтернативным) множества химических соединений, применяемых в качестве компонентов и реактивов в химической промышленности, фармацевтике, органическом синтезе и т.д. Поиск и применение новых катализаторов позволит повысить эффективность существующих в данной области технологий переработки сырья. В статье представлены результаты исследования влияния оксидного железо-магнезиального катализатора, получаемого на базе природного высокомагнезиального сидерита по запатентованной технологии, на процесс термической переработки каменноугольной смолы. Полученные результаты демонстрируют возможность повышения качества каталитической переработки каменноугольной смолы за счет увеличения доли легких фракций, выход которых повышается на 10-20 % за счет разложения веществ более тяжелых фракций.

Ключевые слова: каменноугольная смола, термокаталитическая переработка, катализатор, высокомагнезиальные сидеритовые руды, повышение качества переработки

В Челябинской области имеются большие запасы природного сырья, такого как высокомагнезиальные сидеритовые руды (Бакальское рудное поле, порядка 1 млрд. тонн), бурые угли (Коркинское месторождение, более 100 млн. тонн), а также значительные объемы техногенного сырья (например, КХП ПАО «ММК»), каменноугольная смола 220- 250 тыс. т/год). В настоящее время, в связи с отсутствием технологически, экономически и экологически целесообразных схем, глубокая переработка такого сырья не имеет широкого применения. Поэтому, в области технологии переработки сырьевых ресурсов стоят задачи разработки новых и изменения существующих технологических схем при выполнении условий, обеспечивающих качество получаемых продуктов в соответствии с требованиями потребителей, рентабельность и экологическую безопасность технологии.

Одним из перспективных вариантов химической переработки сырьевых источников являются технологии с применением катализаторов, позволяющих повысить скорость химических превращений, увеличить выход целевых продуктов и степень использования сырья, уменьшить вредные выбросы.

В ходе проведенных нами исследований были выявлены и изучены каталитические свойства продуктов комплексной переработки Бакальских высокомагнезиальных сидеритов в отношении ряда металлургических реакций (реакций Белла-Будуара, водяного газа) [1], а также в процессах каталитической газификации углеродсодержащего сырья и переработки биотоплива для получения водорода и ацетона [2,3]. Технология получения такого катализатора является относительно простой и недорогой, поэтому целью данного исследования стало изучение возможности его использования в процессах переработки каменноугольной смолы.

Каменноугольная смола (КУС) является продуктом высокотемпературной деструкции органической массы угольных шихт при коксовании, удаляемым из коксовых камер совместно с другими летучими продуктами, с выходом 3-4 % от массы угольной загрузки. Главные компоненты КУС – ароматические (нафталин, антрацен, фенантрен и др.) и гетероциклические (карбазол, дибензофуран и др.) углеводороды. Основная масса вырабатываемой в России КУС разгоняется на фракции с выделением из них индивидуальных ароматических соединений, поглотительного масла и каменноугольного пека.

Условия эксперимента

В качестве катализатора процесса термической переработки КУС была использована магнитная фракция (-200 мкм) обожженного в «мягких» условиях сидероплезита [4-7]. Каталитическая реакция проводилась в стальном реакторе периодического типа объемом 0,5 дм³, который нагревался в муфельной печи в соответствии с заданным температурным режимом. Отбор конденсируемых фракций производился непрерывно, по мере выкипания. Во всех опытах скорость нагрева составляла 5 °С/мин, нагрев проводился до 600 °С, поскольку по достижении этой температуры поступление конденсируемых продуктов реакции в приемник практически прекращалось.

Температурные интервалы отбора фракций КУС, используемых в экспериментах, представлены в **табл.1**.

Таблица 1

Температурные интервалы отбора фракций КУС, используемых в экспериментах

№ фракции	1	2	3	4	5	6	7
Температурный интервал кипения, °С	До 180	180-230	230-270	270-350	350-410	410-450	450-500

Количество загружаемой в реактор смолы во всех опытах составляло 100 г, а количество добавляемого катализатора при фракционировании КУС - от 15 до 60 г.

Хроматографические исследования продуктов переработки КУС проводились на газовом хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000» с капиллярной колонкой ZB5-ms (5% фениларилен, 95% диметилполисилоксан). Общие условия хроматографирования:

- температурный режим, °С: изотермическая выдержка при 70°С в течение 2 мин, затем нагрев

со скоростью 5°С/мин до 180°С, 10°С/мин до 270°С, изотермическая выдержка при 270°С в течение 17 мин;

- общее время анализа: 50 мин;
- газ-носитель - гелий.

Результаты и обсуждение

Зависимости выходов фракций 1-7, полученных при переработке КУС, от количества добавленного катализатора представлены на **рис.1**.

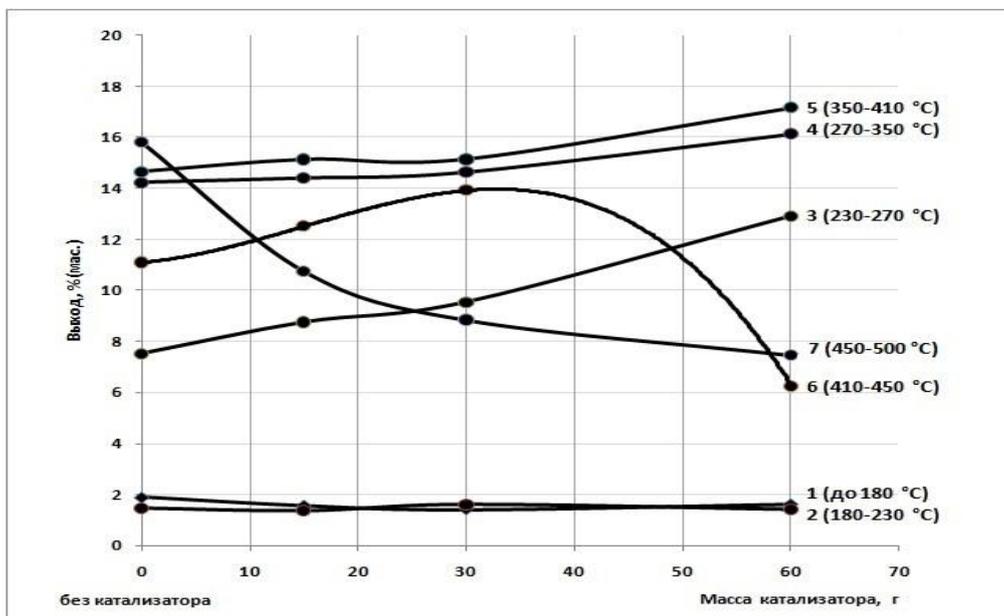


Рис. 1. Выход фракций конденсируемых продуктов переработки КУС в зависимости от массы используемого катализатора

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод, что используемый катализатор до температуры 230 °С не проявляет активности, поскольку выход наиболее легких фракций 1 и 2 не зависит от количества используемого катализатора. Выход фракций 3, 4 и 5 монотонно растет с увеличением массы катализатора, а выход наиболее тяжелой фракции 7 - монотонно падает. Очевидно, это связано с деструкцией химических соединений тяжелых фракций и переходом продуктов разложения в более легкие фракции. Выход фракции 6 аппроксимируется кривой с экстремумом. Такой вид зависимости можно объяснить протеканием двух конкурирующих процессов: с одной стороны, выход этой фракции растет за счет пополнения продуктами деструкции более тяжелой фракции 7, а с другой стороны - падает за счет разложения соеди-

нений самой фракции 6 с переходом продуктов разложения в более легкие фракции. Выход фракции 6 зависит от количества используемого катализатора (см. **рис.1**). При увеличении массы катализатора до 30 % от массы смолы основным фактором, определяющим выход этой фракции, является пополнение за счет продуктов деструкции более тяжелой фракции 7, а при дальнейшем увеличении массы катализатора преобладают процессы деструкции фракции 6, о чем свидетельствует тот факт, что ее доля резко снижается.

Изучение компонентного состава полученных фракций, содержащих тяжелые ароматические углеводороды и другие высококипящие соединения, проводилось на газовом хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000» с капиллярной колонкой ZB5-ms. Калибровка метода определения была вы-

полнена по стандартным смесям, приготовленным по имеющимся в нашем распоряжении чистым веществам, - бензолу, толуолу, о-ксилолу, фенолу и нафталину. Поэтому количественные результаты компонентного состава фракций, полученных при переработке КУС без катализатора и при добавлении в КУС оксидного железо-магнезиального катализатора соответственно, были получены только по 5 компонентам.

Среди полученных фракций наибольшее увеличение выхода наблюдается для фракции 3 (пределы выкипания 230-270⁰С, выходы фракций – см. рис. 1), поэтому в рамках данного исследования была подробно проанализирована хроматограмма этой фракции (рис.2). Результаты хроматографического анализа фракции 3 представлены в табл.2.

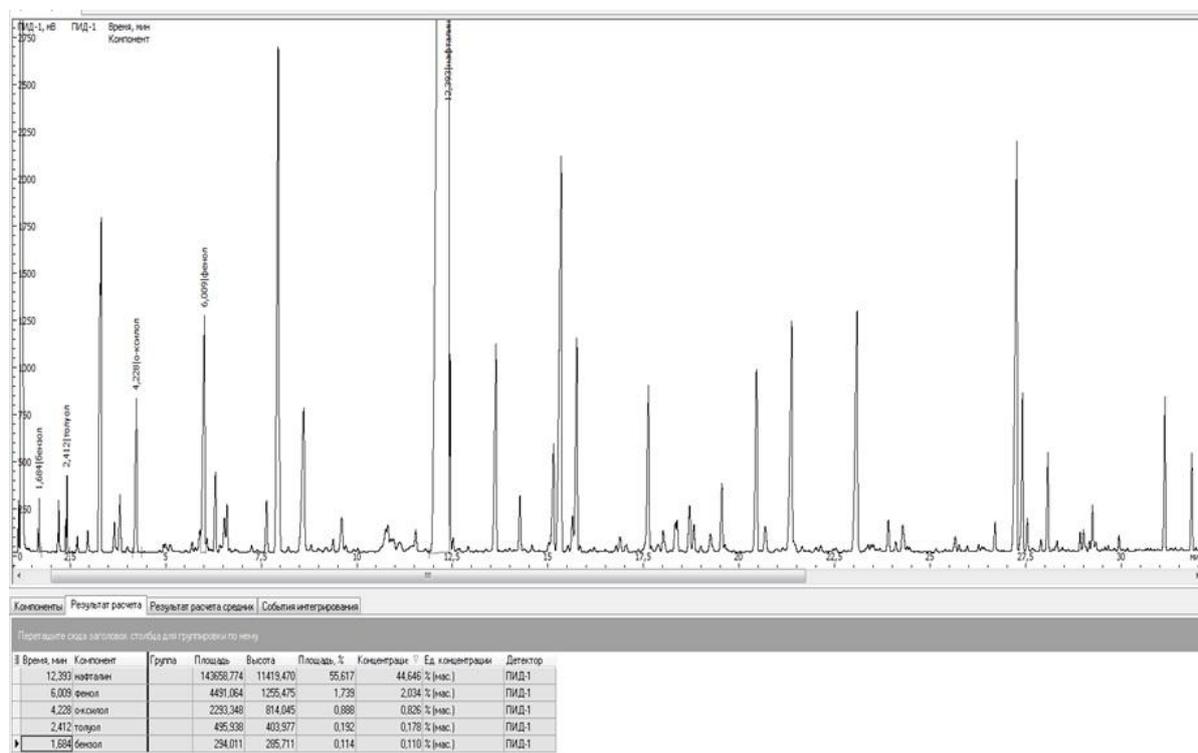


Рис.2. Хроматограмма фракции 3 (пределы выкипания 230-270⁰С). Интенсивность сигнала детектора (мВ) в зависимости от времени

**Таблица 2
Результаты хроматографического анализа фракции 3 (интервал кипения 230-270⁰С)**

Характеристики процесса	Бензол	Толуол	о-Ксилол	Фенол	Нафталин
Время удерживания компонента, мин	1,7	2,4	4,2	6,0	12,0
Содержание, масс. % без катализатора	0,11	0,18	0,83	2,03	44,65
Содержание, масс. % с катализатором (60 г/100 г КУС)	0,62	2,94	0,28	1,17	60,84

Во фракции 3 среди идентифицированных веществ преобладает нафталин. Содержание нафталина в продуктах каталитического процесса (масса катализатора - 60 % от массы КУС) увеличилось в 1,4 раза, а бензола и толуола увеличилось в 5,6 и 16,3 раза соответственно, по сравнению с некаталитической реакцией. Относительное количество о-ксилола и фенола уменьшилось в 2-3 раза. В настоящее время выполняется идентификация и определение относительных количеств аналогичных веществ во фракциях 4 -7. Для полного анализа полученных результатов планируется приобретение необходимых стандартов, которые позволят качественно и количественно идентифицировать веще-

ства, имеющие время удерживания как меньше, так и больше, чем нафталин, при сопоставимой с ним интенсивности сигнала (см. рис.2).

Выводы

1. Оксидный железо - магнезиальный катализатор до температуры 230⁰С не проявляет активности в процессах конверсии каменноугольной смолы.

2. Применение оксидного железо-магнезиального катализатора в процессе термической переработки каменноугольной смолы демонстрирует возможность повышения качества ее пе-

переработки за счет увеличения доли выхода более легких фракций;

3. Наибольшее увеличение выхода в каталитическом процессе происходит для фракции с температурами кипения в интервале 230-270 °С, при этом выход основного индивидуального компонента этой фракции – нафталина, увеличивается в 1,4 раза.

4. Представляет интерес также анализ состава твердого остатка каталитической переработки КУС, который можно рассматривать как компонент аглошихты.

Список литературы

1. О возможности применения оксидных железо-магнезиальных контактов в реакции водяного газа/ Смирнов А.Н., Клочковский С.П., Крылова С.А., Сысоев В.И., Строгонов Д.А.// Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Материалы 75-й межрегион. науч.-техн. конф. / под ред. В.М. Колокольцева. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2017. Т.2. С.66-70.

2. Исследование возможности использования катализаторов на основе продуктов переработки высокомагнезиальных сидеритов в реакциях конверсии этанола /

Смирнов А.Н., Клочковский С.П., Крылова С.А., Абдрахманов Р.Н., Сысоев В.И.// Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Материалы 74-й межрегион. науч.-техн. конф. / под ред. В.М. Колокольцева. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос.техн.ун-та им.Г.И. Носова, 2016.Т.1.С. 258-260.

3. Каталитическая активность продуктов обжига высокомагнезиальных сидеритов/ Смирнов А.Н., Клочковский С.П., Крылова С.А., Сысоев В.И.//Вестник Башкирского университета. 2017. Т. 22. № 3. С. 657-665.

4. Пат. РФ № 2536618. Способ переработки сидеритовых руд (Варианты) / Клочковский С.П., Смирнов А.Н., Колокольцев В.М. 2014.

5. Пат. РФ № 2471564. Способ переработки сидеритовых руд / Смирнов А.Н., Клочковский С.П., Бигеев В.А., Колокольцев В.М., Бессмертных А.С. 2013.

6. Kolokoltsev V., Klochkovskii S., Smirnov A. Physical Chemistry of Integrated High-Magnesia Siderites Processing //Defect and Diffusion Forum. 2014. V. 353. P. 171-176.

7. Клочковский С.П., Смирнов А.Н., Савченко И.А. Разработка физико-химических основ комплексного использования высокомагнезиальных сидеритов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015.(49). С. 26-31.

УДК [669.046.516.2:621.762]:669.046.554

Бережная Г.А., Харитоновна Е.Д.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ СТАЛИ

Аннотация. Использование порошковой проволоки для микролегирования стали в ходе ее внепечной обработки является важным фактором для обеспечения свойств готовой продукции. Так в случае использования некачественной проволоки ввиду ее недостаточного заполнения, не выполняются требования технологического процесса легирования стали, что впоследствии приводит к несоответствию ее химического состава, а значит и механических свойств готового металлопроката. Поэтому оценка влияния коэффициента заполнения и качества замкового соединения порошковой проволоки на достижение потребительских свойств готового металлопроката является актуальной и важной задачей.

Ключевые слова: качество, порошковая проволока, легированная сталь, внепечная обработка стали, коэффициент заполнения

Качество металлопродукции является одним из важнейших аспектов, определяющих ее конкурентоспособность на рынке, которое закладывается во время соблюдения технологических операций, а значит формируются на этапах производства стали и ее последующей обработки давлением (**рис.1**).

Современное производство представляет собой сложный, трудоемкий и наукоемкий процесс превращения сырья, материалов, полуфабрикатов и других предметов труда в готовую продукцию, удовлетворяющую потребностям общества. Изготовление металлопродукции включает в себя несколько этапов: агломерационный цех, доменный цех, конвертерный цех, установка ковш-печь, про-

изводство стали на МНЛЗ. После выполненных операций заготовка поступает на сортовой стан или станы горячей и холодной прокатки.

Причем одним из ключевых моментов обеспечения высокого качества металла является внепечная обработка стали с использованием порошковой проволоки, так как именно на этой стадии производится десульфурация стали и формируется окончательный химический состав, от получения которого напрямую зависит возможность получения необходимых механических свойств готового металлопроката.

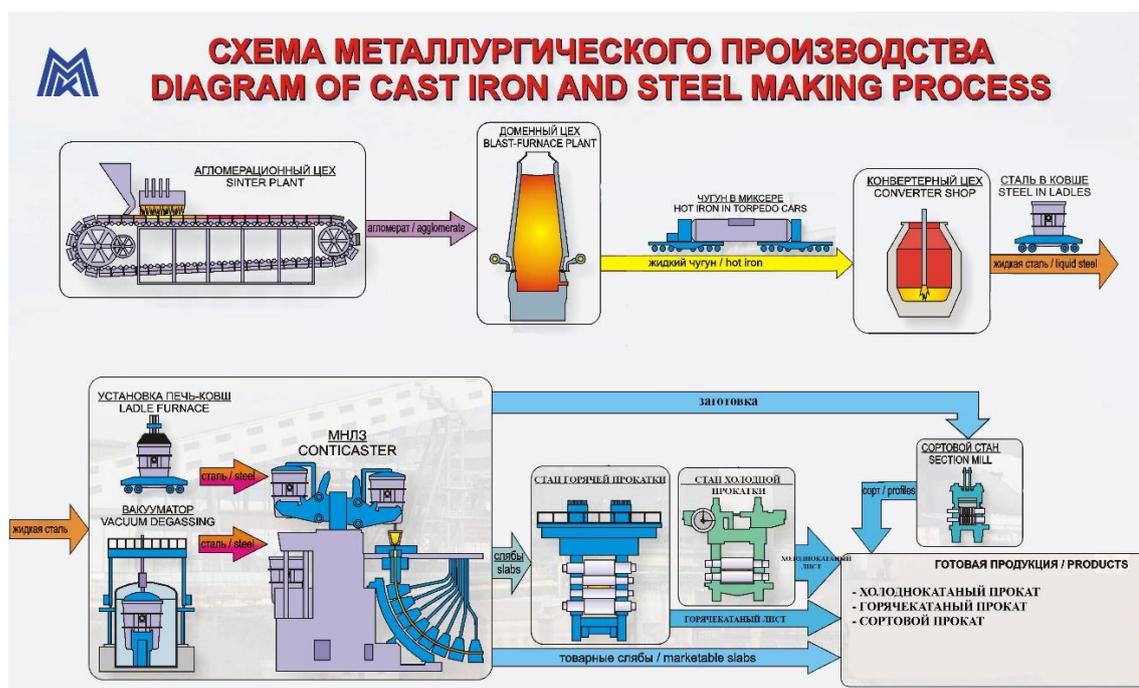


Рис. 1. Предприятие с полным циклом производства

В задачи внепечной обработки кроме получения чистой по вредным примесям стали, входит обеспечение возможности управления процессом формирования физико-химического состояния расплава для достижения поставленной цели. А именно:

- выравнивание температуры металла;
- выравнивание химического состава металла;
- легирование и точное доведение химического состава до заданного;
- окончательное раскисление;
- удаление неметаллических включений;
- модифицирование неметаллических включений;
- десульфурация металла;
- дегазация (удаление водорода и азота);
- снижение содержания нежелательных примесей цветных металлов;
- регулирование температуры металла;
- глубокое обезуглероживание металла.

Так, в частности, микролегирование, легирование и достижение целевых показателей по химическому составу путем его корректировки производится за счет добавления в расплав металла порошковой проволоки.

Рассмотрим строение и технологию производства порошковой проволоки. В частности она состоит из металлической оболочки и порошконополнителя (рис. 2). Изготавливается она путём формирования холоднокатаной ленты в заданный профиль с заполнением внутренней полости порошком либо их смесью.

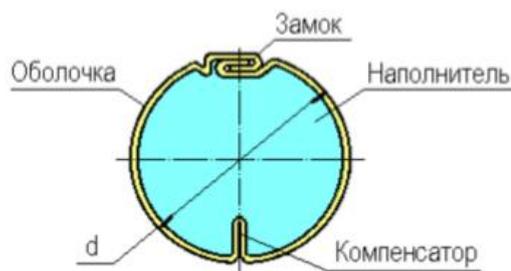


Рис. 2. Форма поперечного сечения проволоки

Стальная оболочка выполняет несколько важных функций:

- предохраняет от окисления легирующие элементы при прохождении через слой шлака на поверхности металла;
- защищает порошкообразные реагенты от воздействия атмосферы и влаги во время хранения и транспортировки;
- обеспечивает соответствующую жесткость проволоки, необходимую для прохождения шлакового слоя;
- задерживает непосредственный контакт реагентов с жидкой сталью.

Также важную роль играет коэффициент заполнения порошковой проволоки. Его определяют по следующей методике: от конца каждой бухты отбирают образцы проволоки длиной (500±1) мм. Образец проволоки взвешивают на весах с точностью взвешивания 1 г. Затем освобождают образец проволоки от наполнителя и на этих же весах взвешивают пустую оболочку проволоки и рассчитывают по формуле:

$$K_3 = \frac{M - M_{об}}{M} \cdot 100\%,$$

где M - масса отрезка проволоки длиной (500 ± 1) мм, г; $M_{об}$ - масса отрезка оболочки проволоки длиной (500 ± 1) мм, г.

При формировании основных показателей качества порошковой проволоки необходимо учитывать тот факт, что при внепечной обработке стали все компоненты, обеспечивающие

легирование, добавляют по весу из расчета оптимального значения коэффициента заполнения. Соответственно, если качество замкового соединения не будет отвечать установленным требованиям, появится возможность потери части наполнителя в ходе упаковки и транспортировки, что в конечном итоге приведет отклонению химического состава и невозможности получения заданных механических свойств.

Процесс производства порошковой проволоки представлен на **рис. 3**.

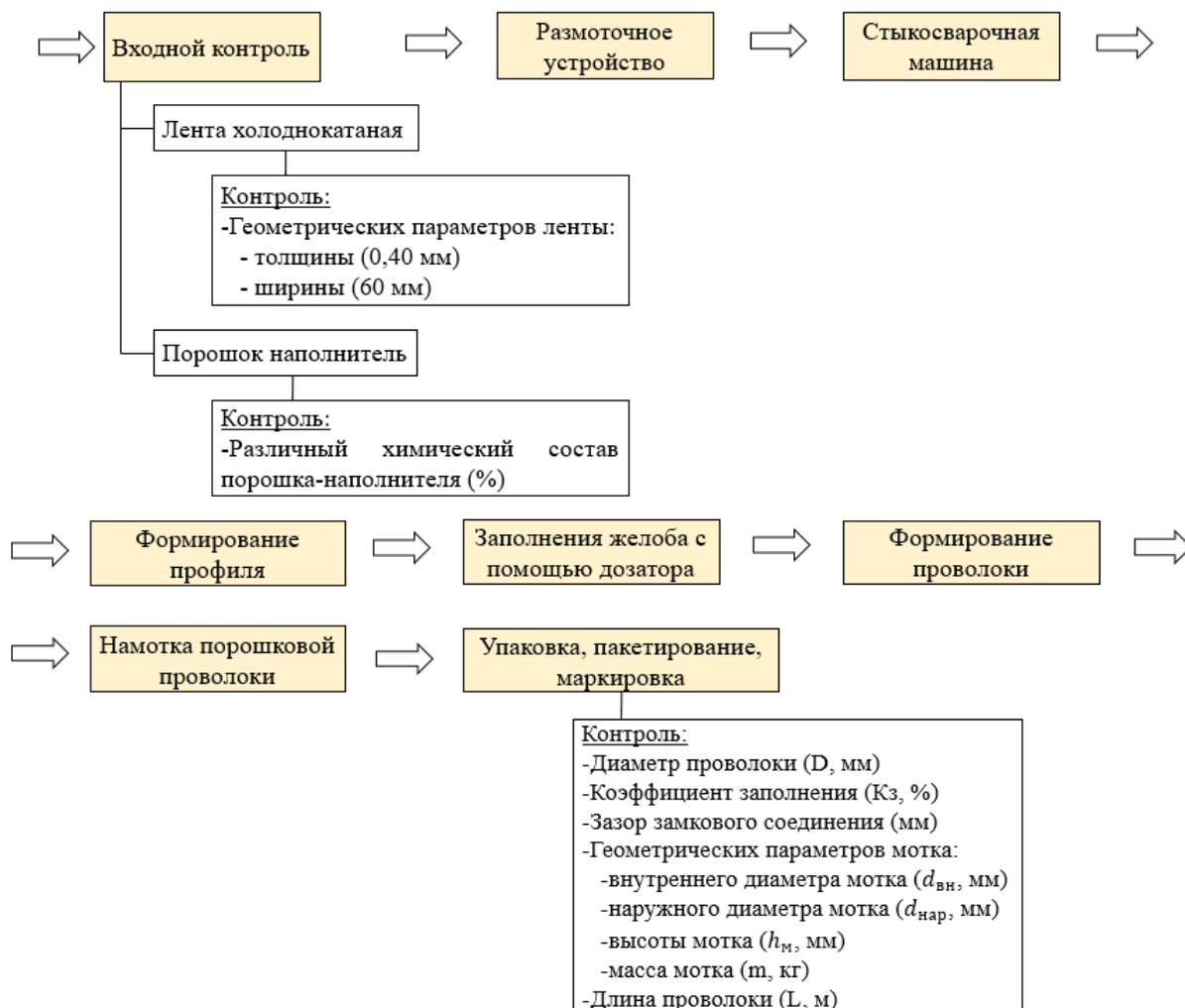


Рис. 3. Процесс производства порошковой проволоки

На сегодняшний день контроль замкового соединения осуществляется только визуально оператором без использования специальных средств, что не может являться гарантией отсутствия «раскрытий» во время намотки, упаковки, а также транспортировки. Поэтому необходимо разработать комплекс мероприятий по усовершенствованию системы наблюдения за соблюдением технологии изготовления порошковой проволоки, что позволит избежать отклонений на дальнейших переделах производства металлопродукции.

Список литературы

1. Влияние физико-технических свойств материалов на качество порошковой проволоки / Дюдкин Д.А., Гринберг С.Е., Шевченко Ю.Т., Маринцев С.Н. // Сталь. 2004. № 3. С. 16–18.
2. Есипов В.Д. Влияние коэффициента заполнения на качество порошковой проволоки // Сталь. 2002. № 7. С. 74–76 с.
3. Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. Производство стали. Внепечная металлургия стали. Т. 3. М.: Теплотехник, 2008. 550

УДК 621.778.1-428:658.562
Рубин Г.Ш., Калинина А.А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АРМАТУРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО - ЦЕЛЕВОГО АНАЛИЗА

Аннотация В данной работе разработана структурная схема связи потребительских свойств, определены допустимые интервалы изменения показателей и их номинальные значения, разработаны формулы для вычисления оценок единичных показателей, а также проведена апробация методики на условном примере.

Ключевые слова: арматура для железобетонных конструкций, сортовой стан, сортовой прокат, жизненный цикл арматуры, структура свойств арматуры, функционально – целевой анализ, единичная оценка, комплексная оценка

Арматура для железобетонных изделий важнейший компонент современных строительных конструкций. Потребитель постоянно предъявляет новые повышенные требования к качеству железобетонных конструкций и арматуры соответственно.

Арматура производится на сортовом мелко-сортовом стане 370 итальянской фирмы Danieli. Стан 370 горячей прокатки предназначен для производства широкого профильно-марочного сортамента сортового проката в прутках длиной от 5000-12000 мм и в бунтах до 2200кг. В качестве исходной заготовки применяется непрерывнолитая заготовка квадратного сечения, разливаемая на МНЛЗ ЭСПЦ.

Арматурный прокат периодического профиля – это стержни с равномерно расположенными на их поверхности под углом к их продольной оси поперечными ребрами для улучшения сцепления с бетоном. Арматурные работы начинаются с монтажа опалубки. Ее конструкция состоит из деревянных или металлических элементов и предназначена для заливки бетонного раствора и создания монолитной железобетонной структуры. После все стержни арматуры в местах пересечения необходимо обязательно соединять с помощью проволоки или сварки. Далее происходит натяжение арматуры. С одного конца она закрепляется к упору, а с другого натягивается специальными домкратами. После заполнения формы бетонной смесью и затвердения бетона натяжение арматуры снимается. Для того чтобы прийти в первоначальное ненапряженное состояние, арматура сокращается и увлекает за собой окружающий ее бетон, обжимая железобетонный элемент в целом.

Метод функционально-целевого анализа (ФЦА) представляет собой совокупность методов анализа качества продукции на основе исследования функций продукции на протяжении его потребительской фазы.

Прежде, чем дальше исследовать функциональный принцип анализа свойств изделия, нужно определить период времени, в который мы будем рассматривать железобетонную арматуру. При этом будем опираться на понятие жизненного цикла изделия. Согласно стандарту ISO 9004-2010 жизненный цикл изделия – это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта.

В соответствии с потребительской фазой изделия, т.е это промежуток времени, когда изделие обретает все характерные для него свойства и заканчивается моментом достижения, когда в результате износа невозможна эксплуатация изделия, мы выделили три стадии которые выполняет арматура – это транспортная, монтажная и эксплуатационная.

Первой стадией является транспортировка арматуры к месту потребления - транспортная стадия. Она определяет требования к коррозионной стойкости и функциональности. Под функциональностью мы понимаем совокупность таких свойств, как диаметр, овальность, площадь поперечного сечения, т. к их несоблюдение может затруднить транспортировку.

Следующая стадия – монтажная. Она определяет требования к свариваемости и устойчивости к деформациям.

Эксплуатационная стадия - третья стадия потребительской фазы жизненного цикла арматуры. Эта стадия заключается в сохранении геометрических, механических параметров. На этой стадии реализуются основные потребительские функции – сцепление с бетоном, оно определяется геометрией ребер, а именно шаг поперечных ребер, высота поперечных ребер, суммарное расстояние между концами поперечных ребер. И устойчивость к разру-

шению оно характеризуется комплексом механических свойств.

В соответствии с ФЦА построили не классическое дерево свойств, а сетевую структуру, кото-

рая отражает тот факт, что единичные свойства влияют на несколько групповых (рис. 1).

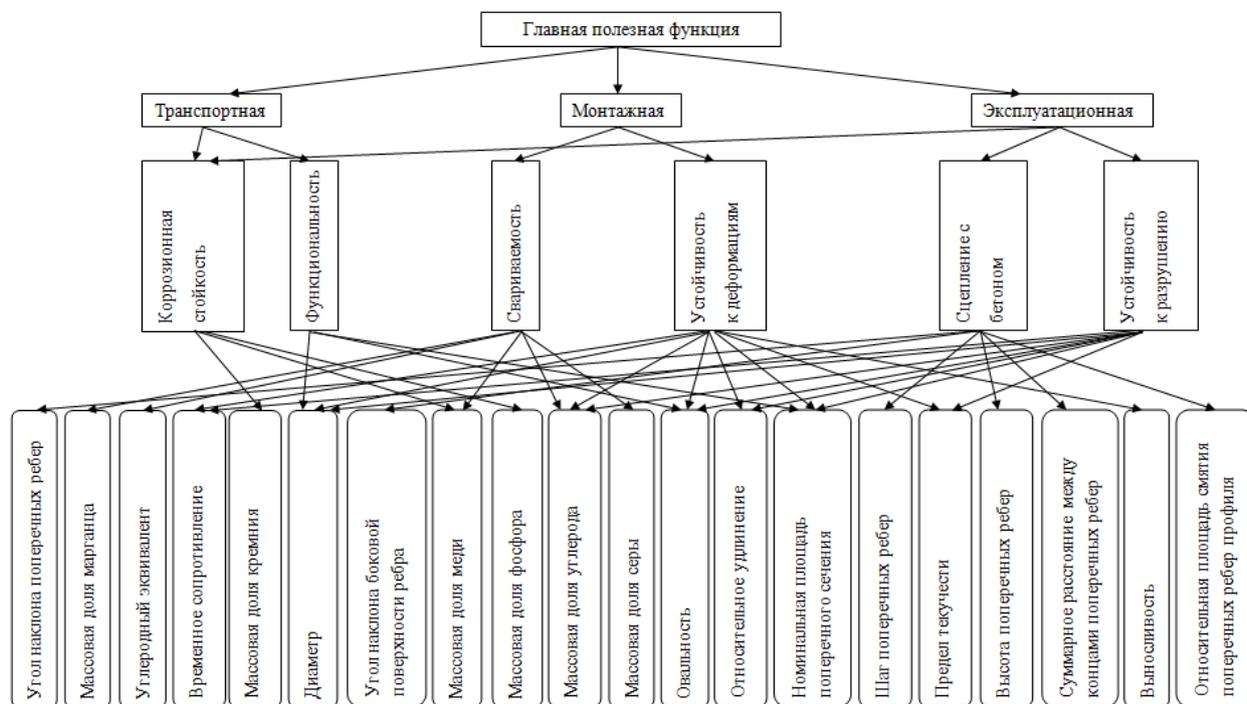


Рис. 1. Структура свойств арматуры для железобетонных конструкций

Для расчета комплексной оценки необходимо сначала определить единичные оценки свойств. Принцип оценивания выбран следующим - оценка зависит от степени близости оцениваемого показателя к номинальному значению (рис. 2). При этом в минусовом допуске можно использовать зависимость, выведенную в статье «S-образная математическая модель единичной оценки качества» (формулы (1) и (2)). А для правого поля допуска выбрана зависимость, полученная по аналогичному принципу в работе Даниловой Ю.В (формулы (3) и (4)).

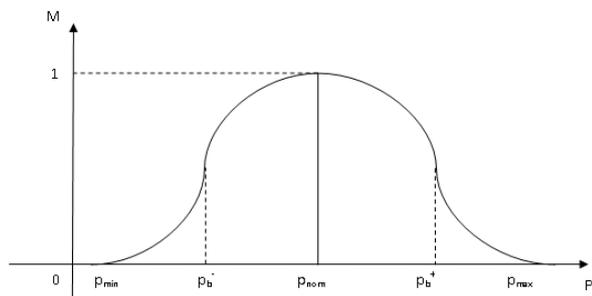


Рис. 2. График зависимости оценки от Показателей

Если $p_{min} \leq p \leq p_b^-$, то

$$M(p) = \frac{(p - p_{min})^2}{(p_b^- - p_{min})(p_{max} - p_{min})} \cdot I; \quad (1)$$

Если $p_b^- \leq p \leq p_{nom}$, то

$$M(p) = 1 - \frac{(p_{max} - p)^2}{(p_{max} - p_b^-)(p_{max} - p_{min})} \cdot I; \quad (2)$$

Если $p_{nom} \leq p \leq p_b^+$, то

$$M(p) = 1 - \frac{(p_{nom} - p)^2}{(p_{max} - p_{nom})(p_b^+ - p_{nom})} \cdot I; \quad (3)$$

Если $p_b^+ \leq p \leq p_{max}$, то

$$M(p) = \frac{(p_{max} - p)^2}{(p_{max} - p_b^+)(p_{max} - p_{nom})} \cdot I; \quad (4)$$

где M – оценка близости к номинальному значению, p – оцениваемое значение показателей, p_{min} , p_{max} – максимально и минимально допустимые оценки показателей, p_b^- – точка, в которой ускоренный рост сменяется замедленным ростом, p_b^+ – точка, в которой ускоренное убывание сменяется замедленным убыванием.

Для получения конкретных вычислений формул были определены реперные точки p_{min} ,

p_{max} , p_{nom} , это было сделано на основе ГОСТ Р 52544-2006, и сведены в **табл. 1**.

Таблица 1

Предел значений показателей качества арматуры для железобетонных конструкций

Показатель, единицы измерения	Минимальное значение р	Номинальное значение р	Максимальное значение р
Диаметр, мм	9,0	9,5	9,8
Овальность, мм		0	1,2
Шаг поперечных ребер, мм	5,1	6	6,9
Высота поперечных ребер, мм	0,8	0,9	
Площадь поперечного сечения, мм ²	74,6	78,5	82,4
Площадь смятия поперечных ребер профиля, мм	0,052	0,057	
Суммарное расстояние между концами поперечных ребер, мм		0	3,1
Угол наклона боковой поверхности ребра, град.	40	45	50
Угол наклона поперечных ребер, град.	35	47,5	60
Предел текучести, Н/мм ²	450	500	550
Выносливость арматурной стали, Н/мм ²	135	150	165
Относительное удлинение, %	12,6	14	15,4
Временное сопротивление, Н/мм ²	540	600	660
Массовая доля марганца, %	1,5	1,7	1,9
Массовая доля кремния, %	0,80	0,95	1,1
Массовая доля меди, %		0	0,55
Массовая доля углерода, %	0,20	0,24	0,29
Массовая доля фосфора, %		0	0,055
Массовая доля серы, %		0	0,055
Углеродный эквивалент, %	0,28	0,52	0,57

Показатели «диаметр», «шаг поперечных ребер», «площадь поперечного сечения», «угол наклона поперечных ребер» и «углеродный эквивалент» определены нормативным документом ГОСТ Р 52544.

Поскольку в нормативном документе ГОСТ Р 52544 не определены поля допусков показателей: «высота поперечных ребер», «площадь смятия поперечных ребер профиля», «угол наклона боковой поверхности ребра», «предел текучести», «выносливость арматурной стали», «относительное удлинение», «временное сопротивление», «массовая доля марганца», «массовая доля кремния», «массовая доля углерода», то интервал допустимых значений принят $\pm 10\%$ от номинального значения. Такая величина интервала определена на основе анализа литературных источников.

Левая граница показателей «овальность», «массовая доля фосфора», «массовая доля серы», «суммарное расстояние между концами поперечных ребер», «массовая доля меди» выбрана ноль, так как это естественное минимальное значение обусловлено физическим смыслом этих показателей.

Свертка показателей на каждом уровне иерархии производится по формуле:

$$C = \frac{\prod_{i=1}^m d_i^{1/n} / (d_i + 1)^{\alpha_i} \prod_{i=1}^n (k_i + 1)^{\beta_i}}{4}. \quad (5)$$

где C – комплексный (групповой) показатель; d_i и k_i – оценки доминирующих и компенсируемых одной группы свойств; α_i и β_i – весомости соответствующих свойств.

Для апробации разработанной методики были выбраны три условных образца (**табл. 2**). Значения показателей были выбраны так, чтобы первый образец был высокого качества. Второй и третий образец выбирали таким образом, чтобы одни показатели были лучше у одного образца, а другие у другого.

Оценки групповых свойств и комплексные оценки трех условных образцов представлены в **табл. 3**. Сравнительный анализ результатов оценки качества показал, что комплексная оценка первого образца имеет наибольшее значение. Таким образом, первый образец больше удовлетворяет требованиям, предъявляемым потребителями, чем второй и третий образцы.

Таблица 2

Оценки единичных свойств трех образцов

Наименование показателя	Первый образец		Второй образец		Третий образец	
	Фактические значения	Оценка	Фактические значения	Оценка	Фактические значения	Оценка
Диаметр, мм	9,6	0,78	9,2	0,20	9,6	0,78
Овальность, мм	0,25	0,88	1	0,50	0,6	0,70
Шаг поперечных ребер, мм	6,2	0,90	6,1	0,98	5,4	0,11
Высота поперечных ребер, мм	0,85	0,70	0,82	0,52	0,89	0,94
Площадь поперечного сечения, мм ²	79	0,97	79	0,97	81	0,26
Площадь смятия поперечных ребер профиля, мм	0,055	0,76	0,055	0,76	0,053	0,52
Суммарное расстояние между концами поперечных ребер, мм	1	0,81	1	0,81	3	0,43
Угол наклона боковой поверхности ребра, град.	41	0,90	45	0,50	41	0,90
Угол наклона поперечных ребер, град.	50	0,92	40	0,16	50	0,92
Предел текучести, Н/мм ²	530	0,92	530	0,92	470	0,32
Выносливость арматурной стали, Н/мм ²	153	0,92	160	0,22	153	0,92
Относительное удлинение, %	15	0,94	15	0,94	13	0,23
Временное сопротивление, Н/мм ²	640	0,93	640	0,93	550	0,13
Массовая доля марганца, %	1,72	0,98	1,58	0,16	1,72	0,98
Массовая доля кремния, %	0,97	0,96	0,97	0,96	0,93	0,57
Массовая доля меди, %	0,3	0,67	0,15	0,84	0,4	0,56
Массовая доля углерода, %	0,25	0,92	0,25	0,92	0,23	0,40
Массовая доля фосфора, %	0,010	0,90	0,052	0,43	0,015	0,84
Массовая доля серы, %	0,015	0,84	0,050	0,45	0,010	0,89
Углеродный эквивалент, %	0,53	0,92	0,35	0,14	0,5	0,90

Таблица 3

Оценки групповых свойств и комплексная оценка трех образцов

Условные образцы	Транспортная стадия	Монтажная стадия	Эксплуатационная стадия	Комплексная стадия
Первый образец	0,64	0,77	0,71	0,60
Второй образец	0,37	0,26	0,42	0,23
Третий образец	0,32	0,30	0,26	0,19

На основе ФЦА была разработана методика расчета комплексной оценки качества арматуры для ЖБ конструкций. Эта методика позволяет сравнить уровень качества образцов, произведенных в разное время на одном агрегате, сравнить уровень качества, произведенных разными производителями и определить пути повышения качества.

Список литературы

1. Сахновский, К. В. Железобетонные конструкции / К. В. Сахновский. – 8-е изд., перераб. – М.: Госстройиздат, 1959. – 842 с.;
 2. Рубин, Г. Ш. Квалиметрия метизного производства: монография / Г. Ш. Рубин. – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2012. – 167 с.;

3. Рубин, Г. Ш. S-образная математическая модель единичной оценки качества / Г. Ш. Рубин, Е. Г. Касаткина // Качество в обработке материалов. – 2014. – № 2. – С. 74-81.

4. Данилова, Ю. В. Совершенствование процедуры разработки стандартов на металлоизделия формализацией согласования позиций заинтересованных сторон: диссертация кандидата технических наук / Ю. В. Данилова. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ», 2016. – 155с.

5. ГОСТ Р 52544-2006. Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. – Введ. 2006-05-17. – М.: Стандартинформ, 2006. – 19 с.

ANNOTATION

UDC 627.762

Atroshenko S. A. QUALIMETRY EVALUATION BRIQUETTES FROM METAL SHAVINGS

Abstract. This work presents the research of the structure and strength properties (hardness) of briquettes from metal shavings made by two different technological modes. Also in this article is carried out the qualimetric estimate of briquettes from metal shavings made by method of direct processing into instrumental materials.

Keywords: Briquettes from metal shavings, desirability function, web of quality

UDC 667.6

Golubchik E.M., Polyakova M.A., Gulin A.E., Safuanov A.I., Uzbekov N.E. Nizamutdinov R.R. STUDY OF THE INFLUENCE OF NANOMATERIALS ON CONSUMER PROPERTIES OF WATER-DISPERSION PAINTS

Abstract. Currently receives broad development of application of nanomaterials in the construction industry. One such example can serve as a technology of manufacturing paint and varnish materials with nanodobavkami and coatings based on them. Scientists from Nosov Magnitogorsk State Technical University in cooperation with the specialists of JSC «Farben» (Magnitogorsk, Russia) conducted research on the development and exploration of innovative production technology of water-dispersion paints with additives of polymer nanofibers and carbon nanotubes (UNT) different in purpose and have a number of different properties. The paper presents the results of pilot studies of the impact of additives UNT and nanofibers penopolistirol obtained by the method of jelektrospininga, water-dispersion paints on their consumer properties.

Keywords: carbon nanotubes (UNT), nanofibers, jelektrospining, water-dispersion paint, properties, viscosity, opacity

UDC 658.516:346.544.42

Berezhnaya G.A., Sergeeva Y.A. ANALYSIS OF CHANGES IN THE NEW VERSION OF THE STANDARD GOST R ISO 9001-2015 AND DEVELOPMENT OF ACTIVITIES TO ADAPT THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM TO IT

Abstract. In this paper, the changes in the new version of the GOST R ISO 9001-2015 standard are considered, a comparative analysis of the requirements of the new version of the standard with the previous one has been made, new requirements in the standard have been studied, and a plan of measures for the transition to a new version of GOST R ISO 9001-2015.

Keywords: quality management system, requirement, standard, planning, risk, stakeholders, leadership, organization environment

UDC 331.103.6:658.562

Lyudkova A.V., Limarev A.I., Kramzina L.V. IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE MANAGEMENT SYSTEM QUALITY BASED ON ELEMENTS OF THE SYSTEM ENERGY MANAGEMENT

Abstract. In this article, we consider a proposal to improve the effectiveness of the quality management system through the introduction of the energy management system. The fact that the company has a QMS compliance certificate with the requirements of the ISO 9001:2015 is often not a guarantee of obtaining the desired results: reducing the costs of production, increasing the level of quality. The reasons for the low efficiency of most of the implemented and certified management systems are quite a lot. In order to increase the efficiency of the QMS, it is proposed to introduce and share the methods and tools of the QMS with the energy management system. Most large Russian metallurgical enterprises are moving towards the introduction of energy management systems, which contributes to improving the efficiency of the enterprise as a whole. A striking example of this is the energy management system, introduced in 2015 in the Magnitogorsk Iron and Steel Works. From this point in time, there has been a significant breakthrough in the development of innovation in the organization.

Keywords: quality management system, energy management, efficiency

UDC 621.778:658.652

Shiryev O.P., Korchunov A.I., Pivovarova K.G. MODELING AND OPTIMIZATION OF PROCESSES FORMATION OF QUALITY INDICATORS FITTING ROPES

Abstract. To solve the problems of quality control of reinforcement ropes, it is necessary to have mathematical models that formally describe the relationship between the parameters of control of the processing process and the indicators of product quality. Mathematical modeling and control of complex technological processes is a difficult problem.

The reasons for this are the numerous interconnections between the individual components of the technological process and the abundance of restrictive conditions on the permissible values of the parameters characterizing the state of the process.

In the article the mathematical model of control of indicators of quality of reinforcing ropes including realization of methods of modeling and discrete optimization of modes of functioning of process differing in use of fuzzy variables is offered. The model allows to determine the technological modes of processing, providing a predetermined level of quality indicators of finished products. On the basis of experimental and industrial researches mathematical models of estimation of mechanical properties of reinforcing ropes depending on technological factors of processing are received.

Keywords: Product quality, metal ware production, simulation, mathematical model

UDC 679.7

Rubin G.Sh., Chukina E.M. DEVELOPMENT OF THE METHODS OF PARAMETER CALCULATIONS ROPE OF THE RANGE

Abstract. The proposed method of mathematical calculation of the parameters of a steel-rope strand. The peculiarity of the method lies in its universality and without sin.

Keywords: rope, screw line, calculation

UDC 62-252.1

Konev S.V., Mikhailets V.F., Teftlev I.E. THE CALCULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE SPOOL FLANGES FOR WINDING OF LONG-LENGTH PRODUCTS UNDER AN UNEVENLY DISTRIBUTED LOAD

Abstract. Spools are used for packaging, storage and transportation of long-length products (welding wire, cables, electrical cables, polymer cables for 3D printers, etc.). From the arising stresses part of the spools is destroyed, which leads to the loss of the finished product. The paper presents a method of determining the stresses in the sidewall of the spool. Mathcad mathematical package was used for numerical calculations.

Keywords: plastic spool; an annular plate; the outer radius; inner radius; cylindrical rigidity of the plate; tension; bending moments, MathCAD

UDC 53.083

Zotov S.V., Hammasov I.R. THE METHOD OF SELECTION OF MEASURING INSTRUMENTS

Abstract. The right choice of measuring instruments is one of the most important tasks of production metrological support in modern conditions. Quality level of performing control operations and finished products depends on the choice of measuring instruments. The choice procedure of measuring instruments is necessary to develop and introduce for the right choice of them.

Keywords: measuring instruments, selection of measuring instruments

UDC 621.882.6

Rubin G.Sh., Vyplaven A.A. OPTIMIZATION OF CONTROL VOLUME OF HIGH-STRENGTHENING FASTENERS IN CONDITIONS OF CPC OJSC «MMK-METIZ»

Abstract. The choice of optimal sample volumes for bolt quality control is considered. The technique of determination of volume of sample depending on the actual quantity of volume of nonconforming production is offered.

Keywords: bolts, statistical quality control, sample size

UDC 662.749.33

Smirnov A.N., Krylova S.A., Sysoev V.I., Nikiforova V. M., Zhusupova Z.S., Emelyanov M.D. INVESTIGATION OF THE PROCESS OF CATALYTIC CONVERSION OF COAL TAR USING AN OXIDE IRON-MAGNESIA CATALYST

Abstract. At present time, with the development of research in the field of deep processing of heavy hydrocarbon raw materials, coal tar is beginning to be considered as a promising raw material for the coal chemical and petrochemical industries because it is a source (in some cases without any alternative) of a large number of chemical substances, which are used as components and reagents in the chemical industry, pharmaceuticals, organic synthesis, etc. The search and use of new catalysts will improve the efficiency of existing schemes for processing of raw materials in a given field. The article presents the results of the research on the effects of an oxide iron-magnesia catalyst, obtained on the basis of natural high-magnesia siderite accordingly to a patented technology, on the process of thermal processing of coal tar. The obtained results demonstrate the possibility of improving the quality of catalytic processing of coal tar by increasing the amount of light fractions, the yields of which increase by 10-20 % due to decomposition of compounds from heavier fractions.

Keywords: coal tar, catalytic thermal treatment, catalyst, high-magnesia sideritic ores, improving of processing quality

UDC [669.046.516.2:621.762]:669.046.554

Berezhnaya G.A., Kharitonova E.D. EVALUATION OF INFLUENCE OF POWDER WIRE QUALITY IMPACT ON THE FORMATION OF STEEL PROPERTIES

Abstract. The use of a flux-cored wire for the microalloying of steel during its secondary processing is an important factor for ensuring the properties of the finished product. So in the case of using a poor-quality wire due to its insufficient filling, the requirements of the technological process for steel alloying are not met, which subsequently leads to a mismatch of its chemical composition, and hence the mechanical properties of the finished metal. Therefore, an assessment of the influence of the fill factor and the quality of the bonding of the cored wire on the achievement of consumer properties of the finished rolled metal is an actual and important task.

Keywords: quality, flux-cored wire, alloy steel, out-of-furnace steel processing, fill factor

UDC 621.778.1-428:658.562

Rubin G.Sh., Kalinina A.A. DEVELOPMENT OF THE METHOD OF COMPLEX EVALUATION OF THE QUALITY OF THE PERIODIC ARMATURE FOR FERRO-CONCRETE STRUCTURES BASED ON FUNCTIONAL-TARGET ANALYSIS

Abstract. In this paper, a structural diagram of the relationship of consumer properties has been developed, permissible intervals for changing indicators and their nominal values have been defined, formulas have been developed for calculating estimates of unit indicators, and approbation of the methodology using a conditional example.

Keywords: reinforcement for reinforced concrete structures, high-grade mill, long products, life cycle of reinforcement, structure of valve properties, functional-target analysis, single evaluation, integrated assessment

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Атрошенко Светлана Алексеевна – доктор физико-математических наук, профессор, профессор Санкт-Петербургского государственного экономического университета. E-mail: satroshe@mail.ru.

Выплавень Анастасия Александровна – студент ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Бережная Галина Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. Тел. 8 (3519) 29-85-25. E-mail: galina_1609@mail.ru.

Голубчик Эдуард Михайлович – доктор технических наук, доцент кафедры технологии обработки материалов, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38; e-mail: golub66@mail.ru.

Гулин Александр Евгеньевич – старший преподаватель кафедры технологии обработки материалов, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38; e-mail: walter_chel@mail.ru.

Емельянов Михаил Дмитриевич - студент кафедры физической химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им Г.И.Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38, E-mail: napasov.2013@mail.ru.

Жусупова Жанар Серекпаевна - студент кафедры физической химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им Г.И.Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38, E-mail: 89512445186@yandex.ru.

Зотов Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: zotov_tssa@mail.ru.

Калинина Александра Андреевна – магистрант кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им.Г.И.Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, т.89514386354, E-mail: alexandra.kalinina94@mail.ru.

Конев Сергей Васильевич – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Корчунов Алексей Георгиевич – доктор технических наук, профессор, проректор по международной деятельности, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: international@magtu.ru, (3519) 29-84-09.

Крамзина Лариса Викторовна – инженер кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. (3519) 29-84-31, e-mail: tssa@magtu.ru.

Крылова Светлана Александровна – кандидат химических наук, доцент кафедры физической химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им Г.И.Носова», Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: svkryl@mail.ru. Телефон: 8(3519)29-84-25.

Лимарев Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. (3519) 29-85-06, e-mail: aslimarev@mail.ru.

Людкова Анастасия Вячеславовна – магистрант кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.; E-mail: anastasiyalav@mail.ru.

Михайлец Владимир Федорович – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Низамутдинов Рамиль Равилевич - Директор ОП ЗАО «АВС Фарбен», Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, ул. Кирова, д. 161 ст. 1. e-mail: director-mg@abcfarben.ru.

Никифорова Валерия Максимовна – студент кафедры физической химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: blasphemera@mail.ru.

Полякова Марина Андреевна – доктор технических наук, профессор кафедры технологии обработки материалов, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38; e-mail: m.polyakova-64@mail.ru.

Пивоварова Ксения Григорьевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологий обработки материалов, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38; e-mail: k.pivovarova@magtu.ru, (3519) 29-85-12.

Рубин Геннадий Шмульевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: rubin@mgn.ru.

Сафуанов Айгиз Ильгизович - студент кафедры технологии обработки материалов, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Сергеева Юлия Александровна – магистрант кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. 909090941539, E-mail: Yulia.Sergeeva95@mail.ru.

Смирнов Андрей Николаевич – доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой физической химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: smircost@yandex.ru Телефон: 8(3519)29-85-78.

Сысоев Виктор Иванович – ассистент кафедры физической химии и химической технологии Федерального ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: viktor.sysoev.86@yandex.ru . Телефон: 8(3519)29-85-78.

Тэфтелев Иван Евгеньевич – начальник производственного отдела ОАО «Магнитогорский метизно-металлургический завод», ОАО «ММК-Метиз», г. Магнитогорск.

Узбеков Нурислам Елтаевич – студент кафедры технологии обработки материалов, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Хаммасов Ильнур Рафикович – магистрант кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Харитоновна Екатерина Дмитриевна – студент кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Чукина Екатерина Михайловна – магистрант кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Ширяев Олег Петрович – директор ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод «ММК-МЕТИЗ», (3519) 24-15-27.

THE INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Atroschenko Svetlana Alekseevna – DSci, professor, St.-Petersburg State Economic University. E-mail: satroshe@mail.ru.

Vyplaven Anastasia Alexandrovna – student, Nosov Magnitogorsk State Technical University, 455000 Russia, 38 Lenin Avenue, Magnitogorsk.

Berezhnaya Galina Andreevna – Ph.D., Associate Professor of the department Automobile Technology, Certification and Service, Nosov Magnitogorsk State Technical University. 455000, Russian Federation, Chelyabinsk region., Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38. Phone: 8(3519)29-85-25. E-mail: galina_1609@mail.ru.

Golubchik Eduard Mikhailovich - assistant professor, Doctor of Technical Science, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Department of Material processing, 455000, Magnitogorsk, Lenin avenue, 38; e-mail: golub66@mail.ru;

Gulin Aleksander Evgenevich – Senior Lecturer, master of Technical Science, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Department of Material processing, 455000, Magnitogorsk, Lenin avenue, 38; e-mail: wal-ter_chel@mail.ru.

Emelyanov Mikhail Dmitrievich – student, Department of physical chemistry and chemical engineering, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: napasov.2013@mail.ru

Zhusupova Zhanar Serepaeвна - student, Department of physical chemistry and chemical engineering, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: 89512445186@yandex.ru

Zotov Sergey Vladimirovich – Candidate of Engineering Sciences, associate professor department Automobile Technology, Certification and Service, Nosov Magnitogorsk State Technical University, 455000, Magnitogorsk, Lenin avenue, 38. E-mail: zotov_tssa@mail.ru.

Kalinina Alexandra Andreevna – master, Nosov Magnitogorsk State Technical University, 455000, Russian Federation, Chelyabinsk region, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38. т.89514386354, alexandra.kalinina94@mail.ru.

Konev Sergey Vasilevich– Candidate of Engineering Sciences, Assistant professor in Magnitogorsk state technical University named after G.I.Nosov, MGTU, Russia, Magnitogorsk

Korchunov Alexey Georgevich – D-r of technical science, vice-rector for International Relations, «Nosov Magnitogorsk State Technical University», Russia.

Kramzina Larisa Victorovna – assistant of the Department "Technology, certification and service vehicles", Nosov Magnitogorsk State Technical University, tel. 29-84-31, E-mail: tssa@magtu.ru.

Krylova Svetlana Alexandrovna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor department of physical chemistry and chemical technology of Nosov Magnitogorsk State Technical University, Lenin prospect, the house 38, the city of Magnitogorsk, 455000, RU. E-mail: svkryl@mail.ru. Phone: 8(3519)29-84-25.

Limarev Alexander Sergeyeovich – PhD in engineering, Associate Professor, department of Automobile Technology, Certification and Service, “Nosov Magnitogorsk State Technical University”. tel. (3519)29-84-31, e-mail: aslimarev@mail.ru.

Lyudkova Anastasiya Vyacheslavovna – Graduate student of Technologies, Certification and Vehicle Service Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University.455000, Russian Federation, Chelyabinsk region, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38. +7 (904) 976-17-47, +7 (3519) 24-61-37; anastasiyalav@mail.ru

Mikhailets Vladimir Fedorovich – Candidate of Engineering Sciences, Assistant professor in Magnitogorsk state technical University named after G.I.Nosov, MGTU, Russia, Magnitogorsk.

Nizamutdinov Ramil Ravilevich – Director of OP CJSC «ABC Farben», 455000, Magnitogorsk, UL. Kirova, 161 art. 1. e-mail: director-mg@abcfarben.ru.

Nikiforova Valeriya Maksimovna – student, Department of physical chemistry and chemical engineering, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: blasphemera@mail.ru

Polyakova Marina Andreyevna – professor, Doctor of Technical Science, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Department of Material processing, 455000, Magnitogorsk, Lenin avenue, 38; e-mail: m.polyakova-64@mail.ru

Pivovarova Kseniya Grigorevna – Ph.D. (Eng.), the associate professor, associate professor of Materials Processing Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University. Magnitogorsk, Russia.

Rubin Gennadij Shmulevich – Assoc. Prof., Ph.D., Nosov Magnitogorsk State Technical University. E-mail: rubin@mgn.ru.

Safuanov Ajjiz Ilgizovich – student, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Department of Material processing, 455000, Magnitogorsk, Lenin avenue, 38

Sergeeva Yulia Aleksandrovna – a Master student of department Automobile Technology, Certification and Service, Nosov Magnitogorsk State Technical University. 455000, Russian Federation, Chelyabinsk region, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38909090941539, Yulia.Sergeeva95@mail.ru

Smirnov Andrey Nikolaevich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of physical chemistry and chemical engineering, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: smircost@yandex.ru

Sysoev Viktor Ivanovich – assistant, Department of physical chemistry and chemical engineering, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: viktor.sysoev.86@yandex.ru

Tefteliev Ivan Evgenevich – head of production Department in Magnitogorsk hardware-metallurgical plant-United joint stock company- OAO “MMK-Metiz”, Russia, Magnitogorsk

Uzbekov Nurislan Eltaevich – student, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Department of Material processing, 455000, Russian Federation, Chelyabinsk region, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38

Hammasov Ilnur Rafikovich – a Master student of department Automobile Technology, Certification and Service, Nosov Magnitogorsk State Technical University. 455000, Russian Federation, Chelyabinsk region, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38

Kharitonova Ekaterina Dmitrievna – student of department Automobile Technology, Certification and Service, Nosov Magnitogorsk State Technical University. 455000, Russian Federation, Chelyabinsk region, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38

Chukina Ekaterina Mikhailovna – master, Nosov Magnitogorsk State Technical University, 455000, Russian Federation, Chelyabinsk region, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38

Shirayev Oleg Petrovich – director open JSC “MMK-METIZ”. Magnitogorsk. Russia.