

ISSN 2304-9235

ВЕСТНИК

Липецкого государственного технического университета
(Вестник ЛГТУ)

№ 3 (25). 2015 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-57003.
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор) 25.02.2014 г.

ISSN 2304-9235

ВЕСТНИК

**Липецкого государственного технического университета
(Вестник ЛГТУ)**

№ 3 (25). 2015 г.

Научно-технический журнал

Регистрационный номер ПИ № ФС77-57003

Главный редактор

доктор технических наук **Шмырин Анатолий Михайлович**

Зам. главного редактора

доктор технических наук, профессор **Володин Игорь Михайлович**

Редакционная коллегия:

д-р физ.-мат. наук, проф. Блюмин С.Л.

д-р техн. наук, доц. Гончарова М.А.

д-р техн. наук, проф. Зверев В.В.

д-р экон. наук, проф. Иода Е.В.

д-р техн. наук, проф. Козлов А.М.

д-р техн. наук, проф. Корчагин В.А.

д-р техн. наук, проф. Лебедев С.В.

д-р техн. наук, проф. Мещеряков В.Н.

д-р техн. наук, проф. Михайлов В.В.

д-р экон. наук, доц. Московцев В.В.

д-р техн. наук, проф. Мухин Ю.А.

д-р физ.-мат. наук, проф. Пеньков В.Б.

д-р техн. наук, проф. Погодаев А.К.

д-р филос. наук, доц. Полякова И.П.

д-р хим. наук, доц. Салтыков С.Н.

д-р техн. наук, доц. Сараев П.В.

д-р техн. наук, проф. Шкатов В.В.

д-р психол. наук, проф. Чиликин А.Н.

д-р техн. наук, проф. Филоненко Ю.Я.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».

Учредитель: © ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет».

Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30. E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

МАТЕМАТИКА

MATHEMATICS

СТР.

- 6 **Шмырин А.М., Мишачев Н.М., Трофимов Е.П., Кузнецов А.Г.**
Коррекция коэффициентов линейной окрестностной модели

Shmyrin A.M., Mishachev N.M., Trofimov E.P., Kuznetsov A.G.
Correction of linear neighborhood model coefficients

- 12 **Мещеряков В.Н., Байков Д.В.**
Имитационная модель асинхронного электропривода на базе матричного преобразователя частоты

Meshcheryakov V.N., Baykov D.V.
Simulation model of the induction drive on the basis of the matrix converter

ФИЗИКА

PHYSICS

- 19 **Севостьянов А.В., Губарев В.Я.**
Характеристики дисперсности плоских двухкомпонентных струй

Sevostjanov A.V., Gubarev V.Ya.
Dispersion characteristics of flat two-component jets

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY

- 24 **Глазунова И.В., Трушкина Е.А.**
Закономерности очистки водных растворов от нефтепродуктов углеминеральным адсорбентом, активированным гидроксидом калия

Glazunova I.V., Trushkina E.A.
Regularities of cleaning water solutions from oil products by a coal-mineral adsorbent activated by potassium hydroxide

- 28 **Поминов Д.С., Красникова Е.М.**
Технология промышленной утилизации формальдегида

Pominov D.C., Krasnikova E.M.
A technology of the industrial utilization of formaldehyde

МЕТАЛЛУРГИЯ

METALLURGY

- 31 **Чуприн П.В.**
Влияние содержания кремния и фосфора в изотропной электротехнической стали третьей группы легирования на механические и магнитные свойства

Chuprin P.V.
The effect of silicon and phosphorus content in the grain oriented electrical steel of the third group of alloying on mechanical and magnetic properties

- | | | |
|----|--|---|
| 35 | <p>Михайлов В.Г., Прохорова Т.В.
 Исследование эффективности применения новых технологий подачи дополнительного топлива при агломерации</p> | <p>Mikhailov V.G. Prokhorova T.V.
 <i>Study of the effectiveness of the use of new technologies of additional fuelling at agglomeration</i></p> |
| 42 | <p>Бобылева Н.А., Rogotovskiy A.H., Шипельников А.А.
 Исследование взаимосвязи химического состава с твердостью микроструктуры стального сляба</p> | <p>Bobyleva N.A., Rogotovskiy A.N., Shipelnikov A.A.
 <i>Research of the interrelation of chemical composition and the hardness of the microstructure of the steel slab</i></p> |
| 48 | <p>Суслов А.А., Лупова И.А., Клыкова О.А.
 Исследование влияния формы графита и типа металлической основы чугуна на стойкость в условиях кавитационной эрозии</p> | <p>Suslov A.A., Lupova I.A., Klykova O. A.
 <i>Research of the influence of the form of graphite and the type of the metal basis of cast iron on firmness in the conditions of cavitation erosion.</i></p> |
| 54 | <p>Гринавцев В.Н., Гринавцева Е.В., Попов В.С., Минаева О.В.
 Энергосиловые параметры прокатки двутавровой балки в ребровом калибре</p> | <p>Grinavtsev V.N., Grinavtseva E.V., Popov V.S. Minaeva O.V.
 <i>Power parameters of rolling I-beams in the edging groove.</i></p> |
| 57 | <p>Гринавцев В.Н., Минаева О.В., Попов С.В.
 Новая технология правки полосы</p> | <p>Grinavtsev V.N., Minaeva O.V., Popov S.V.
 <i>New technology of strip flattening</i></p> |

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

HUMANITARIAN SCIENCES

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ECONOMICS

- | | | |
|----|--|--|
| 59 | <p>Козлова Е.И., Кололиков М.А.
 Экономические циклы и их влияние на экономику России</p> | <p>Kozlova E.I., Komolikov M.A.
 <i>Economic cycles and their impact on Russian economy</i></p> |
| 64 | <p>Московцева Л.В.
 Технология формирования приоритетов стратегического развития территорий</p> | <p>Moskovtseva L.V.
 <i>A technology of forming the priorities of the strategic development of territories</i></p> |
| 67 | <p>Иода Е.В., Чиркина М.В.
 Обоснование подходов к реализации региональной стратегии кластеризации:</p> | <p>Ioda E.V., Chirkina M. V.
 <i>Justification of approaches to the realization of the regional strategy of</i></p> |

агропромышленный комплекс как
инструмент повышения
конкурентоспособности территории

*clustering: the agrarian and
industrial complex as an instrument
of increasing the competitiveness of
the territory*

- 74 ***Иода Е.В., Иода Ю.В.***
Трансформационные процессы
современной экономической системы

Ioda E.V., Ioda Yu.V.
*Transformational processes in
modern economic systems*

**ПЕДАГОГИКА И
ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**PEDAGOGICS AND REMOTE
EDUCATION**

- 83 ***Пыльнева Т.Г., Грушевская А.В.***
Применение дистанционных
образовательных технологий в высшем
профессиональном обучении

Pylneva T.G., Grushevskaya A.V.
*Application of distance educational
technologies in higher professional
education*

- 87 **АННОТАЦИИ СТАТЕЙ**

ABSTRACTS

УДК 512.8

КОРРЕКЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЛИНЕЙНОЙ ОКРЕСТНОСТНОЙ МОДЕЛИ

Липецкий государственный технический университет

А.М. Шмырин, Н.М. Мишачев,
Е.П. Трофимов, А.Г. Кузнецов

Рассматривается задача коррекции коэффициентов идентифицированной линейной окрестностной модели при получении новых экспериментальных данных.

Синтез (идентификация) линейной окрестностной модели.

Напомним определение окрестностной модели (системы управления) и алгоритм ее идентификации (синтеза). Симметричная линейная окрестностная модель [1] имеет вид $\Omega X + TV = 0$, где X и V – n -векторы состояний и управлений, Ω и T – $(n \times n)$ -матрицы коэффициентов. Строки матриц Ω и T соответствуют узлам модели, а их ненулевые элементы соответствуют окрестностной структуре узлов модели. В простейшем случае, который мы далее и будем рассматривать, компоненты векторов и матриц X , V , Ω , T являются числами; в общем случае компоненты векторов X и V могут быть элементами некоторого векторного пространства, а компоненты матриц Ω и T – линейными операторами, действующими в этом пространстве. В координатной записи имеем

$$\sum_{i=1}^n (\omega_i^j X_i + t_i^j V_i) = 0, j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где X_i, V_i – состояние и управление i -го узла. Ставится задача нахождения коэффициентов модели ω_i^j, t_i^j по известным экспериментальным данным (кортежам $X_{il}, V_{il}, l = 1, \dots, L$). Подстановка кортежей в модель с n узлами приводит к системе nL линейных уравнений для $2n^2$ коэффициентов. Вообще говоря, в модели могут быть условия, связывающие искомые коэффициенты разных уравнений модели, например, условие симметричности или антисимметричности матриц Ω и T . Если нет связей между коэффициентами, относящимися к разным уравнениям модели (то есть с разными верхними индексами), то система распадается на n систем, по одной для каждого узла модели:

$$\sum_{i=1}^n (\omega_i X_{il} + t_i V_{il}) = 0, l = 1, 2, \dots, L. \quad (2)$$

Здесь верхний индекс для упрощения записи пропущен. Эта однородная система имеет тривиальное решение, однако обычно некоторые s из коэффициентов (ω_j, t_j) заранее заданы и система становится неоднородной. Тогда в невырожденном случае (когда ранги матрицы системы и расширенной матрицы системы максимальны) остальные коэффициенты можно найти как:

- а) нормальное обобщенное решение при $L < 2n - s$, минимизирующее норму вектора свободных (не заданных) коэффициентов;
- б) решение определенной системы при $L = 2n - s$;
- с) обобщенное решение в смысле наименьших квадратов (минимизирующее норму вектора невязки) при $L > 2n - s$.

Пример 1. Рассмотрим задачу идентификации окрестностной модели с двумя узлами:

$$\begin{cases} w_1^1 X_1 + w_2^1 X_2 + t_1^1 V_1 + t_2^1 V_2 = 0, w_2^1 = 2 \\ w_1^2 X_1 + w_2^2 X_2 + t_1^2 V_1 + t_2^2 V_2 = 0, t_2^2 = -1. \end{cases}$$

Даны пять кортежей данных:

ℓ	X_1	X_2	V_1	V_2
1	2	3	2	-1
2	-1	2	0	2
3	-1	2	1	3
4	2	1	0	4
5	3	0	2	1

Пользуясь алгоритмом, приведенным выше, получаем две системы линейных уравнений:

$$\begin{cases} 2w_1^1 + 2t_1^1 - t_2^1 = -6 \\ -w_1^1 + 2t_2^1 = -4 \\ -w_1^1 + t_1^1 + 3t_2^1 = -4 \\ 2w_1^1 + 4t_2^1 = -2 \\ 3w_1^1 + 2t_1^1 + t_2^1 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} 2w_1^2 + 3w_2^2 + 2t_1^2 = -1 \\ -w_1^2 + 2w_2^2 = 2 \\ -w_1^2 + 2w_2^2 + t_1^2 = 3 \\ 2w_1^2 + 1w_2^2 = 4 \\ 3w_1^2 + 2t_1^2 = 1. \end{cases}$$

Решая эти системы, мы получаем искомую окрестностную модель:

$$\begin{cases} -0,2348 X_1 + 2 X_2 - 0,7712 V_1 - 0,3062 V_2 = 0 \\ 0,4761 X_1 + 0,9402 X_2 - 0,9785 V_1 - V_2 = 0. \end{cases}$$

Коррекция коэффициентов линейной окрестностной модели с учетом новых данных.

Предлагаемый ниже алгоритм может быть полезен в задачах, в которых необходима адаптация уже имеющейся окрестностной модели к работе в новых условиях. Пусть имеется линейная окрестностная модель вида

$$\sum_{i=1}^n \left(\omega_i^j X_i + t_i^j V_i \right) = 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

где n – количество узлов, X_i, V_i – состояние и управление в узле i . Данные, на основании которых была синтезирована модель, могут отсутствовать, но известны новые кортежи экспериментальных данных $X_{il}, V_{il}, l = 1, \dots, L$. Будем искать корректирующие поправки

$$\Delta \omega_i^j = \tilde{\omega}_i^j - \omega_i^j \quad \text{и} \quad \Delta t_i^j = \tilde{t}_i^j - t_i^j$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\tilde{\omega}_i^j X_{il} + \tilde{t}_i^j V_{il} \right) = 0, \quad l=1, \dots, L, \quad j=1, \dots, n,$$

или, что то же самое,

$$\sum_{i=1}^n \left(\Delta\omega_i^j X_i + \Delta t_i^j V_i \right) = - \sum_{i=1}^n \left(\omega_i^j X_{il} + t_i^j V_{il} \right), \quad l=1, \dots, L, \quad j=1, \dots, n.$$

Если нет связей между коэффициентами, относящимся к разным уравнениям модели (то есть с разными верхними индексами) то эта система распадается на n систем, по одной для каждого уравнения модели (верхний индекс опущен):

$$\sum_{i=1}^n \left(\Delta\omega_i X_{il} + \Delta t_i V_{il} \right) = - \sum_{i=1}^n \left(\omega_i X_{il} + t_i V_{il} \right), \quad l=1, \dots, L.$$

Эта неоднородная система всегда имеет очевидное решение $\Delta\omega_i^j = -\omega_i^j$, $\Delta t_i^j = -t_i^j$. Но это решение не является минимальным по норме. Поскольку нас интересует минимальная коррекция системы, нужно найти нормальное обобщенное решение с помощью псевдообращения матрицы системы. Более того, обычно некоторые s из коэффициентов модели заранее заданы и не должны изменяться и, значит, соответствующие им поправки должны быть нулевыми (еще одна причина, по которой указанное выше очевидное решение нас не устраивает). Остальные (ненулевые) $2n - s$ поправочные коэффициенты $\Delta\omega_i$ и Δt_i можно найти как :

- нормальное обобщенное решение системы при $L < 2n - s$, минимизирующее норму вектора поправок;
- решение определенной системы при $L = 2n - s$;
- обобщенное решение в смысле наименьших квадратов (минимизирующее норму вектора невязки) при $L > 2n - s$.

Здесь, как и в предыдущем пункте, для упрощения формулировок мы рассматриваем только невырожденный случай, то есть предполагаем, что ранги матрицы коэффициентов системы и расширенной матрицы системы максимальны.

Пример 2. Пусть первое уравнение окрестностной модели с двумя узлами имеет вид

$$2X_1 - 3X_2 + V_1 - 3V_2 = 0,$$

и даны три кортежа новых данных:

ℓ	X_1	X_2	V_1	V_2	$2X_1 - 3X_2 + V_1 - 3V_2$
1	1	2	0	-1	1
2	-1	-1	1	1	1
3	2	-2	1	-2	-17

Пользуясь приведенным выше алгоритмам, получим систему:

$$\begin{cases} \Delta\omega_1 + 2\Delta\omega_2 - \Delta t_2 = 1 \\ -\Delta\omega_1 - \Delta\omega_2 + \Delta t_1 - \Delta t_2 = 1 \\ 2\Delta\omega_1 - 2\Delta\omega_2 + \Delta t_1 - 2\Delta t_2 = -17 \end{cases}$$

и её решение:

$$\Delta\omega_1 = 2.3571, \Delta\omega_2 = -1.8571, \Delta t_1 = 3.8571, \Delta t_2 = -2.3571.$$

Пример 3. Пусть первое уравнение окрестностной модели с двумя узлами имеет вид

$$X_1 - 3X_2 + 2V_1 - 3V_2 = 0,$$

при этом коэффициент -3 при V_2 фиксирован и даны три кортежа новых данных:

ℓ	X_1	X_2	V_1	V_2	$X_1 - 3X_2 + 2V_1 - 3V_2 = 0$
1	0	0	1	-1	5
2	-1	-1	2	1	3
3	-2	0	3	-2	10

Пользуясь алгоритмом приведенным выше, получим следующую систему для поправочных коэффициентов:

$$\begin{cases} \Delta t_1 = 5 \\ -\Delta\omega_1 - \Delta\omega_2 + 2\Delta t_1 = 3 \\ -2\Delta\omega_1 + 3\Delta t_1 = 10 \end{cases}$$

и ее решение: $\Delta\omega_1 = 2.5, \Delta\omega_2 = 4.5, \Delta t_1 = 5, \Delta t_2 = 0$.

Приоритетный синтез (идентификация) линейной окрестностной модели.

Предложенный выше алгоритм коррекции можно использовать для синтеза окрестностной системы в случае, когда кортежи данных разбиты на группы, упорядоченные по приоритету.

В этом случае на первом шаге мы синтезируем модель для группы с наименьшим приоритетом (как в пункте 1). Затем, на втором шаге, полученную модель нужно корректировать как в пункте 2, используя кортежи из второй (по возрастанию приоритета) группы. На третьем шаге новую, уже корректированную модель, нужно корректировать используя кортежи из третьей по приоритету групп и так далее. При этом на последнем шаге будет добавлена группа данных с наибольшим приоритетом.

Пример 4. Пусть набор кортежей для линейной окрестностной модели с двумя узлами:

$$\begin{cases} w_1^1 X_1 + w_2^1 X_2 + t_1^1 V_1 + t_2^1 V_2 = 0, w_2^1 = 2 \\ w_1^2 X_1 + w_2^2 X_2 + t_1^2 V_1 + t_2^2 V_2 = 0, t_2^2 = -1 \end{cases}$$

состоит из двух групп, при этом в группе с меньшим приоритетом пять кортежей и в группе с большим приоритетом три кортежа.

ℓ (меньший приоритет)	X_1	X_2	V_1	V_2
1	2	3	2	1
2	-1	2	0	3
3	-1	2	1	1
4	2	1	0	1
5	3	0	2	2
ℓ (большой приоритет)	X_1	X_2	V_1	V_2
1	1	2	0	-1
2	-1	-1	1	1
3	2	-2	1	-2

Используя алгоритм, приведенный в п. 1, составляем системы уравнений для нахождения коэффициентов модели:

$$\begin{cases} 2w_1^1 + 2t_1^1 + t_2^1 = -6 \\ -w_1^1 + 3t_2^1 = -4 \\ -w_1^1 + t_1^1 + t_2^1 = -4 \\ 2w_1^1 + t_2^1 = -2 \\ 3w_1^1 + 2t_1^1 + 2t_2^1 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} 2w_1^2 + 3w_2^2 + 2t_1^2 = 1 \\ -w_1^2 + 2w_2^2 = 3 \\ -w_1^2 + 2w_2^2 + t_1^2 = 1 \\ 2w_1^2 + 1w_2^2 = 1 \\ 3w_1^2 + 2t_1^2 = 2. \end{cases}$$

Найденные коэффициенты подставляем в модель:

$$\begin{cases} 0.6971 X_1 + 2X_2 - 1.6748 V_1 - 1.0287 V_2 = 0 \\ 0.1316 X_1 + 0.5789 X_2 + 0.1316 V_1 - V_2 = 0. \end{cases}$$

Следующим шагом найдем поправочные коэффициенты для данных из большого по приоритетности кортежа:

$$\begin{aligned} \Delta w_1^1 &= -0.0909, \Delta w_2^1 = 0, \Delta t_1^1 = 3.0909, \Delta t_2^1 = 0.0909, \\ \Delta w_1^2 &= -1.0000, \Delta w_2^2 = 0, \Delta t_1^2 = 0, \Delta t_2^2 = 0. \end{aligned}$$

Теперь модель имеет вид:

$$\begin{cases} 0.6062 X_1 + 2X_2 + 1.4161V_1 - 0.9378V_2 = 0 \\ -1.1316 X_1 + 0.5789 X_2 + 0.1316 V_1 - V_2 = 0. \end{cases}$$

Для сравнения построим модель сразу по восьми кортежам, без учета приоритетов, как в п. 1. Коэффициенты этой модели находим, решая системы:

$$\begin{cases} 2w_1^1 + 2t_1^1 + t_2^1 = -6 \\ -w_1^1 + 3t_2^1 = -4 \\ -w_1^1 + t_1^1 + t_2^1 = -4 \\ 2w_1^1 + t_2^1 = -2 \\ 3w_1^1 + 2t_1^1 + 2t_2^1 = 0 \\ w_1^1 - t_2^1 = -4 \\ -w_1^1 + t_1^1 + t_2^1 = 2 \\ 2w_1^1 + t_1^1 - 2t_2^1 = 4 \end{cases} \quad \begin{cases} 2w_1^2 + 3w_2^2 + 2t_1^2 = 1 \\ -w_1^2 + 2w_2^2 = 3 \\ -w_1^2 + 2w_2^2 + t_1^2 = 1 \\ 2w_1^2 + 1w_2^2 = 1 \\ 3w_1^2 + 2t_1^2 = 2 \\ w_1^2 + 2w_2^2 = -1 \\ -w_1^2 - w_2^2 + t_1^2 = 1 \\ 2w_1^2 - 2w_2^2 + t_1^2 = -2. \end{cases}$$

В результате модель примет вид:

$$\begin{cases} -0.202 X_1 + 2X_2 - 0.0949V_1 - 1.1559V_2 = 0 \\ -0.3043 X_1 + 0.3964 X_2 + 0.6419V_1 - V_2 = 0. \end{cases}$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блюмин, С.Л. Окрестностные системы [Текст] / С.Л. Блюмин, А.М. Шмырин. – Липецк: Липецкий эколого-гуманитарный институт, 2005. – 132 с.
2. Окрестностное моделирование организационно-технических систем [Текст] / Блюмин С.Л. [и др.]. – Липецк: Изд-во ЛЭГИ. – 2013.
3. Шмырин А.М. Дискретные модели в классе окрестностных систем [Текст] / А.М. Шмырин, И.А. Седых // Вестник Тамбовского университета. – Т.17, – Вып. 3. – 2012. – С. 867-871.

Ключевые слова: линейная окрестностная модель, идентификация, коррекция.

Сведения об авторах:

Шмырин Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Мишачев Николай Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Трофимов Евгений Павлович, студент физико-технологического факультета Липецкого государственного технического университета.

Кузнецов Артем Геннадьевич, студент физико-технологического факультета Липецкого государственного технического университета.

E-mail: amsh@lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ МАТРИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Липецкий государственный технический университет

В.Н. Мещеряков, Д.В. Байков

В статье рассмотрены вопросы моделирования и разработки имитационной модели асинхронного электропривода на базе преобразователя частоты матричного типа, представляющего собой комбинацию виртуального активного выпрямителя и виртуального автономного инвертора напряжения, с системой пространственно-векторной модуляции, обеспечивающей максимальный коэффициент передачи равный 0,866.

Современные условия развития электропривода переменного тока характеризуются стремлением к повышению энергетической эффективности, включающей в себя обеспечение синусоидальности входных токов, близкий к единице коэффициент мощности, а также возможность сброса электрической энергии в режиме рекуперативного торможения в промышленную сеть. Среди наиболее распространенных и отлаженных в производстве преобразователей можно выделить двухзвенные преобразователи частоты (ДПЧ), выполненные на основе автономных инверторов напряжения (АИН) или тока (АИТ). Связь АИН с электрической сетью обычно выполняется в виде диодного моста, а для обеспечения тормозных режимов таких преобразователей используется тормозной резистор в звене постоянного тока или дополнительный тиристорный мост, подключенный между звеном постоянного тока и сетью. Существенными недостатками таких технических решений являются высокий коэффициент гармоник входного тока и потребление реактивной мощности. Для устранения данных недостатков обычно используют в конструкции преобразователя активный выпрямитель (АВ), однако наличие громоздкого накопителя в звене постоянного тока (конденсатора в АИН или дросселя в АИТ) требует определенных условий эксплуатации и периодической замены, что не позволяет снизить массогабаритные показатели и достичь максимальных значений удельной мощности преобразователя. Кроме того, для ДПЧ по-прежнему является актуальной проблема повышения качества потребляемой энергии, энергетической эффективности и надежности.

Наиболее перспективным направлением развития рекуперативного электропривода переменного тока видится сравнительно новая разновидность непосредственных преобразователей частоты – матричный преобразователь частоты (МПЧ) (рис. 1), не содержащий в своем составе ненадежных элементов и характеризующийся более высоким качеством потребляемой энергии.

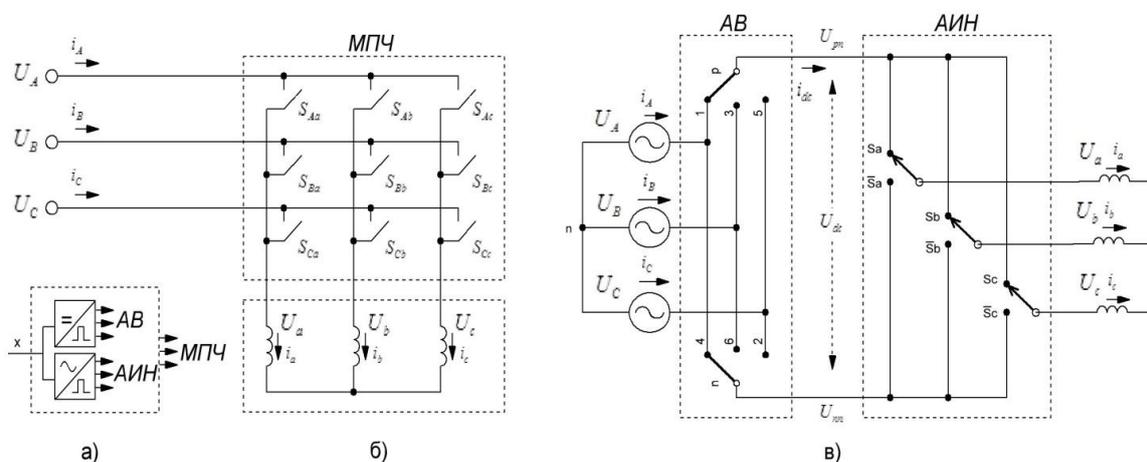


Рис. 1. Матричный преобразователь частоты: а - управляющая часть; б - силовая часть; в - схема замещения

Только сейчас первые опытные образцы МПЧ выходят на мировой рынок силовой преобразовательной техники, характеризуясь высокими энергетическими показателями и не менее высокой ценой, что по-прежнему заставляет их оставаться объектом научно-технических изысканий [1]. Тем не менее, существующие топологии силовой части МПЧ позволяют снизить размеры входного фильтра или полностью исключить его из конструкции преобразователя, а отсутствие звена постоянного тока влечет к существенному снижению массогабаритных показателей и повышению надежности всего электропривода в целом, что делает этот тип преобразователей привлекательным объектом для исследований. Особое внимание исследователей привлекает разработка энергосберегающего электропривода на базе асинхронного двигателя (АД), управляемого МПЧ, о чем свидетельствует растущее число научных публикаций, подтверждающих преимущества МПЧ по сравнению с традиционными ДПЧ.

Основные задачи, которые стоят перед разработчиком при проектировании матричного электропривода – это выбор алгоритма управления силовой частью МПЧ и расчет входного фильтра, обеспечивающего заданный коэффициент мощности при минимальных массогабаритных показателях.

В настоящее время разработано несколько алгоритмов управления силовой частью МПЧ, условно их можно разделить на алгоритмы скалярной и пространственно-векторной модуляции. К алгоритмам скалярной модуляции относятся базовый метод управления [2-3], его развитие, известный как оптимизированный алгоритм Вентарини [4] и алгоритм канадского ученого Жиль Роя [5]. Отличие между оптимизированным алгоритмом Вентарини и алгоритмом Роя заключено лишь в том, что вычисленные по оптимизированному алгоритму коэффициенты модуляции зависят от коэффициента передачи напряжения, а в алгоритме канадского ученого они постоянны и равны своему максимальному значению.

Общим недостатком перечисленных алгоритмов является недостаточно высокое значение выходного напряжения, что ограничивает применение МПЧ в промышленности, где наиболее часто используется трехфазная сеть 220/380 В. Очевидно, что МПЧ должен обеспечивать указанное выходное напряжение при таком же входном. Однако существующие алгоритмы управления имеют максимальное значение коэффициента передачи 0,5 (базовый метод управления, алгоритм Роя) и 0,866 (оптимизированный алгоритм Вентарини, пространственно-векторная модуляция). При этом оптимизированный алгоритм Вентарини имеет достаточно большое значение коэффициента гармоник выходного напряжения и входного тока.

В настоящее время наиболее перспективными являются методы пространственно-векторной модуляции. Одной из разновидностей данных методов является косвенная пространственно-векторная модуляция (Indirect SVM или ISVM), предложенная в 1989 году, после того как МПЧ был представлен в эквивалентной схеме, сочетающей выпрямитель и инвертор, связанные с помощью виртуального звена постоянного тока [4, 6]. Такой метод позволяет использовать для управления МПЧ хорошо известные алгоритмы пространственно-векторной модуляции выпрямительной и инверторной частей ДПЧ. Однако современные алгоритмы пространственно-векторной модуляции МПЧ способны обеспечить максимальный коэффициент передачи равный не более 0,866. Данное значение коэффициента передачи способно сформировать выходное напряжение не более 190/330 В, что существенно ниже номинального значения напряжения промышленной сети. Поэтому основной задачей стоящей перед учеными и разработчиками, является разработка новых и модификация существующих алгоритмов пространственно-векторной модуляции с целью повышения максимально возможного значения коэффициента передачи без существенного ухудшения спектра выходного напряжения. Это позволит расширить сферы применения матричного электропривода в промышленности.

В данной работе подробнее остановимся на вопросах разработки имитационной модели и особенностях асинхронного электропривода на базе МПЧ, представляющего собой комбинацию виртуального активного выпрямителя и виртуального автономного инвертора напряжения, с системой пространственно-векторной модуляции, обеспечивающей максимальный коэффициент

передачи равный 0,866 [7]. На рис. 2 представлена имитационная модель асинхронного электропривода на базе МПЧ, выполненная в среде моделирования Matlab/Simulink.

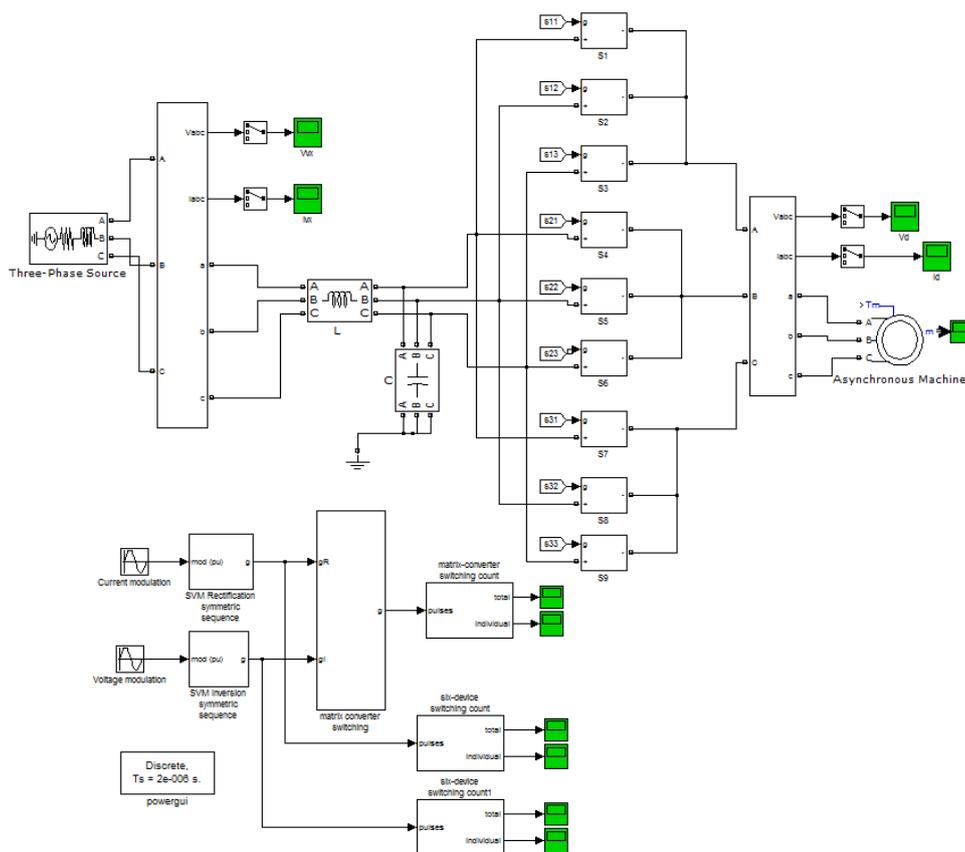


Рис. 2. Имитационная модель асинхронного электропривода на базе МПЧ

МПЧ питается от трехфазной сети переменного напряжения. На его входе, с целью обеспечения электромагнитной совместимости с питающей сетью, установлен LC фильтр, необходимый для сглаживания входных токов и получения жесткой характеристики входа по напряжению. При небольших значениях нагрузки входной LC фильтр потребляет из сети реактивный (емкостной) ток, поэтому конденсатор выбирается из условий получения коэффициента мощности не ниже 0,8 при 10% загрузке. Индуктивность входного фильтра выбирается из условий качества потребляемого входного тока согласно IEEE Стандарту 519-1992.

В имитационной модели МПЧ реализован с помощью 9 двунаправленных ключей S1...S9, выполненных по схеме с общим эмиттером и способных блокировать обратное напряжение и проводить ток в обоих направлениях. Нагрузкой преобразователя служат трехфазные обмотки асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. В модель прописаны параметры общепромышленного АД АИР90L4 мощностью 2,2 кВт, 1500 об/мин.

Система управления МПЧ выполнена согласно стратегии пространственно-векторной модуляции и реализована блоками «SVM Rectification symmetric sequence» и «SVM Inversion symmetric sequence». Эти блоки формируют шину управляющих импульсов «G» и через блок «matrix converter switching» непосредственно воздействуют на силовые двунаправленные ключи S1...S9. Модели блоков «SVM Rectification symmetric sequence» и «SVM Inversion symmetric sequence» показаны на рис. 3 и 4 соответственно.

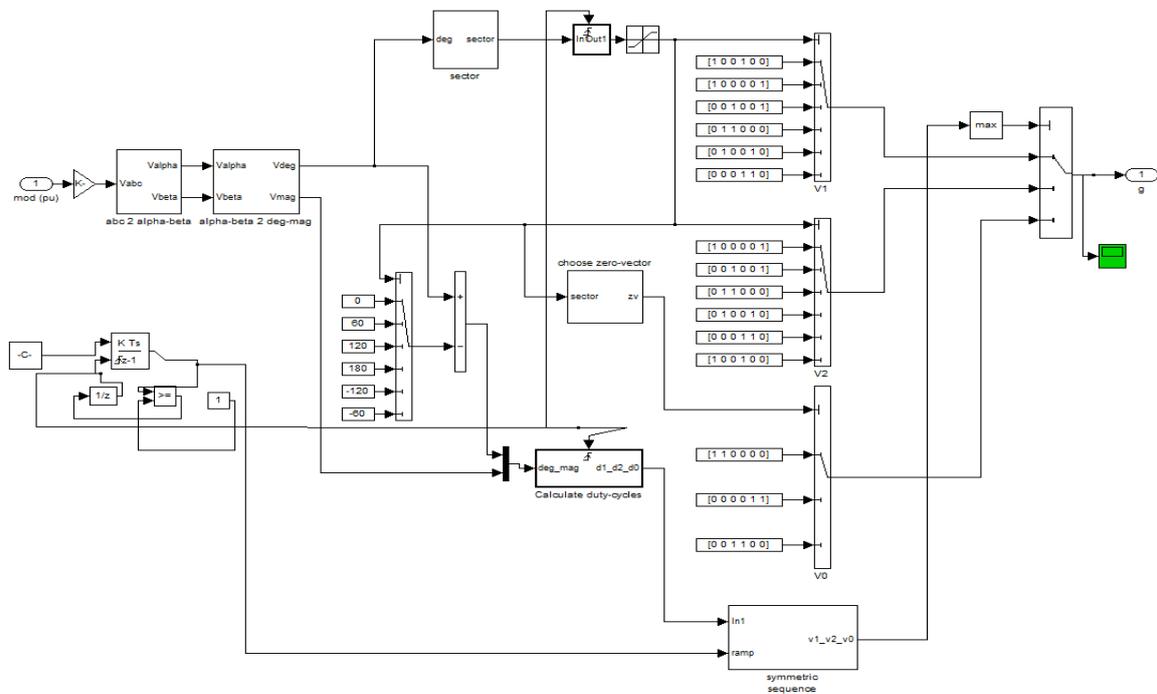


Рис. 3. Модель блока «SVM Rectification symmetric sequence»

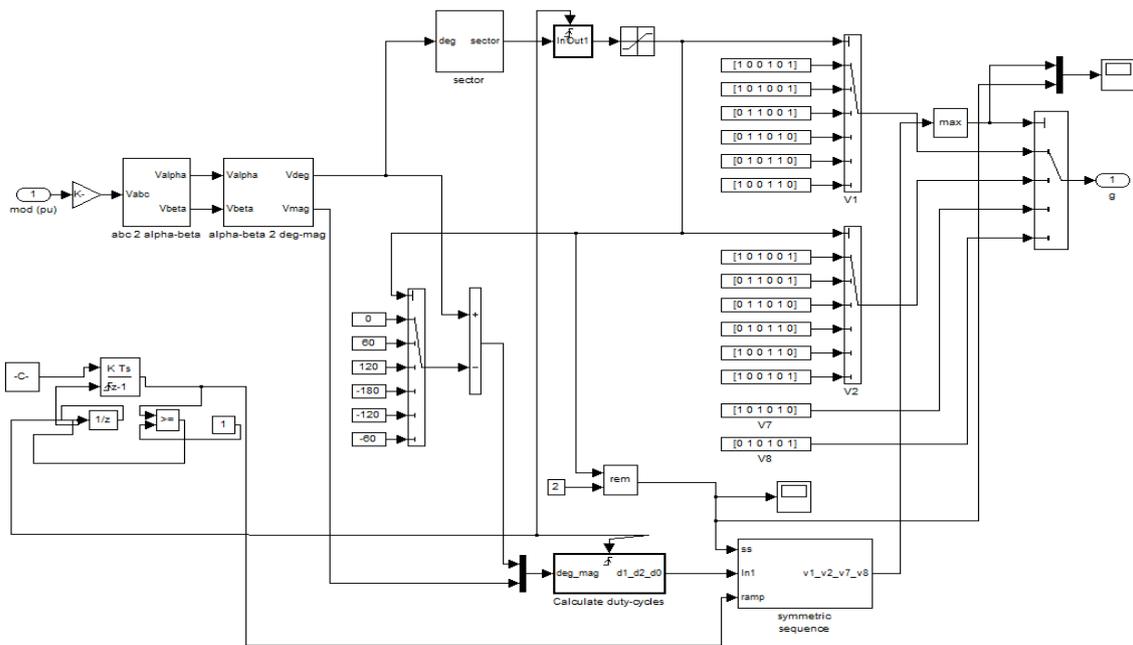


Рис. 4. Модель блока «SVM Inversion symmetric sequence»

Частота модуляции силовых ключей $S1 \dots S9$ задается элементом «-C-». Блоки «sector» вычисляют текущие номера секторов тока K_i и напряжения K_u . Требуемые вектора для каждой комбинации сектора выходного напряжения K_U и сектора входного тока K_i МПЧ подробно изложены в [7]. После имя вектора преобразуется в его порядковый номер для переключателей « V_0, V_1, V_2, V_7, V_8 ».

Длительности циклов модуляции $d^I, d^{II}, d^{III}, d^{IV}, d^0$ рассчитываются блоком «Calculate duty-cycles» согласно выражениям (1) и (2), исходя из значений входных параметров, а именно – углов α_0 и β_i пространственных векторов выходного напряжения и входного тока.

$$\begin{aligned}
d^I &= \frac{2q}{\sqrt{3}} \frac{\cos(\alpha_o - \pi/3)\cos(\beta_i - \pi/3)}{\cos\varphi_i}, \\
d^{II} &= \frac{2q}{\sqrt{3}} \frac{\cos(\alpha_o - \pi/3)\cos(\beta_i + \pi/3)}{\cos\varphi_i}, \\
d^{III} &= \frac{2q}{\sqrt{3}} \frac{\cos(\alpha_o + \pi/3)\cos(\beta_i - \pi/3)}{\cos\varphi_i}, \\
d^{IV} &= \frac{2q}{\sqrt{3}} \frac{\cos(\alpha_o + \pi/3)\cos(\beta_i + \pi/3)}{\cos\varphi_i},
\end{aligned}
\tag{1}$$

где φ_i - угол входного сдвига фаз, q – коэффициент передачи. Так как для полного завершения модуляционного периода необходимо, чтобы сумма коэффициентов модуляции была равна единице, то существующие длительности циклов модуляции необходимо дополнить нулевым циклом модуляции d^0 .

$$d^0 = 1 - (d^I + d^{II} + d^{III} + d^{IV}). \tag{2}$$

Подставив выражения (1) в (2), получим уравнение, определяющее теоретически возможный максимальный коэффициент передачи:

$$q \leq \frac{\sqrt{3}}{2} \cos\varphi. \tag{3}$$

При $\cos\varphi_i = 1$ максимальное значение $\approx 0,866$. Рассчитанные блоком «Calculate duty-cycles» значения длительностей циклов модуляции $d^I, d^{II}, d^{III}, d^{IV}, d^0$ симметрично распределяются по периоду модуляции T_s блоками «symmetric sequence». Затем номера выбранных пространственных векторов перемножаются с логическими сигналами распределения $v^I, v^{II}, v^{III}, v^{IV}, v^0$, в любой момент времени только один из которых может быть равен «1», а все остальные «0». Комбинация ключей МПЧ, соответствующая номеру вектора является выходным сигналом «G», который поступает на силовые двунаправленные ключи S1...S9 МПЧ. Адекватность рассматриваемого алгоритма управления преобразователем частоты матричного типа подтверждена моделированием. Осциллограммы входных и выходных токов и напряжений асинхронного электропривода на базе МПЧ при коэффициентах передачи напряжения 0,5 и при максимально достижимом 0,866 показаны на рисунках 5 и 6.

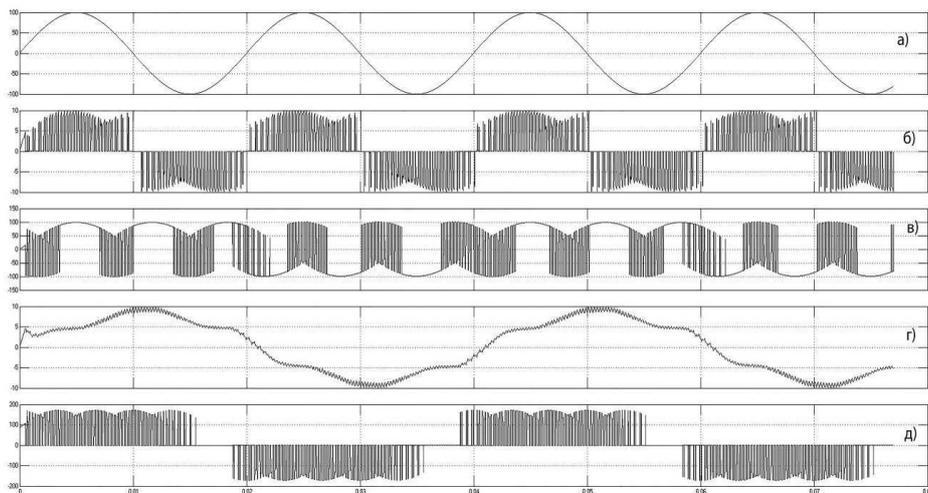


Рис. 5. Результаты моделирования асинхронного электропривода на базе МПЧ при $q=0,5$: а - входное фазное напряжение; б - входной ток; в - выходное фазное напряжение; г - выходной ток; д - выходное линейное напряжение

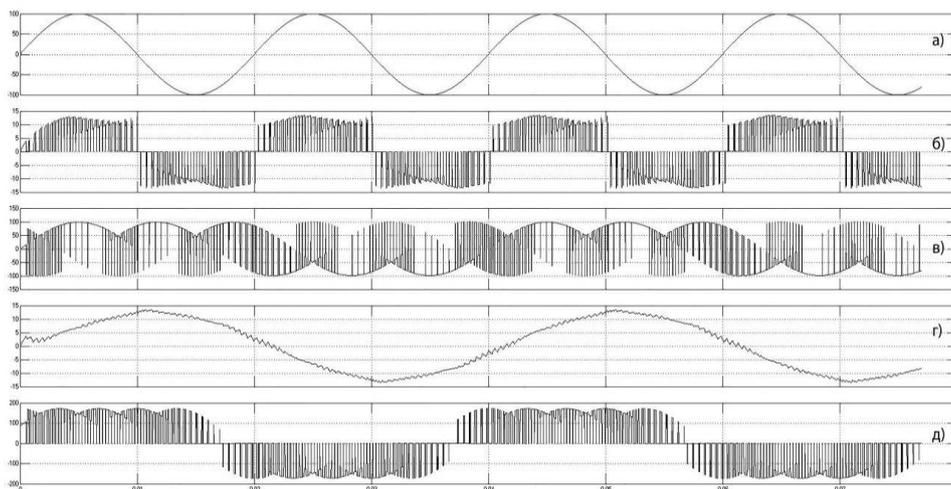


Рис. 6. Результаты моделирования асинхронного электропривода на базе МПЧ при $q=0,866$:
а - входное фазное напряжение; б - входной ток; в - выходное фазное напряжение;
г - выходной ток; д - выходное линейное напряжение

Таким образом, стратегия пространственно-векторной модуляции способна обеспечить коэффициент передачи напряжения равный 0,866, что достигается при $\cos\varphi_i = 1$. Это означает, что для заданного угла входного сдвига фаз φ_i максимальное выходное напряжение снижается пропорционально $\cos\varphi_i$. Несмотря на это, качество работы асинхронного электропривода на базе МПЧ снижается в меньшей степени, так как режим малой мощности может быть как при малой нагрузке на валу, так и при низких скоростях вращения АД, а при малой нагрузке будет целесообразным обеспечить в МПЧ режим потребления реактивной мощности с целью компенсации первой гармоники емкостного тока входного фильтра, что приведет к повышению коэффициента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виноградов, А.Б. Новые алгоритмы пространственно-векторного управления матричным преобразователем частоты [Текст] / А.Б. Виноградов // *Электричество*. – 2008. – №3. – С. 41-52.
2. Alesina, A. The generalized transformer: a new bi-directional sinusoidal waveform frequency converter with continuous variable adjustable input power factor [Text] / A. Alesina, M. Venturini // *IEEE PESC'80*. – 1980. – P. 242-252.
3. Venturini, M. A new sinewave in, sinewave out conversion technique which eliminates reactive elements [Text] / M. Venturini // in *Proc. POWERCON'80*. – 1980. – pp. E3/1-E3/15.
4. Alesina, A. Analysis and Design of Optimum-Amplitude Nine-Switch Direct AC-AC Converters [Text] / A. Alesina, M. Venturini // *IEEE Transactions on Power Electronics*. – Vol. 4 – №1 – January 1989 – P. 101-112.
5. Roy, G. Asynchronous operation of cycloconverter with improved voltage gain by employing a scalar control algorithm [Text] / G. Roy, L. Duguay, S. Manias, G. April // *IEEE IAS Conference Record*. – 1987 – P. 889-898.

6. Alesina, A. Intrinsic amplitude limits and optimum design of 9-switches direct PWM ac-ac converters [Text] / A. Alesina, M. Venturini // IEEE PESC'88. – Vol. 2 – 1988 – P. 1284-1291.

7. Мещеряков, В.Н. Математический анализ и моделирования преобразователя частоты матричного типа с непосредственным управлением по методу пространственно-векторной модуляции [Текст] / В.Н. Мещеряков, Д.В. Байков // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: энергетика. – 2015. – Том 15. – №1. – С. 21-33.

Ключевые слова: матричный преобразователь частоты, имитационная модель, асинхронный электропривод, максимальный коэффициент передачи, пространственно-векторная модуляция.

Сведения об авторах:

Мещеряков Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры электропривода Липецкого государственного технического университета.

Байков Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры электроники и электротехники МГУ им. Н.П. Огарёва

E-mail: bdv2304@mail.ru

Адрес: г.Липецк, ул. Московская, 30

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №15-38-50155.

УДК 532.529

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНОСТИ ПЛОСКИХ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СТРУЙ

Липецкий государственный технический университет

А.В. Севостьянов, В.Я. Губарев

В работе приведены некоторые характеристики дисперсности водовоздушных струй, определённые экспериментально. Исследовалась дисперсность струй, полученных из форсунок различной конструкции.

Распределение капель в струе является одной из важнейших характеристик капельной струи. В работе приведены результаты экспериментального определения некоторых дисперсных характеристик плоских водовоздушных струй, используемых в металлургии для охлаждения оборудования.

Из известных способов исследования дисперсности потоков [1, 2] использовано осаждение капель на желатиновый слой фотопластинки. Чёткие отпечатки капель на желатиновом слое получались в результате кратковременной экспозиции в дисперсном потоке и последующей сушки. Количество и диаметры капель определялись с помощью металлографического микроскопа МИМ-7. Диаметр капли оценивался с учётом угла краевого смачивания. В рассматриваемом диапазоне размеров форма капли предполагалась сферической.

Измерения дисперсности производились на расстоянии 0,4 м от форсунки с соосным и боковым подводом воздуха и для различных соотношений воды и воздуха в смеси.

Так как в процессе теплообмена значительную роль играют масса охлаждающего потока и площадь поверхности теплообмена, приведены распределения капель и по площади, и по массе.

На рис. 1–3 приведены гистограммы распределения капель для форсунок с соосным подводом компонент в камеру смещения с давлениями смеси в камере 0,2–0,4 МПа. Распределения не получились непрерывными, что хорошо видно на рисунках, и это обстоятельство обусловило выбор гистограмм для демонстрации результатов.

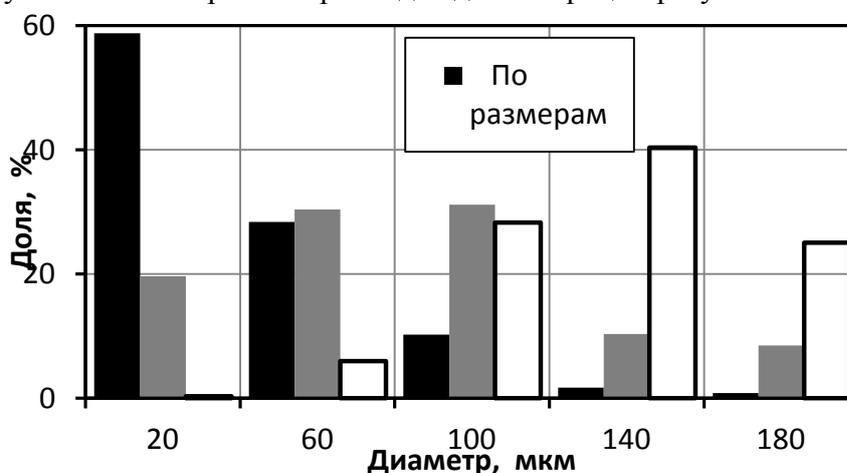


Рис. 1. Распределение капель для форсунок с соосным подводом компонент для давлений воздуха 0,6 МПа и на форсунке 0,2 МПа

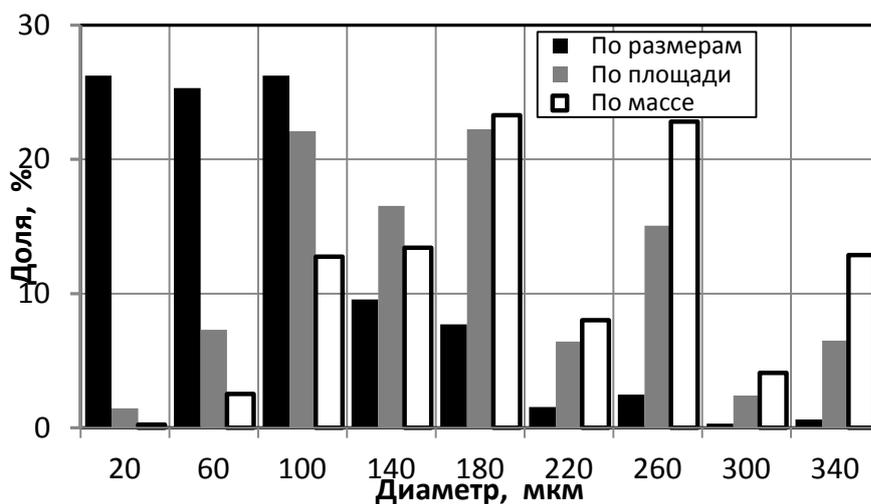


Рис. 2. Распределение капель для форсунок с соосным подводом компонент для давлений воздуха 0,6 МПа и на форсунке 0,3 МПа

Распределение капель по площади и по массе имеют иной вид, отличный от распределения по размерам. Это объясняется тем, что поверхность пропорциональна квадрату размера, а масса (объём) – кубу размера.

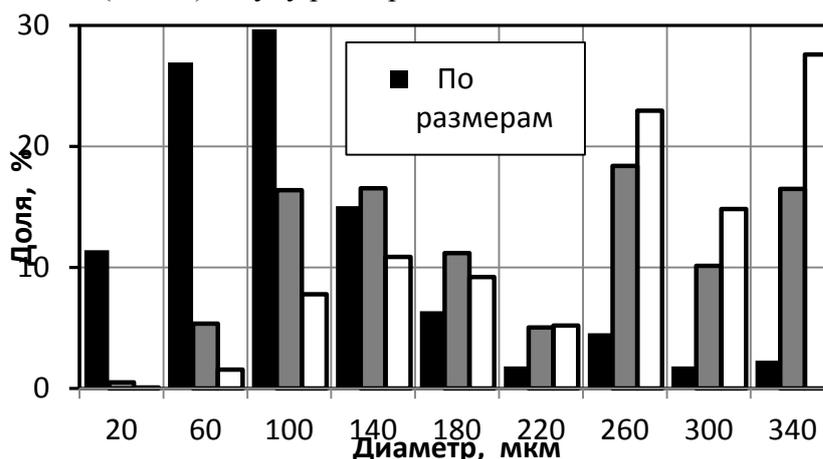


Рис. 3. Распределение капель для форсунок с соосным подводом компонент для давлений воздуха 0,6 МПа и на форсунке 0,4 МПа

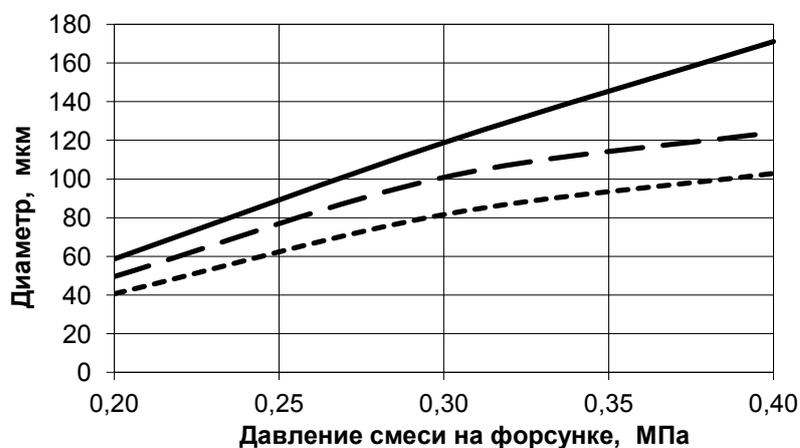


Рис. 4. Средние диаметры для форсунок с соосным подводом компонент как функция давления смеси на форсунке: - - - - средний диаметр, - - - - - среднеповерхностный диаметр, — — — — - среднемассовый диаметр

Поэтому даже небольшое количество капель относительно большого размера заметно изменяют вид распределения. С увеличением давления смеси размер и количество относительно крупных капель увеличивается.

Распределение средневзвешенных диаметров по давлению приведено на рис. 4. Характер кривых обусловлен постоянным давлением воздуха, т.е. содержание воздуха остаётся постоянным, в то время как содержание воды увеличивается в соответствии с давлением смеси.

Аналогичная серия измерений была проведена для форсунок с боковым подводом воздуха в камеру смешения. Приведённые на рис. 5-7 распределения капель явно смещены, по сравнению с предыдущим случаем в сторону меньших диаметров.

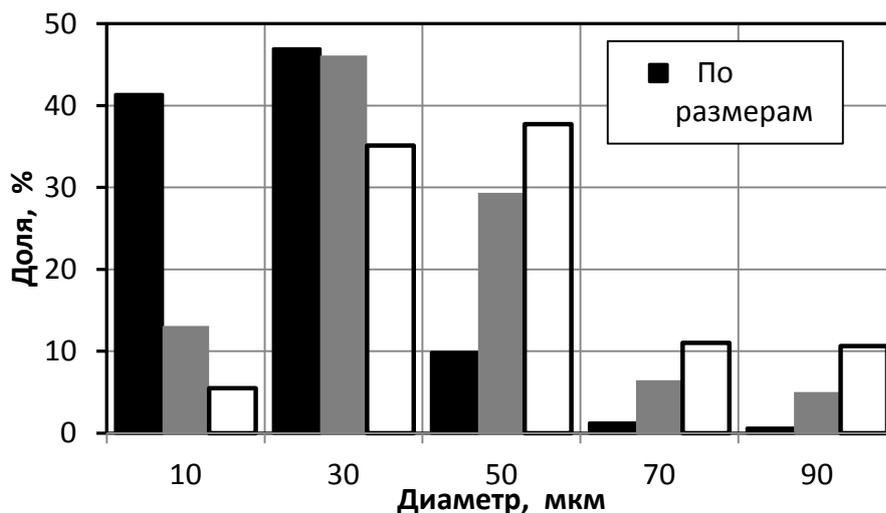


Рис. 5. Распределение капель для форсунки с боковым подводом воздуха в камеру смешения для давлений воздуха 0,6 МПа и воды 0,2 МПа

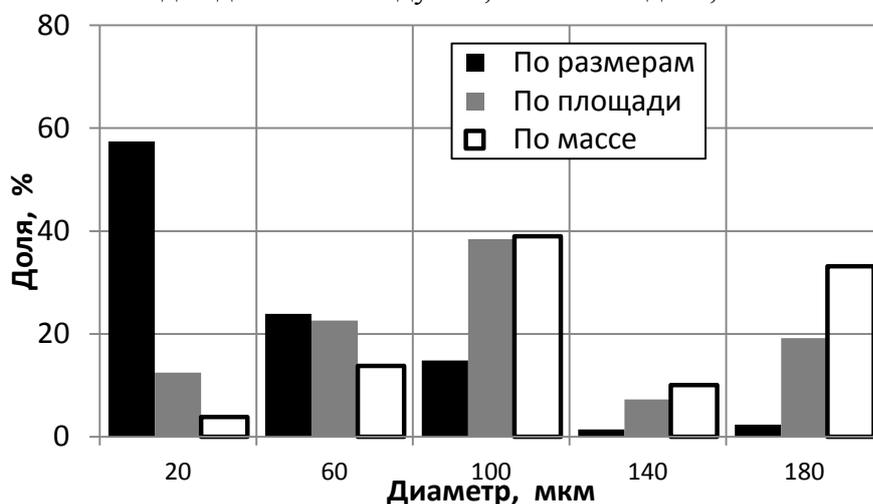


Рис. 6. Распределение капель для форсунки с боковым подводом воздуха в камеру смешения для давлений воздуха 0,6 МПа и воды 0,3 МПа

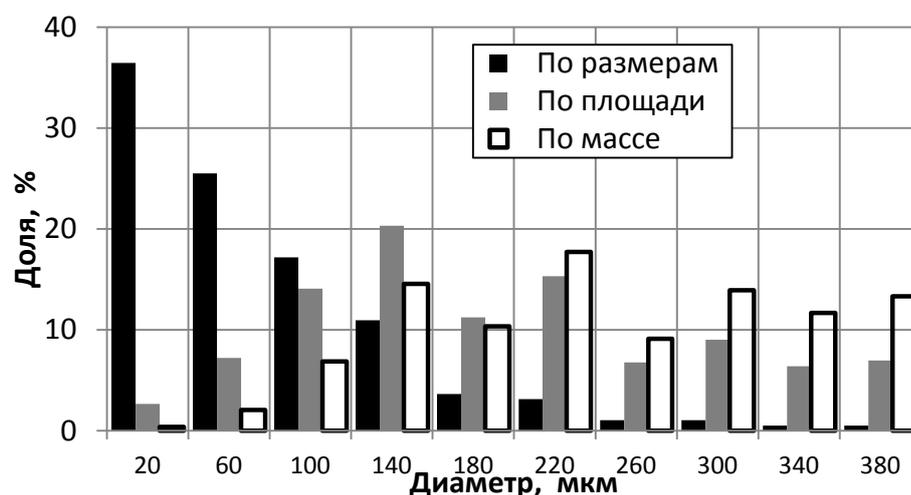


Рис. 7. Распределение капель для форсунки с боковым подводом воздуха в камеру смешения для давлений воздуха 0,6 МПа и воды 0,4 МПа

Это обстоятельство повлияло и на вид распределения: отсутствие капель относительно большого размера резко деформировало правую часть этого распределения, практически сделав одинаковыми максимумы распределения по площади поверхности и по массе капель.

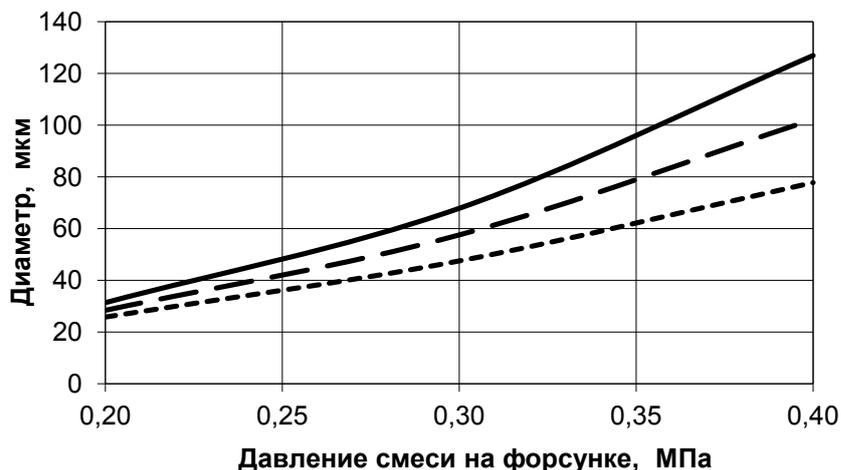


Рис. 8. Средние диаметры как функция давления воды на форсунке с боковым подводом воздуха в камеру смешения: - - - - средний диаметр, - · - · - среднеповерхностный диаметр, — — — — среднемассовый диаметр

Распределение средневзвешенных диаметров по давлению имеет несколько иной вид (рис. 8). Зависимости не имеют спада в области более высоких давлений и практически являются прямыми.

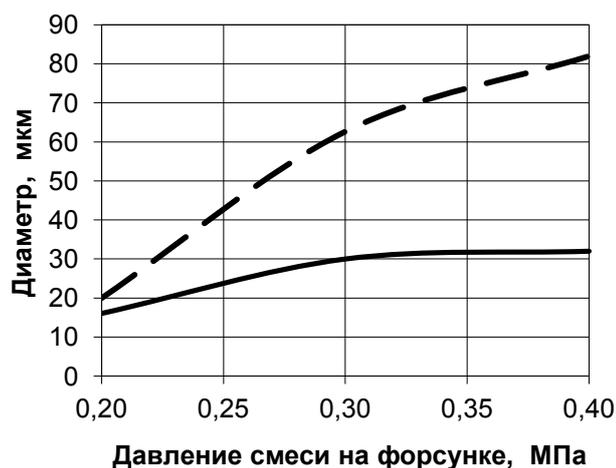


Рис. 9. Изменение диаметра капли в максимуме распределения на форсунках с различным подводом воздуха в камеру смешения; — - боковой подвод, — — - соосный подвод.

Представляет интерес зависимость максимума распределения диаметров по размеру в зависимости от давления смеси (рис. 9). При давлении смеси 0,2 МПа оба типа форсунок дают капли в максимуме распределения практически одинаковой величины. По-видимому, это можно объяснить одинаковыми размерами проточной части форсунок.

При повышении давления размеры капель заметно различаются, что является следствием различного подвода компонентов смеси к камере смешения, причём для второго типа форсунок повышение давления не вызывает столь существенного смещения максимума распределения, как в первом случае.

В работе произведена оценка дисперсности водовоздушных плоских струй, получаемых из форсунок с различным подводом компонентов смеси к камере смешения. Выявлены некоторые характеристики распределений капель. Полученные данные позволят оптимизировать системы охлаждения с применением форсунок такого типа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Леончик, Б.И. Измерения в дисперсных потоках. [Текст] / Б.И. Леончик, В.П. Маякин. – Москва: Энергия, 1971. – 248 с.
2. Распыление жидкостей. – Москва: Машиностроение, 1977. – 187 с.

Ключевые слова: дисперсность, форсунки, водовоздушные струи.

Сведения об авторах:

Севостьянов Александр Владимирович, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики Липецкого государственного технического университета.

Губарев Василий Яковлевич, кандидат технических наук, профессор кафедры промышленной теплоэнергетики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: alvlsev@yandex.ru

Адрес: г.Липецк, ул. Московская, 30

УДК 541.183

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ УГЛЕМИНЕРАЛЬНЫМ АДСОРБЕНТОМ, АКТИВИРОВАННЫМ ГИДРОКСИДОМ КАЛИЯ

Липецкий государственный технический университет

И.В. Глазунова, Е.А. Трушкина

Исследована очистка водных растворов от нефтепродуктов углеминеральным адсорбентом, активированным щелочью. Определена адсорбционная емкость адсорбента по отношению к нефтепродуктам при непосредственном контакте с адсорбируемым веществом и при их извлечении из водных растворов. Изучены кинетические и термодинамические характеристики адсорбции. Установлена степень очистки.

Одними из наиболее распространенных антропогенных загрязнителей поверхностных водоёмов и водотоков, а также подземных источников питьевого водоснабжения являются нефтепродукты.

Нефтепродукты попадают в окружающую среду в результате техногенных аварий, сброса неочищенных и недостаточно очищенных нефтесодержащих сточных вод, и в значительном количестве вследствие неорганизованного отвода ливневого и талого стоков с территорий, загрязненных различными нефтепродуктами и маслами.

На различных промышленных производствах используется разнообразное количество стадий очистки сточных вод. Крупнодисперсные, свободные нефтепродукты удаляются в результате отстаивания. Для удаления мелкодисперсных и связанных нефтепродуктов традиционно используют флотационные методы. В результате этих методов в воде остаются нефтепродукты (до 20 мг/л).

Более глубокая очистка сточных вод от мелкодисперсных, особенно эмульгированных нефтепродуктов до 10 мг/л достигается в процессах фильтрования. Удаление растворенных примесей до норм ПДК происходит на стадии сорбционной доочистки [1].

Сорбционный метод очистки сточных вод от нефтепродуктов является наиболее эффективным и экологически приемлемым методом. Преимуществом метода является возможность удаления загрязнений широкой природы практически до любой остаточной концентрации, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процесса.

В связи с вышеперечисленным перспективным направлением является использование в природоохранных технологиях адсорбентов на основе сырьевой базы региона [2]. Адсорбент получали из торфа Липецкого месторождения. Минеральной добавкой служил каолинит. В качестве связующего использовался каменный уголь. В качестве активирующего агента использовали гидроксид калия [3]. Основными процессами получения адсорбента являлись обработка исходных компонентов щелочью, карбонизация углещелочной смеси, отмывка полученного карбонизата водой и раствором соляной кислоты от щёлочи, сушка, дробление. Аббревиатура полученного адсорбента ТАУ-КОН.

Адсорбцию нефтепродуктов из водных растворов исследовали спектрофотометрическим методом. При определении кинетических параметров использовали интегральный метод обработки результатов экспериментов. Термодинамические параметры адсорбции определяли общепринятыми способами [4]. Адсорбционная емкость адсорбента при непосредственном контакте с нефтепродуктами составляет 1,55-2,23 г/г в зависимости от адсорбата.

Таблица 1

Адсорбционная ёмкость адсорбента

Адсорбент	Адсорбционная емкость по нефтепродуктам, г/г			
	нефть	керосин	бензин	дизельное топливо
ТАУ-КОН	1,55	2,23	2,13	2,16

Полученные изотермы сорбции растворенных нефтепродуктов по классификации Гильса принадлежат к изотермам Лэнгмюра (L-типа) (рис. 1).

По мере увеличения концентрации адсорбция достигает насыщения и приводит к образованию плато, перегиб на изотерме может быть связан с изменением ориентации молекул адсорбируемого растворенного вещества или с образованием второго слоя. Адсорбция быстро увеличивается по мере достижения предела растворимости.

Степень очистки водных растворов от нефтепродуктов в рассматриваемых пределах составляет 97-99%.

Величина предельной сорбционной емкости по бензину, керосину, ДТ $7,2 \cdot 10^3$ моль/г, $8,7 \cdot 10^3$ моль/г, $12,3 \cdot 10^3$ моль/г, Константы равновесия $2,3 \cdot 10^{-4}$, $1,2 \cdot 10^{-4}$, $2,7 \cdot 10^{-4}$, соответственно. Константы скорости адсорбции в среднем $0,05 \text{ мин}^{-1}$.

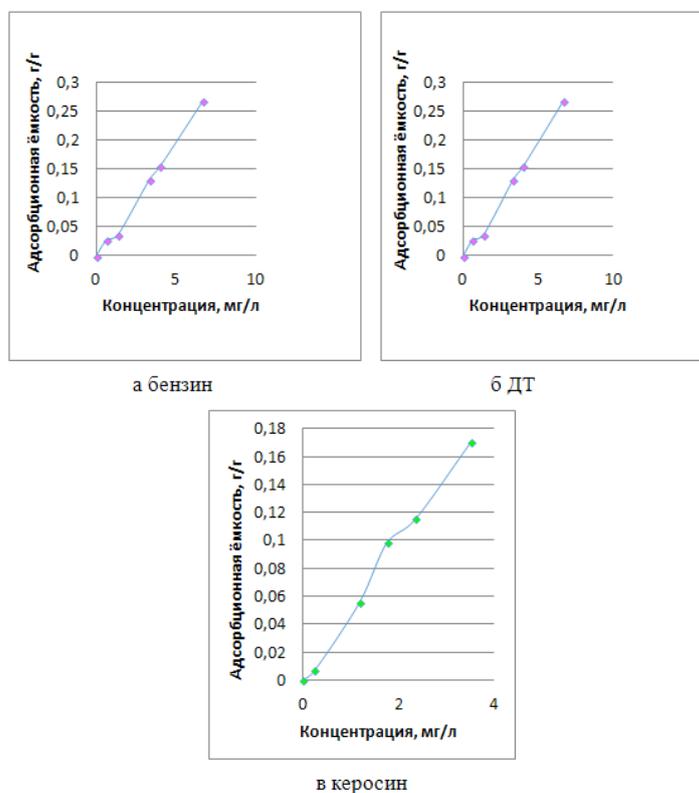


Рис. 1. Изотермы адсорбции нефтепродуктов: а – бензина, б – дт, в – керосина

Оптимальными условиями адсорбции нефтепродуктов в статических условиях, обеспечивающими наибольшую степень очистки водных растворов, являются температура 25°C, время взаимодействия адсорбента с водным раствором нефтепродуктов 60 мин, расход адсорбента 5 г/л.

Важным фактором, влияющим на процесс сорбции, является температура. Повышение температуры приводит к уменьшению емкости растворенных нефтепродуктов (степень очистки снижается на 15-30%), что характерно для экзотермического процесса сорбции, и свидетельствует о физической природе сил, удерживающих сорбированные нефтепродукты на поверхности сорбента.

Как видно из значений термодинамических характеристик (табл. 2) процесс адсорбции на углеминеральном адсорбенте самопроизвольный, реакции экзотермичны, протекают с незначительным выделением тепла.

Таблица 2

Термодинамические показатели адсорбции

Температура	Термодинамические показатели		
	Энтальпия, Дж/моль	Энтальпия, Дж/моль·К	Энтальпия, кДж/моль
20 °С	-13,05	3,8	-1,09
25 °С	-7,06	16,3	-4,8
30 °С	-7,06	16,3	-4,9

Сорбция нефтепродуктов относится к физической адсорбции, протекающей под воздействием сил Ван-дер-Ваальса. Сорбция протекает в переходной от диффузионной к кинетической области.

Лимитирующей стадией является сорбция внутри гранул. Исследованы закономерности адсорбционной очистки водных растворов от нефтепродуктов адсорбентом, полученным на основе минеральной сырьевой базы Липецкой области. Получен адсорбент на основе торфа с полярной добавкой – алюмосиликатом и связующим –каменным углем, активированными щёлочью.

Определены оптимальные условия проведения процесса адсорбции, необходимое количество адсорбента, адсорбционная емкость по нефтепродуктам, степень очистки воды, построены изотермы адсорбции, рассчитаны кинетические и термодинамические характеристики процесса адсорбции.

Адсорбционная емкость по нефтепродуктам при непосредственном контакте адсорбента с адсорбатами составляет 0,55 – 2,23 г/г в зависимости от системы адсорбент- адсорбат. Установлено, что минеральная добавка алюмосиликата влияет на величину нефтепоглощения и определяется природой адсорбата.

Построены изотермы адсорбции нефтепродуктов из водных растворов. В пределах растворимости рассматриваемых нефтепродуктов изотермы адсорбции описываются уравнением Генри. Определены основные адсорбционные параметры процесса.

Получены кинетические и термодинамические параметры процесса адсорбции нефтепродуктов при оптимальных условиях. Константа скорости варьируется в пределах 0,046-0,057 мин⁻¹. Адсорбция протекает в переходной от диффузионной к кинетической области. Энергия Гиббса находится в пределах от -1,09 до -4,9 кДж/моль.

Установлены оптимальные условия процесса адсорбции нефтепродуктов из водных растворов: температура 25°C, время взаимодействия адсорбента с водным раствором нефтепродуктов 60 мин, расход адсорбента 5 г/л. Степень очистки водных растворов достигает 97-99%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. [Текст] / Ю. В. Воронов [и др.] – изд. 4-е, доп. и перераб. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 702 с.
2. Глазунова, И.В. Адсорбенты для природоохранных технологий на основе минеральной сырьевой базы Липецкой области / И.В. Глазунов // Актуальная биотехнология. – Воронеж: Издательство: Биоактуаль. – 2013. – №4 (7). – С. 43-46
3. Манина, Т.С. Получение и исследование высокопористых углеродных сорбентов на основе естественно окисленных углей Кузбасса [Текст]: дис. ... канд. хим. наук: 05.17.07: 22.04.14 / Манина Т.С. – Кемерово. 2014. – 133 с.
4. Экспериментальные методы в адсорбции и молекулярной хроматографии [Текст] / под ред. Ю.С. Никитина. – Москва: Изд-во МГУ, 1990. – 318 с.

Ключевые слова: адсорбент, нефтепродукты, степень очистки, закономерности процесса.

Сведения об авторах:

Глазунова Инна Владимировна, кандидат химических наук, доцент кафедры химии Липецкого государственного технического университета.

Трушкина Екатерина Алексеевна, студент Липецкого государственного технического университета.

E-mail: glazunova-iv@yandex.ru

Адрес: г.Липецк, ул. Московская, 30

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ФОРМАЛЬДЕГИДА

Липецкий государственный технический университет

Д.С. Поминов, Е.М. Красникова

Представлены результаты исследования метода утилизации формальдегидсодержащих отходов кожевенных, сахарных, химических и прочих производств, использующих в технологии формальдегид и его растворы, основанного на применении реакции Бутлерова.

В промышленности используется «формалин», водный 37%-ный раствор формальдегида [1]. При хранении растворов формальдегида он полимеризуется и выпадает в осадок в виде нерастворимых гидратов полиоксиметиленов $(CH_2O)_n$, при $n > 8$. Такой раствор не пригоден к использованию в производстве, так как не соответствует стандартам качества, а его регенерация невозможна без использования специального оборудования. Это неизменно требует дополнительных материальных и энергетических затрат. Поэтому формалин с осадком полимеров формальдегида является отходом, подлежащим нейтрализации. Он токсичен, обладает остронаправленным механизмом действия, вызывает аллергические реакции [2]. Переработкой отходов формальдегида занимаются только спецпредприятия, имеющие соответствующую лицензию [3].

Целью работы явилась разработка технологии утилизации формальдегида, которую можно было бы осуществить на любом промышленном предприятии, использующем формальдегид, а также на предприятиях-переработчиках отходов. Известные технологии утилизации не предусматривают переработки высококонцентрированных растворов формальдегида. Для достижения поставленной цели была исследована возможность использования реакции Бутлерова с получением смеси сахаров.

В качестве реакции, лежащей в основе процесса утилизации формальдегида, была выбрана реакция Бутлерова, заключающаяся в олигомеризации формальдегида в водном растворе в присутствии гидроксидов кальция или бария с образованием сложной смеси моносахаридов (формозы). Она является эффективным стимулятором биосинтеза протеолитических ферментов и лимонной кислоты. Биохимическим окислением может быть получена *L*-глутаминовая кислота [4-6].

Воду, формальдегид, гидроксид кальция в массовом соотношении 1000 : 12 : 3,7 и 0,05 г сахарозы в качестве инициатора и катализатора реакции помещали в стеклянный реактор с мешалкой и постепенно нагревали. Через 25-26 минут, при постоянном перемешивании, смесь меняла цвет от белого до желтого, а в течение последующих 10 минут приобретала более насыщенный ярко-коричневый оттенок. Реакционная смесь не обладала запахом и слезоточивым действием формальдегида.

Однако в промышленных условиях данная технология может найти свое применение только для сточных вод, загрязненных формальдегидом, поскольку для утилизации 12-15 кг формальдегида необходима тонна воды. Ввиду этого были проведены исследования с целью возможности утилизации высококонцентрированных отходов формальдегида. Было выяснено, что при достижении количественного массового соотношения реагентов формальдегид : вода : гидроксид кальция 100 : 200 : 10, реакция проходила практически мгновенно и контролировать её ход не представлялось возможным. Из-за большого самопроизвольного разогрева смесь вскипала. Вскипание происходило не сразу при смешивании реагентов, а после иницирования реакции, которое фиксировалось визуально по изменению окраски раствора (от молочно-белого к желтому). На рис. 1 приведен график

изменения температуры реакционной смеси во времени при указанных соотношениях реагентов.

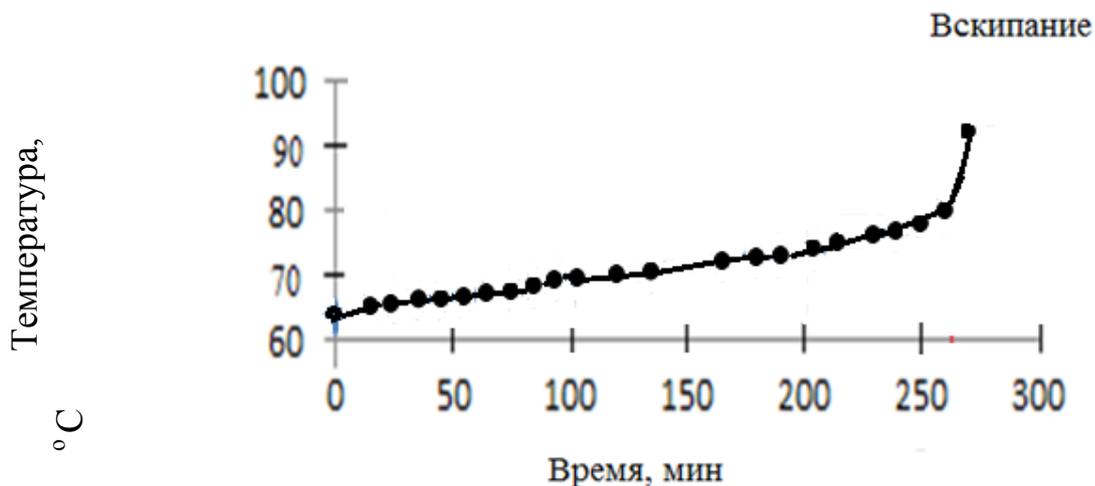


Рис. 1. Зависимость роста температуры смеси от продолжительности пребывания смеси в реакторе

Было выдвинуто предположение, что постоянный контроль температуры обогрева смеси позволит избежать вскипания. Поэтому в дальнейшем эксперимент проводили в условиях термостатирования при температуре 60-65°C. Однако и в этих условиях смесь вскипала. При этом было установлено снижение значения pH реакционной смеси от 11 до 8, обусловленное взаимодействием гидроксида кальция с продуктами реакции. Таким образом, именно реакция нейтрализации вносила существенный вклад в ход экзотермического процесса реакции Бутлерова.

В последующих экспериментах гидроксид кальция вносили в реакционную смесь не сразу полностью, а небольшими порциями. При этом удалось избежать резкого изменения pH. В случае интенсивного хода реакции образующиеся вещества реагировали с новыми порциями гидроксида кальция, pH среды снова повышался. Реакция тормозилась, не давая смеси вскипеть. Необходимость внесения новой порции гидроксида кальция определялась повышением температуры и снижением pH реакционной смеси. График, отражающий изменение температуры и pH реакционной смеси при порционном внесении гидроксида кальция, представлен на рис. 2. Температура термостатирования реакционной смеси 65°C.

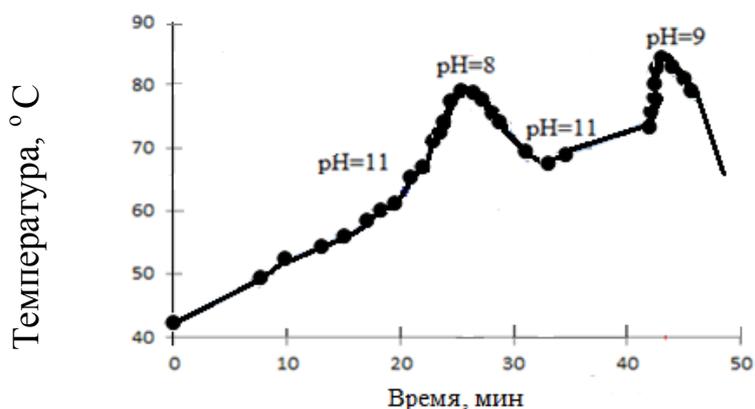


Рис. 2. Изменение температуры реакционной смеси от продолжительности реакции при регулируемой подаче гидроксида кальция

На следующем этапе была исследована возможность заключения технологического процесса в цикл. В опытах вместо воды использовалась прореагировавшая и отфильтрованная от осадка солей кальция смесь, содержащая воду и образовавшиеся по реакции Бутлерова сахара широкого спектра с характерным запахом карамели. Опыт проводился в прежних условиях, но инициатор реакции (сахар) не подавался. Смесь реагировала в обычном порядке, что дало основания предложить метод циклической циркуляции воды, с очисткой от солей кальция и минеральных примесей в случае их возможного присутствия.

Основываясь на полученных результатах, была предложена схема утилизации отходов, приведенная на рис. 3.

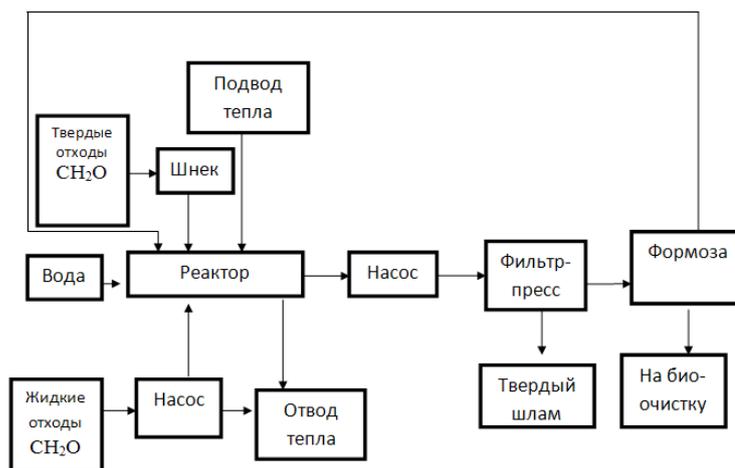


Рис. 3. Блок - схема промышленной утилизации отходов формальдегида

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 1625-89. Формалин технический. Технические условия, [Текст]. – Москва. – 1997. – С. 18
2. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей / [Текст] под ред. Н.В. Лазарева и Э.Н. Левиной: – Ленинград: Химия, 1976. - 592с.
3. Федеральный закон от 08.08.2001 N 128-ФЗ (ред. от 29.12.2010) "О лицензировании отдельных видов деятельности" (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2011). – Собрание законодательства Российской Федерации, 2001, №33 (ч.1), ст.3430.
4. Butlerov, A.M. Compt.Rend [Text] / A.M. Bulerov. – 1861. В.5. – № 145.
5. Butlerov, A.M. Ann [Text] / A.M. Bulerov. – 1861 В:120.
6. Огородников, С.К. Формальдегид [Текст] / С.К. Огородников – Ленинград: Химия,1984. – 270 с.

Ключевые слова: формальдегид, сахар, реакция Бутлерова, формоза, окружающая среда.

Сведения об авторах

Поминов Денис Сергеевич, студент Липецкого государственного технического университета.

Красникова Елена Михайловна, кандидат химических наук, доцент кафедры химии Липецкого государственного технического университета.

E-mail: k.elena-73120@yandex.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 669-1

**ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КРЕМНИЯ И ФОСФОРА В ИЗОТРОПНОЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ ТРЕТЬЕЙ ГРУППЫ ЛЕГИРОВАНИЯ
НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА**

Липецкий государственный технический университет

П.В. Чуприн

Приведены результаты исследований холоднокатаных образцов, отожженных при различных температурах. Установлено влияние химического состава на магнитные и механические свойства стали. Изучена возможность исключения нормализационной обработки из технологического процесса и влияние режимов термической обработки на заключительные стадии отжига.

Комплексное исследование влияния фосфора в изотропной электротехнической стали ($Si \leq 1,7\%$) позволяет устранить нормализационную обработку из технологической цепи, повысить пластические свойства и снизить энергозатраты на производство стали.

Получение во время выплавки стабильного химического состава достаточной степени чистоты металла по неметаллическим включениям и вредным примесям также позволит:

- снизить удельные магнитные потери ($P_{1,5/50} = 2 \div 10,08$ Вт/кг).
- повысить уровень магнитной индукции ($B_{2500} = 1,56 \div 1,70$ Тл).

Цель экспериментальных исследований – определение оптимального содержания кремния и фосфора в изотропной электротехнической стали третьей группы легирования.

Исследование проводилось с образцами горячекатаного металла до и после нормализации. Образцы представляют собой пластины размером 3x3 см. Шлифовку производили на абразивном круге, предварительно закрепив в струбцину. Тонкая шлифовка производилась с целью уменьшения неровностей на поверхности вручную на шлифовальной бумаге с различными номерами зернистости от 125 до 5 мкм ГОСТ 6456-68. Полировку производили механическим способом на полировальном станке, диск которого обтянут сукном. Сукно смачивали полировальной жидкостью из воды и окиси хрома Cr_2O_3 . Травление шлифов производили в 5%-ном спиртовом растворе азотной кислоты HNO_3 . Время травления 10-15 с. После травления образцы тщательно промывали и высушивали.

У образцов после окончательной термообработки определяли средний размер зерна на автоматическом линейном анализаторе «EPIQUANT». Подсчет зерен проводили в полуавтоматическом режиме с помощью встроенного пульта управления. Величину зерен определяли при увеличении 200 по 500 зернам на продольных образцах вдоль направления прокатки.

Средний размер зерна

$$L = \frac{l}{N} = \frac{l}{Z}, \text{ мкм}, \quad (1)$$

где l – общая длина линии измерения, мкм;

N – количество зерен;

Z – количество переходов границ.

Текстурное состояние изучалось на образцах после холодной прокатки и рекристаллизационного отжига. Исследование текстуры стали проводилось с помощью

рентгеновского дифрактометра ДРОН-4, с использованием гониометрического устройства ГУР-8 и гониометрической приставки ГП-14. Съемка велась в молибденовом излучении ($K_{\alpha} = 0,712 \text{ \AA}$), с напряжением на рентгеновской трубке 33 кВ и анодным током 23 мА. Запись линий велась в интегральном режиме с шагом $0,05^{\circ}$. Использовался метод «на отражение», что позволило выявить центральную часть обратной полюсной фигуры.

Механические свойства горячекатаного металла до и после нормализации определялись в лаборатории ЦЛК. Определялись предел текучести, предел прочности, относительное удлинение – твердость и гибы. Оценка механических свойств проводилась на образцах, отобранных с кромки и середины полос.

Магнитные свойства определялись на одно килограммовых пробах вдоль и поперек направления прокатки.

Результаты исследований приведены на рис. 1, 2 и в таблице.

Таблица

Структурные параметры горячекатаного металла опытных плавов 3 группы легирования

№ плавки	Содержание элементов, %				Режим нормализ.		Место вырезки образца	Глубина рекристал. зоны, мм	Степень рекристаллизации, %	Средний диаметр зерна, мкм	
	С	Si	Al	P	Tn, °C	V, м/мин					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0,03	2,00	0,31	0,075	без норм.		Край	0,16	14,5	19,0	
							Середина	0,16	14,5	22,2	
							Среднее	0,16	14,5	20,6	
					850		30	Край	1,1	100	33,5
								Середина	1,1	100	33,5
								Среднее	1,1	100	33,5
2	0,03	2,13	0,37	0,077	без норм.		Край	0,06	5,4	16,5	
							Середина	0,13	11,8	28,1	
							Среднее	0,095	8,6	22,3	
					850		30	Край	1,1	100	30,8
								Середина	1,04	94,5	32
								Среднее	1,07	97,2	31,4
3	0,03	2,15	0,34	0,080	без норм.		Край	0,12	10,9	14,5	
							Середина	0,12	10,9	23,1	
							Среднее	0,12	10,9	18,8	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	0,04	2,50	0,35	0,066	850	30	Край	1,1	100	42,1
							Середина	1,1	100	47,1
							Среднее	1,1	100	44,5
					900	25	Край	1,06	96,7	45,7
							Середина	1,1	100	44,4
							Среднее	1,08	98,3	45,0
5	0,03	2,62	0,43	0,079	без норм.		Край	0,20	18,5	15,2
					Середина	0,34	31	25,8		
					Среднее	0,27	24,7	20,5		
6	0,04	2,66	0,38	0,060	без норм.		Край	0	0	-
					Середина	0,15	13,6	19,0		
					Среднее	0,07	6,8	9,5		

Значительного влияния содержания кремния и фосфора на структуру горячекатаного металла как нормализованного, так и не нормализованного не отмечено.

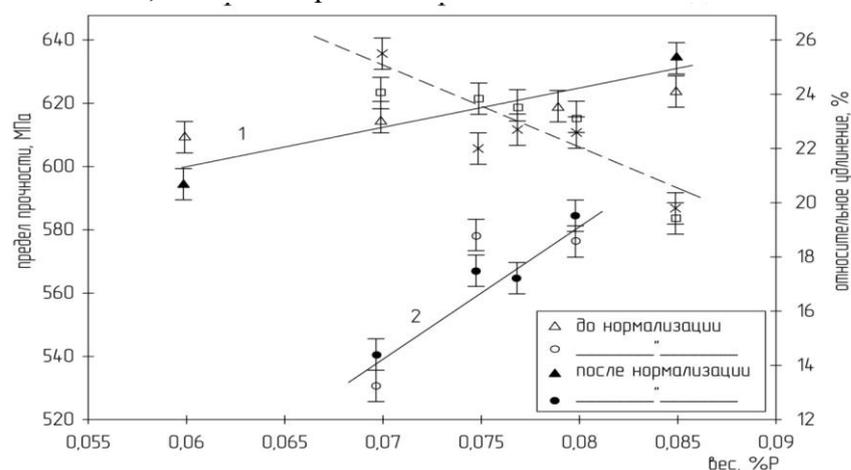


Рис. 1. Влияние содержания фосфора на предел прочности (1 – Si = 2,62–2,90%; 2 – Si – 1,75–2,15%) и относительное удлинение (x – Si – 1,75–2,15%; □ – Si – 2,62–2,9%)

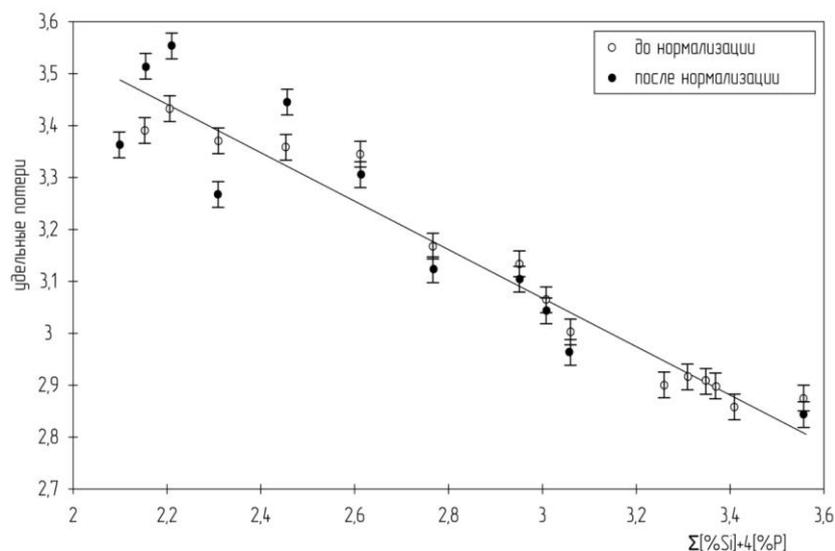


Рис. 2. Совместное влияние содержания кремния и фосфора на удельные магнитные потери $P_{1,5/50}$

Средний уровень магнитных свойств при содержании Si=2,00÷2,15% и P=0,075÷0,080% составил:

- в нормализованном металле $P_{1,5/50}=3,42$ Вт/кг, $B_{2500}=1,58$ Тл, $\Delta B_{2500}=0,05$ Тл, $\Delta P_{1,5/50}=10,7\%$;

- в ненормализованном металле $P_{1,5/50}=3,54$ Вт/кг, $B_{2500}=1,57$ Тл, $\Delta B_{2500}=0,05$ Тл, $\Delta P_{1,5/50}=9,0\%$;

Средний уровень магнитных свойств при содержании Si=2,50÷2,66% и P=0,060÷0,079% составил:

- в нормализованном металле $P_{1,5/50}=3,23$ Вт/кг, $B_{2500}=1,58$ Тл, $\Delta B_{2500}=0,065$ Тл, $\Delta P_{1,5/50}=10,0\%$;

- в ненормализованном металле $P_{1,5/50}=3,21$ Вт/кг, $B_{2500}=1,55$ Тл, $\Delta B_{2500}=0,060$ Тл, $\Delta P_{1,5/50}=9,6\%$.

По работе можно сделать следующие выводы:

1. Горячекатаная электротехническая изотропная сталь с содержанием кремния 2,00-2,66% и фосфора 0,06-0,08% (как в исходном, так и нормализованном состоянии) имеет удовлетворительную пластичность, что должно способствовать благоприятной технологической обработке металла на всех последующих переделах.

2. Увеличение суммарного содержания Si и P (по соотношению $[Si, \%] + 4[P, \%]$) приводит к улучшению магнитных свойств и в первую очередь к снижению уровня удельных потерь.

3. Улучшение комплекса магнитных свойств делает возможным исключение из технологии производства изотропной стали нормализационной обработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 21427.0 – 83 – ГОСТ 21427.3 – 83. Сталь электротехническая тонколистовая [Текст] / Москва: Издательство стандартов, 1983. – 10с.

2. Ванчиков, В.А. Основы производства изотропных электротехнических сталей [Текст] / В.А. Ванчиков, Н.Г. Бочков, Б.В. Молотиллов. – Москва: Металлургия, 1985. – 272 с.

3. Казаджан, Л.Б. Магнитные свойства электротехнических сталей и сплавов [Текст] / Л.Б. Казаджан; под. ред. В.Д. Дурнева. – Москва: Наука и технологии, 2000. – 224 с.

Ключевые слова: элемент, легирование, технология.

Сведения об авторе:

Чуприн Павел Владимирович, аспирант Липецкого государственного технического университета.

E-mail: chuprinpavel48@gmail.com

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДАЧИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПРИ АГЛОМЕРАЦИИ

Липецкий государственный технический университет

В.Г. Михайлов, Т.В. Прохорова

В лабораторных условиях проведено апробирование и определена эффективность новой технологии подачи дополнительного топлива на стадии загрузки агломерационной шихты, а также после её зажигания.

Известно, что в процессе спекания агломерата температурно-тепловой режим изменяется по мере перемещения тепловой волны [1] и происходит накопление тепла при продвижении зоны горения сверху вниз. Так, в верхнем слое температура достигает 1100-1200°C, а в нижнем – 1300-1400°C, что приводит к образованию в верхней части рыхлого и непрочного агломерата.

Для решения данной проблемы в процессе развития агломерационного производства применялись различные технологии. В начале XX века немецкими инженерами была предложена загрузка агломерационной шихты несколькими слоями, отличающимися содержанием топлива. Например, заменить шихту с неизменным по высоте количеством топлива – 6% на трехслойное с содержанием топлива в верхней части 7%, в средней – 5%, а в нижней – 1,5%. Другое решение проблемы нехватки тепла в верхних горизонтах спекаемой шихты также было предложено в начале XX века немецкими металлургами. Идея состоит в подводе дополнительного тепла за счёт внешнего источника, а именно высокотемпературных газов, образующихся при сжигании топлива на слое шихты.

Другие разработки предполагают увеличение приходной части либо уменьшение расходной части теплового баланса верхней части спекаемого слоя за счёт:

- укладки на поверхность аглошихты около 3% от общего количества топлива [2];
- подачи, опустившейся в зону спекания на глубину 5-25% (от высоты слоя), твердого топлива фракции 0,02-0,5 мм в количестве 3-15% (от всего топлива, идущего на спекание) [3];
- укладки на поверхность аглошихты замасленной окалины [4] слоем 10 мм;
- укладки поверх шихты горячей постели толщиной до 120 мм [5];
- укладки известняка, обработанного мазутом [6], с целью обжига известняка и подвода дополнительного тепла в верхнюю часть спекаемого слоя;
- вдувания в зажигательный горн колошниковой пыли в количестве до 15 кг/т агломерата [7];
- двухслойной загрузки с перераспределением сырых флюсов по слоям, в верхнем слое меньше (основность 0,7), в нижнем больше (основность 2,2) [8];
- двухслойной загрузки с перераспределением различных железорудных материалов, а именно с введением в шихту нижнего слоя тугоплавкого оолитового гравитационно-магнитного концентрата, а в шихту верхнего слоя обжигмагнитного концентрата [9];
- комбинированного нагрева аглошихты [10] путем увеличения количества тепла от зажигательного горна с 71 до 146-167 МДж.

Широко применяется перераспределение топлива по высоте за счёт сегрегации шихты по крупности, так как мелкие частицы содержат больше топлива, чем крупные (табл. 1).

Сегрегация топлива по высоте спекаемого слоя [11]

Расстояние от поверхности слоя шихты, мм	Содержание углерода, %	Содержание гранул (%), крупностью (мм)					d _{экв.} , мм
		+10	+7-10	+5-7	+3-5	0-3	
50	6,5	1,7	1,3	7,3	11	78,7	1,76
100	5,5	1,9	3,8	8,0	16,6	69,7	1,90
150	4,7	2,4	4,9	12,6	18,4	61,7	2,06
200	4,1	3,7	6,0	20,6	22,6	47,1	2,41
250	3,7	8,5	9,2	19,6	19,1	43,6	2,64
300	3,4	16,4	12,1	19,0	16,3	36,2	2,95
350	3,6	25,4	9,7	18,5	11,0	35,4	3,10
Среднее	4,5	8,6	6,7	15,1	16,4	53,2	2,30

Однако добиться требуемой сегрегации шихты по высоте спекаемого слоя на типовом загрузочном устройстве не всегда удаётся и требуется его модернизация, а прочие способы не отработаны в промышленном масштабе, что вызывает обоснованный скептицизм у технологов.

На базе лаборатории кафедры металлургических технологий ЛГТУ были проведены эксперименты для установления влияния перераспределения топлива между слоями загружаемой шихты на агломерационный процесс и качество агломерата.

Суть разрабатываемой технологии заключается в напылении топлива (обычной крупности 0-3 мм) только на поверхность гранул, располагающихся в верхней части слоя аглошихты, при загрузке агломерационной шихты на спекательные тележки.

В ходе исследования имитировали технологию напыления топлива следующим образом: окомкованная шихта одного состава с помощью сегрегации делилась на две части (верхнюю и нижнюю) в равном массовом соотношении (рис. 1) и в верхнюю часть добавлялось дополнительное топливо путем напыления. Компонентный состав экспериментальной агломерационной шихты представлен в табл. 2. Были проведены спекания с введением в верхнюю часть слоя 12,5%; 25% и 50% от общей массы топлива, а также контрольное базовое. Во всех спеканиях общий расход топлива был неизменный – 3,89%.

Компонентный состав агломерационной шихты

№	Компонент	База	Напыление топлива, % от общего количества		
			12,5% верх/ низ	25% верх/ низ	50% верх/ низ
1	Железорудная смесь	62,26	61,96/62,56	61,66/62,87	61,07/64,49
2	Возврат	22,18	22,07/22,29	21,97/22,39	21,76/22,62
3	Известняк	3,89	3,87/3,91	3,85/3,93	3,82/3,97
4	Доломит	7,78	7,74/7,82	7,71/7,86	7,63/7,94
5	Топливо	3,89	4,36/3,42	4,82/2,95	5,72/1,98

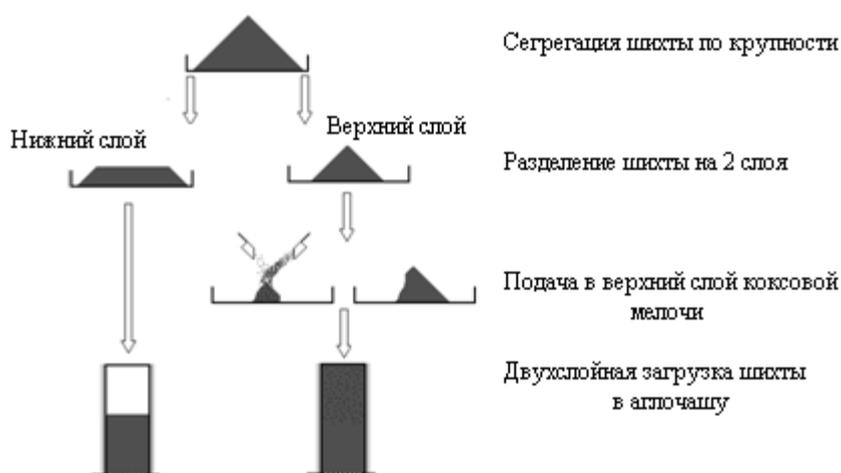


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

Опытные спекания проводили на чашевой агломерационной установке ($d = 100$ мм, $H = 440$ мм) при постоянном разряжении 1000 мм.вод.ст. В процессе спекания контролировали: температуру отходящих газов, температуру поверхности агломерационной чаши, состав отходящих газов.

Контроль гранулометрического состава окомкованной шихты осуществляли путем ситового анализа и расчета среднего гармонического диаметра.

Технологические показатели экспериментальных спеканий приведены в табл. 3.

Выход годного определяли в соответствии с ГОСТ 25471-82 путем рассева на сите с размером ячейки 5 мм агломерата, образующегося после двукратного сбрасывания спека с высоты 2 м на стальную плиту.

Для построения графиков принимались средние значения показателей из четырех серий.

Максимальные значения выхода годного и удельной производительности (рис. 2) были достигнуты при выводе в верхний слой и распылении 25% топлива. Выход годного по сравнению с базовым вырос на 2,9% (отн.), удельная производительность – на 19,9% (отн.).

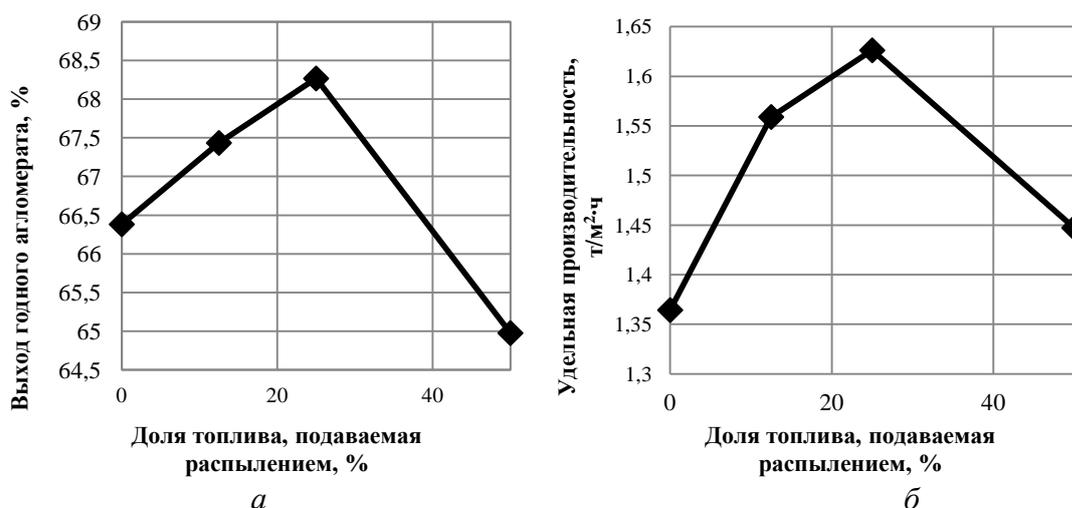


Рис. 2. Влияние доли топлива, подаваемого распылением в верхний слой шихты, на:
а – выход годного; *б* – удельную производительность

Таблица 3

Показатели спекания и качества агломерата

№ п/п	Показатель	Серия 1				Серия 2				Серия 3				Серия 4			
		0	12,5	25	50	0	12,5	25	50	0	12,5	25	50	0	12,5	25	50
1	Время окомкования, мин	1,93	3,47	2,13	2,35	3,17	2,45	3,01	2,43	1,93	2,17	2,08	1,92	3,08	3,1	2,9	2,45
2	Эквивалентный диаметр окомкованной шихты, мм	2,20	2,35	2,73	3,79	3,7	2,23	2,12	2,23	2,27	2,3	2,54	2,27	1,76	1,72	2,45	2,68
3	Масса загруженной шихты, кг	5,85	6,64	5,79	5,91	5,98	4,89	6,42	4,79	4,82	5,59	5,72	4,75	4,82	6,13	5,91	6,26
4	Масса спека, кг	4,45	5,03	4,92	4,51	4,47	4,01	4,8	4,5	3,9	4,75	4,91	3,81	4,98	4,93	5,03	5,09
5	Максимальная температура отходящих газов, °С	91	90	130	78	67	56	82	99	270	54	180	53	128	240	140	190
6	Продолжительность спекания, мин	17,75	22,15	12,75	20,75	17,5	12	21,25	17,5	15	16,0	17,5	16,5	17	15,5	16,5	13,5
7	Вертикальная скорость спекания, мм/мин	24,90	19,95	34,67	21,3	25,26	36,83	20,8	25,26	29,2	27,38	25,03	26,54	26	28,52	26,79	32,74
8	Выход годного, %	63,66	75,15	68,67	64,5	68,9	62,7	60,3	68,9	66,6	68,5	61,9	64,2	64,2	58,8	66	67,6
9	Удельная производительность, т/м²·ч	1,303	1,54	2,118	1,122	1,406	1,673	1,088	1,191	1,84	1,625	1,389	1,644	1,906	1,494	1,610	2,036

Ввод 12,5% топлива в верхнюю часть шихты приводит к увеличению среднего гармонического диаметра на 17,5% (рис. 3, *а*), ввод 25% – на 4,1%. Однако дальнейший рост доли распыляемого топлива снижает данный показатель на 11,7% при распылении 50%.

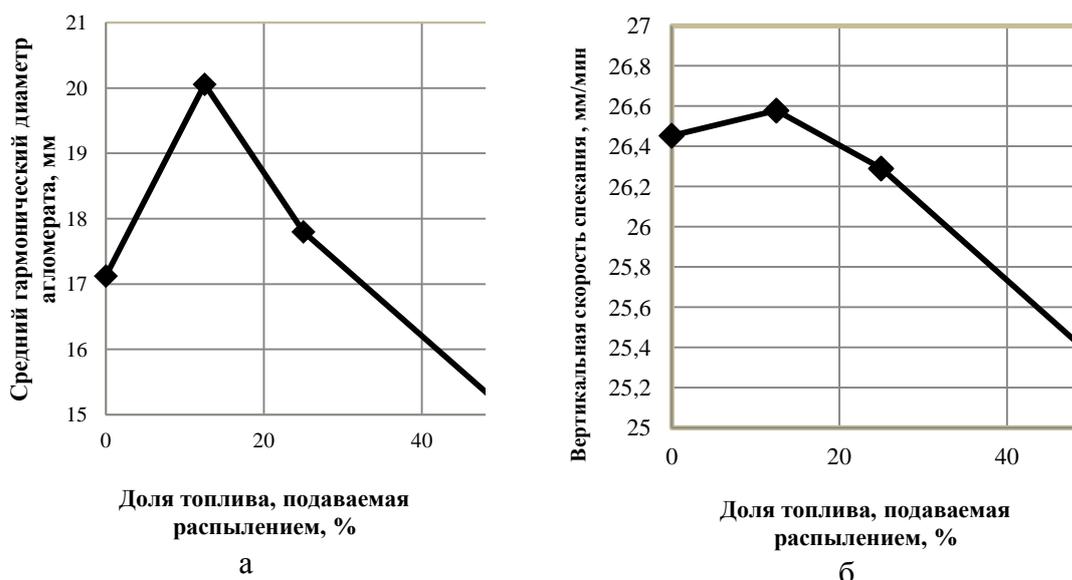


Рис. 3. Влияние доли топлива, подаваемого распылением в верхний слой шихты: *а* – на средний гармонический диаметр агломерата; *б* – на вертикальную скорость спекания

Максимальная вертикальная скорость спекания (рис. 3, *б*) была зафиксирована при распылении 12,5% топлива и составила 26,58 мм/мин, что на 0,5% больше, чем у базового спекания. Дальнейшее увеличение доли распыляемого топлива приводит к снижению скорости спекания: при распылении 25% топлива – на 0,6%, 50% топлива – на 4,1% по сравнению с базовым.

Таблица 4

Средний химический состав агломерата (% мас.)

Fe	FeO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	S	CaO/SiO ₂
55,3	13,0	11,3	6,93	0,78	2,99	0,04	1,61

В ходе исследований было изучено влияние распыления 12,5% (от общего содержания) топлива в верхний слой на показатели спекания при различном общем содержании топлива: 3,9%, 4,4%, 4,9%.

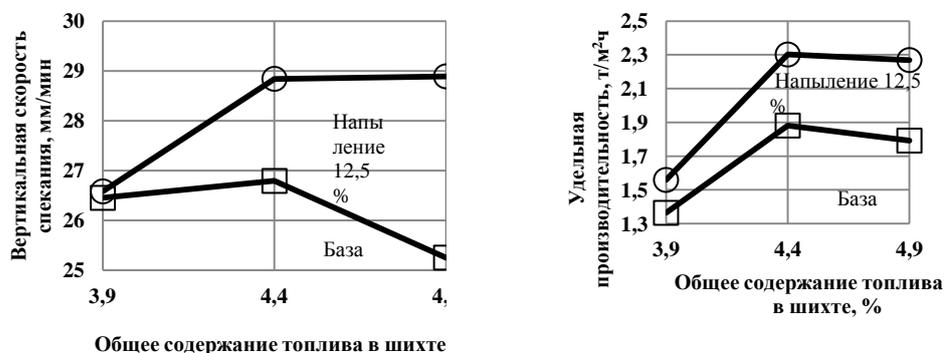


Рис. 4. Влияние доли топлива, подаваемого распылением в верхний слой шихты, при изменении общего расхода топлива на: *а* – вертикальную скорость спекания; *б* – удельную производительность

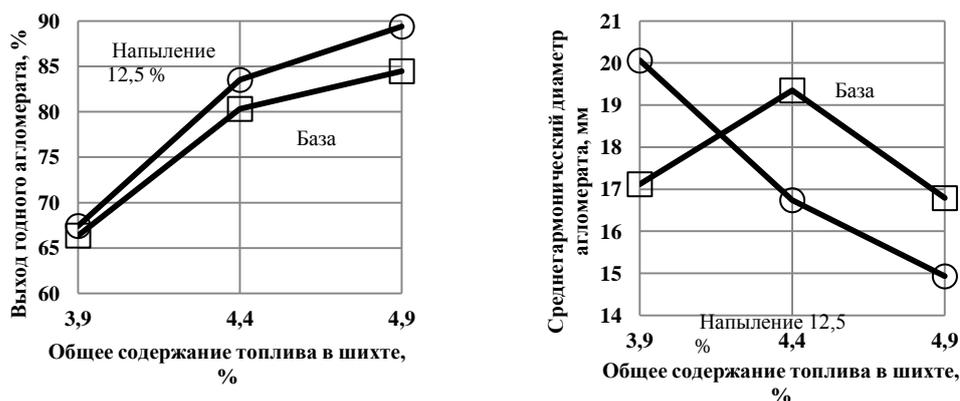


Рис. 5. Влияние доли топлива, подаваемого распылением в верхний слой шихты, при изменении общего расхода топлива на: *a* – выход годного агломерата; *б* – средний гармонический диаметр агломерата

Проведённая дополнительная серия экспериментов доказала эффективность применения технологии напыления и при большем содержании топлива. С ростом общего содержания топлива в шихте растёт как вертикальная скорость спекания, так и выход годного, во всех случаях экспериментальная технология оказывается более выигрышной по сравнению с базовой. Особенный интерес представляет рост выхода годного агломерата, полученного по экспериментальной технологии. При общем расходе топлива $T=3,9\%$ выход годного был выше, чем у базового спекания на 1,04% (абс.), при $T=4,4\%$ на 4,51% (абс.), при $T=4,9\%$ на 5,87% (абс.).

Сравнение состава отходящих газов (табл. 5) спекания с напылением 12,5% топлива с базовым спеканием показывает:

- снижение среднего содержания CO на 53,5%, а CO₂ на 32,1%;
- увеличение среднего содержания NO на 14%, NO_x на 13,9%, SO₂ на 47,4%.

Таблица 5

Состав отходящих газов

Спекание	Компоненты агломерационного газа				
	CO, ppm	CO ₂ , %	NO, ppm	NO _x , ppm	SO ₂ , ppm
Базовое сред/мах	6021/ 9300	1,96/ 3,0	39,9/ 64	42,6/ 69	29,9/ 125
Напыление 12,5 % топлива сред/мах	2802/ 5160	1,33/ 2,3	46,4/ 92	49,5/ 97	56,8/ 194

По проделанной работе можно сделать следующие выводы:

1. В лабораторных условиях была установлена возможность эффективного использования технологии перераспределения топлива, заключающаяся в напылении части топлива на гранулы агломерационной шихты, укладываемые в верхнюю часть спекаемого слоя.
2. Максимальная эффективность была достигнута при введении в верхний слой от 12,5% до 25% от общего количества топлива, было достигнуто увеличение выхода годного

- (на 2,7% при переводе 25%; на 1,6% при переводе 12,5%) и удельной производительности (на 19,9% при переводе 25%; на 17,6% при переводе 12,5).
3. Экспериментальная технология показывает эффективность в части снижения содержания в отходящих газах содержания CO на 53,5%, CO₂ на 32,1% и увеличение выбросов SO₂ на 47,4 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коротич, В.И. Агломерация рудных материалов [Текст] / В.И. Коротич, Ю.А. Фролов, Г.Н. Бездежский. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. – 400 с.
2. А.с. 39146 СССР, МКИ С 21а, 17а 1/10. Описание способа агломерации руд [Текст] / В.А. Сахарнов (СССР). – № 1251224/22-02; заявл. 26.12.1933; опубл. 31.10.1934 г, Бюл № 12. – 2 с.
3. А.с. 1098966 СССР, МКИ С 22 В1/16. Способ производства агломерата [Текст] / А.Г. Михалевич [и др.] (СССР). – № 3592209/22-02, заявл. 18.05.1983; опубл. 23.06.1984, Бюл. № 23. – 6 с.
4. А.с. 1086024 СССР, МКИ С 22 В 1/16. Способ агломерации железорудных материалов [Текст] / В.И. Ростовский, С.Т. Плискановский, А.И. Иванов (СССР). – № 3366641/22-02; заявл. 17.12.1981; опубл. 15.04.1984, Бюл. № 14. – 4 с.
5. А.с. 1439138 СССР, МКИ С 22 В1/20. Способ производства агломерата [Текст] / Н.С. Шумаков [и др.] (СССР). – № 4182176/31-02; заявл. 04.04.1979; опубл. 15.02.1981, Бюл. № 6. – 5 с.
6. А.с. 804704 СССР, МКИ С 22 В1/20. Способ агломерации руд и концентратов [Текст] / В.Н. Борисов [и др.] (СССР). – № 2760677/22-02; заявл. 14.01.1987; опубл. 23.11.1988, Бюл. № 43. – 5 с.
7. А.с. 545682 СССР, МКИ С 22 В1/16. Способ окускования железорудных концентратов [Текст] / С.В. Колпаков [и др.] (СССР). – № 2187796/02; заявл. 03.11.1975; опубл. 05.02.1977, Бюл. № 77. – 2 с.
8. А.с. 1104177 СССР, МКИ С 22 В 1/10. Способ агломерации двухслойной шихты [Текст] (СССР). – № 3581594/22-02; заявл. 22.04.83; опубл. 23.07.84, Бюл. № 27. – 8 с.
9. А.с. 1059013 СССР, МКИ С 22 В 1/16. Способ производства агломерата [Текст] / А.М. Ли [и др.] (СССР). – № 3486904/22-02; заявл. 02.09.1982; опубл. 07.12.1983; Бюл. № 45. – 3 с.
10. А.с. 894007 СССР, МКИ С22 В 1/16. Способ производства агломерата [Текст] / В.М. Борисов, М.Г. Бойко, Л.С. Агафонникова (СССР). – № 2913734/22-02; заявл. 22.04.1980; опубл. 30.12.1981, Бюл. № 48. – 4 с.
11. Илюхин, А.Я. Развитие технологии загрузки шихты на агломерационные машины [Электронный ресурс] / А.Я. Илюхин, И.А. Овчинникова; Официальный сайт Донецкого национального технического университета. – Режим доступа: URL: <http://masters.donntu.org/2009/fizmet/zhyriakova/library/article4.htm> (19.04.2015).

Ключевые слова: агломерация, прочность агломерата, новые технологии, коксовая мелочь, загрузка агломерационной шихты.

Сведения об авторах:

Михайлов Валентин Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры металлургических технологий Липецкого государственного технического университета.

Прохорова Татьяна Викторовна, инженер кафедры металлургических технологий Липецкого государственного технического университета.

E-mail: 7980359@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА С ТВЕРДОСТЬЮ МИКРОСТРУКТУРЫ СТАЛЬНОГО СЛЯБА

Липецкий государственный технический университет

Н.А. Бобылева, А.Н. Роговский, А.А. Шипельников

Представлены результаты исследования влияния химического состава на твердость структуры стального сляба. Получен график распределения твердости по сечению стального сляба. Получено уравнение регрессии, описывающее зависимость твердости стали от содержания основных легирующих элементов.

Повышение качества проката является одной из основных задач, стоящих сегодня перед металлургическим производством. Химический состав стали в числе ряда факторов оказывает влияние на механические и технологические свойства металлопродукции [1]. Изотропность структуры и свойств стального сляба определяют комплекс затрат прокатного производства на выпуск единицы товарной металлопродукции, особенно в производстве листовой стали, когда происходит изменение сечения заготовки с $250 \div 350 \times 1200 \div 1850$ мм до порядка $0,8 \div 1,2 \times 1800 \div 2000$ мм. Изотропность химического состава и изотропность структуры непрерывнолитого сляба являются определяющими факторами производства качественного проката с высокой добавленной стоимостью.

Был проведен корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязей механических свойств стали и процентного содержания $C, Si, Mn, S, P, Cr, Ni, Cu, N, Al$ [1]. Согласно этим исследованиям наибольшее влияние на предел текучести оказывают C, Si, S, Al, Cr ; на временное сопротивление разрыву – Si, Mn, C, P ; на твердость – S, P, C, Cr ; на относительное удлинение – Mn, N, S, C, P, Si . Также исследуется влияние Si, Mn, Ni и Cr на твердость стали со структурой зернистого перлита [2]. Полученная модель показывает, что наибольшее влияние на твердость стали после термической обработки оказывает Si , несколько меньшее влияние оказывают Mn и Ni .

Для оценки влияния химического состава и сегрегации структуры на твердость стали исследовались 36 образцов, которые были вырезаны из четверти темплета промышленного непрерывнолитого сляба стали марки 40 (рис. 1). Вырезка образцов осуществлялась согласно ГОСТ 10243-75. Химический состав образцов определяли с помощью эмиссионного спектрометра «Искролайн-100» с использованием поверенной методики «углеродистая сталь». Средние показатели химического состава приведены в табл. 1.



Рис. 1. Фотография темплета, разрезанного на образцы

Средний химический состав исследуемой стали

Элемент	Al	C	Cr	Cu	Mn	Ni	P	S	Si
Средняя конц., %	0,0306	0,3514	0,0834	0,0734	0,5455	0,0557	0,0026	0,0207	0,2345

Металлографические исследования образцов проводили с использованием металлографического инвертированного микроскопа «МЕТАМ ЛВ-41» с увеличением от 50 до 500 крат в светлом поле при прямом освещении. Микрошлифы для анализа изготавливались с использованием шлифовально-полировального станка «МоРао-160Е», а для предварительной подготовки поверхности образцов стали применялось грубое шлифование на заточном станке «Remza». Для контрастного выявления литой зеренной микроструктуры применялось травление 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты. Цифровая обработка и анализ фотографий структуры осуществляли в цифровой фотолаборатории «Image Expert». Твердость образцов стали определяли на стационарном твердомере «ТР 5006 М» по методу Роквелла (шкала «А», нагрузка 588,4 Н, индентор – алмазный конус) в соответствии с ГОСТ 9013-59.

Распределение значений средней твердости по сечению темплета в образцах показано на рис. 2.



Рис. 2. Распределение значений средней твердости по сечению темплета: каждое значение получено по пяти измерениям

Для оценки влияния химического состава стали на твердость была составлена корреляционная матрица (табл. 2). Известно, что чем ближе теснота связи к 1, тем существенней зависимость между исследуемыми значениями. Из табл. 2 видно, что существует заметная связь твердости (*HRA*) с содержанием *C*, *P*, *S*, *Si* и в несколько меньшей степени с содержанием *Cr*. Значимость коэффициентов подтверждается тем, что соответствующие расчетные числа Стьюдента больше табличных.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции взаимосвязи твердости с процентным содержанием химических элементов

	Al	C	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	P	S	Si	HRA
Al	1,00	0,58	-0,27	-0,19	-0,05	-0,35	0,17	0,34	0,47	0,36	0,32
C	0,58	1,00	0,23	-0,01	-0,06	0,00	0,42	0,74	0,65	0,31	0,65
Cr	-0,27	0,23	1,00	0,38	0,35	0,10	0,55	0,35	0,33	0,29	0,44
Cu	-0,19	-0,01	0,38	1,00	-0,02	0,21	0,19	0,11	0,26	-0,16	0,06
Mn	-0,05	-0,06	0,35	-0,02	1,00	-0,62	0,05	-0,12	0,38	0,77	0,18
Mo	-0,35	0,00	0,10	0,21	-0,62	1,00	0,27	-0,06	-0,30	-0,69	-0,12
Ni	0,17	0,42	0,55	0,19	0,05	0,27	1,00	0,25	0,21	0,17	0,30
P	0,34	0,74	0,35	0,11	-0,12	-0,06	0,25	1,00	0,55	0,22	0,60
S	0,47	0,65	0,33	0,26	0,38	-0,30	0,21	0,55	1,00	0,65	0,64
Si	0,36	0,31	0,29	-0,16	0,77	-0,69	0,17	0,22	0,65	1,00	0,50
HRA	0,32	0,65	0,44	0,06	0,18	-0,12	0,30	0,60	0,64	0,50	1,00

С помощью метода множественного регрессионного анализа была проанализирована взаимосвязь между твердостью и содержанием *C*, *P*, *S*, *Si*, *Cr*. В результате пошагового отбора переменных установлено, что наиболее значительно на твердость стали влияет содержание *C*, *Si* и *Cr* (табл. 3).

Таблица 3

Результаты множественного регрессионного анализа

Предикторы	Бета-коэф.	Станд. ошибка Бета-коэф.	Козф. уравнения	Станд. ошибка	t-критерии Стьюдента	Уровень значимости
Свободный член	—	—	0,468294	0,132145	3,543784	0,001237
C	0,509038	0,123282	0,148013	0,035847	4,129068	0,000243
Si	0,249756	0,122164	0,284962	0,139385	2,044423	0,049212
Cr	0,264309	0,125203	0,098731	0,046769	2,111051	0,042672

В результате проведенного регрессионного анализа получено следующее уравнение зависимости числа твердости:

$$\text{HRA} = 0,509038 + 0,148013C + 0,284962Si + 0,098731Cr, R^2 = 0,57.$$

Все коэффициенты уравнения значимы на 5%-ном уровне. Значения множественного коэффициента корреляции и коэффициента детерминации для полученного уравнения регрессии составляют $R = 0,76$ и $R^2 = 0,57$ соответственно. Так как коэффициент Бета для *C* имеет наибольшее значение (0,509038), то можно говорить о том, что углерод оказывает наибольшее влияние на твердость структуры литой стали. Распределение среднего содержания *C* по сечению темплета представлено на рис. 3.

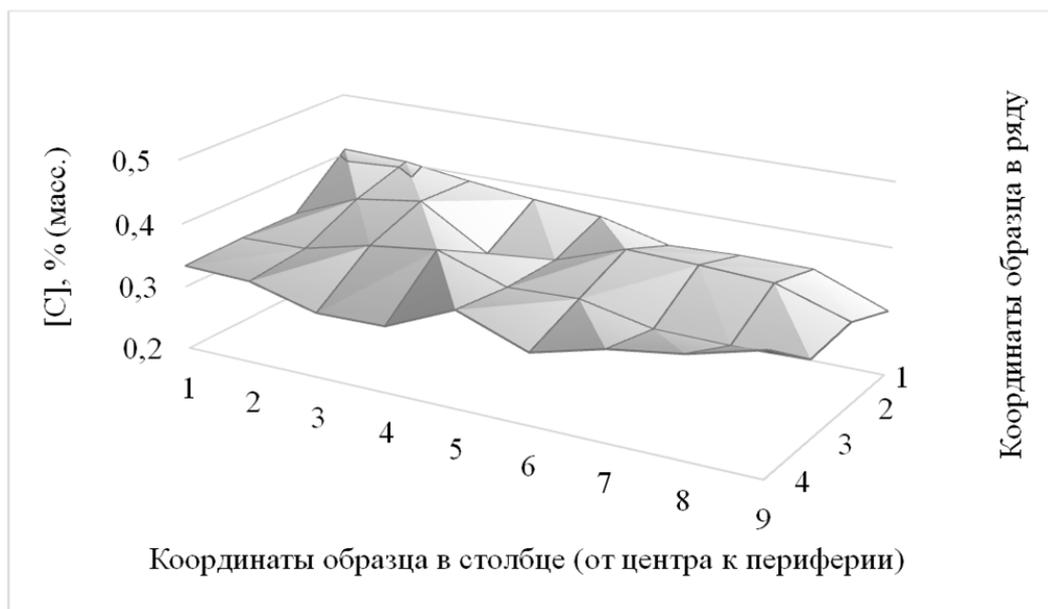


Рис. 3. Распределение среднего содержания C по сечению темплета

Повышенное содержание C и соответствующие ему значения HRA наблюдаются в центральной зоне сляба, что соответствует характеру продвижения фронта кристаллизации от «корочки» к осевой части сляба при его смыкании к концу зоны вторичного охлаждения со стороны большого и малого радиуса МНЛЗ, предопределяемого металлургической длиной машины.

В результате металлографического анализа образцов выявлено, что типичной структурой исследуемой стали является перлитно-ферритная структура (рис. 4).

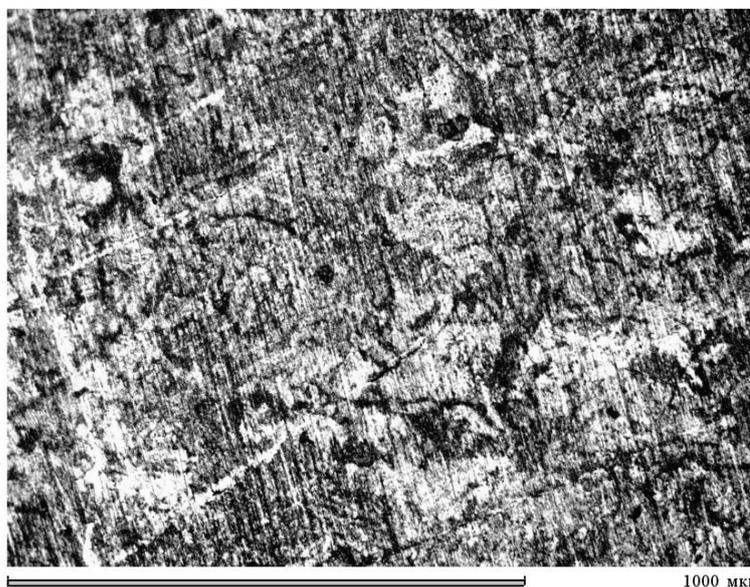


Рис. 4. Типичная структура исследуемой стали ($\times 100$)

В некоторых зонах сляба в пределах одного образца наблюдаются два типа структуры с различной твердостью: перлитно-ферритная структура с твердостью $HRA=52\div 54$ и структура превращенного аустенита с твердостью $HRA=65\div 72$ (рис. 5, 6). Повышенная (дендритная) твердость наблюдается в участках структуры, сформированной осями дендритов первого порядка (монокристаллы превращенного аустенита), которые кристаллизуются из расплава ранее и, следовательно, имеют более однородную структуру и химический состав практически идентичный среднему химическому составу сляба.

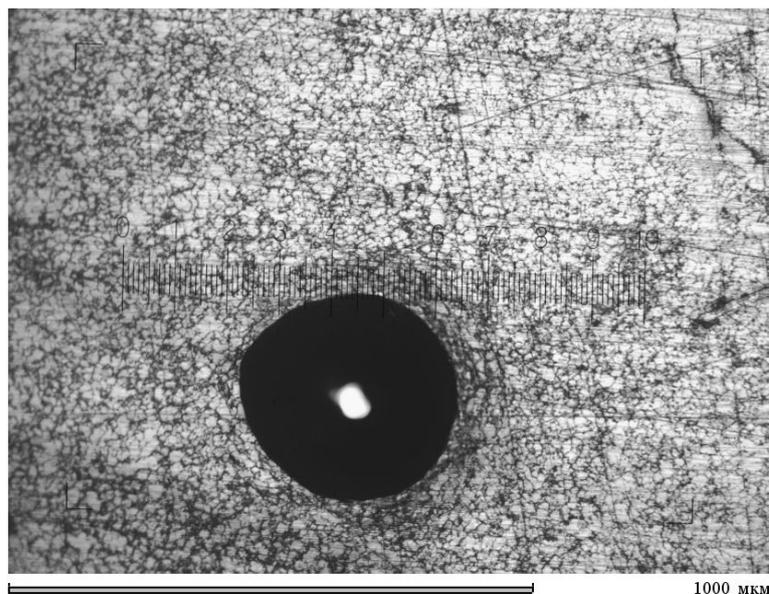


Рис. 5. Структура образца № 2 (x100) с отпечатком индентора твердомера: перлито-ферритная структура; HRA=54; C – 0,4; P – 0,0025; S – 0,027; Cr – 0,08; Si – 0,25; Al – 0,03; Cu – 0,076; Mn – 0,56; Mo – 0,026; Ni – 0,08

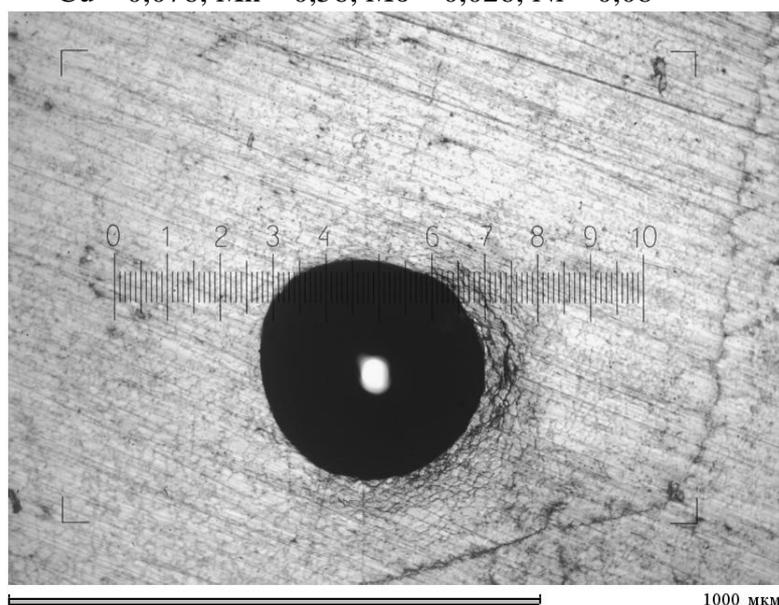


Рис. 6. Структура образца № 2 (x100) с отпечатком индентора твердомера: превращенный аустенит, HRA=65; C – 0,38; P – 0,004; S – 0,025; Cr – 0,08; Si – 0,23; Al – 0,03; Cu – 0,07; Mn – 0,53; Mo – 0,03; Ni – 0,07

По сечению темплета также установлено достаточно большое количество газосадочных раковин и скоплений сульфидов по границам зерен.

По проделанной работе можно сделать следующие выводы:

1. С использованием метода множественного регрессионного анализа получено уравнение, описывающее влияние химического состава на твердость литой стали. Установлена достаточно тесная связь между зональным содержанием *C*, *Si*, *Cr* и твердостью *HRA* с коэффициентом детерминации $R^2=0,57$.
2. Наибольшее влияние на твердость оказывает *C*. Из анализа графиков распределения твердости и углерода по сечению темплета установлено, что в зонах темплета с

максимальным содержанием $C=0,39\div 0,4\%$ (образцы №1-3) наблюдается повышенное значение твердости $HRA=55\div 57$.

3. Установлено, что максимальное значение твердости соответствует зонам сляба с дендритной сегрегацией при $HRA=65\div 70$, химический состав которых не отличается от среднего химического состава стального сляба.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуляев, Б.Б. Теория литейных процессов [Текст]: учеб. пособие для вузов / Б.Б. Гуляев. – Ленинград: Машиностроение, 1976. – 216 с.
2. Гущина, М.С. Исследование влияния химического состава на механические свойства холоднокатаных полос из стали марки 08Ю / М.С. Гущина // Технические науки – от теории к практике: мат. XXIII междунар. заочной науч.-практ. конф. (10 июля 2013 г.). – Новосибирск: СибАК, 2013. – С. 59 – 69.
3. Свищенко, В.В. Влияние состава стали на её твёрдость после сфероидизирующей термической обработки [Текст] / В.В. Свищенко // Ползуновский альманах. – 2010. – № 1. – С. 118-120.

Ключевые слова: непрерывнолитой сляб, дендритная структура, химический состав, твердость.

Сведения об авторах:

Бобылева Наталия Александровна, аспирант Липецкого государственного технического университета.

Роговский Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры металлургических технологий Липецкого государственного технического университета.

Шипельников Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры металлургических технологий Липецкого государственного технического университета.

E-mail: aleksandr.baa@inbox.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ГРАФИТА И ТИПА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ЧУГУНА НА СТОЙКОСТЬ В УСЛОВИЯХ КАВИТАЦИОННОЙ ЭРОЗИИ

Липецкий государственный технический университет

А.А. Суслов, И.А. Лупова, О.А. Клыкова

Разработана методика, построена экспериментальная установка и проведены исследования влияния формы графитовых включений и типа металлической матрицы на стойкость корпусных деталей гидросистем из различных марок чугуна против эрозии в среде кавитирующего потока минерального масла.

Детали гидросистем, работающие в контакте с потоком воды, масла или иной рабочей жидкости, подвергаются своеобразному виду разрушения – эрозии поверхностного слоя. В турбулентном потоке жидкости при определенных гидродинамических условиях происходит нарушение сплошности потока, приводящее к образованию каверн, которые затем сокращаются и исчезают. Это явление, протекающее в высокоскоростном жидкостном потоке, носит название кавитации. При резком замыкании каверны происходит соударение её образующих поверхностей, инициирующее образование ударных волн, имеющих определенную глубину распространения в толще рабочей жидкости и достигающих поверхности металлического корпуса детали, который в результате подвергается многократным микроударным воздействиям, вызывающим разрушение поверхности. В зависимости от интенсивности кавитационного воздействия глубина поражения может колебаться от сотых долей миллиметра до сквозного разрушения детали.

В соответствии с моделью Богачева-Минца макрокартина разрушения чугуна может быть представлена в следующем виде: в начальный (инкубационный) период металлическая поверхность становится шероховатой, появляется рельефность, то есть происходят изменения, не связанные с потерей массы: сдвиги, дробление зерен, структурные превращения [1]. Далее по мере накопления усталости материала появляются более выраженные очаги разрушения, сопровождающиеся потерями массы. Разрушение распространяется вглубь материала и вдоль направления потока движения жидкости. Очевидно, что чем длительнее инкубационный период и чем медленнее развивается разрушение, тем долговечнее материал. Кавитационное воздействие в ряде случаев усложняется вследствие изменения свойств контактирующего с потоком металла, например в результате разогрева при трении о жидкость и связанного с этим разупрочнения или окисления материала. Немаловажную роль играет наличие в гидравлической жидкости неотфильтрованных микроскопических твердых частиц, вносящих абразивную составляющую в общую картину эрозии.

Тем не менее, определяющим фактором остается кавитационная стойкость материала, определяемая его микроструктурой. Чугуны, являющиеся наиболее распространенным материалом корпусных деталей гидросистем, обладают ярко выраженной многофазностью структуры, что всегда сказывается отрицательно, так как разные структурные составляющие обладают различным сопротивлением эрозионному разрушению. Очевидно, что наиболее слабой фазой является графит, который и будет выкрашиваться в первую очередь, оставляя после себя раковины, играющие роль концентраторов напряжений. Дальнейшее развитие разрушения будет определяться формой, характером расположения и дисперсностью создавшихся раковин. Строение матрицы при этом играет второстепенную роль.

Уменьшение количества пластинчатого графита и повышение разобщенности графитовых включений, что на практике достигается повышением марки серого чугуна от

СЧ-20 до СЧ-30, более существенно влияет на стойкость чугуна. Изменение формы графита – переход от пластинок к вермикулоидам или глобулям – сказывается резко положительно вследствие повышения изолированности включений и снижения степени остроты надреза матрицы. Но вместе с тем теряется присущее серому чугуно демпфирование волны пластической деформации, возникающее в результате барьерного воздействия разветвленных пластинок графита (ЧПГ). В чугуне с шаровидным графитом (ЧШГ) волна продвигается гораздо свободнее. Наличие значительной разобценности включений графита (близкой к ЧШГ) и высокой демпфирующей способности (близкой к ЧПГ) предсказывает определенные потенциальные возможности чугуна с вермикулярным графитом (ЧВГ) в качестве кавитационно-стойкого материала корпусных деталей гидросистем.

Целью данного исследования являлось определение сравнительной кавитационно-эрозионной стойкости ЧПГ марки СЧ-30 и ЧШГ марки ВЧ-50 как наиболее традиционных материалов для изготовления литых корпусов золотниковых гидрораспределителей (рис.1, 2) по сравнению с чугуном с вермикулярным графитом марок ЧВГ-35, ЧВГ-40 и ЧВГ-45.

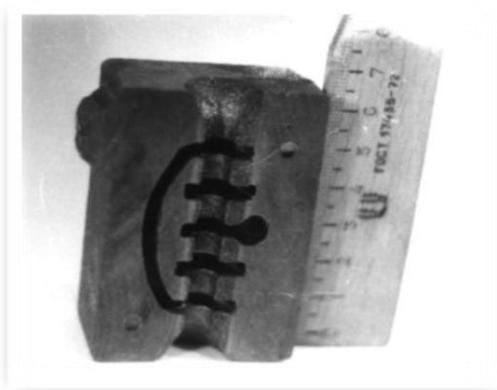


Рис. 1. Литой корпус гидрораспределителя 1ВЕ6 из чугуна СЧ-30 в разрезе

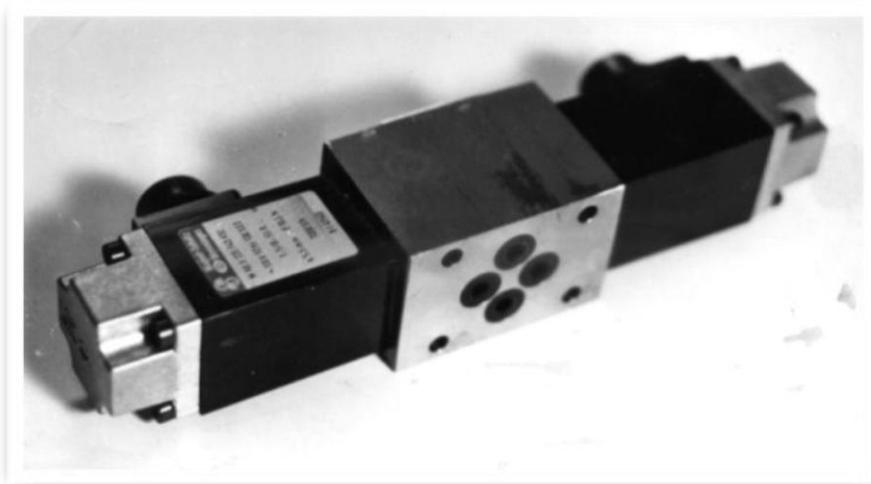


Рис. 2. Золотниковый гидрораспределитель 1ВЕ6 в сборе

До настоящего времени разработан и апробирован ряд устройств и методик для ускоренного определения кавитационно-эрозионной стойкости различных материалов [1].

Ударно-эрозионный стенд, действие которого основано на многократном соударении о струю воды испытуемых образцов, закрепленных на ободу быстро вращающегося диска.

Диффузор, создающий непрерывный поток кавитирующей жидкости, в который помещается исследуемый образец. Эта установка чаще используется для изучения гидродинамики процесса.

Магнитострикционный вибратор, основанный на воспроизведении кавитационной каверны и ее схлопывания при высокочастотной вибрации, генерируемой за счет магнитострикции, т.е. изменения линейных размеров ферромагнитных материалов в

переменном магнитном поле. К материалам, обладающим высокими значениями магнитострикции, относятся никель и некоторые его сплавы, например пермаллой. Генератор магнитного поля возбуждает высокочастотные продольные колебания никелевого стержня, на конце которого закреплен образец, соударяющийся с поверхностью жидкости.

Отмечается, что между результатами испытаний, полученными при использовании вышеописанных устройств, существует лишь качественное совпадение. Отсутствие количественного совпадения вполне закономерно и объясняется определенной абстрагированностью методик. Отсюда следует, что методика испытания материала для отливки корпуса распределителя на кавитационно-эрозионную стойкость (КЭС) должна с максимальной точностью имитировать реальные условия работы серийных изделий, учитывать не только физико-механические свойства материала, но и геометрические параметры образцов, а также гидродинамические свойства рабочей жидкости.

Для проведения исследований была разработана методика и изготовлена опытная установка, позволяющая в максимальной степени имитировать процесс эрозионного разрушения отсечных кромок опорных поясков корпуса гидрораспределителя с диаметром условного прохода ДУ- 6 и ДУ-16 (рис. 3, 4).

В целях сокращения длительности испытаний осуществлялась экстремализация нагрузки за счет воздействия кавитации не только в момент раскрытия или запираания канала, как это имеет место при эксплуатации изделия, а непрерывно в течение длительного времени.

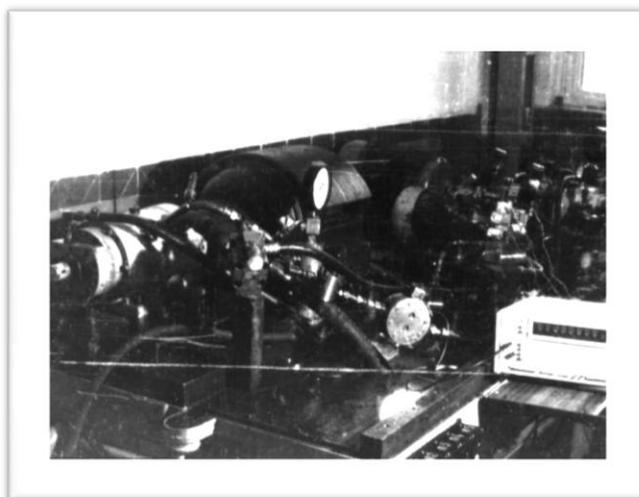


Рис. 3. Опытная установка в сборе



Рис. 4. Кавитационная камера и кольцевые образцы для испытаний

Принцип действия установки состоит в том, что образец в виде кольца толщиной 3 мм и внутренним диаметром 6 и 16 мм соосно устанавливался на цилиндрический стержень-контртело и размывался потоком кавитирующего минерального масла через кольцевую щель шириной 0,1 мм. Данная конструкция полностью имитирует узел «отсечная кромка корпуса – отсечная кромка золотника» в реальном гидрораспределителе. Расход, давление и температура масла поддерживались на постоянном уровне. Время испытаний составляло 7 и 14 ч, что по расчетам должно соответствовать $2,5 \times 10^6$ и 5×10^6 циклам срабатываний распределителя в условиях практической эксплуатации.

Порог кавитационно-эрозионной стойкости исчислялся по моменту появления первых кратеров разрушения на рабочей плоскости и кромке образца. Появление кратеров разрушения определялось при исследовании на оптическом микроскопе ММР-4 при 10-кратном увеличении. Собственно кавитационно-эрозионный износ определяли как потерю массы образца за время испытаний.

ЧШГ для изготовления образцов выплавляли по общепринятым методикам, модифицирование в ковше проводили 2,3% модификатора ФСМг3; ЧВГ получали на базе того же расплава присадкой от 1,5 до 2% модификатора ФСМг3, содержание перлита регулировали присадками до 0,8% Си. ЧПГ имел низкое легирование 0,8%Ni и 0,25%Cr, графитизирующее модифицирование производили 0,8% ФСБа4. Контртела были изготовлены из стали 18ХГТ с последующей цементацией на глубину 0,4-0,6 мм. Твердость контртела составляла 56 HRC. Как показывают результаты испытаний, минимальной стойкостью обладают перлитный серый чугун СЧ-30 и ферритный ЧВГ-35, начавшие разрушаться уже после 7 ч испытаний. Для остальных материалов инкубационный период накопления усталости материала превышает 7 ч, так как за это время потери их массы или наличия кратеров кавитационного разрушения выявлено не было. Ввиду бесперспективности образцы из ферритного ЧВГ были сняты с дальнейших испытаний. Через 14 ч испытаний максимальную потерю массы и ширину кавитационной зоны, видимую даже невооруженным глазом, имел образец из серого чугуна СЧ-30. Сходную по величине кавитационную зону имел и образец из ферритно-перлитного ЧВГ-40, однако потеря его массы была в три раза ниже. Это свидетельствует о том, что разрушение в ЧВГ идет преимущественно по поверхности, а у ЧПГ проникает и в глубину материала. Минимальные разрушения как по ширине зоны, так и по потере массы понес образец из чугуна с шаровидным графитом. Данные измерений представлены в виде столбчатых диаграмм на рис. 5 и 6.

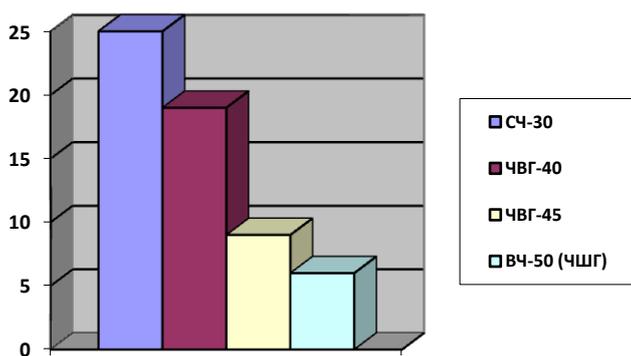


Рис. 5. Ширина зоны кавитационного разрушения образцов

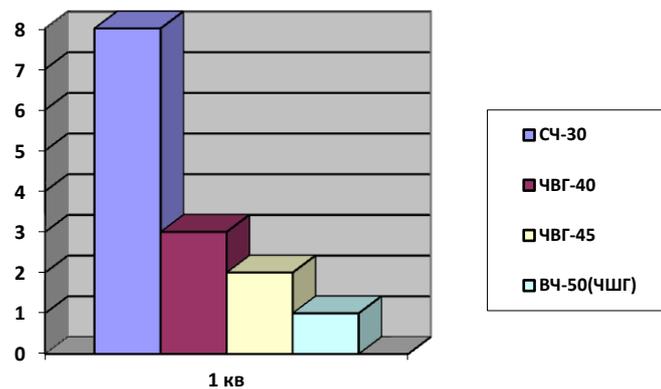


Рис. 6. Потеря массы образцов в результате кавитационной эрозии

Фотографии разрушения образцов при увеличении $\times 500$, полученные на электронном микроскопе РЭМ-200, приведены на рис. 5-7 (стрелками показана ширина зоны разрушения), где отчетливо прослеживается более интенсивное разрушение чугуна с пластинчатым графитом по сравнению с ЧВГ-45 и ВЧ-50.

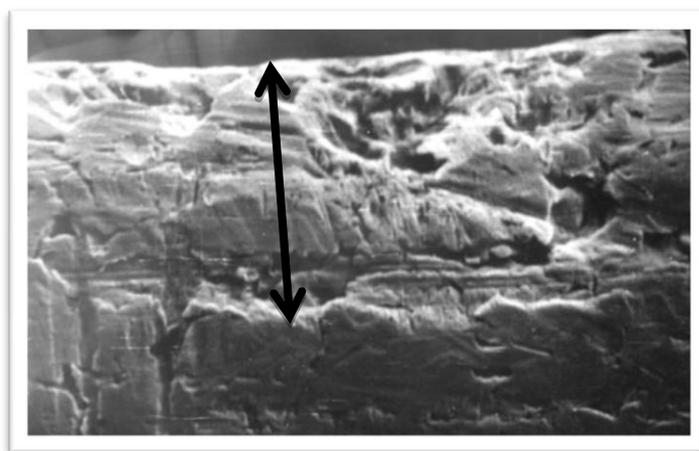


Рис. 6. Разрушение кромки образца из ЧПГ марки СЧ-30, $\times 500$



Рис. 7. Разрушение кромки образца из ЧВГ-45, $\times 500$

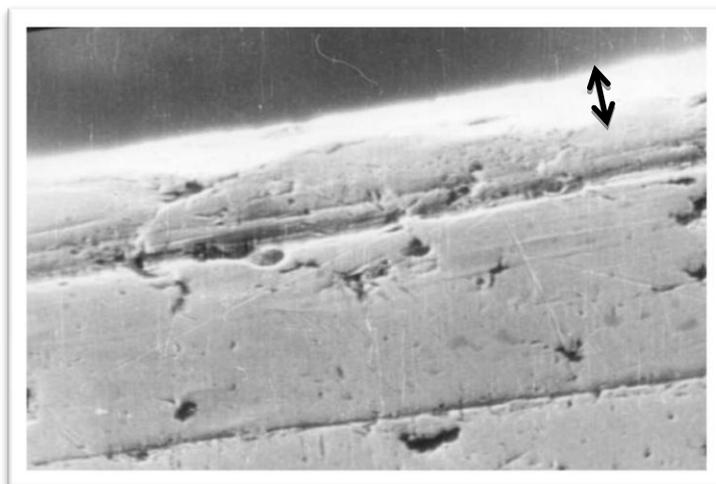


Рис. 8. Разрушение кромки образца из ЧШГ марки ВЧ-50, $\times 500$

По результатам проведенных экспериментов наиболее высокую стойкость в условиях кавитационно-эрозионного воздействия проявили высокопрочный чугун с шаровидным графитом марки ВЧ-50 и чугун с вермикулярным графитом марки ЧВГ-45, однако, принимая во внимание ряд преимуществ ЧВГ перед ЧШГ (более высокие литейные свойства, меньшая склонность к усадке, лучшая обрабатываемость режущим инструментом), перлито-ферритный ЧВГ-45 следует считать перспективным материалом для производства отливок корпусов высоконагруженных деталей гидросистем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Богачев, И.Н. Кавитационное разрушение железоуглеродистых сплавов [Текст] / И.Н. Богачев, Р.И. Минц. – Москва: Машгиз, 1959. – 109 с.
2. Чугун: справ. издание / под ред. А.Д. Шермана, А.А. Жукова. – Москва: Metallurgia, 1991. – 576 с.

Ключевые слова: чугун, гидрораспределитель, кавитационная эрозия.

Сведения об авторах:

Сулов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования и процессов машиностроительных производств Липецкого государственного технического университета.

Лупова Ирина Александровна, старший преподаватель кафедры оборудования и процессов машиностроительных производств Липецкого государственного технического университета.

Клыкова Оксана Анатольевна, ассистент кафедры оборудования и процессов машиностроительных производств Липецкого государственного технического университета.

E-mail: suslov.lipetsk@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОКАТКИ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ В РЕБРОВОМ КАЛИБРЕ

Липецкий государственный технический университет

В.Н. Гринавцев, Е.В. Гринавцева,
В.С. Попов, О.В. Минаева

В статье выведены аналитические зависимости для расчета энергосиловых параметров прокатки двутавровых балок в ребровом балочном калибре.

Распределение средних контактных нормальных напряжений по поверхности контакта металла с валками при прокате балок «на ребро» отличается от случая прокатки двутавровой балки в обычном универсальном балочном калибре [1].

Очаг деформации двутавровой балки при прокатке полок приводными валками (рис.) образован с помощью вертикальных не приводных валков. При таком способе прокатки стенка обжатию не подвергается, а растягивается полками на величину вытяжки в калибре.

Поэтому растягивающие напряжения в стенке $q_{ст}$ достигают предела текучести k , т.е. $q_{ст0} = q_{ст1} = 2k$. Зная величину напряжения в стенке, можно определить напряжение подпора на входе и выходе в полках:

$$q_{n0} = kF_{ст0}/F_{n0}; F_{n0} = 0,5(F_0 - F_{ст0}); \quad (1)$$

$$q_{n1} = kF_{ст1}/F_{n1}; F_{n1} = 0,5(F_1 - F_{ст1}), \quad (2)$$

где F_{01} , $F_{ст0}$, F_{n0} и F_1 , $F_{ст1}$, F_{n1} – соответственно площади поперечного сечения раската, стенки и полки до и после прокатки.

При определении предела текучести материал полок и стенки следует учитывать разность их температур в 80 – 100°C.

Для дальнейшего вывода зависимостей расчета средних удельных напряжений примем закон постоянства сил трения в очаге деформации:

$$\tau_{\varphi} = 2kf_{\sigma}, \quad (3)$$

где $2k$ – предел текучести материала полки, определяющегося с учетом разности температур между полками и стенкой; f_{σ} – коэффициент пропорциональности.

Угол захвата при деформации приводными валками 3 - 6°, поэтому можно принять $\tau_{\varphi} = \tau_{cp}$ (4)

В очаге деформации полки выделим элементарный столбец [3], составляем уравнение равновесия сил и после соответствующих преобразований получаем уравнение

$$dp_{r\varphi} = 2kR_r[\varphi \mp (1 \mp \cos 0,5\alpha_r) f_{\sigma}]d\varphi / \tau_{\varphi}. \quad (5)$$

Принимаем среднее значение коэффициента трения, задаваясь граничными условиями

$\tau_{\varphi} \approx \tau_{cp}$, интегрируя выражение (5), получим

$$p_{r\varphi} = 2kR_r[\varphi^2 / 2 + \varphi(1 \pm \cos 0,5\alpha_r) f_{\sigma}] / \tau_{cp} + c. \quad (6)$$

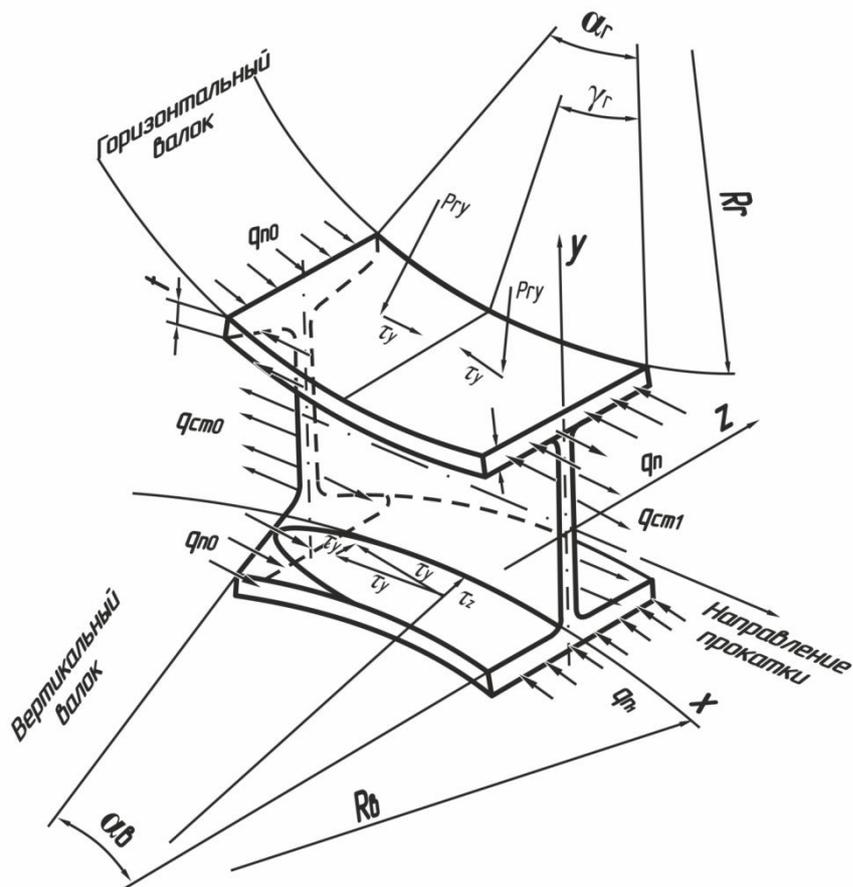


Рис. Очаг деформации двутаврового раската в ребровом четырехвалковом калибре

Граничные условия для зоны отставания при $\varphi = \alpha_G$

$$p'_{Г\varphi} = 2k + q_{п0}. \quad (7)$$

Запишем

$$p'_{Г\varphi} = 2k \left\{ 1 + R_G(\alpha_G - \varphi) [\alpha_G + \varphi - \alpha_G f_\sigma (1 - \cos 0,5\alpha_G)] / 2\tau_{cp} \right\} q_{п0}. \quad (8)$$

Для зоны опережения граничные условия при $\varphi = 0$: $p''_{\varphi} = 2k + q_{п1}$.

Формула для вычисления контактных нормальных напряжений в зоне опережения имеет вид

$$R''_{Г\varphi} = 2k \left\{ 1 + R_G[\varphi^2 + 2(1 + \cos 0,5\alpha_G)\varphi f_\sigma] / 2\tau_{cp} \right\} q_{п1}. \quad (9)$$

И соответственно в зоне отставания зависимость для вычисления средних контактных нормальных напряжений определяется выражением

$$p_{r.c.p} = \left(\int_{\gamma}^{\alpha_G} p'_{Г\varphi} d\varphi + \int_0^{\gamma} p''_{Г\varphi} d\varphi \right) / \alpha_G. \quad (10)$$

Подставляя значения контактных напряжений в зоне отставания (8) и опережения (9) в формулу (10) и решая интегралы, получим

$$p_{r.c.p} = \left\{ 2k \left[\alpha_G + R_G f_\sigma (1 + \cos 0,5\alpha_G) \gamma_G^2 / 2\tau_{cp} \right] + q_{п0}(\alpha_G - \gamma_G) + q_{п1} \gamma_G \right\} / \alpha_G. \quad (11)$$

Нейтральный угол приближенно можно определить по формуле

$$\gamma_r = t_1(t_H / t_1 - 1) / \sqrt{R\Delta t} . \quad (12)$$

Поскольку напряжения подпора примерно равны ($q_{II0} \approx q_{III}$), то для нахождения t_1 можно пользоваться выражением

$$t_H / t_1 = e^{(\xi_0 - \xi_1)(\Delta t / \sqrt{D\Delta t})} \sqrt{t_0 / t_1} ,$$

где $\xi_0 = (2k + q_{II0}) / 2k$; $\xi_1 = (2k + q_{III}) / 2k$.

Выведенные аналитические зависимости расчета напряжений в очаге деформации четырехвального балочного калибра использованы для расчета усилий, действующих на вертикальные и горизонтальные валки при проведении прочностных расчетов кассет, для установки вертикальных валков в чистой клетке среднесортного стана 550 Днепропетровского металлургического завода им. Петровского.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жадан, В.Т. Производство двутавровых балок [Текст] / В.Т. Жадан, Г.Д. Фейгин, И.М. Герман. – Москва: Металлургия, 1972. – 192 с.
2. Целиков, А.И. Теория прокатки [Текст] / А.И. Целиков. – Москва: Металлургия 1970. – 358 с.
3. А.с. 265047, МКИБ21в1/10. Двутавровый горячекатаный профиль [Текст] / А.П. Чекмарев [и др.]. – № 1301153/22-2; заявл. 21.01.1969; опубл. 1.07.1970, Бюл. № 10 – 3 с.

Ключевые слова: параметр, двутавровая балка, ребровой калибр.

Сведения об авторах:

Гринавцев Валерий Никитич, доктор технических наук, профессор кафедры общей механики Липецкого государственного технического университета.

Гринавцева Елена Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и бухучета Липецкого государственного технического университета.

Попов Виктор Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры общей механики Липецкого государственного технического университета.

Минаева Оксана Викторовна, лаборант кафедры общей механики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: vnov1939@gmail.com

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРАВКИ ПОЛОСЫ

Липецкий государственный технический университет

В.Н. Гринавцев, О.В. Минаева, В.С. Попов

Предлагается технология правки полосы из листового металла, получаемой при нарезке на дисковых или гильотинных ножницах. Для устранения продольного скручивания и знакопеременной серповидности полосы в ней с помощью специальных устройств создается растягивающее напряжение, равное пределу текучести материала. Возникающая горизонтальная волнистость выправляется системой правильных роликов. Деформация полосы в случае ее разтолщинности исключается за счет того, что давление верхнего подающего ролика меньше предела текучести полосы.

Отделка полосового проката при штучном и мелкосерийном производстве полосы, имеющей знакопеременную серповидность и продольное скручивание, вызывает существенное затруднение. Наиболее широко применяется правка полосы в машине с наклонными роликами, где между первыми роликами полоса получает наибольший прогиб, далее прогиб полосы уменьшается и у последних роликов кривизна полностью устраняется [1], но серповидность полосы не устраняется.

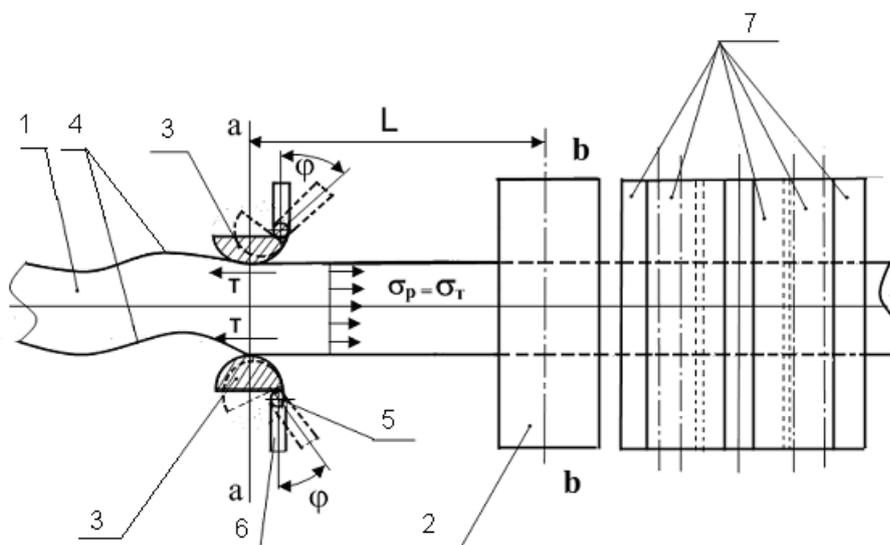


Рис. Последовательность операций при правке полосы

Разработанная технология [3] правки серповидной полосы, сущность которой заключается в неравномерном прижатии противоположащих кромок полосы, заданной в изгибающие ролики под определенным углом к их осям [2], не позволяет править полосу, имеющую продольную скручиваемость. Целью новой технологии является разработка способа правки полосы, имеющей продольное скручивание и знакопеременную серповидность после резки и правки.

Новизна технологии заключается в том, что после захвата полосы 1 (рис.) приводными подающими роликами 2 и линейками 3 к боковым граням 4 полосы 1 прикладывается тормозящее усилие T , которое создается за счет уменьшения зазора между линейками в результате поворота оси 5 рычагом 6 на угол φ . Это усилие обеспечивает появление на участке L между сечением «а – а» контакта с боковыми гранями до линии контакта полосы с верхними подающими роликами 2 до сечения «b – b» растягивающих напряжений σ_p , равных пределу текучести материала полосы σ_T . Под действием растягивающих напряжений σ_p на участке полностью устраняются знакопеременная серповидность и продольное скручивание, а горизонтальная волнистость выправляется в системе правильных валков 7 . В соответствии с ГОСТ 103–76 полоса может иметь отклонение « $\pm\Delta$ » по толщине δ , поэтому верхний подающий ролик имеет упругий подпятник, что позволяет изменять зазор между подающими роликами на величину полосы δ и величину допуска, обеспечивая его вертикальное перемещение. При этом исключается деформация полосы, несмотря на ее разнотолщинность, так как контактное давление на нее со стороны верхнего подающего ролика меньше предела текучести σ_T материала полосы, подвергаемой правке.

Разработанная технология правки наиболее эффективна при правке короткомерной полосы от 1,5 до 12 метров, которую получают при роспуске листа на гильотинных ножницах или с помощью дисковых ножей, при таких видах нарезки получаемая полоса может иметь продольное скручивание и знакопеременную серповидность. В связи с тем что подобные способы получения полосы используются на предприятиях малого и среднего бизнеса, устранение названных недостатков позволит получить более качественную продукцию и способствовать их дальнейшему укреплению на рынке металлопроката.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королев, А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станков [Текст] / А.А. Королев – Москва: Металлургия, 1969. – С.354 – 355.
2. Пат. № 1784336 Российская федерация, МПК В21D1/02. Способ правки полосы [Текст] / В.Г. Антипанов [и др.]; заявитель и патентообладатель Магнитогорский металлургический комбинат им. В.И.Ленина. – № 486 5852; заявл. 12.09.1990; опубл. 30.12.1992, Бюл. № 48. – 10 с.
3. Пат. № 2463122 Российская федерация, МПК В21D1/02. Способ правки полосы [Текст] / В.Н. Гринавцев, О.В Гринавцев; заявитель и патентообладатель В.Н. Гринавцев, О.В Гринавцев; заявл. 16.12.2010; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 28. – 6 с.

Ключевые слова: полоса, продольный изгиб, поперечный изгиб.

Сведения об авторах:

Гринавцев Валерий Никитович, доктор технических наук, профессор кафедры общей механики Липецкого государственного технического университета.

Попов Виктор Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры общей механики Липецкого государственного технического университета.

Минаева Оксана Викторовна, лаборант кафедры общей механики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: vnov1939@gmail.com

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 331.5

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИКУ РОССИИ

Липецкий государственный технический университет

Е.И. Козлова, М.А. Комоликов

Статья посвящена роли иностранных инвестиций в экономическом развитии страны. Проанализированы виды иностранных инвестиций, место России в международных инвестиционных процессах. На основе анализа текущих особенностей экономической и политической обстановки внутри страны и за рубежом, выявлены факторы, отрицательно повлиявшие на инвестиционную привлекательность России.

Экономический цикл представляет собой периодические колебания уровня деловой активности, представленного реальным ВВП. Экономический цикл продолжается обычно от 2 до 10 лет. Фазы экономического цикла представляют собой последовательную смену уровня деловой активности и включают следующие фазы: пик (бум) – вершина подъема общественного производства, спад (рецессия) – снижение деловой активности, дно (депрессия) – прекращение падения деловой активности, подъем (процветание) – высокий уровень деловой активности.

Каждая фаза экономического цикла выполняет важную воспроизводственную функцию. Кризис, сопровождающийся падением производства, занятости, снижением доходов и издержками, ведет к удешевлению средств производства и последующему стимулированию инвестиций в новые предприятия, технологии и оборудование. В фазе депрессии производство и занятость начинают постепенно оживать на основе новых пропорций и инноваций. Фаза оживления характеризуется началом расширенного воспроизводства и ростом выпуска до уровня докризисного периода. В фазе подъема появляются и укрепляют свои позиции на рынке новые предприятия, сокращается безработица, растут заработная плата, инвестиции и объем реального капитала. Фаза подъема заканчивается бумом (высшей точкой подъема), за которым в результате возникших диспропорций начинается очередной спад.

Причинами смены фаз экономических циклов являются: периодическое истощение автономных инвестиций, ослабление эффекта мультипликации, колебания объемов денежной массы, обновление основного капитала и т. д. Экономическое развитие всегда связано с нарушением равновесия, с отклонением от средних показателей экономической динамики. Наиболее яркими проявлениями нестабильности выступают инфляция (повышение уровня цен, обесценение национальной валюты) и безработица (низкий уровень производства и занятости). Таким образом, несмотря на то, что кризисы (спады) приносят немалые экономические и человеческие издержки, рыночная экономика от цикла к циклу выходит на все более высокие уровни развития. Экономика

России развивается на основе рыночного механизма хозяйствования с начала 90-х годов прошлого столетия, в связи с чем представляет большой научный интерес оценка влияния динамических закономерностей роста на ее основные параметры.

Российская экономика, с одной стороны, по своей сути является усеченным вариантом экономики сверхдержавы СССР, а с другой стороны, является наследницей плановой экономики с дополнительными аномалиями, приобретенными в 90-е годы. Успехи экономического роста в России пока в значительной степени обусловлены благоприятной конъюнктурой мировых топливных и сырьевых рынков. По данным официальной статистики в 2014 г. доля высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП составляет всего 23,5% [1]. Остальную часть ВВП составляют сырьевые отрасли. Поэтому проблемы качества роста остаются для России чрезвычайно актуальными и испытывают сильное циклическое влияние.

Можно выделить три направления влияния спадов экономического цикла на экономику Российской Федерации:

- зависимость от потрясений в плане цен на сырьевые товары;
- слишком мягкая денежно-кредитная политика и, как следствие, перегрев экономики накануне кризиса;
- наличие структурных недостатков, включая недиверсифицированную экономику, слабый банковский сектор, высокую инфляцию.

Экономика современной России трижды сталкивалась с существенными кризисными явлениями. В 1998 г. имел место внутренний кризис (бюджетный и валютный), в 2008-2009 гг. – включение в мировой финансовый кризис, который характеризовался для России низким уровнем глобального спроса, сложными международными финансовыми условиями в сочетании с продолжительным периодом низких цен на нефть. В 2014 г. и по настоящее время Россия столкнулась с внутренним кризисом, обусловленным вооруженными действиями в Украине. В промежуточные периоды экономика страны демонстрировала оживление. Таким образом, средний срок экономического цикла современной России составляет 5-10 лет.

Исследуя динамику ВВП России и мировых цен на нефть, можно выявить некоторые особенности влияния циклических колебаний на экономический рост страны (рис. 1).



Рис. 1. Динамика ВВП и цен на нефть в 1998-2014 гг.

Исходя из данных, мы видим, что ВВП России устойчиво растет (за исключением кризиса 2009 г.) на протяжении всех 15 лет. Росту ВВП способствовала девальвация национальной валюты после экономического кризиса 1998 г., благоприятная ситуация на мировых сырьевых рынках, растущий внутренний спрос и рост производительности промышленности за счет более эффективного использования производственных мощностей. Также необходимо отметить высокий уровень корреляции динамики ВВП и цен на нефть. На графике отражено замедление темпов и падение ВВП в период Мирового экономического кризиса.

Начиная с 2014 г. в связи с введенными санкциями со стороны США и стран ЕС, со снижением курса национальной валюты и цен на нефть развитие экономики Российской Федерации замедлило свое развитие.

По итогам 2014 г. Международный валютный фонд оценил рост российской экономики в 0,6%. В 2015 г. МВФ ожидает падения экономики Российской Федерации на 3,8%, а в 2016 году – на 1,1%. При этом МФВ прогнозирует рост мировой экономики в данном периоде на 3,5% в 2015 г. и на 3,8% в 2016 г. [2].

Важной характеристикой циклического развития наряду с динамикой ВВП является динамика уровня цен. На рис. 2 отражена динамика индекса потребительских цен за период с 2008 по 2015 г., который характеризует изменение во времени общего уровня цен на товары и услуги, приобретаемые населением для непроизводственного потребления. Индекс потребительских цен строится для населения, проживающего в городских населенных пунктах, с различным уровнем доходов.

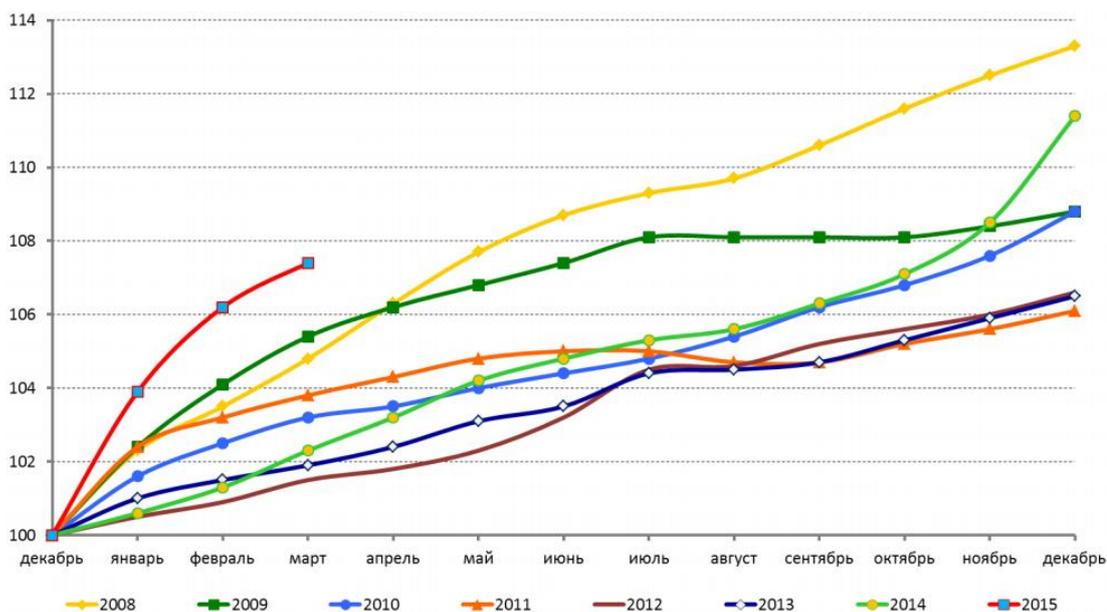


Рис. 2. Динамика месячных индексов потребительских цен на все товары и услуги в России в 2008 – 2015 гг.

Анализ показывает, что наибольший темп инфляции имел место в период мирового экономического кризиса 2008–2009 гг., а также в текущем году на фоне набирающего обороты нового кризиса. Период 2010–2013 гг. характеризовался умеренными инфляционными ожиданиями. Динамика инфляции формировалась в существенной мере под влиянием динамики денежной массы.

Циклические колебания, изменяя динамику ВВП и инфляционные ожидания, влекут за собой также и изменение уровня занятости населения. Как видно из рис. 3,

данные, характеризующие уровень безработицы, напрямую коррелируют с кризисными явлениями в экономике.

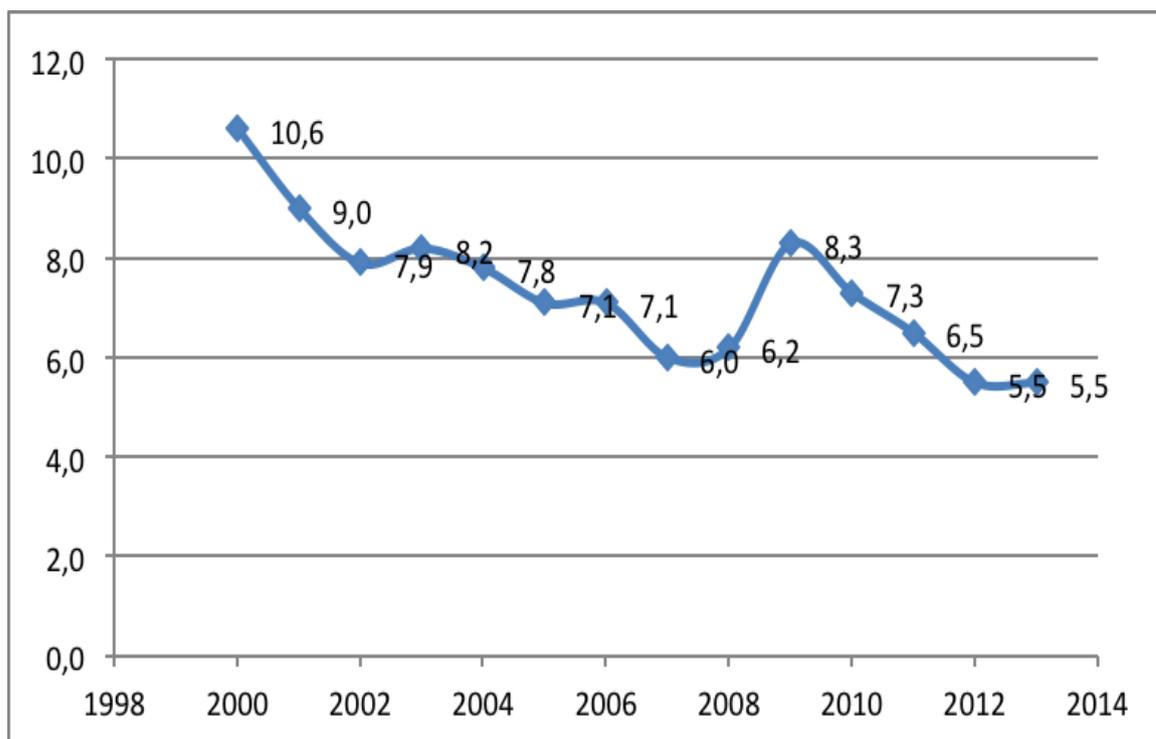


Рис. 3. Уровень безработицы в РФ, 1998-2014 гг.,%

Особенно высокий уровень безработицы имел место в 1999 и 2009 гг. и составлял 10,6% и 8,3% соответственно. Начало разворачивания нового начала кризиса во второй половине 2014 г. еще не проявилось на показателе безработицы. Вместе с тем уровень безработицы по данным за февраль 2015 г. вырос на 0,3% по сравнению с показателем 5,5% на конец 2014 г., а в марте 2015 г. наблюдается негативная тенденция увеличения численности безработных. Численность безработных возросла на 100 тыс. чел. по сравнению с предыдущим месяцем и составила 5,9% [7].

Таким образом, анализ показывает, что экономика России начиная с 1999 года растет, хотя и различными темпами. Экономике России присущи периоды оживления и спада. Вместе с тем, на наш взгляд, следует согласиться с точкой зрения Н. Кашеева, что в целом понятие цикла еще не в полной мере применимо к России, поскольку экономический цикл отражает долгосрочную динамику, а история рыночного развития России еще не достаточно продолжительна [6]. Поэтому за выявляемыми параметрами роста ВВП скрываются неоднозначные процессы, которые являются индикаторами качества этого роста.

Ключевым направлением по снижению амплитуды негативных циклических колебаний экономики России является снижение ее зависимости от рынка нефти и газа, поддержание отечественных высокотехнологичных отраслей не только на уровне государственных предприятий, но и на уровне частного предпринимательства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gsk.ru> – 15.04.2015
2. МВФ ухудшил прогноз падения российской экономики, сохранив прогноз роста мировой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.finmarket.ru> / – 15.04.2015.
3. Розов, Н.С. Цикличность российской политической истории как болезнь: возможно ли выздоровление? [Текст] / Н.С. Розов // Полис – 2006. – С. 2.
4. Рудый, К.В. Циклы в современной экономике / К.В. Рудый. – Москва: Новое знание, 2004. – 108 с.
5. Акаев, А.А. Современный финансово-экономический кризис в свете теории инновационно-технологического развития экономики и управления инновационным процессом / А.А. Акаев // Мониторинг глобальных и региональных рисков 2008-2009/ под ред. Д.А. Халтуриной, А.В. Коротаева. – Москва: УРСС, 2009. – С.141-162.
6. Кашеев, Н. Российская экономика в 2003-2006 гг.: малый цикл, большие сдвиги [Текст] / Н. Кашеев // Биржевое обозрение. – 2007. – № 6 (44). – С.12-18.
7. АК&М Информационное агентство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.akm.ru>. – 22.04.2015.

Ключевые слова: экономический цикл, кризис, инфляция, валовый внутренний продукт.

Сведения об авторах:

Козлова Елена Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории Липецкого государственного технического университета.

Комоликов Михаил Александрович, магистрант Липецкого государственного технического университета.

E-mail: putushka@yandex.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИОРИТЕТОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Липецкий государственный технический университет

Л.В. Московцева

Существует различная трактовка приоритетов стратегического планирования территории. Это могут быть приоритеты самого документа или приоритеты обеспечения эффективной реализации плана, непосредственно связанные с восприятием содержания плана населением территории, а также мониторингом его выполнения.

СТРАТЕГИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В настоящее время наличие соответствующих официальных документов в виде «Стратегии (или стратегического плана, или программы социально-экономического развития) на период от такого-то.... и до такого-то года» субъекта Федерации или муниципального образования скорее правило, которое подтверждает активную и плодотворную работу законодательных (представительных) и исполнительных органов власти данной территории. Напротив, не обнаружив такого документа, например, на сайте органов законодательной (представительной) или исполнительной власти территории, есть повод задуматься о том, насколько систематически и профессионально ведется работа официальными властями.

В новейшей истории Липецкой области этот путь был пройден за первое десятилетие 21 века. Первые стратегии появились в муниципальных образованиях Липецкой области примерно в 2002-2003 годах в виде «Программ социально-экономического развития....». Вначале документ представлял собой всесторонний план на один год, в качестве примера может быть приведена «Программа социально-экономического развития Усманского района на 2003 год». Затем временной охват увеличивается до 3 лет (например, «Программа социально-экономического развития Усманского района на 2005 год и на период до 2008 года»).

Если обратиться к тексту первоначальных «Программ социально-экономического развития...» муниципальных образований Липецкой области, и не только, то заметна некоторая растерянность авторов и руководителей, сложность понимания того, что должен собой представлять этот документ. Довольно много фраз общего содержания. Для систематизации материала, для формирования «точки отправления», вводятся значительные объемы материала, которые представляют собой описание ресурсов, которыми обладает территория, описание того уровня социально-экономического развития, на котором находится муниципальное образование.

Тексты первоначальных «Программ ...» не были оцифрованы. Они публиковались лишь в местных СМИ, а также использовался «бумажный носитель» только для сотрудников администрации, т.е. «Программы ...» в это время в качестве отдельного издания не печатаются, и в Интернете также недоступны. В последующем, это дало возможность органам власти многих районных территориальных образований, использовать предыдущие варианты, беря информацию из них, более чем «за основу».

Однако наряду с усложнением структуры и текста, в этих документах лучше представлены статистические данные, временные статистические ряды, динамика отдельных социальных и экономических процессов, внедрены графические материалы.

Начиная с 2006 года, появляются значительные по объему и содержанию документы долговременного планирования, обозначенные уже как «Стратегический план...». Таковыми

стали «Стратегический план развития города Липецка до 2016 года», принятый Липецким городским Советом депутатов 29.08.2006 г., и «Стратегия социально-экономического развития Липецкой области на период до 2020 года», утвержденная Законом Липецкой области № 10-ОЗ от 25.10.2006 г. (в ред. Законов Липецкой области от 25.05.2009 N 264-ОЗ, от 14.12.2011 N 580-ОЗ).

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИОРИТЕТОВ

Разительными отличиями от предыдущих программ являются использование научных подходов, методик исследования. Впервые меняется концептуальный подход к формированию содержания документа: от триады «что есть, что было сделано, что предстоит сделать по отдельным направлениям экономической и социальной сферы?» к вопросам «в чем мы сильнее и слабее остальных, как можно использовать конкурентные преимущества, каковы точки роста, стратегические направления развития города, мониторинг процесса». Впервые, в Стратегическом плане развития города Липецка до 2016 года, был использован сценарный подход в виде пессимистического, реалистического и оптимистического прогноза. Впервые, в Стратегии социально-экономического развития Липецкой области на период до 2020 года, был использован широко применяемый в научных исследованиях метод SWOT-анализа.

В последующем, органы власти муниципальных образований, перенимая опыт, также значительно продлили время планирования и переняли терминологическое словосочетание - «стратегический план» (пример, «Стратегический план социально-экономического развития Долгоруковского муниципального района до 2020 года», принят Долгоруковским районным Советом депутатов 20.11.2007 г.).

Таким образом, с одной стороны, мы наблюдаем качественное, позитивное изменение содержания документов стратегического планирования, с другой, остается без ответа ряд вопросов, связанных более с особенностью таких документов, в том случае, когда они касаются не одной, отдельно взятой организации, предприятия, фирмы, а территории, будь то территория субъекта Федерации или территория муниципальных образований данного субъекта.

Один из первых вопросов заключается в том, что содержание такого документа нацелено на тех, кто должен об этом знать, разделять представленные обоснования и точки зрения, участвовать в реализации. Специфика стратегического планирования развития территории заключается в том, что население данной территории должно иметь хотя бы общее представление о наиболее важных объектах, проектах данного документа. Общаясь со студентами различных высших учебных заведений Липецкой области, мы получаем информацию о слабости таких представлений. В основном, это знание о наличии такого документа. Нельзя не согласиться, что такие знания недостаточны. Если люди, сотрудники организаций, напрямую не связаны с этими документами, их знания об этом крайне поверхностны.

Мы можем это обозначить как приоритет, адресованный во внешнюю среду. Население должно быть более информировано о том, что представляют собой достижения Липецкой области или муниципальных образований Липецкой области, в каком направлении происходят дальнейшие действия. Логический анализ выступлений в СМИ многих государственных и муниципальных чиновников также проходит без упоминания данного документа. Это достаточно сложный вопрос, так как сам документ многоаспектен и объемен. Существует рассказ о ситуации, в которую попадают политики различных стран перед выборами. Представители СМИ расспрашивают их о предвыборных программах, политики пытаются рассказать, а эфирное время крайне ограничено. Отсюда родилась фраза: «Если политик не может рассказать о своей предвыборной программе за 80 секунд, он не расскажет о ней никогда». Необходима попытка тезисного изложения наиболее серьезных проектов в рамках стратегического планирования.

В качестве удачного примера такого проекта могло бы выступить создание Особой экономической зоны промышленно-производственного типа «Казинка» («Стратегический план развития города Липецка до 2016 года»). Но, во-первых, мы вынуждены заметить две вещи – особая экономическая зона вскоре была переименована в ОЭЗ ППТ «Липецк», а во вторых, в силу федерального подчинения и значения ОЭЗ ППТ «Липецк» может ассоциироваться с достижениями Липецкой области в большей степени, чем с достижениями г.Липецка. Это не означает того, что данного пункта (2.2. Точка роста – «Особая экономическая зона промышленно-производственного типа «Казинка»») не должно быть, однако это в определенной степени нивелирует значимость данного примера.

На наш взгляд, о таких проектах не хватает визуальной информации. Например, существует возможность экскурсий в ОЭЗ ППТ «Липецк», но нет достойного уровня документального кино, которое могло быть модифицировано из года в год, в связи с изменениями производственных предприятий в таких зонах.

В качестве приоритета, адресованного внутренней среде, т.е. соответствующего уровня администрациям, отделам, подразделениям, отвечающим за тот или иной участок работы по реализации стратегического плана, стоит сказать о необходимости публичной информации о том, достигнуты ли промежуточные или окончательные результаты в той или иной сфере деятельности. Попыткой представления такой информации является «План реализации Стратегического плана социально-экономического развития Долгоруковского муниципального района на 2012 год». В нем имеются такие разделы, как наименование целей, задач и мероприятий, ответственный исполнитель, значения показателей на 2012 год (плановые и фактические), объем выделенного финансирования (всего, федеральный бюджет, областной бюджет, районный бюджет, внебюджетные источники). И хотя рубрика фактические показатели не заполнена, и прошел уже 2013 год, наличие такого документа можно отметить как продвижение. Когда принимается долговременный план, обозначается он или «Программа социально-экономического развития...», либо Стратегический план..., либо Стратегия...», важно иметь информацию о том, что фактически реализуется, и ежегодно совмещать такую информацию.

Мы рассмотрели лишь небольшую часть вопросов, обусловленных сложностью создания эффективного стратегического плана, рациональными технологиями его восприятия населением территории, а также пониманием того, насколько этот план четко и активно реализуется в отдельных экономических и социальных отраслях региона и муниципальных образований.

Ключевые слова: программа социально-экономического развития территории, стратегия, стратегический план, приоритеты обеспечения эффективной реализации плана.

Сведения об авторе:

Московцева Лариса Владимировна, доктор экономических наук, профессор кафедры государственного, муниципального управления и бизнес-технологий

E-mail: mlv_80@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ: АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Липецкий государственный технический университет

Е.В. Иода, М.В. Чиркина

В статье рассмотрены основные подходы к реализации региональной стратегии кластеризации на примере АПК Липецкой области. Актуальность исследования заключается в разработке инструментов повышения конкурентоспособности региона посредством формирования стратегии кластеризации АПК, позволяющей решать проблему диверсификации экономики, опираясь на развитие исторически сложившихся отраслей.

Результаты историко-генетического анализа эволюции развития региональной экономической политики свидетельствует о проявлении на современном этапе двух тенденций: глобализации и локализации (регионализации) при одновременно понижающемся влиянии отраслевых детерминант и выходе на передний план активных участников региональных трансформаций - крупных территориально-производственных кластеров. В данном контексте они однозначно ассоциируют с открытым инновационным процессом, в некотором роде, подменяющим представление о модернизации национальной экономики. Последнее обстоятельство объясняется усилением значимости территориально-производственных кластеров в решении проблемы экономического развития регионов, повышения их конкурентоспособности и инновационной направленности [3].

Эффективное функционирование мезо-экономики предполагает стимулирование развития не только кластерных полюсов роста в системе региональной экономики, но и обеспечивающих предприятий. При этом основная задача субъектов региональной власти при реализации стратегий кластерного развития региона сводится к созданию благоприятной институциональной инфраструктуры и поддержке процессов инициации и развития кластеров.

Формирующаяся парадигма кластерного развития региональной экономики характеризуется общеэкономическими императивами успешной деятельности структур, обеспечивающих взаимную согласованность региональных стратегий и стратегий развития отдельных кластеров. При этом взаимоувязка и взаимосогласованность целей региона и кластера реализуется, в частности, следующим образом: при разработке региональной стратегии необходимо учитывать, какие ключевые точки роста существуют в регионе, и что могут сделать различные группы интересов для развития этих ключевых точек роста. В то же время при выявлении перспективных кластеров и при планировании их развития, в частности, при целеполагании в кластере обязательно должны быть учтены рамки и параметрические характеристики вектора региональных стратегий.

На уровне субъекта федерации кластерная политика представляет совокупность организационно-экономических отношений, формирующихся в процессе создания и повышения конкурентоспособности региона на основе образования и развития кластеров между региональными органами власти и субъектами хозяйствования. Кластер представляет собой группу взаимосвязанных предприятий, действующих на определенной территории и в определенной отрасли на основе специализации, кооперации и интеграции [9].

В соответствии с Законом Липецкой области «О внесении изменений в Закон Липецкой области «О промышленной политике Липецкой области»» [1] кластерная политика Липецкой области является составной частью промышленной политики, проводимой в целях

формирования и поддержки кластеров Липецкой области, создания условий для повышения конкурентоспособности и эффективного взаимодействия участников кластера.

Кластер Липецкой области – это объединение хозяйствующих субъектов в сфере производства, науки, образования, услуг, иных видов деятельности, имеющих между собой любые формы хозяйственных взаимосвязей.

Липецкая область является крупным индустриально-аграрным регионом; обладает мощным природно-ресурсным, трудовым, инвестиционным, инфраструктурным и экономическим потенциалом. Одной из ведущих отраслей является черная металлургия, которая представлена в области основным предприятием – ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат». Общая оценка социально-экономического развития Липецкой области, обладающей мощной монопродуктовой отраслью, позволяет определить одним из основных направлений ее развития, диверсификационные процессы.

Подтверждением данного постулата служит тот факт, что в социально-экономическом развитии Липецкой области сегодня определяют 5 групп основных проблем:

1. Моноотраслевая структура промышленности;
2. Моноотраслевая структура экспорта (90% приходится на черную металлургию);
3. Высокая изношенность основных фондов (износ более 60%);
4. Неполная загрузка производственных мощностей;
5. Высокий удельный вес убыточных предприятий;
6. Высокий удельный вес продукции с низкой долей добавочной стоимости;
7. Низкий удельный вес инновационной продукции в общем объеме производства.

В числе экономических структурных проблем главная проблема - это моноотраслевая структура экономики, и соответствующая зависимость бюджета Липецкой области от одного крупного налогоплательщика. Это формирует наличие серьезных рисков для области, в т.ч. для социальной сферы, при изменении экономических условий. К отраслям, обеспечивающим диверсификацию экономики региона, прежде всего, можно отнести отрасли АПК: сельскохозяйственное производство является исторически сложившейся отраслью.

Итак, потенциальным локомотивом устойчивого развития Липецкой области, обеспечивающим эффективное использование ресурсов региона и сохранение природной среды общепризнанно являются конкурентоспособные и сильные территориальные кластеры.

К позитивным по характеру условиям проведения кластеризации в регионе можно отнести наличие:

- 1) трудовых ресурсов для целей кластеризации;
- 2) особых экономических зон федерального и регионального промышленно-производственного типа, обеспечивающих хорошие стартовые условия для реализации новых кластерных проектов;
- 3) сложившейся практики привлечения инвестиций, прочных контактов с корпоративными инвесторами, дающими основания для привлечения новых инвесторов в кластерные проекты на территории Липецкой области;
- 4) бездотационного бюджета, независимости от федерального центра, позволяющей рассчитывать на оказание государственной поддержки кластеризации за счет местного бюджета;
- 5) гласности, прозрачности и обеспечения конкуренции в размещении заказов для государственных нужд области, дающих основания для успешной реализации кластерных проектов на внутреннем рынке.

Если обратиться к одному из определений, то кластер - это сообщество экономически тесно связанных и близко расположенных предприятий смежного профиля, взаимно способствующих общему развитию и росту. В советские времена это называлось научно-производственным объединением. В агропромышленный кластер региона должны входить крупные сельхозпредприятия, крестьянские фермерские хозяйства, предприятия по откорму

и убою скота, по переработке сельхозпродукции, научные учреждения. Для всех этих процессов необходимо наладить процесс разработки и поставки современного оборудования, тары и упаковки, организовать логистический центр. В итоге целью создания агропромышленного кластера является повышение конкурентоспособности региональной экономики за счет создания кластера на базе действующих хозяйствующих субъектов, учебных заведений и научных организаций. Участие в кластере выгодно не только для сельхозтоваропроизводителей, но и для перерабатывающих, торговых, сервисных и логистических предприятий, а также заводов-изготовителей сельхозтехники. Создаются благоприятные условия для выстраивания маркетинговой политики в стратегическом плане. Благодаря кластеру снижается риск для инвесторов, и могут применяться новые формы страхования. Правильное сочетание видов деятельности в системе АПК на кластерной основе обеспечивает конкурентное преимущество.

Задача, поставленная в Стратегии кластеризации экономики Липецкой области предполагает реструктуризацию отраслей АПК. Эффективность ее решения может быть достигнута за счет реализации инструментов интегрированного маркетинга.

Оценивая только один из факторов, можно отметить незначительный удельный вес крестьянских (фермерских) хозяйств в валовой продукции аграрного сектора в Липецкой области (табл. 1).

Таблица 1

Динамика объемов валового производства продукции в сельскохозяйственных организациях Липецкой области (в фактически действующих ценах, млн. руб.)

Наименование отраслей сельского хозяйства	2006г.	2007г.	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	Темп роста 2011г. к 2006г., %
Хозяйства всех категорий							
Всего	8778,9	9174,2	14044,6	20644,1	24825,2	31500,0	152,6
в том числе: растениеводство	4042,5	3368,2	7707,5	10552,7	14476,6	20737,04	196,5
Животноводство и птицеводство	4736,4	5806,0	6337,1	10091,4	10348,6	10762,6	106,7
Хозяйства населения							
Всего	4596,5	5480,2	5936,9	9331,0	9126,1	11560,2	125,02
в том числе: растениеводство	881,7	684,4	1610,8	1772,0	2066,9	4478,1	252,7
животноводство и птицеводство	3714,8	4795,8	4326,1	7459,0	7059,2	7082,4	95,0
Крестьянские (фермерские) хозяйства							
Всего	376,1	342,5	633,0	1101,9	1696,5	2362,5	214,4
в том числе: растениеводство	279,6	211,9	507,3	872,6	1416,5	2031,8	232,8
животноводство и птицеводство	96,5	130,6	125,7	229,3	280,0	330,7	144,2
Сельскохозяйственные организации							
Всего	3806,3	3351,5	7474,7	10311,2	14002,6	17577,0	170,4
в том числе: растениеводство	2881,2	2471,9	5589,4	7908,1	10993,2	14227,5	180,0
животноводство и птицеводство	925,1	879,6	1885,3	2403,1	3009,4	1149,5	139,3

Характерно, что если в растениеводстве в 2011 году он составлял 9,8%, то в животноводстве – лишь 3,1%. В связи с этим, возрастает значимость определения способов активизации производственно-маркетинговой деятельности, в первую очередь, мелких и средних ферм в сравнении с сельскохозяйственными организациями. Это указывает на целесообразность вовлечения мелких и средних хозяйств в воспроизводственную структуру агробизнеса, которая развивается на основе производственно-маркетинговых связей

сельхозпроизводителей с предприятиями отраслей, производящих для аграрной сферы средства производства, перерабатывающей промышленности и торговли; формирование соответствующего кластера.

Анализ различных способов адаптации хозяйств к изменяющемуся спросу определяет зависимость производственной структуры сельского хозяйства от сектора интегрированного маркетинга. Внедрение в сельское хозяйство новых технологий, промышленных средств и других ресурсов инициирует возрастание объемов производства и реализации товарной продукции. Помимо этого, в условиях интегрированного маркетинга хозяйствующие структуры не ограничиваются только производством сырья и при наличии соответствующих производственных мощностей добиваются его полной переработки.

Воздействие интегрированного маркетинга на функционирование отраслей АПК дополняется его одновременным влиянием на предприятия перерабатывающей промышленности и торговли. Оно распространяется на покупателей аграрного сырья.

Важно подчеркнуть, что на целесообразность вовлечения в систему агробизнеса хозяйств населения указывает состояние их материально-технической базы. Так, в Липецкой области лишь отдельные крестьянские подворья располагают персональными компьютерами и оборудованием по переработке сельскохозяйственного сырья. Определенная часть индивидуальных сельхозпроизводителей (29,3%) не владеет предпочтениями и установками потребителей и не имеет потенциальных покупателей своей продукции. Достижению их коммерческого успеха препятствует и традиционная практика перерабатывающих предприятий, заключающаяся в приемке сельскохозяйственного сырья на переработку по сниженным ценам. Такой подход не позволяет преодолевать оторванность сырьевого производства от потребностей рынка и обеспечивать равновесное положение между отраслями промышленности и сельского хозяйства. Когда же владельцы крестьянских подворий планируют развивать собственную перерабатывающую базу, реализации их бизнес-планов препятствуют материальные затраты на приобретение средств производства.

Одним из направлений этой связи необходимо конкретизировать мотивацию появления производственно-маркетинговых структур вертикально интегрированного типа. Для сельскохозяйственных предпринимательских структур побудительным мотивом к вовлечению в системное воспроизводство продовольственных товаров выступает наличие стимулирующих начал в сотрудничестве с заводами-переработчиками. Установку же на интегрирование с ними перерабатывающих предприятий определяют возможности увеличения спроса на услуги последних в сочетании с минимизацией транзакционных затрат, обусловленных рационализацией партнерства с хозяйствами-интегрантами.

При этом сельхозпроизводители, функционирующие на правах интегрантов, приобретают стабильные каналы сбыта сырого материала. За счет использования материально-технической базы предприятий-интеграторов и их специалистов-маркетологов они формируют более предпочтительное отношение потребителей к продукции агропромышленного сектора.

С учетом отмеченного, основные направления реструктуризации АПК определяются аспектами производственно-маркетинговой деятельности субъектов инновационной среды региона. Исходя из этого, к ним правомерно отнести:

1) обеспечение взаимовыгодного сотрудничества хозяйств и предприятий перерабатывающей промышленности для повышения их конкурентоспособности на рынке продовольственных товаров;

2) стимулирующую политику ценообразования по отношению к сельхозпроизводителям;

3) достижение соответствия установок потребителей целевым функциям хозяйств населения, крестьянских (фермерских) хозяйств, сельскохозяйственных организаций и перерабатывающих предприятий через организацию структур вертикально интегрированного типа.

На наш взгляд, появление таких структур способствует преодолению оторванности сырьевых зон от рынков сбыта готовой продукции. Динамичное развитие агрофирм, агрокомбинатов и агроконсорциумов воспроизводит увеличение объемов производства конкурентоспособных товаров и рост числа их покупателей. Указанный рост порождает завершённый цикл производства, переработки, реализации и потребления сельскохозяйственных продуктов, который отражает обоюдную заинтересованность хозяйств и перерабатывающих предприятий в установлении долговременных партнерских отношений. В результате, достигается экономия ресурсов в совместной сфере деятельности хозяйствующих субъектов и обеспечивается ускорение удовлетворения потребительских запросов на рынке аграрного сырья и продовольствия.

Выполнение данной целевой функции интегрированного маркетинга в воспроизводственной структуре агробизнеса, с одной стороны, обуславливается разделением труда и его специализацией, а с другой, – необходимостью взаимодействия между отдельными видами аграрного и промышленного производства. Это способствует появлению производственно-маркетинговых формирований, обеспечивающих функционирование единого технологического цикла – производства, переработки и реализации продуктов аграрного происхождения с наименьшими для сельхозпроизводителей транзакционными затратами.

В связи с этим, представляется обоснованным полагать, что приоритетным направлением реструктуризации агробизнеса на микроуровне определяется объединение хозяйств населения, крестьянских (фермерских) хозяйств, сельскохозяйственных организаций и перерабатывающих предприятий в параметрах агрокомбинатов. В процессе организации таких структур взаимоотношения между предприятиями-интеграторами и хозяйствами-интегрантами должны быть увязаны с интересами индивидуальных потребителей, потребительских ассоциаций и союзов.

Следует отметить, что агрокомбинаты представляют собой организационно-экономическую форму объединения самостоятельных хозяйств и предприятий, работающих в условиях общего технологического цикла. Они создаются для решения производственно-маркетинговых задач, опосредующих повышение эффективности функционирования субъектов воспроизводственной структуры АПК.

Указанные формирования, как правило, объединяют различных, с точки зрения отраслевой принадлежности, хозяйствующих субъектов. К ним относятся предприятия перерабатывающей промышленности, функционирующие на правах интеграторов, и хозяйства-интегранты. К числу последних могут также относиться рекламные агентства, информационно-консультационные центры, предприятия оптовой и розничной торговли. Их совместная деятельность обуславливается необходимостью, удовлетворения производственных и индивидуальных запросов потребителей, и как следствие способствует росту доходности участников цепочки «производство-переработка-сбыт-потребление» продукции сельского хозяйства.

Однако в этой цепочке уровень закупочных цен на аграрное сырьё, принимаемое предприятиями на переработку, не стимулирует роста его поставок в зону промышленной сферы. Понимая, что абсолютное большинство хозяйств не располагает достаточными мощностями для переработки сырого материала, в особенности животноводческого происхождения, заводы-переработчики устанавливают на него монопольно низкие цены. В итоге, сужаются рамки предложения аграрного сырья и увеличиваются совокупные расходы сельхозпроизводителей.

Для уменьшения выше названных потерь, следует упорядочить организационно-экономические отношения партнеров по агробизнесу на основе их перевода в плоскость долговременного взаимодействия друг с другом. При договорной форме сотрудничества производителей аграрного сырья и перерабатывающих предприятий должен учитываться их обоюдный интерес, увязанный с потребительскими запросами. Поэтому в условиях партнерства хозяйств населения, крестьянских (фермерских) хозяйств,

сельскохозяйственных организаций и заводов-переработчиков, их целевые функции должны совпадать с установками потребителей продовольственных товаров.

Достижение оптимального уровня маркетинговой интегрированности предприятия-интегратора и хозяйств-интегрантов позволяет им повышать свою конкурентоспособность на внутреннем рынке.

Таким образом, ориентация хозяйств населения, крестьянских и сельскохозяйственных организаций на маркетинговую связь с перерабатывающим предприятием базируется на необходимости взаимодополнения их экономических интересов. В этом взаимодополнении интерес хозяйств-интегрантов заключается в полном возмещении своих затрат на производство аграрного сырья, отправляемого на переработку. Он может быть реализован в случае, если цены на сырой материал указанных экономических субъектов позволяют компенсировать затраты не только завода-переработчика, но и определенную часть расходов агрокомбината.

Экономический механизм их отношений должен строиться на достаточно развитой материально-технической базе предприятия-интегратора. Без учета данного фактора та или иная форма хозяйствования в агропромышленной сфере может оказаться неустойчивой в изменяющейся рыночной среде. Поэтому при моделировании организационно-управленческой структуры агрокомбината следует учитывать перспективу роста транзакционных затрат участников воспроизводственного процесса, который выступает материальной основой минимизации совокупных расходов хозяйств-интегрантов. В дополнение к отмеченному, для разработки оптимальной модели агрокомбината целесообразно ориентироваться на его территориальную близость к рынкам сбыта аграрного сырья и готовой продукции.

Результативное функционирование кластера является инструментом, сопутствующим экономическому росту и повышению конкурентоспособности экономики региона, а, следовательно, и страны в целом за счет роста синергетического эффекта. В этой связи возникает необходимость в разработке методического обеспечения определения приоритетов конкурентоспособного развития региона на основе применения теории кластерного механизма в его экономике.

Анализ факторов и инструментов создания агропромышленного кластера в регионе с монопрофильным отягощением подтверждает объективную необходимость его формирования и развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Липецкая область. Закон. О промышленной политике в Липецкой области [Электронный ресурс]: закон Липецкой обл.: [принят Липецким областным советом депутатов 14.06.2001 N 144-ОЗ: по состоянию на 8 октября 2014г.] – Режим доступа: WWW.URL: <http://docs.cntd.ru/document/872603040>. – 23.09.2015.

2. Дышкант, О.В. Кластерная модель организации крупного бизнеса как инструмента модернизации региональной экономики на примере авиатранспортного комплекса Ростовской области [Текст]: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Дышкант Олег Владимирович; [Южный федерал. ун-т]. – Ростов-на-Дону, 2007. – 28 с.

3. Иода, Е.В. Кластерное развитие региональной экономики как механизм реализации концепции открытых инноваций [Текст] / Е.В. Иода, И.Ю. Чекмачев // Социально-экономические явления и процессы. - 2013.– №9. – С. 52-62.

4. Иода, Е.В. Реализация кластерной модели регионального развития: управление рисками инновационной деятельности [Текст] / Е.В. Иода // Социально-экономические явления и процессы. – 2013. – №12. – С. 45-57.

5. Иода, Е.В. Инструментарий информационного обеспечения реализации стратегии инновационного развития региона [Текст] / Е.В. Иода, К.Э. Двуреченский // Ученые записки

Тамбовского регионального отделения Вольного экономического общества России. – 2013. – Том 14, вып.1-2. – С. 180-188.

6. Поликанин, Е.В. Реализация вектора модернизации региональной экономики на базе кластерных принципов на материалах Ставропольского края [Текст]: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Поликанин Евгений Владимирович; [Южно-Российский гос. ун-т экономики и сервиса]. – Шахты, 2010. – 21 с.

7. Стратегия кластерного развития Липецкой области [Электронный ресурс] / оф. документы ОАУ «Центр кластерного развития Липецкой области». – Липецк, 2013. – Режим доступа: WWW URL: http://промпортал48.pf/cluster_development_centre/docs/strategy-23.09.2015.

8. Устав Областного автономного учреждения «Центр кластерного развития Липецкой области» [Электронный ресурс] / оф. документы ОАУ «Центр кластерного развития Липецкой области». – Липецк, 2013. – Режим доступа: WWW URL: <http://ckr48.ru/d/672344/d/ustav.pdf>. - 23.09.2015.

9. Тарасов, Н.А. Стратегические приоритеты воспроизводственной кластеризации регионального экономического пространства [Текст]: автореф. дис. ... док. экон. наук: 08.00.05 / Тарасов Николай Алексеевич; [Южно-Российский гос. ун-т экономики и сервиса]. – Шахты, 2012. – 41 с.

Ключевые слова: кластер, моноотраслевая структура, интегрированный маркетинг.

Сведения об авторах:

Иода Елена Васильевна, доктор экономических наук, профессор кафедры финансов, налогообложения и бухгалтерского учета Липецкого государственного технического университета.

Чиркина Мария Васильевна, аспирант, старший преподаватель кафедры финансов, налогообложения и бухгалтерского учета Липецкого государственного технического университета.

E-mail: tibrioda@ya.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Липецкий государственный технический университет

Е.В. Иода, Ю.В. Иода

Рассматриваются проблемы современных экономических систем и поведения экономических субъектов модернизирующейся экономики на основе трансформационных процессов. Определяется сущность этапов трансформационных процессов и их значимые факторы.

В современной экономической науке существует множество подходов к определению трансформационных процессов экономических систем. Такое разнообразие трактовок определено сложностью и возможностью альтернативных подходов к осуществлению трансформации.

Анализ объекта трансформации рассматривается как взаимно влияющее системное образование, то есть не как сумма частей целого или простая совокупность различных элементов, лишенных целостности функциональной предназначенности. Системный подход позволяет уйти от статичности в изучении трансформации экономических систем, получить многосторонность объяснения ее формирования и существования. Самое значительное состоит в том, что аргументируемый подход предполагает определенность в формировании вектора трансформации экономических систем, критерии классификации трансформационных процессов в направлении становления целостности системы. Системный подход позволяет раскрыть наиболее глубокую, всеобщую системообразующую связь, реализующую качество целостности системы по отношению к ее элементам. При этом важно качество первоматерии элемента, его предназначение в этой системе, его способность к сравнительно автономному исполнению определенной функции. С функциональным свойством элемента связано представление о его инициативности, основа которой находится одновременно во внешнем окружении и внутренней структуре, в структуре самой системы. Согласованность и связи элемента и единства системы образуют критерий реализации системного подхода.

Если взглянуть на трансформацию экономических систем с шумпетеровской точки зрения, в соответствии с принципом развития, то трансформацию невозможно рассматривать только как непрерывные экономические изменения, сопровождаемые экономическим ростом. Трансформационные процессы предполагают наличие интервалов в развитии в форме экономических кризисов, которые становятся «созидательным разрушением». Циклические «ямы» постоянно сопутствуют капиталистическому развитию. В этих разрывах – достаточно сильных спадах и еще более могучих подъемах – заложен основной механизм экономического роста. Развитие представляется одновременно как имманентное качество системных трансформаций и как показатель этого качества, являясь системообразующим центром.

По мнению Й. Шумпетера [1] основой экономического развития выступают стабильно формирующиеся инновации, которые на каждой новой стадии развития позволяют получать большие эффекты из ресурсов, рынков и технологий, которыми располагает экономическая система. Реализация шумпетеровской гипотезы при рассмотрении трансформации экономической системы позволяет объяснить, каким образом происходят бесконечные изменения в системе и ее развитии, и отметить ограниченность неоклассического (мэйнстрима) подхода к исследованию трансформационных процессов. Системный подход в

неоклассической модели реализуется в виде неоспоримого суждения рационально действующего индивида или домохозяйства. При этом происходит отождествление непосредственно с частью системы, которая сама по себе совершенно безразлична к системе, не обладает системными качествами, включающими ее в целостность [2].

Экономическая теория мейнстрима центральное значение уделяет направлению движения к равновесным состояниям или достижению таких состояний, пренебрегая тем, что экономические отношения между элементами системы складываются в контексте социальных связей и институтов. Действительное реальное состояние объекта трансформации предполагает уход от одностороннего экономического сведения сложного к простому и высшего к низшему, от системы, базирующейся на отрицании в какой-либо степени независимой роли других факторов экономики, кроме спроса и предложения. Анализ хозяйственной деятельности человека через движение продукта не исчерпывается вещно-опосредованной формой экономических связей, характерных для децентрализованной экономики, основанной на частной собственности и конкуренции и предполагающей наличие отдельных не связанных общими интересами производителей [3].

В современной экономике, носящей общественный характер и сочетающей конкурентную и кооперативную культуру, свойства которой определяются всей совокупностью входящих в нее элементов, взаимодействующих по определенному закону, все большее значение приобретают отношения сотрудничества как фундаментальной характеристики хозяйственной деятельности. Обуславливающей мерой реализации подобного подхода служит воспроизведение системных условий существования общественного интереса как экономической реальности, имеющей основополагающее значение для хозяйственной жизни и для определения вектора трансформации экономической системы. Положение об индивидуальном, частном интересе как движущей силе трансформации является в лучшем случае пригодным для конкурентно-индивидуальной экономики. Для крупного производства, которому присущи общественный характер и нацеленность на развитие фирмы (корпорации) и, в конечном счете, на интересы общества в целом, работает целая система институтов, стоящих на страже соблюдения общественного интереса.

Основой сотрудничества выступает совместный труд, а также осознание и добровольное подчинение интересов всех властных структур и социальных субъектов осуществлению общего дела, реализации общих интересов. Отношения сотрудничества формируются не только на общенациональном уровне, но и на уровне организации, домохозяйства, а также во внутриорганизационных отношениях. Недостаточное внимание к этой проблеме порождает опасность теоретической неподготовленности к практической трансформации экономической системы под воздействием нерыночных изменений, коллективных действий [3].

С развитием и повышением уровня развития экономической системы увеличивается и многообразие факторов воздействия на ее изменения. Системный подход в контексте теории экономического развития дает возможность учесть и теоретически отобразить все многообразие факторов, влияющих на многочисленные трансформационные процессы. Их условно можно разделить на эндогенные и экзогенные факторы. К первым из них относятся непосредственно слагаемые трансформируемого объекта. Это, прежде всего, увеличивающаяся интенсивность и растущая международная взаимозависимость организационно-технологических факторов развития системы. Ускорение научно-технического прогресса, возрастание значимости инновационности экономики все в большей мере воздействуют на трансформацию экономической системы, форсируя ее реализацию и обуславливая широту охвата и глубину проникновения трансформационных процессов.

На трансформацию активное воздействие оказывает характер сочетания рыночных и внерыночных взаимоотношений, эффективность механизма координации финансовых и общественных экономических отношений. Все большее значение приобретает согласование и взаимодополнение рыночных и общественных процессов, преобладающих компонентов в

системе производственных отношений. Неотъемлемыми естественными факторами, определяющими трансформации в системе экономических отношений, а также направление такой трансформации, выступают постоянно развивающиеся процессы институционализации и социализации экономики. Они основываются на общественных действиях и экономическом взаимодействии, сообщают трансформации стабильный характер, повышают ее социальную зрелость. С развитием глобальной экономики возрастает степень воздействия всеобщих требований подчинения на изменение национальных экономических систем и происходит преобразование глобальных вызовов во внутренние факторы развития.

Трансформация предполагает изменение компонентов, параметров, пропорций, связей экономической системы, которые, накапливаясь, обуславливают переход ее в новое качественное состояние. Трансформация – это не просто самораскрытие системы, актуализация заложенных в ней потенциалов, изменение состояний, форм функционирования. Благодаря трансформации система выходит на иной уровень функционирования, прежде недоступный и невозможный для нее, меняя при этом свою организацию. Трансформация представляет собой объективно-субъективный процесс, с одной стороны, происходящий в соответствии с объективными законами, а с другой – инициируемый и регулируемый субъектами с целью его ускорения и придания ему определенной направленности [3].

Системные аспекты трансформации экономических систем должны рассматриваться в единстве с их пространственно-временной организацией, конкретизацией объектов, субъектов и процессов преобразований. Анализ трансформации экономических систем должен учитывать скорость (временную характеристику), широту охвата (пространственную характеристику), непрерывность, этапность (характеристику процесса преобразований) и движущие силы, которые имеют как объективную, так и субъективную природу.

Современные исследователи выделяют такие пути трансформации, как эволюционный, реформационный (модернизационный), революционный. Эволюционная трансформация – непрерывный процесс саморазвития, источник которого находится в самой системе, охватывающий всю систему и предполагающий постепенное становление системной целостности на основе разрешения объективно возникающих противоречий путем действия экономических сил. Это постепенный, плавный процесс, не предполагающий резких скачков, бифуркаций. Реформационная (модернизационная) трансформация, осуществляемая «сверху» посредством реформ, предполагает преобразование значительной части параметров системы в рамках сохраняющихся ее базовых свойств по инициативе реформаторских сил. При реформе экономических систем происходит лишь корректировка отдельных их элементов с целью улучшения эффективности старой системы без изменения ее основ. Следовательно, реформу можно рассматривать как скрытый этап трансформации. Имея разную степень глубины, реформы создают условия для последующего качественного перерождения системы, именно поэтому имеет смысл говорить о реформационной трансформации, которая, вписываясь в логику эволюционных процессов, существенно ускоряет их. Революционная трансформация предполагает «снятие» старой системы и становление новой в ускоренном, революционном режиме. Революционная трансформация связана с разрушением прежних экономических и социальных структур и созданием новых при активном участии политических и властных сил [4].

Таким образом, трансформацию необходимо рассматривать как способ развития экономической системы. Функциональное развитие, связанное с сохранением относительно стабильного состояния, устойчивости и системного качества, порядка системы, по мере накопления изменений переходит в трансформационное развитие, включающее этап количественно-качественных изменений системы с сохранением ее устойчивости и этап перерождения системы (собственно трансформации), связанный с качественными изменениями, с нарушением устойчивости, который может завершиться либо утверждением новой системы, либо ее распадом.

Модернизация – это не просто улучшение, развитие, а обновление объекта изменения, его трансформация в целях придания свойств, присущих более продвинутому схожим

объектам или процессам. В этом смысле модернизация находится в русле идеологии бенчмаркинга – сравнения с другими объектами, в том числе, с объектами-лидерами в данной сфере и заимствованием их наиболее прогрессивных черт. Иными словами, модернизация подразумевает внедрение наиболее современных в том или ином аспекте достижений («лучших практик»), относящихся к другим, сходным с данным, объектам.

Обратим внимание на то, что такое понимание модернизации предполагает:

а) наличие множества объектов, аналогичных данному,

б) наличие вектора трансформации – признаков, позволяющих упорядочивать множество объектов-аналогов по степени прогрессивности тех или иных характеристик.

Соответственно, если объект модернизации во всех отношениях уникален, и сравнение его с другими некорректно, говорить о его модернизации бессмысленно. Подобным образом, если нет четких критериев прогрессивности тех или иных черт, говорить о модернизации невозможно. Можно сформулировать альтернативы модернизации. Одна из них – это сохранение существующего положения (консервация, «застой») или придание объекту черт, свойственных аналогичным объектам-аутсайдерам («откат»). Второй путь – отказ от использования чужого опыта и сравнения с другими объектами в пользу концентрации на сравнении с историей и желаемым будущим данного объекта (эволюция, или «органическое развитие»).

Очевидно, что кризис и дезинтеграция в настоящее время не могут претендовать на выбор в качестве желательной траектории развития общества. Что же касается самостоятельного органического развития, или самосовершенствования, то положение здесь выглядит сложнее. Особую сложность оно приобретает, если в качестве объекта модернизации выступает масштабная социально-экономическая система (страна, регион, крупное предприятие и т.п.).

Известен ряд более или менее признанных и конкурирующих теорий, которые могут в принципе быть использованы в качестве базы для определения прогрессивности движения системы. Так, формационная теория динамики общества К. Маркса указывает на однозначно определенную последовательность смены формаций, на основе которой можно определить прогрессивность тех или иных преобразований общества [5].

Другая концепция просто связывает вектор трансформации с конкретной страной, как правило, США, или группой стран (Евросоюз), которые «по определению» наделяются статусом форпостов социально-экономического развития. При таком подходе «то, что хорошо для Америки, хорошо и для России». Существуют модификации этой позиции, которые могут быть выражены примерно так: «то, что было хорошо для Америки в такой-то период, будет хорошо для современной России» [6]. Эту концепцию трансплантации промежуточных (по стадиям развития) институтов развивает В.М. Полтерович [7].

Отсюда рождаются такие концепции, как теория «догоняющего развития» и «опережающего развития». Общим в них является то, что возможная траектория движения для всех стран предполагается (по крайней мере, в своих определяющих чертах) одномерной [8]. Именно это обстоятельство позволяет говорить о развитости или неразвитости, обгоне или отставании той или иной страны от других.

Если же рассматривать развитие стран в его многообразии и отказаться от априорного предположения о возможности редукции пространства траекторий к одномерному континууму, если признать принципиальную многомерность пространства возможных траекторий развития каждой страны, то понятие модернизации теряет свою однозначность и требует конкретизации для каждой социально-экономической системы, идет ли речь о стране, субъекте Федерации, отрасли или предприятии. Сведение пространства траекторий к однолинейному может быть оправдано только на кратком промежутке времени и/или в рамках узкого аспекта рассмотрения. Только при этих предположениях корректно говорить об «опережающем» или «догоняющем» развитии, о комплексном сравнении крупных социально-экономических систем с помощью универсальной шкалы [9].

В целом же учет таких общеизвестных факторов, как целевая и функциональная неопределенности, многомерность, неравномерность, альтернативность развития, культурное многообразие и т.п., требует для каждой сложной социально-экономической системы постановки и решения особой исследовательской задачи определения (а точнее говоря, познания) закономерностей формирования траекторий движения.

В общем случае у каждой масштабной системы существует собственная временная шкала (по бытующему в эволюционной теории выражению «стрела времени»), в рамках которой и должны измеряться и скорость, и пройденный путь движения данной системы. Единого пути и единой шкалы для всех стран не существует. Вопрос о прогрессивности развития крупных социально-экономических систем должен решаться в связи с проблемой реализации миссии системы.

С точки зрения системного подхода трансформация представляет собой процесс изменения, способ развития системы, который ведет либо к укреплению, либо к ослаблению системных свойств [3]. Следовательно, системные критерии трансформации не могут быть сведены к каким-то показателям, характеризующим ее изменение (что вполне может вписаться в логику ее пространственно-временной организации). При рассмотрении трансформации экономических систем необходимо исходить из императива развития, которое является имманентным свойством процесса трансформации. Развитие обуславливает формирование системной взаимозависимости, взаимосвязанности и взаимообусловленности. Подход к развитию как системному процессу предполагает, прежде всего, упорядоченность движения системы, поэтому в качестве критериев системного развития должны быть определены целостность, устойчивость, безопасность, справедливость.

Проблема трансформации ставит множество вопросов, среди которых важное место занимает вопрос, связанный с выбором направления трансформации той или иной экономической системы. Однако при этом необходимо учитывать усложнение экономического развития, появление множества сфер, где рыночная мотивация ограничена либо невозможна. Как следствие возрастают «обязанности» государства и требования к нему со стороны индивида, бизнеса, общества. Кроме того, развитие экономики в современных условиях в значительной мере становится зависимым не столько от удовлетворения индивидуальных потребностей, сколько от оптимального сочетания общественных и индивидуальных интересов, что усиливает значение коллективности и повышает координирующую роль надындивидуальных сил. Современная экономика имеет рыночную основу, рыночный двигатель, однако рычаги воздействия на него находятся в руках государства и все более проявляющего себя коалиционного совокупного экономического субъекта, регулирующая роль которого, имея общественный характер, реализуется через институциональный подход в виде норм, правил поведения, традиций, устоев, обычаев и т.п. коллективные начала. В современных условиях максимизация индивидуального интереса – не аргумент, а функционально зависимый результат, производный от коллективного и общенационального интереса. Как следствие имеет место сложная комбинация регулирующих механизмов – рыночного и нерыночного (государственного, общенационального, корпоративного, международного). Все это не уменьшает значения рыночной мотивации, не исключает роли «экономического человека», однако учет только их недостаточен для решения экономических и социальных проблем. А все более возрастающее количество доводов о неправомерности определения предпочтений и целей индивида либо как заданных, либо как экзогенных относительно экономической системы обуславливает необходимость включения в число факторов, определяющих цели индивида, наряду с психологическими институциональными и социальными [3].

Вектор трансформации экономических систем формируется под влиянием как объективных условий и закономерностей, детерминирующих результаты трансформационных процессов, так и под воздействием экзистенциального выбора креативной части участников трансформации. В трансформационном процессе

задействовано большое количество индивидов и групп, обладающих особыми интересами, однако не все они вносят одинаковый вклад в осуществление трансформации.

Человек выступает как представитель определенной социальной среды и ведет себя в соответствии с традициями, привычками, нормами, принятыми в рамках социума. Поведение рыночных агентов зависит не столько от субъективных предпочтений, лежащих в основе потребности, сколько от их принадлежности к различным социальным группам. Следовательно, фундаментальная идея «экономического человека» должна уступить место идее «социально-индивидуального человека», меняющей иерархию интересов, их функциональную соподчиненность. Обеспечение приоритетности национальных интересов особенно актуально в период трансформации экономических систем, т.к. никакая сумма интересов «экономического человека» не может сформировать общественный вектор движения. Этим должны заниматься, прежде всего, государство и институты гражданского общества.

В зависимости от характера влияния на трансформационные процессы всех субъектов можно разделить на группы [3]. Первая группа включает субъектов, инициирующих трансформационные процессы. Это правящая элита, государственные чиновники, чья деятельность связана с экономической службой. Именно они инициируют реформационные процессы, занимаются изменением правовых норм, созданием новых институтов. В ходе трансформационной деятельности правящая элита определяет цели, разрабатывает новые «правила игры», облекая их в правовую форму и контролируя их выполнение. С ней могут быть связаны различные «группы влияния», которые при определенных условиях становятся «блоками политико-экономической мощи», стараясь изменить сложившуюся институциональную структуру, которая их по тем или иным причинам не устраивает. Основным интерес таких групп – собственность и власть, стремление занять позиции в стратегических секторах экономики.

Вторую группу составляют субъекты, включающиеся в организационную и инновационно-предпринимательскую деятельность, использующие и закрепляющие новые нормы и правила. Благодаря инновационно-предпринимательской деятельности субъекты данной группы реализуют открываемые новыми «правилами игры» возможности и корректируют их в направлении собственных интересов, а также воздействуют на формирование новых «правил игры». Своей инновационной деятельностью эти субъекты изменяют условия и возможности выбора способов адаптации к новым условиям остальных экономических субъектов, которые непосредственно не причастны к инновационно-предпринимательской деятельности.

Третья группа субъектов оказывает влияние посредством адаптации поведения, доступного им способа приспособления к изменяющимся условиям. Эти субъекты формируют социальную среду по отношению к вектору трансформации, которая либо поддерживает и ускоряет осуществление трансформационных процессов, либо не принимает участия в них, сдерживает проведение последних. Восприятие осуществляемых трансформационных процессов многими субъектами, их поведение служат важной характеристикой этих процессов, во многом определяющих ход и результативность их проведения.

Сегодня трансформация экономики происходит в условиях мощного воздействия стремительно развивающихся глобализационных процессов. Это служит основанием для выделения в качестве относительно самостоятельного глобального международного субъекта трансформации экономических систем.

Проблема субъектов трансформационного процесса довольно сложная и неоднозначная. В сложившейся научной традиции индивид, субъект рассматривается через движение вещей. Вещно-опосредованная форма отражения экономического бытия представляет не столько самого субъекта, сколько его безличное подобие, его экономическую логику. В действительности хозяйственная деятельность сопровождается не только материально-вещественными, но и духовно-интеллектуальными потоками, включающими знания, умения,

символические ценности. В единстве этих двух потоков происходит формирование реально эволюционирующего институционального субъекта.

Эволюция экономического субъекта охватывает три этапа, связанные с индивидуализацией, деперсонификацией и институционализацией. На основе обобщения процессов концентрации производства, расширения сферы институционализации и углубления социализации экономики можно сделать вывод о закономерном замещении индивидуального экономического субъекта институционально-функциональными субъектами (рынком, фирмой, предпринимательскими и ассоциированными структурами, государством, наднациональными образованиями) и возрастании роли последних [3].

Субъективность трансформационных процессов находит свою конкретизацию в объектном содержании экономической системы, имеющей сложную структуру. Происходящие в ней изменения подчинены определенной логике, которая заключается в том, что трансформация экономических систем как способ их развития предполагает не просто изменение отношений между людьми, а осуществление процессов, в которых экономические отношения опосредуются организационно-производственными, материально-вещественными процессами и наоборот. Все структурно-функциональные звенья системы образуют части единого целого и не существуют вне последнего. Они связаны генетически (единством происхождения), и функционально, т.е. все звенья взаимообусловлены друг другом. Эта взаимосвязь частей целого наиболее полно и содержательно выражена К. Марксом в «Экономических рукописях 1857-1859 гг.», где он писал: «Если в законченной буржуазной системе каждое экономическое отношение предполагает другое в буржуазно-экономической форме и таким образом каждое положенное есть вместе с тем и предпосылка, то это имеет место в любой органической системе. Сама эта органическая система как совокупное целое имеет свои предпосылки, и ее развитие в направлении целостности состоит именно в том, чтобы подчинить себе все элементы общества или создать из него еще недостающие ей органы. Таким путем система в ходе исторического развития превращается в целостность. Становление системы такой целостностью образует момент ее, системы, процесса, ее развития» [5].

Отношениям сотрудничества характерен специфический механизм их координации, существенно отличающийся от рыночного механизма координации экономических связей. Он предполагает установление отношений иерархии, согласования и соподчинения, обмена знаниями, умениями, опытом, информацией, принятием упреждающих решений по сравнению с конкретными экономическими действиями. По мере развития «новой экономики», интеллектуализации производства, расширения горизонтальных (сетевых) связей, усиления внутрисистемной интегрированности будет возрастать роль и значение нерыночного механизма координации экономических связей, государственного регулирования экономики.

Структура объекта трансформации осталась бы незавершенной без включения в нее институтов. Институты представляют собой не только совокупность правил, устойчивых норм, упорядочивающих взаимодействие между субъектами, но и функционально-организационные формы коллективной экономической деятельности. Опосредуя процессы осуществления экономических отношений и самоорганизации систем, институты упорядочивают функционирование экономической системы и в своей совокупности составляют ее внутреннее устройство. Сегодня рациональное поведение «переросло» индивидуальный уровень принятия решений и предполагает учет действий других участников совместной деятельности. В формировании экономического механизма координации участвуют такие институты, как рынок, корпорации, государство, различные ассоциированные структуры, международные организации. Экономическая деятельность осуществляется в определенной институциональной среде. Институциональные нормы и структуры ориентированы на сбалансированное взаимодействие принципов субсидиарности и коммунитарности, гармоничное сочетание индивидуальных и общественных ценностей и интересов. Институты выступают в качестве своеобразной нормативной модели,

определяющей, что в данном обществе считается должным, заданным или ожидаемым. Они призваны приводить разнообразные потенциальные возможности человеческой деятельности в согласованную систему. Имея кооперативное происхождение, институты создают механизмы координации в нерыночном пространстве. Институциональные нормы обязаны своим происхождением сотрудничеству, а не конкуренции [10].

Экономическую систему неправомерно рассматривать вне социальных отношений. Социальная составляющая, входя в экономическую систему, срачиваясь с ней, становится ее неотъемлемой частью. Ярким примером игнорирования социальной составляющей служат действия российских реформаторов в начале 1990-х гг., предполагавших, что «невидимая рука» рынка расставит все по своим местам. Однако свободная конкуренция способствует развитию, если она базируется на устоявшейся системе социальных норм. Свободное экономическое поведение реализуется в рамках широких ценностей, разделяемых обществом. Оно изначально вложено в социальную матрицу. В обществе существует сложившаяся система ценностей, на основе которой происходит репликация всех способов экономического поведения. И чем глубже протекает этот процесс, тем активнее проявляется созидательная роль свободной конкуренции, т.е. для конкуренции нужен серьезный социальный фундамент.

Социальная составляющая охватывает широкий круг социальных отношений, складывающихся в процессе осуществления экономического сотрудничества, многообразных форм социальной деятельности на внутрикорпоративном, местном, региональном и государственном уровнях. Многие социальные отношения возникают и функционируют не наряду с производственными отношениями, а вместе с ними, будучи «слитыми» в единое целое (совместный труд, условия труда, коллективная производительная сила, взаимопомощь, обмен опытом и информацией, солидарность и т.п.).

Таким образом, содержание трансформации экономических систем было бы неполным, односторонним, если бы оно ограничивалось изменениями, обусловленными только чисто экономическими факторами. На осуществление трансформационных процессов оказывают определенное воздействие многие неэкономические факторы, включая морально-этические, нравственные и другие. Однако на сегодняшний день отсутствует общепризнанная методология исследования этого воздействия. Общей чертой основной массы работ, рассматривающих в той или иной мере неэкономические отношения, является признание их внешними к отношениям экономическим. Правда, определенное исключение допускается к социальным отношениям. Они порой включаются в состав экономических отношений, заменяя понятие «экономическая система» понятием «социально-экономическая система», которая предполагает не только взаимодействие экономики и социальных отношений, но и их слитность [11].

С усложнением экономики, усилением ее интегрированности во все большей мере неэкономические отношения интернируются внутрь системы экономических отношений, образуя ее имманентный компонент. При этом данное «срачивание» охватывает не все неэкономические отношения, часть из них остается вне экономической системы и экзогенно воздействует на нее. В этой связи в работе подчеркивается, что нельзя игнорировать такой аспект трансформации экономических систем как возникновение нравственных противоречий. Они состоят в том, что складывающиеся в результате трансформации экономические отношения порой не соответствуют системе ценностей и нормам хозяйственного права, принципам социальной справедливости. Так, разрушение традиционной иерархии нравственных ценностей в ходе рыночных преобразований российской экономики привело к доминированию корпоративно-коллективных интересов над интересами общества и государства, вызвало дегуманизацию и криминализацию экономических отношений.

И, наконец, в современных условиях трансформация национально-государственной формы экономики во все большей мере находится под возрастающим воздействием глобализационных процессов. Многие тенденции глобализации мировой экономики

расширяют экономическое пространство национальной экономики, увеличивают масштабы экспортной и импортной деятельности. При расширении возможностей экономического развития, которые дает глобализация, возникают, однако, и негативные моменты, связанные с чрезмерной открытостью национальной экономики, а также ее местом в международном разделении труда. На этой основе происходит закономерное превращение отдельных глобализационных процессов из внешних факторов воздействия на трансформацию во внутренние, возрастает уровень глобализации национальной экономики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Шумпетер, Й.А. Теория экономического развития. [Текст] /Й.А. Шумпетер - Москва: Директмедиа Паблишинг, 2008. - 401 с.

2. Фомин, Э.В. Электронный товарный рынок. [Текст] / Э.В. Фомин, Ю.А. Фомина. — Омск: Русь, 2008. — 248 с.

3. Стеблякова, Л. П. Трансформация экономических систем: теория и практика. [Текст]: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра экон. наук: 08.00.01 / Стеблякова Лариса Петровна; [Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова]. - Москва, 2010. - 51 с.

4. Коврыжко, В.В. Эволюция экономических систем от трансформации к модернизации: критерии и альтернативные модели. [Текст] / В.В Коврыжко // Вопросы регулирования экономики. – 2010. - Том 1, №1.- С39-47.

5. Критика политической экономии. Глава о капитале [Текст] // Маркс, К. Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. – 2-е изд. — Москва; Издательство политической литературы, 1968. - Т. 46. -Ч.1.- С. 282-301

6. Лившиц, В.Н. Системный анализ нестационарной экономики России (1992-2009): рыночные реформы, кризис, инвестиционная политика. [Текст]/ В.Н. Лившиц, С.В. Лившиц – Санкт-Петербург: Алетейя, 2010 – 452 с.

7. Полтерович, В.М. Элементы теории реформ. [Текст]/ В.М. Полтерович - Москва: Экономика, 2007 – 446 с.

8. Клейнер, Г.Б. Системная модернизация российской экономики. [Текст]// Сб. материалов международной науч.-практ. конф., посвященной 80-летию юбилею ВЗФЭИ. – Москва: ВЗФЭИ, 2011

9. Глазьев, С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса. [Текст] / С.Ю. Глазьев - Москва: Экономика, 2010. – 255 с.

10. Стеблякова, Л. П. Кластерный подход к решению проблемы модернизации экономики: системный и социальный аспекты [Текст] / Л.П. Стеблякова // Человек и труд. — 2010. — № 3. — С. 64–67.

11. Стеблякова, Л. П. Исследование структурной трансформации экономических систем на основе теории самоорганизации [Электронный ресурс] / Л.П. Стеблякова // Вопросы экономических наук. – 2008. - № 3 (31). –Режим доступа: WWW.URL: <http://www.sputnikplus.ru/statiy.htm?54,86>. – 23.09.2015.

Ключевые слова: экономическая система, трансформация, модернизация, развитие экономики, экономический рост, государство, группы влияния, общественные институты.

Сведения об авторах:

Иода Елена Васильевна, доктор экономических наук, профессор кафедры финансов, налогообложения и бухгалтерского учета Липецкого государственного технического университета.

Иода Юлия Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов, налогообложения и бухгалтерского учета Липецкого государственного технического университета.

E-mail: tibrioda@yandex.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 37.013

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ

Липецкий государственный технический университет

Т.Г. Пыльнева, А.В. Грушевская

Материал данной статьи посвящен организации учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в высшей школе. В статье приводится нормативная документация, законы, приказы, регламентирующие внедрение новых образовательных технологий. Проанализированы особенности использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в заочном обучении ЛПГУ, показаны методические подходы к созданию основных образовательных программ.

В XXI веке в социально-экономической жизни общества произошли существенные изменения благодаря широкому распространению средств информационных и коммуникационных технологий, которые затронули также и систему образования. Сегодня на образовании лежит особая ответственность за подготовку граждан к жизни в новых условиях, поэтому образовательные стратегии, программы и планы необходимо разрабатывать с учетом научно-обоснованных прогнозов перспектив развития и общества в целом, и системы образования в частности, как минимум на ближайшие 15-20 лет. Лишь точный прогноз позволит определить, чему именно и как нужно учить студентов, чтобы они в дальнейшем смогли обеспечить динамичное развитие общества [9].

Изменения, происходящие в обществе в настоящее время, призваны избавиться от устаревших методов обучения и максимально использовать современные технологии в учебном процессе. Это в первую очередь связано с растущим числом студентов пользователей смартфонов, планшетов, социальных сетей. Как совместить методы традиционного образования с тем, что привнес в нашу жизнь интернет? Как сделать так, чтобы компетентность педагогов высшей школы и студентов не входила в противоречия друг с другом? Каких позитивных и негативных последствий можно ожидать от использования информационно-коммуникационных технологий для лично-ориентированного обучения.

В качестве эпиграфа для данной статьи можно взять слова Мартина Эдисона « - Помните, что главное в мобильном обучении – это обучение, а не технологии сами по себе. Технологии – это только инструмент реализации процесса обучения» [6].

В связи с принятием Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» в ст. 16 «Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий» даются основные понятия:

п.1. Под электронным обучением понимается организация образовательного процесса с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие участников образовательного процесса.

п.2. При реализации образовательных программ независимо от форм получения образования могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования.

п.1. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников [1].

Одной из главных задач всесторонней модернизации национальной образовательной системы является обеспечение активного процесса информатизации образования, соответствующего технологическому укладу современного общества. В этих условиях применение инновационных педагогических технологий и средств обучения для повышения качества отечественного образования становится объективной необходимостью.

Особое внимание при заочной форме обучения отводится организации *эффективной самостоятельной* работы студентов, так как значительная часть учебного процесса ориентирована на самообразование. Формирование компетенций будущих специалистов требует активной самостоятельной познавательной деятельности студентов в процессе обучения. Обеспечение высокого качественного уровня учебного процесса обуславливает необходимость применения широкого спектра информационно-телекоммуникационных технологий и специализированных программных средств учебного назначения во всех видах учебной деятельности. К таким средствам, эффективным для применения в среде Интернет и включающим в себя все необходимые для проведения учебного процесса элементы, относятся основные образовательные программы дистанционной направленности (сокращенно - ООП-Д).

Применение современных образовательных педагогических и информационных технологий позволяет создавать мультимедийный контент ООП-Д, проводить контрольные и лабораторные работы, обеспечивать удаленное взаимодействие студентов и преподавателей, применять компьютерные тренинги и осуществлять оценку результатов обучения с помощью Интернет технологий. Особое значение использования новых технологий должно быть при заочной форме обучения, так как эффективность самостоятельной работы студента в большей мере зависит от качества подготовки материалов преподавателями, переданных в репозиторий образовательных ресурсов. На современном этапе использование дистанционных образовательных технологий является важнейшей составляющей квалификационных характеристик педагогических работников высшего образования. В списке основных составляющих компетентности педагогических работников стоит информационная компетентность, где указывается в числе прочих «... готовность к ведению дистанционной образовательной деятельности, использование компьютерных и мультимедийных технологий, цифровых образовательных ресурсов в образовательном процессе...» [3]. Таким образом, можно сказать, что использование дистанционных образовательных технологий в деятельности педагогического работника – это неотъемлемая часть его компетентности, а не умение, которое может быть, а может – и не прослеживаться. Если мы говорим об организации образовательного процесса в высшей школе, то применение дистанционных технологий – это одно из условий успешной реализации ФГОС третьего поколения и ФГОС 3+, поскольку:

- обучение с использованием ДОТ – это удобная форма организации самостоятельной работы студентов, доля которой существенно увеличена в стандартах нового поколения;
- обучение с использованием дистанционных образовательных технологий позволяет организовать разнообразные формы занятий, в т.ч. интерактивные, используя современные образовательные технологии, возможности ИКТ и Интернета, методы, активизирующие познавательную деятельность обучаемых;
- обучение с использованием дистанционных образовательных технологий поможет реализовать положения ФГОС, требующие обеспечения более широкого доступа студентов к

сетевым ресурсам в Интернете, к более активному использованию различных электронных учебно-методических материалов, электронных библиотек и других цифровых источников.

Рассмотрим основные методические подходы к созданию основных образовательных программ на примере Липецкого государственного технического университета.

Образовательные программы – комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и в случаях, предусмотренных настоящим Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», форм аттестации, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей, иных компонентов, а также оценочных и методических материалов. Являясь одной из основных среди современных образовательных ресурсов ООП должна соответствовать государственным образовательным стандартам. В ЛГТУ принята ООП дисциплин кафедры, которая включает в себя:

1. Учебный план, соответствующий государственному образовательному стандарту (далее – ГОС) по направлению.
2. Учебная программа с тематическими планами.
3. Обзорная (установочная) лекция, желательно в виде видео-лекции в электронной форме.
4. Базовый учебник или учебное пособие по дисциплине в электронном виде.
5. Практикум для проведения практических занятий (задачи, деловые игры, ситуационные задачи, тестовые задания).
6. Методические указания по выполнению контрольных работ.
7. Методические указания по выполнению курсовых работ.
8. Конспект лекций, составленных с учетом тематического плана по каждой из дисциплин, закрепленных за кафедрой.
9. Компьютерная обучающая программа (КОПР), включающая мультимедийные диалоговые средства, слайды.
10. Экзаменационные билеты для сдачи экзаменов (зачетов), одобренные кафедрой.
11. Тестовые задания (тесты) для проверки знаний студентов и др.

При заочном обучении с элементами дистанционных технологий они должны содержать: учебный план образовательного учреждения, методические рекомендации для обучающегося по изучению дисциплины, учебную программу по дисциплине, учебник и/или учебное пособие, тесты для самоконтроля, практикум или практическое пособие, тестовые материалы для контроля качества усвоения материала. Так же должны быть заполнены электронными каталогами, библиотекой, ссылками на базы данных сайтов, справочные системы, электронные словари и другие сетевые ресурсы. При использовании в обучении инновационных Интернет технологий такую ООП мы предлагаем называть ООП-Д.

ООП-Д – это комплексное специализированное программное средство учебного назначения, используемое студентом при самостоятельной деятельности в процессе обучения с целью формирования профессиональных компетенций в конкретной предметной области.

ООП-Д по своему составу в целом должны соответствовать традиционным ООП, применяемым в ЛГТУ (не отменяя при этом необходимость изучения печатных учебников и учебных пособий), однако позволят использовать в полной мере преимущества информационно-компьютерных технологий (ИКТ), в частности, возможности мультимедийного представления контента, активного освоения учебного материала, проведения компьютерного контроля знаний, поддержки взаимодействия субъектов образовательного процесса и другие. Многие из этих функций присущи и разработанным в ЛГТУ компьютерным обучающим программам, однако ООП-Д в силу своего назначения должны отличаться от них:

- расширенным составом (например, наличием методического модуля, развернутым и комплексным представлением учебного материала);
- программной реализацией, изначально ориентированной на использование в Web_среде, что позволит интегрировать их в создаваемый портал;

- дополнительными функциональными возможностями.

Важнейшей задачей является подготовка контента ООП-Д таким образом, чтобы создаваемый учебно-методический комплекс учитывал специфику Интернет-обучения и был максимально эффективен при самостоятельной работе обучаемого в образовательном процессе, что особенно важно при заочной форме обучения с элементами дистанционного обучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федеральный закон: [принят 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ] // Официальный сайт компании «Консультант Плюс» ст.16. - Режим доступа: [www.URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_140174/)
2. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Закон РФ «Об образовании» в части применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий [Электронный ресурс]: федеральный закон: [принят 28.02.2012 г. №11-ФЗ] // Официальный сайт компании «Консультант Плюс»/ - Режим доступа: [www.URL:http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?reg=doc;base=LAW;n=126574](http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?reg=doc;base=LAW;n=126574)
3. Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей работников образования [Электронный ресурс]: приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ [от 26.08.2010 №761н] // Российская газета - Режим доступа – [www.URL:http://www.rg.ru/2011/02/16/obr-trebovaniya-dok.html](http://www.rg.ru/2011/02/16/obr-trebovaniya-dok.html).
4. Об использовании дистанционных образовательных технологий [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки России [от 06.05.2005 №137] // Министерство образования и науки РФ – Режим доступа – [www.URL:http://mon.gov.ru/dok/prav/obr/8311](http://mon.gov.ru/dok/prav/obr/8311).
5. Готская, И.Б. Аналитическая записка «Выбор системы дистанционного обучения». Статьи о дистанционном обучении [Электронный ресурс] / И.Б. Готская, В.М. Жучков, А.В. Кораблев // Ракурс – Режим доступа: [www.URL:http://ra-kurs.spb.ru/2/0/2/1/?id=13](http://ra-kurs.spb.ru/2/0/2/1/?id=13).
6. Эддисон, Мартин. Семь трендов мобильного обучения [Электронный ресурс] / Мартин Эддисон – Режим доступа: www.trainingzone.co.uk.
7. Пыльнева, Т.Г. Проект Методических указаний по подготовке материалов для разработки основных образовательных программ с элементами электронного обучения и дистанционными образовательными технологиями / Т.Г. Пыльнева – Липецк: ЛГТУ, 2014. – с. 10.
8. Шитова, В.А. Организация обучения в высшей школе с применением дистанционных образовательных технологий [Электронный ресурс] / В.А. Шитова // Вестник Московского государственного областного университета – 2012. – Режим доступа: [www.http://vestnik-mgou.ru/Articles/Doc/211](http://vestnik-mgou.ru/Articles/Doc/211).
9. Моисеева, М.В. Интернет в образовании. Специализированный учебный курс [Текст] / М.В. Моисеева, Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. – Москва, Институт Юнеско по информационным технологиям в образовании 2006. – с. 16.

Ключевые слова: дистанционные образовательные технологии, электронно-библиотечные системы, основные образовательные программы дистанционного направления.

Сведения об авторах:

Пыльнева Татьяна Григорьевна., доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории Липецкого государственного технического университета.

Грушевская Анна Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры государственной муниципальной службы и менеджмента Липецкий филиал Российской академии народного хозяйства.

E-mail: veo.48@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

Shmyrin A.M., Mishachev N.M.,
Trofimov E.P., Kuznetsov A.G.

CORRECTION OF LINEAR NEIGHBORHOOD MODEL COEFFICIENTS

The article considers the task of correcting coefficients of the identified linear neighborhood model with new experimental data.

Keywords: linear neighborhood model, identification, correction.

Meshcheryakov V.N. (Lipetsk State Technical University, Lipetsk)
Baykov D.V. (Mordovia State University, Saransk)

SIMULATION MODEL OF THE INDUCTION DRIVE ON THE BASIS OF THE MATRIX CONVERTER

The paper deals with modeling and the simulation model of the induction drive on the basis of the matrix converter, which is a combination of the virtual active rectifier and the virtual voltage source inverter with the space vector modulation system providing a maximum transfer ratio of 0.866.

Keywords: matrix converter, simulation model, induction drive, maximum transfer ratio, space vector modulated.

Sevostjanov A.V., Gubarev V.Ya. (LSTU, Lipetsk)

DISPERSION CHARACTERISTICS OF FLAT TWO-COMPONENT JETS

The paper provides some dispersion characteristics of water-air jets determined experimentally. The dispersion of the jets obtained from the sprayers of different construction was investigated.

Keywords: dispersion, sprayer, water-air jets.

Glazunova I.V., Trushkina E.A. (LSTU, Lipetsk)

REGULARITIES OF CLEANING WATER SOLUTIONS FROM OIL PRODUCTS BY A COAL-MINERAL ADSORBENT ACTIVATED BY POTASSIUM HYDROXIDE

Cleaning of water solutions from oil products with a coal-mineral adsorbent activated by alkali is investigated. The adsorptive capacity of the adsorbent in relation to oil products at direct contact with the adsorbed substance and at their extraction from water solutions is determined. Kinetic and thermodynamic characteristics of adsorption are studied. The extent of cleaning is established.

Keywords: adsorbent, oil products, extent of cleaning, regularity of process

Pominov D.S., Krasnikova E.M. (LSTU, Lipetsk)

A TECHNOLOGY OF THE INDUSTRIAL UTILIZATION OF FORMALDEHYDE

The results of a research work for the utilization of formaldehyde-containing wastes using the Butlerov reaction are presented. The research belongs to the environmental protection area: methods of utilizing and neutralizing highly hazardous and toxic industrial wastes.

Keywords: formaldehyde, sugar, Butlerov reaction, Formosa, environment.

Chuprin P.V. (LSTU, Lipetsk)

THE EFFECT OF SILICON AND PHOSPHORUS CONTENT IN THE GRAIN ORIENTED ELECTRICAL STEEL OF THE THIRD GROUP OF ALLOYING ON MECHANICAL AND MAGNETIC PROPERTIES

The results of studying cold-rolled samples annealed at different temperatures are given. The influence of chemical composition on the magnetic and mechanical properties of steel is established. The possibility of excluding normalization from the process and the influence of heat treatment on the final stages of annealing is studied.

Keywords: element, doping, technology.

Mikhailov V.G. (LSTU, Lipetsk)
Prokhorova T.V. (LSTU, Lipetsk)

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF NEW TECHNOLOGIES OF ADDITIONAL FUELLING AT AGGLOMERATION

The efficiency of a new technology for additional fuelling at the stage of loading sinter mix and after its ignition has been tested and determined.

Keywords: agglomeration, the strength of the agglomerate, new technologies, coke breeze, loading sinter mix.

Bobyleva N.A., Rogotovskiy A.N.,
Shipelnikov A.A. (LSTU, Lipetsk)

RESEARCH OF THE INTERRELATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND THE HARDNESS OF THE MICROSTRUCTURE OF THE STEEL SLAB

The results of researching the influence of chemical composition on the hardness of the steel slab structure are presented. The obtained graph of the distribution of hardness across the cross section of the steel slab has been obtained. The resulting regression equation describing the dependence of the hardness of steel on the content of the main alloying elements has been obtained.

Keywords: continuously cast slab, dendritic structure, chemical composition, hardness.

Suslov A.A., Lupova I.A., Klykova O.A.

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE FORM OF GRAPHITE AND THE TYPE OF THE METAL BASIS OF CAST IRON ON FIRMNESS IN THE CONDITIONS OF CAVITATIONAL EROSION.

A technique has been developed, the experimental installation has been constructed and researches have been carried out on the influence of the form of graphite inclusions and the type of the metal matrix on the firmness of case parts of hydraulic systems of various brands of cast iron against erosion in the environment of the cavitating stream of mineral oil.

Keywords: cast iron, hydrodistributor, cavitation erosion.

Grinavtsev V. N., Grinavtseva E. V., Popov V. S.
Minaeva O.V. (LSTU. Lipetsk)

POWER PARAMETERS OF ROLLING I-BEAMS IN THE EDGING GROOVE.

The article provides analytical dependences for calculating power parameters of rolling I-beams in the edging groove.

Keywords: parameters, I-beam, edging groove

Grinavtsev V.N., Popov S.V., Minaeva O.V.

NEW TECHNOLOGY OF STRIP FLATTENING

The article suggests a technology of flattening a sheet metal strip obtained when cut on disk or guillotine shears. In order to eliminate longitudinal twisting and alternating camber, stretching tension equal to yield tensile strength is formed in the strip by means of special devices. The arising horizontal side strain is corrected by a system of flatteners. Strip deformation in case of its ow-back is excluded due to the fact that the pressure of the top feeding roller creates a tension which is lower than the yield tensile strength of the strip.

Keywords: strip, longitudinal bend, cross bend.

Kozlova E.I., Komolikov M.A. (LSTU, Lipetsk)

ECONOMIC CYCLES AND THEIR IMPACT ON RUSSIAN ECONOMY

The article focuses on the role of foreign investment in the country's economic development . We analyzed the types of foreign investment, Russia's place in the international investment process. Based on analysis of the current characteristics of the economic and political situation in the country and abroad and identified factors that adversely affect the investment attractiveness of Russia.

Keywords: business cycle, crisis, inflation, gross domestic product.

Moskovtseva L.V. (LSTU, Lipetsk)

A TECHNOLOGY OF FORMING THE PRIORITIES OF THE STRATEGIC DEVELOPMENT OF TERRITORIES

There are different treatment priorities for the strategic planning of territories. These may be the priorities of the document itself. Or the priorities to ensure the effective implementation of the plan directly related to the perception of the content of the plan by the population of the territory, as well as monitoring its implementation.

Keywords: the program of socio-economic development of the territory, strategy, strategic plan, priorities to ensure effective implementation of the plan

JUSTIFICATION OF APPROACHES TO THE REALIZATION OF THE REGIONAL STRATEGY OF CLUSTERING: THE AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX AS AN INSTRUMENT OF INCREASING THE COMPETITIVENESS OF THE TERRITORY

In the article the main approaches to the realization of the regional strategy of clustering on the example of the agrarian and industrial complex of the Lipetsk region are considered. The relevance of the research consists in the development of the instruments of increasing the competitiveness of the region by means of forming the strategy of clustering the agrarian and industrial complex. The strategy makes it possible to solve the problem of diversification of economy relying on the development of historically developed branches.

Keywords: cluster, monobranch structure, integrated marketing.

Ioda E.V., Ioda Yu.V.

TRANSFORMATIONAL PROCESSES IN MODERN ECONOMIC SYSTEMS

The challenges of contemporary economic systems and the behavior of economic actors of a modernizing economy based on transformational processes are considered. The essence of the stages of transformational processes and their relevant factors are determined.

Keywords: economic system transformation, modernization, economic development, economic growth, the State group influence, social institutions

Pylneva T.G. (LSTU, Lipetsk)
Grushevskaya A.V. (RANEPA)

APPLICATION OF DISTANCE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION

The article covers the organization of the educational process with the use of eLearning and distance educational technologies in higher school. The article provides regulatory documents, laws, and orders regulating the adoption of new educational technologies. The features of the use of eLearning and distance educational technologies in correspondence education at Lipetsk State Technical University are analyzed, methodological approaches to the development of basic educational programs are shown.

Keywords: distance educational technologies, eLearning, basic educational programs for distance learning.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Вестник Липецкого государственного технического университета» публикуются статьи, содержащие наиболее существенные результаты научно-технических экспериментальных исследований, а также итоги работ проблемного характера.

Статья должна поступить на электронный адрес kaf-vm@stu.lipetsk.ru и сохранена в версии Microsoft Word 2003. Рукопись статьи (2 экземпляра) и сопроводительные документы должны быть высланы в редакцию. К сопроводительным документам относятся:

– рецензия, отражающая следующие пункты: актуальность представленной работы; характеристика объекта исследования; качество постановки целей работы и задач исследования; степень научной новизны исследования, практическая значимость работы; учебно-методическая ценность исследования, стиль изложения; степень разработанности темы научного исследования; структурность работы. (В случае если один из авторов является доктором наук, то рецензия должна быть подписана доктором соответствующего профиля).

– выписка из протокола заседания кафедры, на котором было принято решение о рекомендации публикации статьи в журнал «Вестник Липецкого государственного технического университета».

– согласие на публикацию и гарантии того, что статья не будет больше нигде опубликована, подписанные автором.

Оформление статьи должно соответствовать следующим требованиям:

1. На первой странице должны быть указаны: УДК, название статьи, инициалы и фамилии авторов, название учреждения, представляющего рукопись для опубликования.

2. Текст статьи набирается в формате *.doc шрифтом Times New Roman размером 12 pt через одинарный интервал, без отступов, отступ красной строки 0,5 см, выравнивание по ширине, без уплотнения. Поля: верхнее, нижнее, левое, правое – 2 см. Не использовать табуляций, автоматических списков. Не использовать курсив, жирный текст и подчеркивания.

Между цифровым значением величины и ее размерностью следует ставить знак неразрывного пробела. Переносы в словах не употреблять. Не использовать в тексте для форматирования знаки пробела.

3. Для набора формул применять редактор Microsoft Equation 3.0. Формулы должны быть оформлены шрифтом Times New Roman, без курсива, размером 12 pt, одинарным интервалом.

Большие формулы необходимо разбивать на отдельные части. Фрагменты формул должны быть независимы (при использовании редактора формул каждая строка - отдельный объект).

Нумерацию и знаки препинания следует ставить отдельно от формул обычным текстом. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

4. Таблицы должны быть оформлены шрифтом Times New Roman, размером 12 pt, одинарным интервалом. В случае, если в тексте есть ссылка на таблицу, то пишется слово «табл.».

5. Перечень литературных источников приводится общим списком в конце статьи. Список составляется в соответствии с последовательностью ссылок в тексте. Библиографический список должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1-2003. Ссылки на библиографический список в тексте приводятся в квадратных скобках.

6. Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим ГОСТам.

7. К статье прилагаются: аннотация; ключевые слова (не менее трех); имена и фамилии авторов, ученые звания, должности и адрес места работы, электронный адрес; отдельным файлом на английском языке название статьи, аннотация, ключевые слова, имена и фамилии авторов.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛ

УДК 519.854

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ПЕЧИ ОБЖИГА КЛИНКЕРА С УЧЕТОМ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ

Липецкий государственный технический университет

А.М. Попов, С.Л. Васильев

Рассматривается идентификация модели печи обжига клинкера, управление с учетом допустимых значений параметров.

Модель печи обжига клинкера, которая является...

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев, С.Л. Математическое моделирование систем [Текст] / С.Л. Васильев, А.М. Попов – Липецк: ЛГТУ, 2006. – 130 с.
2. Петров, С.Л. Моделирование нейронных сетей [Текст] / С.Л. Петров, А.М. Попов. – Липецк: ЛГТУ, 2010. – 124 с.

Сведения об авторах:

Попов Андрей Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Васильева Инна Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Ключевые слова: математическая модель, печь обжига клинкера.

E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

Popov A.M., Vasilyev S. L. (LSTU, Lipetsk)

RESEARCH OF MODEL OF THE FURNACE OF ROASTING OF CLINKER TAKING INTO ACCOUNT ADMISSIBLE VALUES OF PARAMETERS

Identification of model of the furnace of roasting of clinker, management taking into account admissible values of parameters is considered.

Keywords: mathematical model, clinker roasting furnace.

ВЕСТНИК

Липецкого государственного технического университета

(Вестник ЛГТУ)

№ 3 (25). 2015 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Scientific and technical journal «Vestnik LSTU»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации **ПИ № ФС77-57003**. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 25.02.2014 г.

Выходит 4 раза в год.

Учредитель: ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет».

Адрес редакции: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-81-33

Издательство Липецкого государственного технического университета

Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-82-14

Редакторы: Е.Н. Черникова, М.Ю. Болгова, Г.В. Казьмина.

Перевод (англ.) Н.В. Барышев

Подписано в печать 30.09.2015. Выход в свет 08.10.2015.

Бумага офсетная. Формат 60x84 1/8. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 5,4. Тираж 500 экз.

Заказ № 486. Цена свободная.

Отпечатано в полиграфическом подразделении Издательства ЛГТУ.

Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-82-14