

УДК 621.9.06-52

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ НАСТРОЙКИ  
ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ЗУБЬЕВ ВТУЛОК  
ЗУБЧАТЫХ МУФТ С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ**

**Грубка Р.М., Михайлов А.Н., Лучко С.И.** (ДонНТУ, г. Донецк, Украина).

Тел./Факс: +38 (062) 3050104; E-mail: [tm@mech.dgtu.donetsk.ua](mailto:tm@mech.dgtu.donetsk.ua)

***Аннотация.** Работа посвящена разработке методики определения параметров для настройки зубофрезерного станка. Методика заключается в установлении взаимосвязи между геометрией режущей кромки инструмента, геометрией боковой поверхности зубьев и кинематикой относительных движений инструмента и заготовки. Исходными данными при определении параметров для настройки зубофрезерного станка являются координаты точек принадлежащих боковой поверхности зуба втулки зубчатой муфты с пространственной геометрией.*

***Ключевые слова:** зубчатая муфта, инструмент, заготовка, кинематика, пространственная геометрия, относительные движения.*

**1. Введение.** Зубчатые муфты широко используют для соединения валов агрегатов различных машин, чему способствуют такие их достоинства, как высокая нагрузочная способность и способность к компенсации погрешностей, возникающих при монтаже валов [1, 2]. Эксплуатационные показатели зубчатых муфт, при наличии погрешностей монтажа валов, зависят от различных конструктивных факторов, в том числе и от геометрии боковой поверхности зубьев втулки. Соединение втулки и обоймы с прямолинейными образующими зубьев способно компенсировать суммарные погрешности монтажа валов до 30г. Соединение обоймы с прямолинейной образующей и втулки с криволинейной образующей зубьев способно компенсировать суммарные погрешности монтажа валов до 45г. Наиболее современными способами повышения эксплуатационных характеристик зубчатых муфт является реализация пространственного соединения зубьев обоймы с прямолинейной образующей и зубьев втулки с пространственной геометрией, способного компенсировать погрешности монтажа валов до 3° [3, 4, 5, 6, 7].

Основные способы нарезания зубчатых венцов цилиндрических зубчатых колес с прямолинейной или криволинейной образующей широко описаны в литературе [8, 9]. Все они основаны на смещении инструмента, либо в радиальном, либо в тангенциальном направлениях относительно заготовки и осуществляются на существующем серийном оборудовании стандартным режущим инструментом.

Структура любой пространственной геометрии зубьев, существенно отличается от структуры зубьев с прямолинейной или криволинейной образующей, так как предполагает непрерывное изменение толщины зуба, как по его длине, так и по его высоте [4, 5, 6, 7]. А разработка любой новой пространственной геометрии зубьев влечет за собой необходимость в разработке простых и эффективных способов формообразования зубьев, в том числе и на существующем серийном оборудовании с применением по возможности стандартного режущего инструмента. Для реализации данных способов на практике необходимо разработка методик по определению параметров для настройки зубофрезерного станка. Поэтому актуальной задачей является установление взаимосвязи между геометрией зуба втулки с пространственной геометрией, геометрией режущей кромки инструмента и траекторией относительного перемещения инструмента и заготовки в процессе нарезания зубчатого венца.

**Целью данной работы** является разработка методики определения параметров для настройки зубофрезерного станка при нарезании зубьев втулок зубчатых муфт с пространственной геометрией.

**В основу данной работы поставлена задача** по определению взаимосвязи геометрии боковой поверхности зубьев втулки зубчатой муфты с пространственной геометрией, геометрии режущей кромки инструмента и траектории относительного перемещения инструмента и заготовки в пространстве.

**2. Основное содержание и результаты работы.** Рассмотрим методику определения параметров для настройки зубофрезерного станка на примере нарезания зубьев втулки зубчатой муфты с групповой пространственной геометрией, представленной в работах [5, 6, 7].

Профиль зуба с групповой пространственной геометрией отличается от эвольвентного и при применении существующего серийного оборудования и стандартного инструмента можно говорить только о нарезании зубьев с геометрией приближенной к групповой пространственной. Причем для более близкого приближения геометрии к теоретически точной необходимо найти такое положение эвольвенты в пространстве, чтобы минимизировать отклонения от нее профиля боковой поверхности зубьев втулки во всех сечениях по их длине. То есть найти такое положение эвольвенты в пространстве, чтобы отклонение ее в верхней и нижней частях от профиля были одинаковы по абсолютному значению  $|\Delta_{отк}^6| = |\Delta_{отк}^H|$  рис. 1 (на рис. 1 зуб рассматривается в системе координат втулки  $x_2y_2z_2$ , причем ось  $Oz_2$  совпадает с осью вращения втулки).

Достичь требуемого результата можно: изменением межосевого расстояния между инструментом и заготовкой, сообщением заготовке дополнительного вращательного движения;

одновременным изменением межосевого расстояния между инструментом и заготовкой и сообщением заготовке дополнительного вращательного движения. При этом изменение межосевого расстояния между инструментом и заготовкой приводит к смещению эвольвенты в радиальном направлении, а сообщение заготовке дополнительного вращательного движения — к смещению эвольвенты в тангенциальном направлении. Чтобы получить на боковой поверхности зуба втулки точку  $A$  с координатами  $x_2, y_2$ , необходимо, в процессе обработки, совместить с ней соответствующую точку  $A'$  с координатами  $x_r, y_r$ , принадлежащую нарезаемой эвольвенте (рис. 1). Для чего необходимо придать заготовке дополнительное вращательное движение, что позволит сместить эвольвенту в тангенциальном направлении на величину  $k_t$  и изменить межосевое расстояние между инструментом и заготовкой, что приведет к смещению эвольвенты в радиальном направлении на величину  $k_r$ .

Таким образом, для определения взаимосвязи между геометрией режущей кромки инструмента, геометрией боковой поверхности нарезаемых зубьев и кинематикой отно-

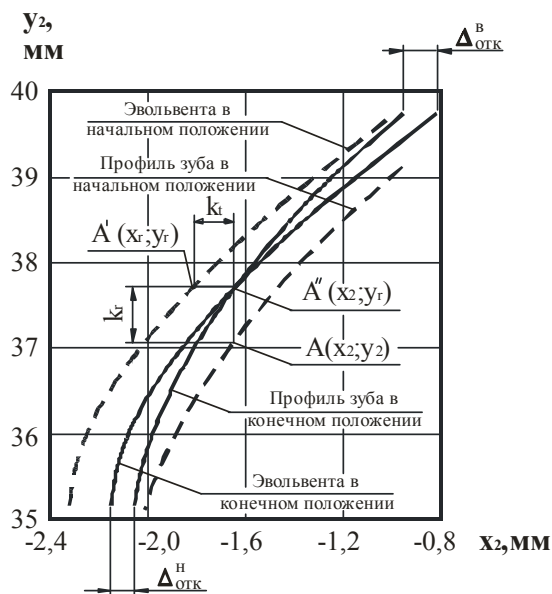


Рис. 1. Схема для расчета величин смещения эвольвенты

сительных движений инструмента и заготовки необходимо найти величины смещения эвольвенты в тангенциальном  $k_t$  и радиальном направлениях  $k_r$ . Исходными данными для расчетов является геометрия боковой поверхности зуба, представленная в виде совокупности координат точек контактных линий [5, 6, 7].

Исходя из расчетной схемы, представленной на рис. 1 величины смещений определяются по зависимостям:

— радиального

$$k_r = y_r - y_2, \quad (1)$$

— тангенциального

$$k_t = x_2 - x_r, \quad (2)$$

где  $x_2$  и  $y_2$  – координаты точки принадлежащей боковой поверхности зуба втулки;  $x_r$  и  $y_r$  — значения координат точки  $A'$  принадлежащей нарезаемой в процессе обработки не модифицированных зубьев эвольвенте, соответствующей получению на поверхности зуба втулки точки  $A$  с координатами  $x_2$  и  $y_2$  (рис. 1).

При обработке зубьев по способу с изменением межосевого расстояния величина тангенциального смещения эвольвенты  $k_t=0$ , значит, координаты  $x_2$  и  $x_r$ , принадлежащие соответственно профилю нарезаемого зуба и эвольвенте равны. Зная координату  $x_r$  можно подобрать значение угла развернутости эвольвенты  $\varphi$ , по программе блок-схема, которой показана на рис. 2., с использованием зависимости:

$$x_r = r_b (\sin(\varphi - \varphi_c) - \varphi \cos(\varphi - \varphi_c)). \quad (3)$$

После чего, зная значение угла  $\varphi$  можно определить значение координаты  $y_r$  точки принадлежащей несмещенной эвольвенте по зависимости:

$$y_r = r_b (\cos(\varphi - \varphi_c) + \varphi \sin(\varphi - \varphi_c)). \quad (4)$$

При обработке зубьев по способу с сообщением заготовке дополнительного вращательного движения величина радиального смещения эвольвенты  $k_r=0$ , а значит, координаты  $y_2$  и  $y_r$ , принадлежащие соответственно профилю нарезаемого зуба и эвольвенте равны. Зная координату  $y_r$ , используя выражение (4), можно подобрать значение угла  $\varphi$ , по программе аналогичной, представленной на рис. 2. После чего, зная значение угла развернутости эвольвенты  $\varphi$  можно определить значение координаты  $x_r$  точки принадлежащей несмещенной эвольвенте по зависимости (3).

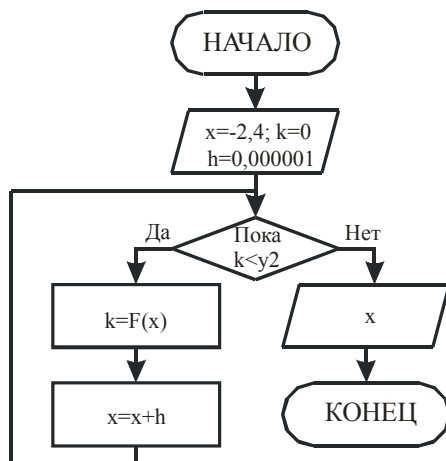


Рис. 2. Блок-схема программы для подбора координаты  $x_{исх}$

При обработке зубьев по способу с одновременным изменением межосевого расстояния и сообщением заготовке дополнительного вращательного движения нарезаемая эвольвента смещается одновременно в радиальном и тангенциальном направлениях относительно положения соответствующего нарезанию зубьев с прямолинейной образующей. Для определения местоположения нарезаемой эвольвенты в пространстве, при получении зубьев с заданной пространственной геометрией на боковой поверхности, необходимо решить задачу по определению требуемой величины смещения эвольвенты в тангенциальном направлении, при заданном законе изменения величины межосевого расстояния между инструментом и заготовкой. При этом закон изменения межосевого расстояния может быть любой по своему виду. Однако существует ряд ограничений, связанных с возможностью возникновения явлений подрезания и интерференции зубьев в процессе обработки. Для того чтобы избежать явления, упомянутые выше, реко-

мендуемый закон изменения межосевого расстояния в соответствии с [10] по окружности, с радиусом, не превышающим значения, рассчитанного по зависимости:

$$R_o = 10b,$$

где  $b$  — ширина зубчатого венца втулки.

Зная закон изменения межосевого расстояния можно определить величину радиального смещения эвольвенты в зависимости от координаты по длине зуба. Например, при изменении межосевого расстояния по окружности, величина радиального смещения эвольвенты может быть определена по зависимости:

$$k_r = R_o - R_o \cos(\alpha), \quad (5)$$

где  $\alpha$  — угол между текущим положением радиуса  $R_o$  и осью  $Oz_2$ , определяемый по зависимости:

$$\alpha = \arcsin \frac{z_2}{R_o}. \quad (6)$$

Тогда значение координаты  $y_r$  точки  $A'$ , принадлежащей режущей кромке инструмента, можно определить по зависимости:

$$y_r = y_2 + k_r, \quad (7)$$

Найдя значение координаты  $y_r$ , из выражения (7) можно подобрать значение угла  $\varphi$ , используя программу аналогичную, представленной на рис. 2 по зависимости (4). После чего, используя значение угла  $\varphi$  можно определить значение координаты  $x_r$  точки принадлежащей несмещенной эвольвенте по зависимости (3). Найденные таким образом значения координат  $x_r$  и  $y_r$  точки  $A'$ , принадлежащей нарезаемой эвольвенте, подставляются в выражения (1) и (2) для определения соответственно радиального  $k_r$  и тангенциального  $k_t$  смещений.

Из структуры групповой пространственной геометрии видно [5, 6, 7], что любая плоскость параллельная плоскости проекций  $x_2Oy_2$  пересечет не одну, а несколько контактных линий. Что повлечет за собой образование некоторого интервала значений величин смещений  $k \in [k_{min}; k_{max}]$  для каждой координаты по длине зуба. Но каждому сечению по длине зуба втулки должно соответствовать одно значение смещения и возникает вопрос о выборе его рациональной величины. Приняв либо минимальное, либо максимальное значение величины смещения эвольвенты, мы получим точку, принадлежащую одной из контактных линий, а отклонение координаты точки для второй контактной линии будет максимально. Что негативно повлияет на требуемый результат — получить геометрию на зубьях втулки максимально приближенную к групповой пространственной.

Для получения наиболее приближенной геометрии необходимо определить рациональную величину смещения эвольвенты, которая принадлежит найденному интервалу значений, такую, чтобы отклонения координат точки, принадлежащих верхней и нижней контактным линиям, были минимальны и одинаковы по абсолютным значениям  $|\Delta_{отк}^e| = |\Delta_{отк}^h|$  (рис. 1.). Вместе с тем к минимуму будут стремиться и все отклонения координат точек для остальных контактных линий пересеченных рассматриваемой плоскостью.

Для определения изменения величины отклонения координаты  $x_2$  при изменении межосевого расстояния найдем изменение текущего значения координаты  $y_{2t}$  по зависимостям:

— для верхней контактной линии пересеченной плоскостью  $x_2Oy_2$

$$y_{2t} = y_2 + \frac{(k_{max} - k_{min})i}{n}; \quad (8)$$

— для нижней контактной линии пересеченной плоскостью  $x_2Oy_2$

$$y_{2i} = y_2 + (k_{r\max} - k_{r\min}) \cdot \left( \frac{i}{n} - 1 \right), \quad (9)$$

где  $i$  — изменяется от 0 до  $n$ .

То есть разобьем интервал значений смещения эвольвенты в радиальном направлении на  $n$  частей. А затем методом подбора по зависимости (4), изменяя значение угла развернутости эвольвенты  $\varphi$ , определим такое его значение, которое соответствует текущему значению координаты  $y_{2i}$ . После чего определим текущее значение координаты  $x_{2i}$  по зависимости (3).

Для определения изменения величины отклонения координаты  $x_2$  при сообщении заготовки дополнительного вращательного движения найдем изменение текущего значения координаты  $x_{2i}$  по зависимостям:

— для верхней контактной линии пересеченной плоскостью  $x_2Oy_2$ :

$$x_{2i} = x_2 + k_{\max} - \frac{(k_{\min} - k_{\max})i}{n}; \quad (10)$$

— для нижней контактной линии пересеченной плоскостью  $x_2Oy_2$ :

$$x_{2i} = x_2 + k_{\max} + \frac{(k_{\min} - k_{\max})i}{n}. \quad (11)$$

Текущее значение отклонения от теоретического значения координаты  $x_2$  определяется по зависимости (рис. 1.):

$$\Delta_{отк} = |x_2 - x_{2i}|. \quad (12)$$

В зависимости (12) взято абсолютное значение разности текущего и требуемого значения координаты  $x_2$  для удобства сравнения. То есть сравнение ведется по абсолютному значению в независимости от знака отклонения. В действительности же для верхней контактной линии значение отклонения будет отрицательным, то есть толщина зуба втулки будет меньше чем теоретическое значение, а для нижней контактной линии — положительным, то есть толщина зуба будет больше.

Аппроксимируем полученные данные линейными зависимостями по методу наименьших квадратов [11], получив тем самым системы из двух линейных уравнений. Решив системы линейных уравнений можно получить рациональное значение величины смещения эвольвенты и наибольшее отклонение получаемых координат точек для рассматриваемого сечения от требуемых значений координат профиля зуба втулки с групповой пространственной геометрией.

Проделав аналогичные действия для всех рассматриваемых сечений по длине зуба можно получить зависимость величины смещения эвольвенты в требуемом направлении в зависимости от координаты по длине зуба и определить траекторию относительного перемещения заготовки или инструмента в процессе обработки.

**3. Заключение.** В представленной работе разработана методика определения параметров для настройки зубофрезерного станка для обработки зубьев втулок зубчатых муфт с пространственной геометрией. Для чего в результате проведения теоретических исследований была найдена взаимосвязь между геометрией режущей кромки инструмента, геометрией боковой поверхности нарезаемых зубьев и кинематикой относительных движений инструмента и заготовки. Полученные зависимости позволяют определять траектории относительных движений инструмента и заготовки в процессе нарезания зубчатого венца и как следствие определять параметры для настройки зубофрезерного станка при обработке: с изменением межосевого расстояния, с сообщением заготовке дополнительного вращательного движения, с одновременным изменением межосевого расстояния и сообщением заготовке дополнительного вращательного движения.

А так же полученные зависимости позволяют определять величину отклонения нарезаемого профиля от теоретически точной пространственной геометрии.

**Список литературы:** 1. Айрапетов Э. Л., Миржаджанов Д. Б. Зубчатые соединительные муфты.- М.:Наука, 1991.- 250 с. 2. Ряхновский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам. – Л.: Политехника, 1991. – 384 с. 3. Михайлов А.Н. Разработка методов повышения несущей и компенсирующей способности зубчатых муфт: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.02.02 — «Машиноведение и детали машин» / А.Н. Михайлов. — Харьков, 1986. — 25с. 4. Михайлов А.Н. Основы синтеза геометрии внутренних пространственных зацеплений с равным числом внутренних и наружных зубьев / А.Н. Михайлов, С.А. Рыбина, Д.В. Перов, Т. Оливер // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. — Донецк, Донец. гос. техн. ун-т., 2000. — Вып. 10. — С. 149—161. 5. Грубка Р.М. Синтез структуры групповой пространственной геометрии зубьев втулок зубчатых муфт / Р.М. Грубка, А.Н. Михайлов // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. — Донецк: Донец. нац. техн. ун-т, 2004. — Вып. 27. — С. 71-75. 6. Пат. № 68689 України, F16D3/18. Зубчаста муфта: О.М. Михайлов, Р.М. Грубка (Україна). — № 2003098808; Заявл. 29.09.2003; Опубл. 16.08.2004, Бюл. № 8. — 4 с. 7. Грубка Р.М. Технологічне забезпечення формоутворення зубців втулок муфт із просторовою геометрією, що компенсує змінні похибки монтажу валів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.08 – «Технологія машинобудування» / Р.М. Грубка. — Донецьк, 2010. — 22с. 8. Производство зубчатых колес: Справочник / С.Н. Калашников, А.С. Калашников, Г.И. Коган и др.; под общ. ред. Б.А. Тайца. — 3—е изд., перераб. и допол. — М.: Машиностроение, 1990. — 464 с. 9. Тайц Б.А. Производство зубчатых колес / Б.А. Тайц — М.: «Машиностроение», 1975. — 512 с. 10. ДСТУ 2742-94 (ГОСТ 5006-94) Муфти зубчасті. Технічні умови. 11. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Румшинский Л.З. — М.: Наука, 1971. — 192 с.

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ НАЛАГОДЖЕННЯ ЗУБОФРЕЗЕРНОГО  
ВЕРСТАТА ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ ЗУБЦІВ ВТУЛОК ЗУБЧАСТИХ МУФТ З  
ПРОСТОРОВОЮ ГЕОМЕТРІЄЮ**

*Грубка Р.М., Михайлов О.М., Лучко С.І. (ДонНТУ, г. Донецьк, Україна).*

*Анотація.* Робота присвячена розробці методики визначення параметрів для налагодження зубофрезерного верстата. Методика полягає у встановленні взаємозв'язку між геометрією ріжучої кромки інструменту, геометрією бічної поверхні зубців і кінематикою відносних рухів інструменту і заготовки. Вихідними даними при визначенні параметрів для налагодження зубофрезерного верстата є координати точок, що належать бічній поверхні зубця втулки зубчастої муфти з просторовою геометрією.

*Ключові слова:* зубчаста муфта, інструмент, заготовля, кінематика, просторова геометрія, відносні рухи.

**METHOD OF DETERMINING THE PARAMETERS FOR SETTING GEAR HOBBLING  
MACHINE FOR MILLING TOOTH GEAR COUPLINGS SLEEVES WITH SPATIAL  
GEOMETRY**

*Grubka R.M., Mikhailov A.N., Luchko S.I. (DonNTU, g. Donetsk, Ukraine).*

*Abstract.* This work is dedicated to the development of methods for determining the parameters for setting gear hobbling machine. The technique is to establish the relationship between the geometry of a cutting edge tool geometries lateral surface of the teeth and the kinematics of relative motions of the tool and workpiece. The initial data in determining the parameters for setting gear hobbling machines are the coordinates of points belonging to the lateral surface of the tooth sleeve gear coupling with the spatial geometry.

*Keywords: gear clutch, tool, workpiece, kinematics, spatial geometry, the relative motion.*

Надійшла до редколегії: 28.01.2011.

УДК 621.01

## **ИННОВАЦИИ КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Гусейнов М.А.** (Институт Экономики Министерства Экономического развития Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан) E-mail: [ariff-1947@mail.ru](mailto:ariff-1947@mail.ru)

***Аннотация.** В статье рассматривается роль инновации при расширении потребления и дистрибуции металла. Установлено, что при дистрибуционном продвижении металла потребителю можно обеспечить надежность существования металлургических предприятий Азербайджанской Республики благодаря его вписыванию в цивилизованный мировой рынок.*

***Ключевые слова:** дистрибуция, инновация, сервисные металлоцентры (СМЦ), сервисные металлосклады (СМС).*

**Введение.** Металлы, в частности и черные являются основой индустриализации любого общества. Сортамент по металлоизделиям, маркам стали и профиле размерам, производимых мировой металлургией, насчитывается около 1млн. наименований. За последние годы темпы роста мирового промышленного производства в наибольшей степени регулируется с темпами роста, производства стали. Около 70% валового внутреннего продукта развитых стран прямо связано со сталью. Ожидается, что в будущем стоимость металлической составляющей в окружающей нас природной среде будет опережать все остальные [1,2].

Ведущее место среди главных конструкционных материалов занимает сталь. Такие альтернативные как алюминий и пластмассы по мировому производству и потреблению относительно стали имеют долю, соответственно, 2,4 и 11,4%. Больше стали в мире производится только цемента (в 1,5 раза), но лишь небольшую часть его можно рассматривать, как заменитель стали. Такие материалы, как керамика, композиты, материалы с волоконным упрочнением и другие из-за малых, по сравнению со сталью объемов применения не играют решающей роли в общем комплексе конструкционных материалов [3].

Надежды на возможные заменители черного металла в традиционных областях его применения не оправдались. Большинство из них, не обладая универсальными свойствами металла, но интенсивно накапливаясь, заняли свои ниши на рынке конструкционных материалов. Это не остановило непрерывный рост объемов производства и потребления металлов, в особенности черных.

**Основное содержание и результаты работы.** Несмотря на явное замедление темпов прироста объемов производства стали в мире за последние 10 лет, интерес к металлу не утихает. Возрастающие требования потребителей металла не только к качеству и расширению сортамента, но и к скорости и четкости поставок заставляет внедрять инновации как на производстве, так и на сбыте металлопродукции. В качестве инновационного примера можно показать хорошо организованную дистрибуцию, которая будет способствовать более эффективному потреблению и рациональному использованию металла. По обратной связи она может существенно помогать внедрению инноваций при получении и переработке металла, устраняя естественное противоречие между

производителем и потребителем металлопродукции. Это противоречие заключается в том, что первому выгодно изготавливать много однородной металлопродукции, а второму, напротив, требуется ее, как правило, мало, но разнородной.

Создание в Азербайджанской республике грамотной дистрибуции обеспечить как изготовителю, так и потребителю металлопродукции возможность заниматься каждому своим делом, освобождая при этом одного от забот по сбыту, а другого – по приобретению этой продукции. Что же представляет собой современная дистрибуция металла, как она устроена, каковы ее поле деятельности и возможности?

Не рассматривая специально дистрибуцию металла в условиях планово-распределительной системы, выделим два ее принципиально отличающихся уровня. Одно дело дистрибуция металла при экспортных поставках, как правило, крупными партиями, а другое – во внутреннем рынке металлопродукции. На внутреннем рынке большая часть объемов (60-70%) также прямые поставки металла ограниченного сортамента, которые используют примерно 10% крупных потребителей. На многочисленных мелких потребителей приходится лишь 25-30% продаваемого металла, но широкого сортамента. Именно в этом случае проявляется указанное противоречие между интересами производителя и потребителя металла. По мере роста единичной производительности металлургических агрегатов и с появлением все новых мелких потребителей металлопродукции это противоречие будет углубляться.

В мировой практике данная дистрибуторская проблема успешно разрешается с помощью специально организованного промежуточного звена логистической цепи производитель-потребитель металла в виде так называемых сервисных центров. С целью уточнения предназначения предлагаем это промежуточное звено называть сервисные металлоцентры (СМЦ) или сервисные металлосклады (СМС). Отличие СМЦ от СМС заключается лишь в наборе металлопродукции и объеме ее предпродажной подготовки.

Для наиболее массовой и важной разновидности металлопродукции - плоского проката наиболее явным отличием СМЦ от СМС является наличие в СМЦ средств для осуществления продольного роспуска полосы. Именно этот высокотехнологичный процесс в сочетании с поперечной резкой распускаемой полосы и вырезкой готовых деталей в наибольшей степени приближает металлопродукцию к ее конечному потребителю. Предпродажная подготовка на СМЦ сортового проката и труб имеет свою специфику, в основу которой положена также идея о необходимости доработки готовой металлопродукции с приданием ей кондиции, максимально приближенной к требованиям потребителя.

Сочетание СМЦ и СМС обеспечивает выгоду, если традиционная складская торговля металлом гармонично дополняется расширяющимся на себя часть операций по подготовке и доработке металлопродукции, которые обычно вынуждены осуществлять сами потребители. Для этого посредственно при складских помещениях должно быть организованно специальное металлообрабатывающее производство. Это и есть СМЦ.

Идея создания СМЦ проста. Металл закупают у ряда производителей крупными партиями, аккумулируют на складах, разукрупняют, подбирают, здесь же дорабатывают или перерабатывают по желанию покупателя. Обычно это раскрой на заготовку любой формы и размеров, продольная и поперечная резка, обработка кромок, пробивка отверстий, формовка, гибка, шлифовка, окраска и др. Более того, проданный металл в виде подготовленного полуфабриката доставляют потребителю непосредственно к месту сборки конечной продукции. При этом в СМЦ оказывают и инженеринговые услуги, начиная от сертификации и контроля качества продаваемого металла, решения металлургических и конструкторских задач и кончая гарантийным обеспечением и авторским надзором в течение длительного времени.



По существу, система СМЦ в сочетании с СМС в развитых странах все больше превращается из торгово-распределительной структуры в специфическую отрасль промышленности, на предприятиях которой завершается обработка металла, поступающего с металлургического завода, и выполняются многие, а иногда и все операции заготовительного производства, которые многочисленные металлообрабатывающие предприятия в прошлом вынуждены были осуществлять собственными силами. Последние годы развития рассматриваемой системы металлоснабжения характеризуются дальнейшим весьма существенным углублением деятельности СМЦ. Эти центры теперь все чаще переходят к так называемой сверхобработке металлопродукции. При этом СМЦ не ограничиваются простым раскромом металла и вырезкой из него черновых заготовок, а организуют изготовление практически готовых деталей на своих производственных площадях и на собственном оборудовании. В этом случае радикально трансформируется и техника доставки металла потребителям. Изготовленные у себя детали СМЦ часто подвозят уже не на склад потребителя, а непосредственно в производственный поток и именно к тому его участку и в тот момент времени, когда эта деталь должна быть введена в производственный цикл металлообрабатывающего предприятия.

Очевидно, что для быстрого выполнения заказов своих потребителей СМЦ должны поддерживать у себя довольно значительные запасы металла, величина которых может достигать в отдельных случаях шестимесячной потребности, хотя в подавляющем большинстве случаев она значительно меньше. Широко практикуется порядок постоянных взаимных связей между различными СМЦ и заимствования в необходимых случаях соответствующих видов металлопродукции одним центром у другого.

В некоторых случаях металлургические предприятия предоставляют СМЦ более или менее значительные скидки на поставляемые крупные партии металлопродукции. Потребитель металла в подавляющем большинстве случаев платит центру определенную надбавку по сравнению с ценами продукции, поступающей непосредственно с металлургического завода. В среднем размер такой наценки составляет, например, в США, порядка 20% от базовой цены металла. В зависимости от партии металла разница в цене металла. В зависимости от партии металла разница в цене может составлять при массе заказа, т:

10 и более – 27%;

0,5-1,0 – 36%;

0,2-0,5 – 75%;

при более мелких партиях – 120% .

По проведенным нами исследованиям, изменение цен в зависимости от уменьшения партии продаваемого металла резко различается по странам (рисунок).

Однако, как отмечалось ранее, металлургическое предприятие поставляет прокат лишь крупными партиями, а при отгрузке более мелких партий требует довольно значительных приплат. Наконец, исключительно важным является то, что при получении металлопродукции от СМЦ потребитель может полностью освободиться от забот по обеспечению металлом, связанных с созданием поддержанием запасов продукции и др. Это справедливо также и в тех редких случаях, когда СМЦ не производит над металлом каких дополнительных операций доводочной или заготовительной обработки, при выполнении которых выгоды приобретения полуфабрикатов через центр более значительны.

Повышение цен за небольшой заказ, однако не снижает экономичности переработки у потребителя. Средний размер заказа в СМЦ США составляет 4,5т. Кроме того, заводы черной металлургии обычно принимают заказы с выполнением их через два-три месяца и больше, тогда как центр может, при необходимости, поставить продукцию практически немедленно по получении заказа.

В последнее время, наряду с исключительно важной ролью СМЦ в проведении операций обработки металлопродукции, обращают большое внимание на специфическую функцию этих центров, которая имеет чисто экономический характер и которую называют «cost of possession», т.е. расходы по владению. Вначале важность именно этой функции подчеркивалась только в США, а в последующие годы на ней сосредотачивается все больше внимания и в других странах с развитой сетью СМЦ.

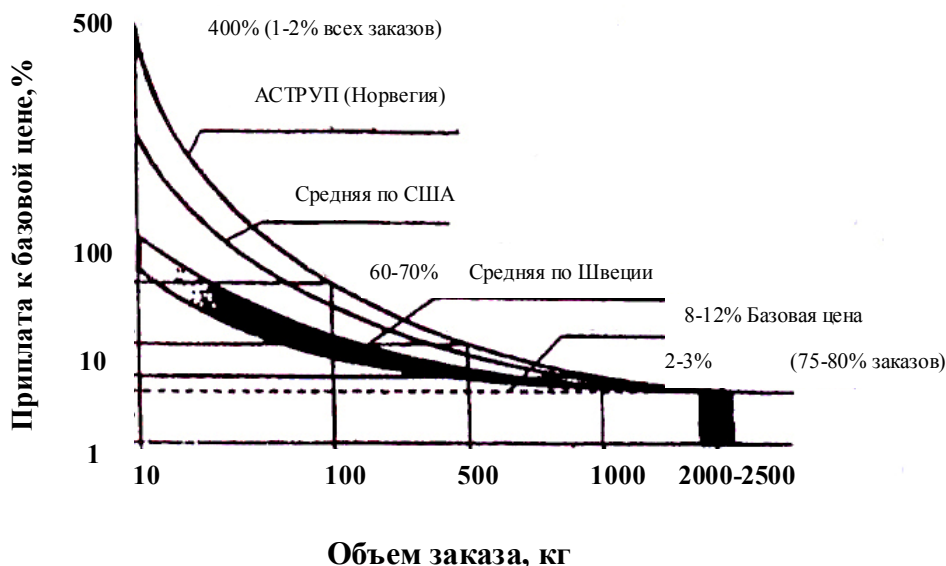


Рис. 1. Зависимость изменения цен от объема уменьшения продаваемого металла

Согласно одному из определений СМЦ, расходы по владению включают: стоимость эксплуатации складских помещений на металлообрабатывающем предприятии (с учетом налогов); расходы по страхованию; амортизационные расходы; капитальные вложения в эти помещения и в оборудование; потери металла при обработке; расходы на рабочую силу. Суммарно величина этих расходов может достигать 40% в год от стоимости металлопродукции, которую хранят на складе металлопотребляющего предприятия. Стремление освободиться от дополнительных расходов, не обусловленных какими-либо технологическими причинами, представляет собой один из важных стимулов развития СМЦ и расширения номенклатуры выполняемых ими операций.

Кроме того, в странах с развитой системой СМЦ, благодаря гарантированному обеспечению ими поставок всех необходимых потребителю видов металлических полуфабрикатов в точно установленные сроки металлообрабатывающее предприятие освобождается от необходимости приобретать и хранить у себя страховочные запасы. В подобном случае СМЦ играет роль своего рода банка или страховой компании. В то же время потребитель не подвергается риску остаться без необходимой металлопродукции в случае задержки поставок с металлургического завода.

Однако при внимательном рассмотрении устройства СМЦ видно, что они не могут напоминать пресловутые перевалочные базы металла, а должны иметь современную производственно-складскую структуру, способную обеспечить потребителя любым сервисом по высшему разряду, в том числе и инжиниринговым. В этом их триумф, хотя главная задача – рассеивание мелкими партиями подготовленного к продаже металла по приемлемым для покупателя ценам. Очевидно, следует принять аксиому: для СМЦ не существует ни слишком маленького, ни слишком большого заказа.

Металлургическое предприятие тоже металлоцентр, но без сервисных услуг. Его задача-концентрация производства металлургической продукции, а не рассеивание ее по потребителям. Ему мелкие заказы вредны и поэтому не нужны.

Из этого сопоставления следуют основные направления деятельности и принципы формирования организационно-технической структуры сервисных металлоцентров.

Первым из направлений деятельности СМЦ следует считать непрерывно проводимые маркетинговые исследования рынка сбыта металла. Здесь имеются определенные трудности. Если в принципе металл нужен всем, то объем и перечень услуг СМЦ зависят не столько от уровня приплат, сколько от возможностей заготовительного производства потребителей. А так как, например, в России повсеместно процветало натуральное хозяйство, то такое производство имеется практически у каждого потребителя металла, при этом никто не пытался оценить экономию расходов по владению.

Даже в тех случаях, когда заготовительное производство функционирует нормально, все равно потребителю металла следует сопоставлять расходы по владению с учетом и без учета привлечения услуг СМЦ. Более того, если потребитель располагает мало загруженным заготовительным производством высокого технического уровня, то он может совместно с СМЦ оказывать услуги на взаимовыгодных условиях другим потребителям металла. Отсюда следует, что в основе маркетинговых исследований СМЦ лежит не столько изучение потребности металла в сортаменте, региональном, временном и ценовом аспектах, сколько особенности логической цепи его производства, переработки, распределения по всему жизненному циклу, т.е. взят на вооружение и используется основной рыночный парадокс: чтобы завоевать покупателя, его нужно создать при этом задача о том, что первично-производитель-потребитель или товар, напрямую неразрешима. Только косвенным путем постепенных итераций (приближений) можно приблизиться к рыночной истине.

На первых порах рассмотренные исследования, прогнозные оценки с соответствующей рекламой должен производить за изготовителей и потребителей металла, координирующий СМЦ. При этом следует иметь в виду, что число потребителей ( $P$ ) металла различной мощности ( $P_{\text{мелких}}$ ,  $P_{\text{средних}}$ ,  $P_{\text{крупных}}$ ) и объемы закупленного ими металла находятся в обратно пропорциональной зависимости. Сказанное можно проиллюстрировать на примере Франции, где 230 тыс. потребителей металла распределились так: около 2% предприятий с числом занятых более 100 человек потребляют 70% металла; 7% с числом занятых 20-100 человек – 20% металла; 91% предприятий с числом занятых менее 20 человек потребляют 10% металла. Но тем 2% крупных предприятий (в США их 10% из 600тыс.), потребляющим 70% металла большими партиями, требуются и мелкие партии с широким сортаментом. Подавляющему числу мелких предприятий (91%) крупные партии металла не нужны вовсе. Они обходятся малотоннажными партиями, но с широким сортаментом металлопродукции. Поэтому крупные потребители отбирают часть малых партий, и они в распределении металла участвуют дважды. Очевидно, можно записать:

$$\sum P = P_{\text{мелких}} + P_{\text{крупных}} + P_{\text{средних}}$$

но из-за указанной особенности распределения металла к мелким следует добавить крупных потребителей, т.е.  $(P_{\text{мелких}} + P_{\text{крупных}})$ . Тогда

$$\sum P = (P_{\text{мелких}} + P_{\text{крупных}}) + P_{\text{средних}} + P_{\text{крупных}} = P_{\text{мелких}} + P_{\text{средних}} + 2P_{\text{крупных}}$$

Отсюда вывод: учет крупных потребителей со значительным числом занятых при определении потребности не только в больших, но и в малых партиях металла обеспечивает существенных прирост рабочих мест.

**Заключение.** Таким образом обнаруженный акселерирующий эффект, основанный на использовании закономерности распределения соотношения продаваемого металла и его потребителей, решает важнейшую социальную задачу- смягчение безработицы.

**Список литературы:** 1. Искендеров Р.К., Дышин О.А. Научно-технический прогресс и рынок нововведений. Учебник. М.: 2000, 335с. 2. Искендеров Р.К. Формирование стратегии инновационной деятельности предприятия // Труд и социальные отношения. М.:2002, №1 (17), с.77-80. 3. Молчанов Н.Н. Инновационный прогресс: организация и маркетинг.-СПб.: Изд СПбГУ, 1995, 350с.4.

#### **INNOVATION AS A MAIN FACTOR OF INTENSIFICATION OF THE METALLURGICAL INDUSTRY**

**Guseinov M.A.** (Institute of Economics, Ministry of Economic Development of Azerbaijan Republic, Baku, Azerbaijan) E-mail: ariff-1947@mail.ru

**Abstract.** The article examines the role of innovation in the expansion of consumption and distribution of metal. Found that when distributional promoting metal consumers can ensure the reliability of the existence of metallurgical enterprises of the Republic of Azerbaijan because of its entry in the civilized world market.

**Key words:** distribution, innovation, service metallotsenty (SMC), metallosklady service (SMS).

#### **ІННОВАЦІЇ ЯК ОСНОВНИЙ ФАКТОР ІНТЕНСИФІКАЦІЇ РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Гусейнов М.А.** (Інститут Економіки Міністерства Економічного розвитку Азербайджанської Республіки, м. Баку, Азербайджан) E-mail: ariff-1947@mail.ru

**Анотація.** У статті розглядається роль інновації при розширенні споживання і дистрибуції металу. Встановлено, що при дистрибуційній просуванні металу споживачеві можна забезпечити надійність існування металургійних підприємств Азербайджанської Республіки завдяки його вписуванню в цивілізований світовий ринок.

**Ключові слова:** дистрибуція, інновація, сервісні металлоцентри (СМЦ), сервісні металосклади (СМС).

Надійшла до редколегії:10.01.2011.

УДК 621.762:546.27

#### **ВЛИЯНИЕ БОРА НА НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И АБРАЗИВНУЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПОРОШКОВОГО ЖЕЛЕЗО-БОР СПЛАВА**

**Гусейнов С.С., Мустафаев С.М., Гулиев А.А.** (АГНА, г. Баку, Азербайджан)

**Аннотация.** Рассматриваются результаты разработки и исследования порошкового железо-бор сплава с использованием в качестве борсодержащего вещества борной кислоты, получаемой из лавы грязевых вулканов. Приводятся данные о некоторых технологических, механических и триботехнических свойствах сплава в зависимости от давления прессования и содержания борной кислоты в шихте.

**Ключевые слова:** железо-бор, порошковый сплав, борсодержащие вещества, свойства.

**1. Введение.** В литературе имеется достаточная информация по легированию стали бором, а так же борирование поверхностного слоя для повышения твердости и износостойкости стали [1,2]. При этом в качестве борсодержащих веществ приводятся карбид бора – В<sub>4</sub>С, оксид бора – В<sub>2</sub>О<sub>3</sub>, бура – Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, кернит – Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·4H<sub>2</sub>O и др. В числе применяемых борсодержащих веществ, если не принять во внимание несколько

статей Дорофеева Ю.Г., Безбородова Е.Н. и др., посвященных формированию порошковых материалов на основе алюминия и опубликованных в последние годы [3-5], нет данных о применении в металловедении в качестве борсодержащего вещества борной кислоты. При этом необходимо отметить и то, что отсутствуют достаточные данные по боролегированию порошкового материала на основе железа.

Учитывая изложенное выше, и тот факт, что имеется патент на получение борной кислоты из лавы грязевых вулканов Абшеронского полуострова, запасы которых практически неограничены [6], нами была поставлена задача по изучению некоторых свойств порошкового материала на основе железа, борированного борной кислотой.

**2. Основное содержание и результаты работы.** Опыты проводились на основе порошкового железа марки ПЖР 3.200.28 с содержанием в шихте борной кислоты 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 и 12,5%. Образцы из чистого порошкового железа и из борсодержащей шихты изготовлялись прессованием в стандартной прессформе при давлении 500-800 МПа и спекались при температуре 1080 °С, обеспечивающей как достаточные механические свойства порошкового материала на основе железа, так и диффузию бора в частицы железа.

Проведенное ранее изучение формирования микроструктуры железо-бор сплава с использованием в качестве борсодержащего вещества борной кислоты показали удовлетворительные результаты. При этом однородность структуры материала обеспечивалась осаждением борной кислоты на частицы железа из раствора [7].

В настоящей работе рассматриваются вопросы уплотняемости железо-борная кислота шихты в процессе прессования, и далее при спекании, механические свойства, и износостойкость полученного материала. В целях исключения влияния на процесс формирования структуры и свойств материала опыты проводились без применения технологической смазки.

Установлено своеобразное влияние борной кислоты на прессуемость и уплотнение в процессе спекания образцов. На рис. 1 приведена зависимость пористости материала от содержания в шихте борной кислоты и давления прессования. Как видно из рисунка как с повышением давления прессования, так и содержания борной кислоты в шихте пористость материала уменьшается. Влияние давления прессования на пористость материала общеизвестно и не требует объяснений. Что касается влияния борной кислоты (бора), то это объясняется следующими. Во первых борная кислота, осажденная на частицы железного порошка играя роль технологической смазки уменьшает межчастичное трение, способствуя уплотнению шихты в процессе прессования, во вторых тем, что в результате химического разложения борной кислоты и образования в начале твердого, а затем жидкого оксида бора –  $B_2O_3$  в процессе спекания в определенной степени происходит жидкофазное спекание. Как видно из рис. 1 на уменьшение пористости материала значительно больше влияние оказывает увеличение содержания борной кислоты, чем давление прессования. Так, при содержании в шихте 12,5% борной кислоты и давлении прессования 800 МПа пористость спеченного образца снижается до 4,0%, в то время, как пористость образца из железного порошка без участия борной кислоты при том же давлении прессования составляет 23%.

Уменьшение пористости, соответственно увеличение относительной плотности образцов, отражается и на их механических свойствах. На рис. 2 приведены результаты испытания образцов с различным содержанием борной кислоты, прессованных при давлении 800 МПа. Пористость образцов в зависимости от содержания борной кислоты составляли 5-10; 12-14; 16-18 и 22-25%. Представленный на рис. 2 график наглядно показывает значительный рост таких механических свойств борсодержащих образцов

как  $\sigma_{из}$  и  $\sigma_{сж}$ , по сравнению с образцами из чистого железа, не содержащих бор. При этом выявляется одна особенность, заключающаяся в том, что с увеличением содержания борной кислоты в материала до 7,5% механические свойства значительно растут, а в дальнейшем наблюдается некоторое снижение этих свойств. Это объясняется тем, что с увеличением содержания борной кислоты, и естественно бора увеличивается доля боридных фаз. В результате хотя несколько повышается твердость, но одновременно снижается вязкость и пластичность материала.

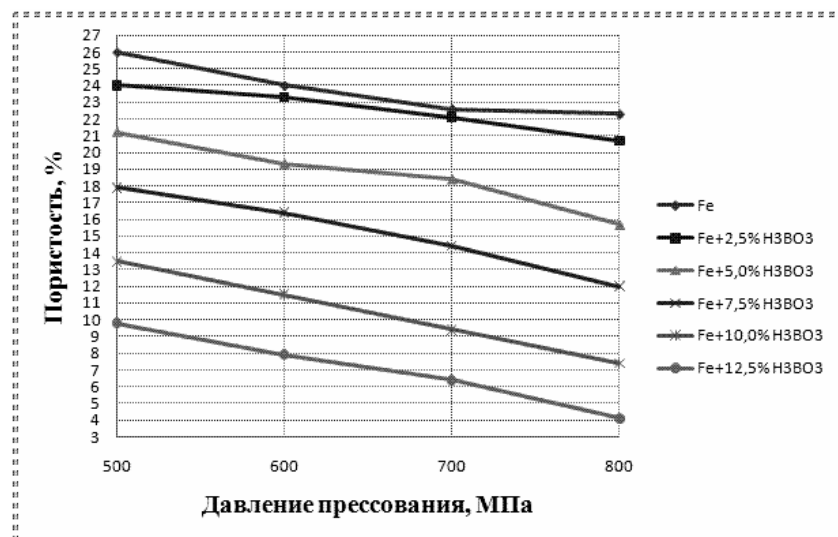


Рис. 1. Зависимость пористости от содержания борной кислоты и давления прессования

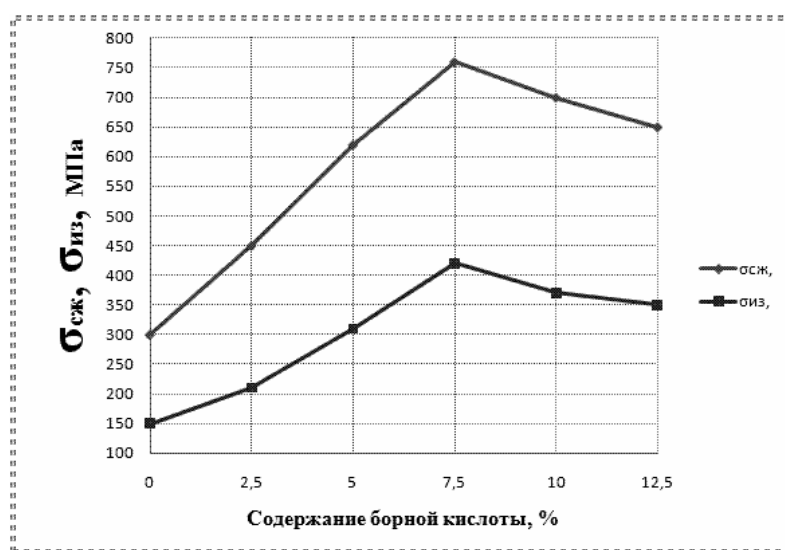


Рис. 2. Зависимость механических свойств от состава композиции

Учитывая то, что борирование повышает износостойкость сплава прежде всего в условиях абразивного изнашивания это свойство изучено в соответствующих условиях. Испытания на износостойкость проводилась на приборе «АПТи», специально переделанном для испытания металлов[8] путем трения по абразивной бумаге P180, давлению на стандартный образец диаметром 11,25 мм в 1 паунд и пути трения 200 м.

На рис. 3 приведены результаты исследования абразивного изнашивания образцов с различным содержанием борной кислоты, изготовленных при различных

давления прессования. Как видно из рис. 3 с повышением содержания борной кислоты снижается абразивный износ материала. Снижение износа особенно заметно уже при содержании борной кислоты 2,5%. Снижение интенсивности изнашивания по сравнению с материалом из чистого порошкового железа наглядно видно из рисунка, где чистое железа занимает нулевую позицию на абсциссе.

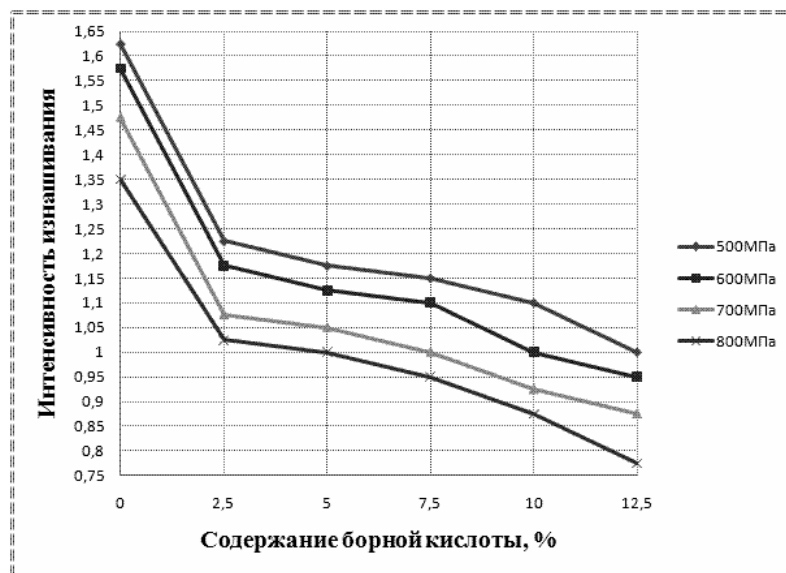


Рис. 3. Зависимость абразивного изнашивания от состава композиции и давления прессования

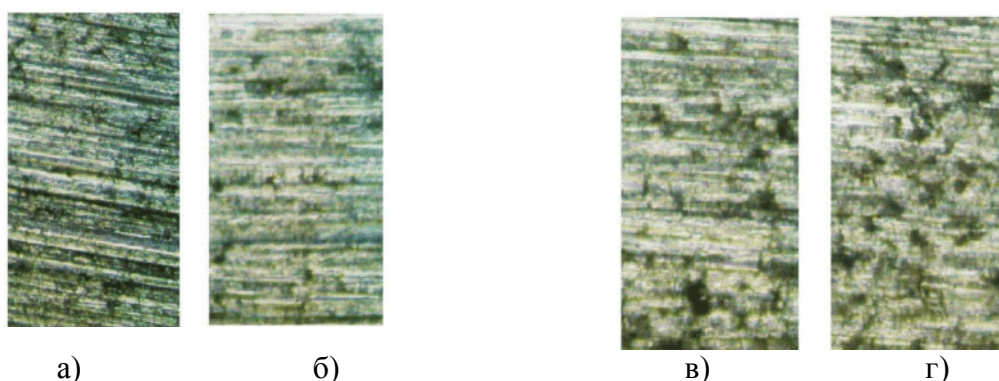


Рис. 4. Микроструктура образцов, подвергнутых абразивному износу, Ч200: а) порошковое железо; б) 7,5%  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; в) 10,0%  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; г) 12,5%  $\text{H}_3\text{BO}_3$

Одновременно изучена микроструктура поверхностного слоя, подвергнутого износу. Представленные на рис. 4 микроструктуры подтверждают общие закономерности процесса изнашивания, т. е. в начале происходит более интенсивный износ зон структуры с меньшим количеством боридов, по мере износа этих зон на поверхности появляются бориды с высокой твердостью. Фотографии микроструктур изношенных образцов из порошкового железа и железо-бор сплава показывают, что с увеличением содержания борной кислоты и следовательно бора и боридов железа, уменьшаются зоны полосчатого износа и на поверхности появляются твердые бориды. Микроструктура образцов из порошкового железа представляет собой практически полностью состоящей из полос изнашивания.

**3. Заключение.** Проведенные исследования показали возможность использования для боролегирования сплава на основе порошкового железа в качестве борсодер-

жащего вещества борной кислоты, получаемой из лавы грязевых вулканов. Таким образом, в число борсодержащих веществ, используемых для боролегирования сплавов на основе железа можно включить борную кислоту.

Установлено, что:

1. борная кислота (бор) повышает такое важное технологическое свойство, как уплотняемость порошкового сплава на основе железа, значительно снижая пористость материала;
2. снижение пористости материала приводит к заметному повышению механических свойств;
3. образовавшиеся бориды способствуют повышению относительной износостойкости.

**Список литературы:** 1. Ворошнин А.Г., Ляхович Л.С. Борирование стали. М: Машиностроение, 1970, 232с. 2. Хижняк В.Г., Король В.И., Костенко А.Д. Износостойкость карбидных и боридных покрытий на стали У8А // Порошковая металлургия, 2003, №11/12, с.118-123. 3. Дорофеев Ю.Г., Безбородов Е.Н., Сергиенко С.Н. Влияние кинетики механохимической активации порошков алюминия на процессы горячего доуплотнения // Физика и химия обработки материалов, 2002, №4, с.79-81. 4. Дорофеев Ю.Г., Безбородов Е.Н., Сергиенко С.Н. Кинетика механохимического активирования порошковой шихты на основе алюминия в насыщенном растворе ортоборной кислоты // Физика и химия обработки материалов, 2002, №3, с.51-54. 5. Дорофеев Ю.Г., Безбородов Е.Н., Сергиенко С.Н. Особенности уплотнения при формовании порошковых материалов на основе алюминия, подвергнутых механохимической активации // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. Технические науки, 2001, №4, с.47-55. 6. Патент Азербайджанской Республики AZ № а 2003 0142. Борная кислота, полученная из лавы грязевых вулканов. 7. Патент Азербайджанской Республики Э 2009 0138. Способ приготовления порошкового материала на основе железа. 8. Мустафаев С.М., Гасумов С.А. и др. Методика исследования абразивной износостойкости металлов и неметаллических материалов. Известия высших технических учебных заведений Азербайджана, Баку, 2006, №6(46), с.26-30

***INFLUENCE OF THE BORON ON SOME TECHNOLOGICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND ABRASIVE WEAR RESISTANCE OF POWDER ALLOY IRON-BORON***

***Huseynov S.S., Mustafaev S.S., Guliev A.A. (ASOA, Baku, Azerbaijan)***

*In the article the results of working out and research of powder iron-boron alloy using boric acid as boron containing substance received from lava of mud volcanoes are considered. The data about some technological, mechanical and tribotechnological properties of an alloy depending on pressing pressure and the maintenance of boric acid in charge are given.*

***Key words:*** iron-boron, powder alloy, boron containing substance, properties

***ВПЛИВ БОРА НА ДЕЯКІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ І АБРАЗИВНУ ЗНОСОСТІЙКОСТЬ ПОРОШКОВОГО ЗАЛІЗО-БОР СПЛАВУ***

***Гусейнов С.С., Мустафаєв С.М., Гулієв А.А. (АГНА, м. Баку, Азербайджан)***

***Анотація.*** Розглядаються результати розробки і дослідження порошкового залізо-бор сплаву з використанням як борсодержащих речовини борної кислоти, одержуваної з лави грязьових вулканів. Наводяться дані про деякі технологічні, механічні і триботехнічні властивості сплаву в залежності від тиску пресування і змісту борної кислоти в шихті.

***Ключові слова:*** залізо-бор, порошковий сплав, що містять бор речовини, якості.

Надійшла до редколегії: 10.01.2011.