



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-56-72>  
УДК 006:001.12/18; 669.16

Поступила 11.01.2021  
Received 11.01.2021

## АУСФЕРРИТНЫЙ (БЕЙНИТНЫЙ) ЧУГУН: ГАРМОНИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO 17804 ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ БЕЛАРУСИ

*А. И. ПОКРОВСКИЙ, Б. Б. ХИНА, О. А. ТОЛКАЧЕВА, Государственное научное учреждение «Физико-технический институт НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь, ул. Купревича, 10. E-mail: arturu@tut.by*

*Описан опыт Физико-технического института (ФТИ) НАН Беларуси по гармонизации международного стандарта ISO 17804 (Отливки. Аусферритный чугун с шаровидным графитом. Классификация) и созданию белорусского аналога СТБ ISO.*

*Изложены аргументы выбора для гармонизации аусферритного чугуна (ADI) как наиболее перспективного по сравнению с серым и «классическим» высокопрочным. Описаны порядок включения работы по гармонизации в «План государственной стандартизации», специфика перевода текста, особенности взаимодействия с государственными органами, утверждающими стандарты (БелГИСС, Госстандарт), создания «сводки отзывов», работы с замечаниями предприятий-потребителей.*

*Показано, что ни один зарубежный стандарт не существует сам по себе в отрыве от других. Он тесно взаимосвязан еще как минимум с 10 – 20 другими стандартами. Гармонизация требует увязки материала с другими стандартами (иногда даже справочниками) путем публикации приложений и дополнений к основному тексту. Показано, что исключительно важен выбор статуса стандарта: идентичный (IDT) или модифицированный (MOD). Наиболее престижно создать модифицированный стандарт. Но проблема состоит в том, что требуется модифицировать одновременно и все ссылочные стандарты, а это очень трудоемкая задача. Доказано, что наиболее подходящим является «промежуточный» вариант: принятие аутентичного текста международного стандарта (в качественном переводе), но с национальными дополнениями, отражающими местную специфику в данной области.*

*В результате работы впервые в Беларуси разработан гармонизированный стандарт для чугунов, который регламентирует предел прочности в 800 МПа в сочетании с относительным удлинением 10%, и предел прочности 1400 МПа в сочетании с относительным удлинением 1%.*

*Выполнена примерная оценка потребности в ADI в Беларуси, составившая около 10 тыс. тонн в год.*

*Показано, что в условиях Беларуси, где около 60 предприятий располагают литейными цехами, а термические отделения имеются практически на каждом машиностроительном заводе, высокопрочные аусферритные чугуны (ADI) могут составить существенную конкуренцию стальному прокату для многих применений.*

**Ключевые слова.** Высокопрочный аусферритный (бейнитный) чугун с шаровидным графитом, отливки, классификация, международный стандарт, гармонизация.

**Для цитирования.** Покровский, А. И. Аусферритный (бейнитный) чугун: гармонизация международного стандарта ISO 17804 применительно к условиям Беларуси / А. И. Покровский, Б. Б. Хина, О. А. Толкачева // *Литье и металлургия*. 2021. № 1. С. 56-72. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-56-72>.

## AUSFERRITIC (BAINITIC) CAST IRON: HARMONIZATION OF INTERNATIONAL STANDARD ISO 17804 IN APPLICATION TO THE CONDITIONS OF BELARUS

*A. I. POKROVSKII, B. B. KHINA, O. A. TOLKACHOVA, The Physical-Technical Institute National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, 10, Kuprevich str. E-mail: arturu@tut.by*

*The experience of the Physico-technical Institute (PhTI) of the National Academy of Sciences of Belarus in the harmonization of international standard ISO 17804 (Founding – Ausferritic spheroidal graphite cast irons – Classification) and development of the Belorussian analogue STB ISO is described. The reasons for the choice of austempered ductile iron (ADI) as an object for standard harmonization are presented: it is the most promising cast iron in comparison with gray and classical ductile iron. The work procedure on harmonization is described: how to include the task into the State Plan on standardization, specificity of translation of the text, peculiarities of with state organizations responsible for approbation of standards such as Belorussian Institute for Standardization and Certification (BelGISS) and State Committee on Standards (Gosstandart), writing a summary of external reviews, working with critical comments from potential users. It is outlined that any foreign standard does not exist independently but is closely connected with at least 10 to 20 other standards. Thus, harmonization necessitates coordination with*

other standards and sometimes even with handbooks by adding annexes to the main text. The importance of a proper choice of the standard status is outlined: identical (ID) or modified (MOD). Developing an identical standard is prestigious but difficult because it requires harmonization of all the referenced standards, which is a very labor-consuming procedure. It is argued that the most suitable is 'intermediate' variant: adopting the authentic text of the international standard (in high-quality translation) but with annexes reflecting national specificity in this area. As a result, a harmonized standard is developed which, for the first time in Belarus, standardize the tensile strength of 800 MPa in combination with the elongation of 10% and the tensile strength of 1400 MPa in combination with the elongation of 1% for cast irons.

The annual demand for ADI in Belarus is estimated as about 10,000 ton. It is shown that in Belarus, where about 60 industrial enterprises have a foundry and almost every engineering plant has a heat-treatment shop, austempered ductile cast (ADI), which features a high strength, can successfully compete with rolled steel in certain applications.

**Keywords.** Ductile ausferritic (bainitic) cast iron with spheroidal graphite, castings, classification, international standard, harmonization.

**For citation.** Pokrovskii A. I., Khina B. B., Tolkacheva O. A. Ausferritic (bainitic) cast iron: Harmonization of international standard ISO 17804 in application to the conditions of Belarus. Foundry production and metallurgy. 2021, no. 1, pp. 57-72. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-57-72>.

### Введение и актуальность проблемы

*Существующие проблемы со стандартами на чугунное литье и стальной металлопрокат.* Большинство стандартов в области металлургии, действующих в настоящее время в Беларуси, разработаны еще в советское время. Так как изменился технический уровень предприятий, появились новое оборудование и технологии, приборная база, новые методики исследований во многом потеряли актуальность. Во всем мире аксиомой развития стандартизации являются как разработка новых национальных стандартов, так и постоянная актуализация к специфике своей страны наиболее передовых зарубежных стандартов.

Определенная и системная работа в области актуализации стандартов проводится в России. На базе Центра стандартизации и сертификации металлопродукции ФГУП «ЦНИИчермет им. И. П. Бардина» (г. Москва) созданы и функционируют национальный Технический комитет по стандартизации ТК 375 «Металлопродукция из черных металлов и сплавов» и Межгосударственный комитет МТК 120 «Чугун, сталь, прокат». Важно отметить, что МТК 120 именно на межгосударственном уровне (среди стран, входящих в Содружество Независимых Государств) ведет разработку нормативных документов, регламентирующих требования к металлопродукции в области черной металлургии. Значительный акцент в этой работе делается на нужды потребителей – предприятий металлообработки. В частности, в данный момент завершается работа по актуализации межгосударственного стандарта «ГОСТ 5640 – Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры». ГОСТ 5640 особенно важен для Беларуси, так как его действие распространяется на плоский прокат (листы, рулоны, полосы, ленты), т. е. на ту продукцию, собственное производство которой в нашей стране отсутствует – вся она импортируется из России, Украины и дальнего зарубежья.

Утверждать, что в Беларуси не ведется работа по актуализации стандартов в области металлургии было бы неправильно. Беларусь является членом Евразийского Экономического Союза (ЕЭС) и в соответствии с Графиком разработки первоочередных техрегламентов ЕЭС в нашей республике планируется разработка девяти таких документов. Но, на наш взгляд, в Беларуси работа по актуализации стандартов должна быть существенно активизирована.

Авторы, учитывая свой успешный опыт по разработке в 2020 г. гармонизированного стандарта СТБ ISO 683 «Стали термообработываемые, легированные и автоматные» в трех частях [1–3], который введен в действие постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 6 февраля 2020 г. № 6, посчитали возможным продолжить эту работу не только для стального проката, но и для чугунов.

*Усиление роли материалов с литой структурой.* Лидерство в производстве и использовании того или иного машиностроительного материала определяется текущими потребностями техники. Если пронаблюдать динамику развития тех или иных материалов за относительно небольшой временной отрезок, хотя бы в сто лет, то можно заметить, что ситуация очень переменчива. Еще недавно безраздельно господствовали высокопрочные стали, но вот авиа- и космической технике потребовался пониженный стартовый вес и по показателю удельная прочность (отношение предела прочности к плотности) лидерство захватили титановые, магниевые, алюминиевые, бериллиевые сплавы. А с бурным развитием композиционных материалов, упрочненных углеродными волокнами, многие всерьез заговорили о том, что эпоха металлических материалов подходит к закату.

Если говорить о технологиях и сравнивать литейные и деформационные, то их пути развития зачастую тоже неожиданные и не совсем прогнозируемы. Еще недавно аксиомой являлся тезис, что за операцией литья всегда должна следовать прокатка, в том числе и для лучшей проработки грубой литой структуры. Считалось, и не без основания, что прокованная структура несравнимо более равномерная, прочная и пластичная, чем литая. И вот, наблюдается как бы неожиданный регресс – растет доля использования литых сталей для штампов, что обусловлено как их экономичностью, так необходимостью сохранения в структуре литых эвтектик и специальных карбидов, обеспечивающих повышенную стойкость штампа при эксплуатации.

Еще одна конкурентная «война» материалов и технологий происходит сейчас между прокатом легированных сталей и литыми высокопрочными чугунами с особой аустенито-бейнитной (в англоязычной литературе – «аусферритной») структурой. Причем и в этом случае также наблюдается своеобразный парадокс. Литье, обычно находящееся в самом начале технологической цепочки, не только успешно противостоит, а в ряде случаев значительно превосходит как по техническим параметрам, так и по экономичности прокат легированной стали, прошедшей множество энергоемких металлургических переделов.

На основании вышеизложенного в данной статье приведено обоснование выбора конкретного международного стандарта на чугуны и изложен опыт авторов в осуществлении его гармонизации применительно к условиям Республики Беларусь.

### Выбор конкретного класса чугунов в качестве объекта для гармонизации стандартов

Нами выбран для гармонизации зарубежных стандартов применительно к условиям Беларуси классический и давно известный материал – литой чугун. Оценивая, какой именно класс данного материала выбрать для гармонизации, сравнивали три типа чугунов: серый (СЧ); высокопрочный (ВЧ); бейнитный (аусферритный).

При выборе материала ориентировались на следующие факторы:

1. Фактические объемы выпуска данного типа чугуна в Беларуси.
2. Рекомендации из Программы развития литейного производства в Беларуси до 2030 г. и утвержденные направления перевооружения литейного производства в Республике Беларусь.
3. Мировые тенденции в чугунолитейном производстве.

Проведенный нами анализ текущей ситуации в Беларуси по видам и количеству выпуска литья на основе открытых данных из Программы развития литейного производства Беларуси на период на 2017–2030 гг. представлен на рис. 1.



Рис. 1. Структура производимого в Беларуси литья по видам материалов (данные за 2018 г.) из Программы развития литейного производства Беларуси на период на 2017–2030 гг.

Из рисунка видно, что в Беларуси наибольшую долю выпуска литья занимает серый чугун (65%), причем самые низкокачественные его марки СЧ10, СЧ15, СЧ20, затем следует стальное литье (15%) и только третье место занимает высокопрочный чугун с шаровидным графитом (10%). Между тем, зарубежный опыт показывает, что магистральный путь совершенствования качества чугунных отливок заключается в формировании в структуре чугуна графитных включений шаровидной формы. Наглядная иллюстрация этого тезиса приведена с использованием примеров микроструктур на рис. 2. Это же положение зафиксировано в «Программе развития литейного производства Беларуси на период на 2017–2030 гг.».



Рис. 2. Совершенствование формы графита в чугуне  
(оптические фотографии микроструктур и РЭМ-изображения авторов)

Анализ действующего в Беларуси стандарта на серый чугун (ГОСТ 1412-85 «Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки») показывает, что он имеет весьма давний год выпуска (введен в действие 01.01.1987 г.), причем с грифом «без ограничения срока действия». Таким образом, ГОСТ на самые распространенные марки чугунов действует в Беларуси практически неизменным уже 34 года.

Кратко ситуацию по производству и стандартам на серый чугун в Беларуси можно резюмировать следующим образом. В Беларуси на сегодняшний день выпускаются значительные объемы (около 170 тыс. т) литья серого чугуна в соответствии с устаревшим и требующим переработки ГОСТ. Осовременивание этого ГОСТ, конечно, необходимо и, вероятно, кто-то вскоре и возьмется за эту работу. Но мы посчитали, что серый чугун – в некотором роде «вчерашний день» металлургии и сконцентрировались на высокопрочном чугуне. В связи с этим необходимо рассмотреть производство такого чугуна в Беларуси и действующие отечественные и зарубежные стандарты на ВЧ.

### Ситуация с переходом на выпуск высокопрочного чугуна в Беларуси

Пока лишь некоторые предприятия Беларуси освоили выпуск и регулярно производят отливки из высокопрочного чугуна: ОАО «Гомельский завод литья и нормалей» (ГЗЛиН), ОАО «ЛМЗ УНИВЕРСАЛ» (г. Солигорск), Барановичский станкостроительный завод – филиал ЗАО «Атлант», ОАО «Могилевлифтмаш», Белоозерский энергомеханический завод. Нужно отметить, что ВЧ отливают и многие коммерческие фирмы, например, ООО «Хантэкслит» и др. Все производители в Беларуси в большинстве случаев выплавляют такие марки чугуна, как ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, т. е. «средние из линейки» по прочности.

Примером системной работы по переходу на изготовление высококачественных марок чугунов является Минский автомобильный завод (МАЗ). С 2006 г. на нем прекращен выпуск энергоемкого ковкого чугуна. Вместо него МАЗ перешел на выпуск высокопрочного чугуна, что позволило снизить энергозатраты на производство автомобилей. Замена вагранок на индукционные печи средней частоты улучшило экологию и экономические показатели. Реконструкция литейного производства позволила обеспечить выпуск более 20 тыс. т чугунных отливок.

Отдельного упоминания заслуживает филиал ОАО «Управляющая компания холдинга «Минский моторный завод» в г. Столбцы, который является образцом современного и массового производства отливок из высококачественного высокопрочного чугуна. На заводе в рамках Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь реализован инновационный проект и с января 2015 г. запущена первая очередь литейного участка для производства отливок гильзы блока цилиндров. Мощность участка 8000 т литья в год, что полностью обеспечивает потребности Минского моторного завода. Это построенное «с нуля» современное производство с автоматизированным передовым оборудованием: плавильные печи «OTTO JUNKER GmbH» (Германия), автоматизированные карусельные машины центробежного литья «KUTTNER» (Германия). В мае 2020 г. на заводе в Столбцах введен в действие

второй участок по производству мелких серий отливок по технологии холоднотвердеющих смесей (ХТС-процесс). В 2020 г. на нем было произведено пока всего лишь 130 т высокопрочного чугуна, но его проектная мощность составляет 10 000 т жидкого металла в год и выйти на этот показатель планируется к концу 2022 г.

В Беларуси действует стандарт на высокопрочный чугун (ГОСТ 7293-85 «Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки»). Отметим следующую его особенность (рис. 3): он введен в действие 01.01.1987 г. (кстати, в один день со стандартом на серый чугун) и ограничение срока действия тоже снято.


Следует особо отметить, что данный стандарт действует в практически неизменном виде более 30 лет. Для Европейских стран такой длительный срок действия стандарта – нонсенс. Для подтверждения этого факта сообщаем, что когда мы изучали зарубежные стандарты на металлопрокат, обнаружили, что их содержание меняется (причем часто кардинально) каждые несколько лет.

<b>ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b>		
<b>ЧУГУН С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ ДЛЯ ОТЛИВОК</b>		<b>ГОСТ 7293—85</b>
Марки		
<b>ЧУГУН З ШАРАПАДОБНЫМ ГРАФИТАМ ДЛЯ АДЛІВАК</b>		
Маркі		
Spheroidal graphite iron for castings. Grades		Взамен <b>ГОСТ 7293—79</b> в части марок чугуна
МКС 77.080.10 ОКП 41 1130		
Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 сентября 1985 г. № 3008 дата введения установлена <span style="float: right;"><u>01.01.87</u></span>		
Постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 17 декабря 1992 г. № 3 введен в действие в качестве государственного стандарта Республики Беларусь		
Настоящий стандарт распространяется на чугун для отливок, имеющий в структуре графит шаровидной или вермикулярной формы, и устанавливает марки чугуна, определяемые на основе механических свойств.		
<b>1. МАРКИ</b>		
1.1. Для изготовления отливок предусматриваются следующие марки чугуна ВЧ 35; ВЧ 40; ВЧ 45; ВЧ 50; ВЧ 60; ВЧ 70; ВЧ 80; ВЧ 100.		
1.2. Марка чугуна определяется его временным сопротивлением при растяжении и условным пределом текучести.		
Условное обозначение марки включает буквы ВЧ — высокопрочный чугун и цифровое обозначение минимального значения временного сопротивления при растяжении в МПа · 10 <sup>-1</sup> .		
Пример условного обозначения: <i>ВЧ 50 ГОСТ 7293—85</i>		
<b>2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА</b>		
2.1. Механические свойства чугуна в литом состоянии или после термической обработки должны соответствовать требованиям, указанным в таблице.		
Марка чугуна	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_b$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Условный предел текучести $\sigma_{0.2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )
ВЧ 35	350 (35)	220 (22)
ВЧ 40	400 (40)	250 (25)
ВЧ 45	450 (45)	310 (31)
ВЧ 50	500 (50)	320 (32)
ВЧ 60	600 (60)	370 (37)
ВЧ 70	700 (70)	420 (42)
ВЧ 80	800 (80)	480 (48)
ВЧ 100	1000 (100)	700 (70)
2.2. Относительное удлинение, твердость и ударная вязкость определяются при наличии требований в нормативно-технической документации и должны соответствовать нормам, приведенным в приложении 1. По согласованию между изготовителем и потребителем допускается устанавливать зна-		
Издание официальное ★		

Рис.3. Первая страница ГОСТ 7283-85, который введен в действие с 01.01.1987 года

Рассмотрим действующий зарубежный аналог стандарта на высокопрочный чугун. На рис. 4 приведен пример обложки и оглавления зарубежного стандарта EN 1563 «Литье. Литые чугуны с шаровидным графитом».

Данный европейский стандарт определяет классы и соответствующие требования к чугунам с шаровидным графитом. Стандарт EN 1563 «Литье. Литые чугуны с шаровидным графитом» устанавливает классификацию для двух групп чугунов с шаровидным графитом, основанную на механических свойствах, полученных в результате испытаний на обработанных испытательных образцах, специально изготовленных из отливок литого чугуна. К первой группе относятся ферритные и перлитные чугуны нескольких марок, ко второй – марки чугунов, структура которых усилена цементитом, существенно повышающим плотность чугуна. Отметим, что данный стандарт не универсален: он не описывает технические условия поставок чугунных отливок (этому посвящены стандарты EN 1559-1 и EN 1559-3). Нужно отметить также, что положения данного европейского стандарта не касаются регламентов на аусферритные чугуны с шаровидным графитом (этому посвящен стандарт EN 1564).



EN 1563:2018

**Founding - Spheroidal graphite cast irons**

EN 1563:2018 (E)

**Contents**

	Page
European foreword.....	4
Introduction.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions.....	6
4 Designation.....	8
5 Order information.....	8
6 Manufacture.....	8
7 Requirements.....	9
7.1 General.....	9
7.2 Ferritic to pearlitic spheroidal graphite cast irons.....	9
7.3 Solid solution strengthened ferritic spheroidal graphite cast irons.....	12
8 Sampling.....	13
8.1 General.....	13
8.2 Cast samples.....	14
8.3 Samples cut from a casting.....	15
9 Test methods.....	20
9.1 Tensile test.....	20
9.2 Impact test.....	21
9.3 Hardness test.....	22
9.4 Graphite morphology examination.....	22
10 Retests.....	22
10.1 Need for retests.....	22
10.2 Test validity.....	23
10.3 Non-conforming test results.....	23
10.4 Heat treatment of samples and castings.....	23
11 Inspection documentation.....	23
Annex A (informative) Additional information on solid solution strengthened ferritic spheroidal graphite cast irons.....	24
Annex B (informative) Guidance values for mechanical properties determined on test pieces machined from samples cut from the castings.....	27
Annex C (informative) Guidance values for hardness.....	29
Annex D (informative) Nodularity.....	31
Annex E (informative) Additional information on mechanical and physical properties.....	32
Annex F (normative) Sectioning procedure for cast samples.....	36
Annex G (informative) Comparison of spheroidal graphite cast iron material designations according to EN 1560 [1] and ISO/TR 15931 [15].....	37
Annex H (informative) Fracture mechanical approach to spheroidal graphite cast irons.....	38
Annex I (informative) Significant technical changes between this European Standard and the 2011 edition.....	43
Annex J (informative) Significant technical changes between the 1997 edition and the 2011 edition.....	44
Annex ZA (informative) Relationship between this European Standard and the essential safety requirements of Annex I of the Directive 2014/68/EU aimed to be covered.....	46
Bibliography.....	47

EN 1563:2018

**EUROPEAN STANDARD EN 1563**

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

August 2018

---

English Version

**Founding - Spheroidal graphite cast irons**

Fonderie - Fontes à graphite sphéroïdal      Gießereiwesen - Gusseisen mit Kugelgraphit

This European Standard was approved by CEN on 9 April 2018.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.

EN 1563:2018

**EUROPEAN STANDARD EN 1563**

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

August 2018

---

English Version

**Founding - Spheroidal graphite cast irons**

Fonderie - Fontes à graphite sphéroïdal      Gießereiwesen - Gusseisen mit Kugelgraphit

This European Standard was approved by CEN on 9 April 2018.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.

Рис. 4. Пример фрагментов обложки, выходных данных и оглавления европейского стандарта EN 1563 на чугун с шаровидным графитом

Анализируя оглавление стандарта EN 1563, обращает на себя внимание тот факт, что объем текста значительно больший по сравнению с отечественным (в 15 раз). Для сравнения: ГОСТ 7293 имеет объем 3 с., EN 1563 – 47 с.

Сравнивая эти стандарты, мы не хотим лишний раз муссировать тему: «что лучше – отечественное или зарубежное?» Вопрос так не ставится. Речь идет о том, что для металлургов лучше тот стандарт, который является наиболее полным, тщательно проработанным и постоянно осовремениваемым. В этом контексте следует отметить, что в тексте стандарта EN 1563 подробно расписаны методики испытаний, типы образцов, а половину всего объема стандарта составляют 11 приложений на стр. 24–47.

Таким образом, стандарт EN 1563 является детально проработанным нормативным документом. Гармонизировать его, превратив в белорусский СТБ, безусловно, стоило бы. Ведь, например, белорусский

лидер по производству ВЧ филиал ОАО «Управляющая компания холдинга «Минский моторный завод» (г. Столбцы) предполагает начать экспортировать уже в 2021 г. часть продукции, а без нормативного соответствия отливок зарубежному стандарту это будет весьма затруднительно.

Интересно отметить, что когда мы проводили поиск в интернете в надежде на то, что гармонизированный русскоязычный вариант EN 1563 уже был кем-то ранее создан, то обнаружили его «двойник», но совсем по другой тематике – это СТБ 1563–2005 «Метод определения цвета прозрачных жидкостей». Все дело в отсутствии аббревиатуры «EN» посередине: гармонизированный стандарт был бы маркирован так: СТБ EN 1563 и далее – год принятия.

Мы считаем, что гармонизация EN 1563 – это дело сегодняшнего (а может быть, даже вчерашнего) дня, и оставим это тем белорусским предприятиям, которые планируют выходить с отливками из ВЧ на международный рынок.

Цель нашей работы рассчитана на перспективу: легализовать в Беларуси существование чугунов с прочностью выше 1000 МПа. Идея работы заключалась в том, чтобы сломать сложившийся стереотип, что чугуны это что-то такое хрупкое, некачественное, малоответственное, в общем несерьезное. Предполагалось существенно поднять планку требований к свойствам чугуна, сделать для литейщиков некий «задел на будущее», выполнить такую работу, которая будет востребована белорусской металлургией завтрашнего дня. Поэтому мы переходим к рассмотрению бейнитного (аусферритного) чугуна, который для литейщиков Беларуси пока является во многом своего рода «terra incognita».

### Краткий обзор истории бейнитного чугуна

Между тем, в Европе, Америке, а теперь уже в Китае и Египте бейнитный чугун (за рубежом в основном употребляют термин «аусферритный чугун») известен уже более полувека. Началось все, вероятно, в 1973 г., когда Rieger впервые применил изотермическую закалку при обработке коленчатого вала компрессора из высокопрочного чугуна. Затем в мире стали стремительно развиваться десятки научных школ по бейнитному чугуну, опубликованы тысячи статей, защищены десятки диссертаций, разработаны как множество технических условий заводов-производителей, так и более десятка государственных стандартов. Сейчас на передовых западных фирмах освоено полномасштабное промышленное производство этого чугуна, доказана техническая и экономическая эффективность изотермической закалки для повышения эксплуатационных свойств.

На металлурга, начинающего по зарубежным источникам вникать в тему бейнитного чугуна, обрушивается лавина публикаций. Мы рекомендуем начать первоначальное ознакомление с базовой презентации объемом 36 слайдов: «ADI – Austempered Ductile Iron – Material standards», подготовленной лидером европейского рынка – фирмой Zanardi Fonderie S.p.A. (г. Минербе, Италия), имеющей 30-летнюю историю и годовой объем выпуска более 20 тыс. тонн чугуна. Ее можно найти по ссылке: <http://zanardifonderie.com/wp-content/uploads/2013/04/ADI-standards.pdf>. Для дальнейшего единообразного изложения материала необходимо определиться с терминологией и обозначением этого чугуна.

### Об унификации терминологии в наименовании бейнитных (аусферритных) чугунов

В настоящее время одновременно употребляются различные аббревиатуры. В странах СНГ, и особенно в России, часто используют аббревиатуры АБЧ (аустенито-бейнитный чугун) и АБЧШГ (аустенитно-бейнитный чугун с шаровидным графитом). В немецкоязычной литературе бытует выражение Zwischenstufenvergütung von Gusseisen mit Kugelgraphit (улучшенный в промежуточной области превращений чугун с шаровидным графитом). В протоколе международной научно-технической web-конференции «Наука и технологии модифицирования чугуна – 2020», проходившей 17–18 ноября 2020 г. и организованной Набережночелнинским институтом Казанского федерального университета записано: «установить для стран СНГ единообразную терминологию в обозначении бейнитного чугуна, аналогичную международной, а именно: ADI (Austempered Ductile Iron)».

Интересно, что ни одна из именитых фирм (Ford или Chrysler), давно и широко использующих аусферритный чугун в производстве, не стала вносить свое фирменное наименование в его название. То же относится и к признанному лидеру Европейского рынка – фирме Zanardi Fonderie S.p.A. Все они используют аббревиатуру международного стандарта – ADI (Austempered Ductile Iron) – высокопрочный чугун с шаровидным графитом, термообработанный на бейнитную (аусферритную) структуру. Поэтому в дальнейшем мы будем именовать этот материал именно как Austempered Ductile Iron (ADI).

Что же касается научных исследований, а тем более производства чугунов класса ADI в Беларуси, то это направление, к сожалению, пока находится в стадии разрозненных научных исследований

и опытно-промышленных работ. Пожалуй, первопроходцем ADI в Беларуси является С. Н. Леках (БПИ). На разных этапах своей научной деятельности тематикой ADI занимались Н. И. Бестужев, А. Н. Крутилин, В. А. Стефанович (БНТУ), Л. А. Сосновский, В. В. Комиссаров, Н. В. Псырков (ОАО «Гомсельмаш») и некоторые др. В Физико-техническом институте НАН Беларуси инициатором развития тематики ADI была Л. Р. Дудецкая [4–11].

Если говорить о производстве ADI в Беларуси, то выплавляет его в промышленных масштабах пока только ОАО «ГЗЛиН», причем не регулярно, а периодически для деталей типа режущих ножей кормовых комбайнов ОАО «Гомсельмаш».

Конечно, это выглядит несколько странно, поскольку аустеритный чугун обладает рядом технических преимуществ, по которым он превосходит даже многие легированные стали:

- низкий удельный вес;
- повышенное шумопоглощение (всем известны жесткие нормы ЕЭК по шуму);
- лучшие триботехнические характеристики.

Развитие ADI было бы немыслимо без разработки теории распада аустенита в изотермических условиях, а также создания классического высокопрочного чугуна. Поэтому для понимания места, занимаемого ADI в чугунолитейной промышленности, приведем некоторые ключевые даты, вехи в исследованиях и внедрении ADI как в мире, так и в Беларуси:

1930 г. – Bain и Grossman – создание диаграммы изотермического превращения аустенита;

1940 г. – Flinn – первое применение аустемперинга (изотермической закалки) к серому чугуну;

1948 г. – К. Millis (США) – первый патент на высокопрочный чугун, первые исследования по высокопрочному чугуну в СССР (НИИ и предприятия г. Москвы, Киева);

1948 г. – Начало промышленного выпуска изделий из высокопрочного чугуна по всему миру;

1973 г. – Rieger – Первое применение аустемперинга к высокопрочному чугуну (коленчатый вал компрессора);

1986 г. – Первый временный стандарт Великобритании – BCIRA (British Cast Iron Research Association), предусматривающий три марки ADI;

1987 г. – Разработка фирмой VDG (Германия) стандарта W52 (предусматривающего четыре марки ADI);

1989 г. – Первый японский стандарт на ADI – JIS G 5503;

1990 г. – Первый стандарт США на ADI – A897-90 (ASTM);

1990 г. – Первые публикации по ADI в СССР (обзоры зарубежных исследований и отчеты о зарубежных командировках сотрудников ВАЗа, КамАЗа на предприятия мирового автопрома);

1990 г. – Первые научные работы ADI в Беларуси (школа С. Н. Лекаха, БПИ);

1997 г. – Первый европейский стандарт на ADI – EN 1564;

1997 г. – Первые опытно-промышленные работы по внедрению ADI в Беларуси на МАЗе (вероятно, школа Л. Р. Дудецкой, ФТИ НАН Беларуси);

2006 г. – Промышленные работы по внедрению ADI на ОАО «Гомсельмаш» (Л. А. Сосновский, В. В. Комиссаров, Н. В. Псырков и др.).

Поскольку темой данной статьи являются стандарты, приведем примерную хронику создания и развития стандартов на ADI в мире:

1986 г. – Первый временный стандарт Великобритании – BCIRA (British Cast Iron Research Association), предусматривающий три марки ADI;

1987 г. – Разработка фирмой VDG (Германия) стандарта W52 (предусматривающего четыре марки ADI);

1989 г. – Первый японский стандарт на ADI – JIS G 5503;

1990 г. – Первый стандарт США на ADI – A897-90 (ASTM), который далее преобразован в ASTM A897 / A897M-06;

1997 г. – Первый европейский стандарт – EN 1564 на ADI, далее преобразован в BS EN 1564:2011;

2004 г. – Создание ISO 1083:2004;

2005 г. – Создание ISO 17804:2005;

2011 г. – Создание EN 1563:2011;

2020 г. – Появление новой версии ISO 17804:2020.

Что касается стандартов именно на классификацию ADI, то первая из них приведена, вероятно, в стандарте ISO 1083:2004 (EN) «Spheroidal graphite cast irons – Classification».

Как видно из приведенного выше списка, за последние 40 лет в разных странах создано более десяти стандартов. Уметь четко сопоставлять данные из этих нормативных документов очень важно в эпоху



глобализации, поэтому таблице приведено соответствие марок ADI в четырех основных стандартах (американском, японском, европейском и международном).

**Соответствие марок ADI в четырех основных стандартах: американском, японском, европейском и международном (ISO)**

ASTM 897–90 (1997)	SAE J24770 (2001)	EN 1564 (1997)	ISO 17804 (Draft)
		EN-GJS-800–8	JS/800–10
850/550/10			
	AD 900		JS/900–8
		EN-GJS-1000–5	
1050/700/7	AD 1050		JS/1050–6
1200/850/4	AD 1200	EN-GJS-1200–2	JS/1200–3
1400/1100/1	AD 1400	EN-GJS-1400–1	JS/1400–1
			JS/HV400
1600/1300/	AD 1600		JS/HV500

Необходимо отметить, что промышленно-развитые европейские страны создали свои, несколько различающиеся, модификации стандарта на ADI. Покажем на примере трех стран (Франции, Германии и Австрии), какие разнообразные варианты стандарта EN 1564 существовали и как они трансформировались и переиздавались.

**Франция.** Стандарт Франции NF EN 1564-1997. Литье. Бейнитный чугун. Введен в действие 05.10 1997. 22 с. Французский язык. Позднее заменен на NF EN 1564/A1-2006. Действует по настоящее время.

**Германия.** Стандарт Германии DIN EN 1564-1997. Литье. Бейнитный чугун (Founding – Austempered ductile cast irons); German version EN 1564:1997. Количество страниц – 12. Статус: Заменен на:

- Стандарт Германии DIN EN 1564–2006. Литье. Бейнитный чугун Founding – Austempered ductile cast irons; German version EN 1564:1997 + A1:2006. Количество страниц – 24. Статус: Заменен на:

- Стандарт Германии DIN EN 1564-2012. Литье. Аустенитно-ферритный чугун с шаровидным графитом. Founding – Ausferritic spheroidal graphite cast irons; German version EN 1564:2011. Количество страниц – 39. Статус: Действует.

**Австрия.** Национальный стандарт Австрии OENORM EN 1564:2007 Founding – Austempered ductile cast irons (consolidated version) (Литье. Бейнитный чугун). Язык оригинала – немецкий. Количество страниц – 26. Предшествующие стандарты – EN 10002–1 (2001–07), EN 10003–1 (1994–10), EN 10045–1 (1989–12), EN 10204 (2004–10).

### Выбор конкретного стандарта для гармонизации в белорусский СТБ

При всем рассмотренном выше многообразии стандартов на ADI их базовые версии представлены всего четырьмя вариантами: 1– ASTM 897 (США); 2– SAE J24770 (Япония); 3 – EN 1564 (Европа); 4 – ISO 17804 (международный).

В условиях Республики Беларусь стандарты США и Японии стоит исключить из рассмотрения по причине географической удаленности этих стран и в силу этого незначительной перспективности для экспорта и сотрудничества. Если согласиться с этим предположением, то выбор достаточно прост. Его предстоит сделать между двумя стандартами: EN 1564 и ISO 17804.

Нами проведен анализ указанных стандартов на предмет выбора наиболее пригодного для гармонизации в Беларуси. Такую оценку проводили по трем критериям:

1) год выпуска (наиболее «свежий»); 2) полнота и техническая содержательность текста; 3) серьезность и «имидж» разработчика.

Анализ EN 1564:2011 показал, что в его пользу свидетельствует наличие весьма проработанного Приложения F (по степени шаровидности графита). Стоит также отметить, что уже имеется официальный перевод EN 1564:2011 на русский язык, принадлежащий ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» (г. Москва, Россия), но в нем содержится много ошибок, искажающих смысл текста. Приведем лишь несколько примеров. В разделе 3.3 терминологический оборот “above the martensite start temperature” переведен почти дословно: «выше начальной температуры мартенсита», что не имеет физического смысла – речь идет о температуре начала мартенситного превращения. В разделе 3.8 термин “relevant wall thickness” переведен формально как «соответствующая толщина стенки», но в тексте нет указаний или пояснений, чему она соответствует. Правильный перевод – «характерная толщина стенки» – это теплофизический

термин, имеющий четкий физический смысл. Более подробно особенности перевода англоязычных стандартов, которые изобилуют специальными терминами, не известными профессиональным переводчикам (имеющим, как правило, гуманитарное образование), будут описаны ниже.

Таким образом, EN 1564:2011 (+ версия 2012 г.) действительно несколько лучше, чем ISO 17804:2005, но она оказалась вовсе не более новой. В июле 2020 г. вышла новая версия ISO 17804:2020, которая была дополнена новыми приложениями и пунктами.

Окончательным аргументом в пользу выбора нами ISO 17804:2020 было то, что он разработан организацией ISO (International Organization for Standardization). ISO считается более солидной организацией, чем European Committee for Standardization – CEN (Европейский Комитет по Стандартизации), который разрабатывает стандарты с маркировкой EN, или так называемые Евронормы.

### **О гармонизации стандартов: термины, определения и процедуры**

Прежде чем представить собственно описание нашей работы по гармонизации, следует объяснить некоторые специфические термины, хорошо известные заводским службам стандартизации, но гораздо менее известные профессионалам-литейщикам и специалистам по чугуноу.

Гармонизация (адаптация) стандарта – это приведение его содержания в соответствие с другим стандартом для обеспечения взаимозаменяемости продукции, взаимного понимания результатов испытаний и информации. Приведем обоснование из материалов ЕЭК ООН: «Гармонизация стандартов необходима для расширения обмена товарами, промышленного сотрудничества, повышения качества, сертификации продукции, оптимизации материальных затрат». Заключительный Акт Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе (Хельсинки, 1975 г.) определяет, что гармонизация стандартов является одним из важных средств устранения технических препятствий в международной торговле.

На сегодняшний день гармонизация стандартов – объективный и неизбежный процесс. В Западной Европе стандартизовано с международными 80% национальных стандартов. В России гармонизировано до 20% стандартов ISO и около 60% стандартов МЭК (международного электротехнического комитета). В Казахстане гармонизировано 95% стандартов в области металлов и металлообработки. В Беларуси контроль за гармонизацией стандартов осуществляет Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации (БелГИСС).

*О международной организации по стандартизации – International Organization for Standardization (ISO).* Сфера деятельности ISO касается стандартизации во всех областях жизнедеятельности (кроме электротехники и электроники). На сегодняшний день в состав ISO входит 165 стран. Интересен подход к созданию аббревиатуры ISO. При создании было решено, чтобы аббревиатура звучала одинаково на всех языках. Для этого использовали греческое слово ίσος (исос) – «равный». Теперь на всех языках мира Международная организация по стандартизации имеет краткое название «ISO».

*О процедуре распространения международных стандартов.* Члены ISO получают право на использование и копирование стандартов. При этом порядок действий следующий:

1. Так как материал, предоставленный для включения в стандарт ISO, защищен авторским правом, разработчик стандарта вначале официально передает ISO право на его использование и копирование.
2. После этого ISO становится единственным обладателем авторского права на публикацию и использование материала.
3. Далее ISO передает право на использование материала членам ISO (тем самым 165 странам), затем дистрибьюторам и, наконец, конечным пользователям.

Однако это еще не все. Как правило, стандарты опубликованы на английском языке. Право перевода на национальный язык и процедура распространения тоже регламентированы и состоят из следующих этапов:

1. Центральный секретариат ISO обеспечивает членов ISO публикациями ISO и, что важно, устанавливает цены на стандарты ISO (при поиске в интернете мы видим уже цены дилеров).
2. Члены ISO (в том числе Беларусь) осуществляют перевод публикаций ISO и распространение, а также распространяют стандарты ISO, принятые в качестве национальных способом подтверждения или способом переизданий.

В Беларуси действуют Правила разработки государственных стандартов, утвержденные Постановлением Госстандарта № 59 от 12.07.2017 г. Они определяют последовательность стадий разработки государственного стандарта, перечень документов, разрабатываемых по итогам выполнения каждой стадии. Важная особенность состоит в том, что в принципе любая заинтересованная организация может представить свои предложения по разработке стандартов.

*Порядок гармонизации стандартов в Республике Беларусь.* Порядок гармонизации стандартов должен соответствовать ГОСТ 1.2–2015 «Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены» и Постановлению Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 12 июля 2017 г. № 59 «Об утверждении Правил разработки государственных стандартов Республики Беларусь». Он включает шесть этапов:

1. Подается заявка в План государственной стандартизации Республики Беларусь, которая регистрируется на портале e-ТК для рассмотрения соответствующим национальным техническим комитетом (ТК) по стандартизации.

2. Разработка включается в План государственных стандартов (ПГС) Республики Беларусь.

3. Иницилирующая организация утверждает Техническое задание, после чего организация-разработчик приступает к разработке проекта стандарта.

4. Проект размещается на ресурсе [www.stb.by](http://www.stb.by) и любая заинтересованная организация (предприятие) может направить свой комментарий организации-разработчику.

5. Полученные комментарии рассматриваются разработчиком стандарта и включаются в сводку отзывов. По результатам готовится окончательная редакция стандарта, которая также размещается на [www.stb.by](http://www.stb.by).

6. После проведения экспертиз стандарт предоставляется в Госстандарт для рассмотрения и утверждения.

*Порядок получения материалов международных стандартов в Беларуси.* Существуют проблемы поиска первоисточников стандартов на ADI, так как в открытом доступе публикуются только их краткие аннотации. Полный текст предлагается заказывать на платной основе. Очевидно, что в мире имеется также множество технических условий (ТУ) предприятий на ADI. Пока нам не удалось всех их найти в открытой печати.

1. В интернете большинство сайтов демонстрируют только обложку стандарта, текст предлагается за оплату.

2. Но, потратив определенное время, текст ряда стандартов все же можно найти в интернете бесплатно (на «пиратских» сайтах).

3. Однако использование стандарта, скачанного из интернета, является нелегальным.

4. Легально стандарты можно получить только в БелГИСС.

5. При этом БелГИСС реализует стандарты за оплату.

Очень важны следующие положения:

1. Если организация-исполнитель работы по гармонизации включена в План государственной стандартизации (ПГС), она получает статус «легального пользователя».

2. Такой организации материалы предоставляются бесплатно.

3. Поэтому так важно, как можно раньше включить выполняемую работу в План государственной стандартизации (ПГС).

*Об исключительной важности статуса стандарта или что лучше выбрать: MOD или IDT.*

Согласно ИСО/МЭК 21, гармонизированные стандарты классифицируются на:

1. Идентичные (IDT): гармонизованные стандарты, полностью идентичные по содержанию и форме. Это так называемый «метод обложки» – точный перевод международного стандарта + новая обложка.

2. Измененные или модифицированные (MOD) – это то же, но с дополнительными требованиями, отражающими специфику потребностей национальной экономики. Содержат технические отклонения, которые ясно идентифицированы и объяснены.

Разумеется, наиболее заманчиво и престижно создать модифицированный стандарт. Но проблема состоит в том, что в нем нужно модифицировать и все те стандарты, на которые есть ссылки в разделе «Литература». А в этих стандартах тоже имеются свои ссылки на стандарты и т. д. Поэтому создание модифицированного стандарта превращается в весьма сложную и трудоемкую задачу.

По нашему мнению, наиболее подходящий – промежуточный вариант: принятие аутентичного текста международного стандарта, но с национальными дополнениями, отражающими местную специфику: дополнение основных положений новыми; исключение дополнительных элементов (примечаний, сносок, библиографии, приложений); исключение рекомендуемых приложений; изменение структуры стандарта (полностью или частично).

При обозначении такого нормативного документа к шифру отечественного стандарта добавляется номер соответствующего международного: СТБ ISO + номер + текущий год, например, СТБ ISO 683-1:2020.

### Особенности перевода зарубежных стандартов на русский язык

На первый и поверхностный взгляд, работа по переводу текста стандарта весьма простая, а с развитием компьютерных переводчиков – даже примитивная. В реальности это не просто не так, а совсем не так. Текст оригинала, как правило, английский или немецкий. Текст достаточно сложный и чрезвычайно насыщен специфическими техническими терминами и даже профессиональным слэнгом.

Официальный перевод может осуществлять так называемая Служба инопереводов Гильдии профессиональных переводчиков, причем у них перевод можно выполнить за оплату. Например, существует перевод стандартов DIN EN 10083 (в трех частях) и DIN EN 10084, выполненных по заказу БМЗ. Однако к качеству перевода имеются серьезные претензии. Нужно учитывать, что жанр стандарта весьма специфический и не должен допускать малейших двусмысленностей в трактовке. В реальности в переведенном Гильдией тексте стандарта имеются множество (счет идет на сотни) ошибок, вызывающих различное толкование.

Приведем несколько примеров ошибок и несуразностей в переводе упомянутого стандарта DIN EN 10083-1:

- «Стали должны быть успокоенными». Правильно: «спокойными» (т.е. полностью раскисленными).
- «Закаливаемость». Правильно: речь шла о прокаливаемости, а не о закаливании (это разные понятия) (разделы 7.1.2 и 10.3.2).
- «Если не возникает феномена предела текучести...» Правильно: речь идет о явлении «зуб текучести» (раздел 10.2.1).
- «+S (обработано на разрезаемость)». Правильно: «отжиг для снятия напряжений» (раздел 10.3.1).
- «Дезоксидация». Правильно: «раскисление» (раздел 6.2).
- «Начальная длина измерения». Правильно: речь идет о начальной длине измерительной базы образца (сноска к таблице 10).
- «С последующим расслаблением при 150 °С». Правильно: речь идет об операции термообработки – отпуске (сноска к таблице 11).
- «Диапазоны рассеянности твердости С по Роквеллу при проверке закаливаемости...» Правильно: «полосы прокаливаемости в единицах твердости С по Роквеллу...» (подписи к рис. 1, а–г).
- «Нормализация может быть заменена нормализующей формовкой». Правильно: «заменена нормализацией с температуры обработки давлением» (сноска к таблице 1).
- «Определения удельного веса алюминия». Правильно: «концентрации алюминия» (раздел В.3).
- «Жесткость С по Роквеллу». Правильно: твердость по Роквеллу, шкала С (табл. 5–7).
- «Требования к жесткости». Правильно: речь идет о твердости, а не о жесткости, это совершенно разные понятия (раздел 8.3.1).
- «Внутренние свойства». На самом деле речь идет о внутренней целостности, т.е. правильно: об отсутствии несплошностей в макроструктуре (раздел 7.5).
- «Высококачественные стали». Правильно: речь идет о качественных сталях, понятие «высококачественная сталь» в EN 10083 вообще отсутствует (таблицы 3, 8, 10, 13).

Причин ошибок перевода несколько. Во-первых, несмотря на прекрасное владение переводчиком английским, информация находится на уровне деловых переговоров или на уровне художественной литературы. Во-вторых, как видно из характера ошибок, переводчики не гнушаются использовать Google-Переводчик, часто не утруждая себя тщательным подбором вариантов. Но самое главное, что переводчики, имеющие обычно гуманитарное образование, не владеют специальной терминологией, а сталкиваясь с ней – не понимают ее смысл.

В общем виде проблема при переводе стандартов состоит в несоответствии русской и английской терминологии, а в некоторых случаях – даже понятийного аппарата. Как известно, в русском языке около 250 тыс. слов, в английском – в 2 раза больше, около 550 тыс. В словарях, в том числе специализированных, на один русский термин приводится несколько английских, и наоборот, но на самом деле предлагаемые варианты часто относятся к совершенно различным областям науки и имеют разный смысл. Иногда правильного термина вообще нет в словаре, а имеется он только в профессиональной литературе (англоязычных книгах и научно-технических журналах). В ряде случаев имеет место смещение терминов и даже понятий, распознать которое может только специалист.

Например, термин высокопрочный (дословно “high-strength”) чугуны (с шаровидным графитом) – это ductile (дословно “ковкий”), и такой неправильный перевод встречается сплошь и рядом. Но на самом деле ковкий чугуны (с компактным, или хлопьевидным графитом) – это malleable iron.

Таким образом, переводчику нужно не просто знать английский и не просто знать металловедение, но знать металловедение на английском языке. При выборе кандидатуры в команду по гармонизации стандарта нужно учитывать, во-первых, что переводить должен специалист в области материаловедения с большим стажем работы по специальности. Весьма желательна ученая степень не ниже кандидата наук, что служит подтверждением компетентности в данной области. Во-вторых, для него/нее обязательно свободное владение английским языком и опыт перевода и написания научно-технических статей для рецензируемых журналов (т.е. тех, в которых поданная статья критически оценивается сторонними рецензентами). Но самый предпочтительный вариант – опыт собственных публикаций в англоязычных журналах с высоким импакт-фактором, поскольку в них «жесткость» рецензирования, не только по научному содержанию, но прежде всего по правильности языка и терминологии – существенно выше, чем в низкорейтинговых журналах и тем более в сборниках трудов конференций. Таким требованиям удовлетворяет один из авторов данной статьи (Б. Б. Хина) [12].

Отметим, что отказ от платных услуг Гильдии профессиональных переводчиков был выполнен нами абсолютно легально. Мы использовали предусмотренную нормативным законодательством «возможность гармонизации стандарта разработчиком на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии». Это зафиксировано в предисловии к ранее гармонизированному нами стандарту СТБ ISO 683 (рис. 5).

СТБ ISO 683-1-2020	
УДК IDT	МКС 77.140.10; 77.140.20; 77.140.45
<b>Ключевые слова:</b> сталь нелегированная, химический состав, нормализация, закалка, отпуск, классификация, поставка, прокат, механические свойства, прокаливаемость ОКП РБ 24.10.6	
Предисловие	
Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».	
1 ПОДГОТОВЛЕН Государственным научным учреждением «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» («ФТИ НАН Беларуси») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 3 ВНЕСЕН Министерством промышленности Республики Беларусь	
2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 6 февраля 2020 г. № 6	
3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 683-1:2016 «Стали термообработываемые, легированные и автоматные. Часть 1. Нелегированные стали для закалки и отпуска» («Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels – Part 1. – Non-alloy steels for quenching and tempering», IDT). В настоящий стандарт внесены следующие редакционные изменения: – в 7.5.1 и 7.7.3 внесена дополнительная информация в виде сносок; – в таблицу 13 внесена дополнительная информация в виде сноски; – разъяснения о соответствии сталей по СТБ ISO 683-1 сталям по ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия» приведены в дополнительном приложении ДА. Международный стандарт разработан подкомитетом SC 4 «Термообработываемые и легированные стали» технического комитета ISO/TC 17 «Сталь» Международной организации по стандартизации (ISO). При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им государственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДБ.	
4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ	
© Госстандарт, 2020	
Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь	
Издан на русском языке	

Рис. 5. Предисловие к разработанному авторами стандарту СТБ ISO 683–1

На сегодняшний день в ФТИ НАН Беларуси коллективом авторов под руководством А. И. Покровского выполнены работы по гармонизации и создан проект (окончательная редакция) белорусского аналога СТБ международного стандарта ISO 17804 Founding – Ausferritic spheroidal graphite cast irons – Classification (Отливки. Аусферритный чугун с шаровидным графитом. Классификация). Титульный лист стандарта приведен на рис. 6, а на рис. 7 – фрагмент предисловия, в котором отражено, что стандарт создан ФТИ НАН Беларуси на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии.

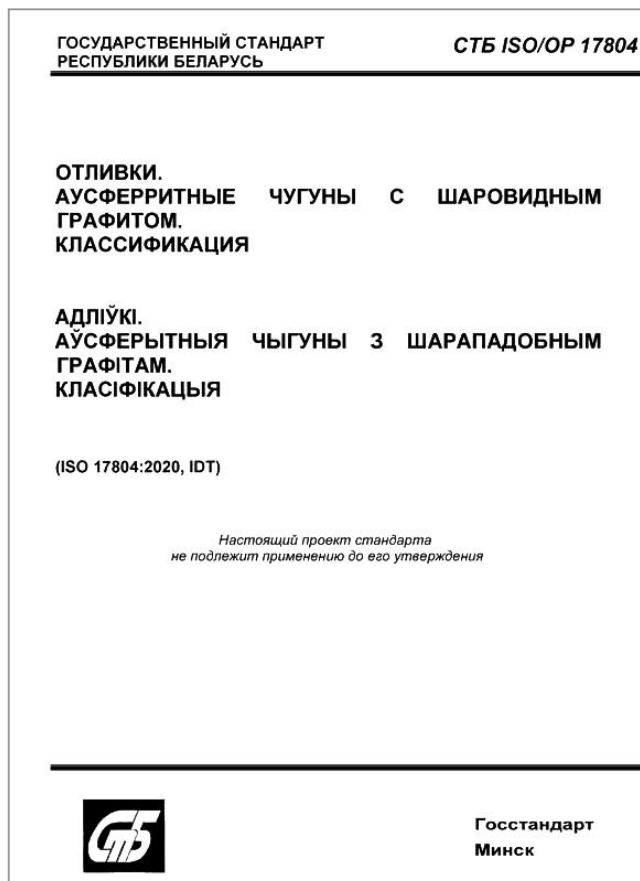


Рис. 6. Титульный лист стандарта СТБ ISO 17804

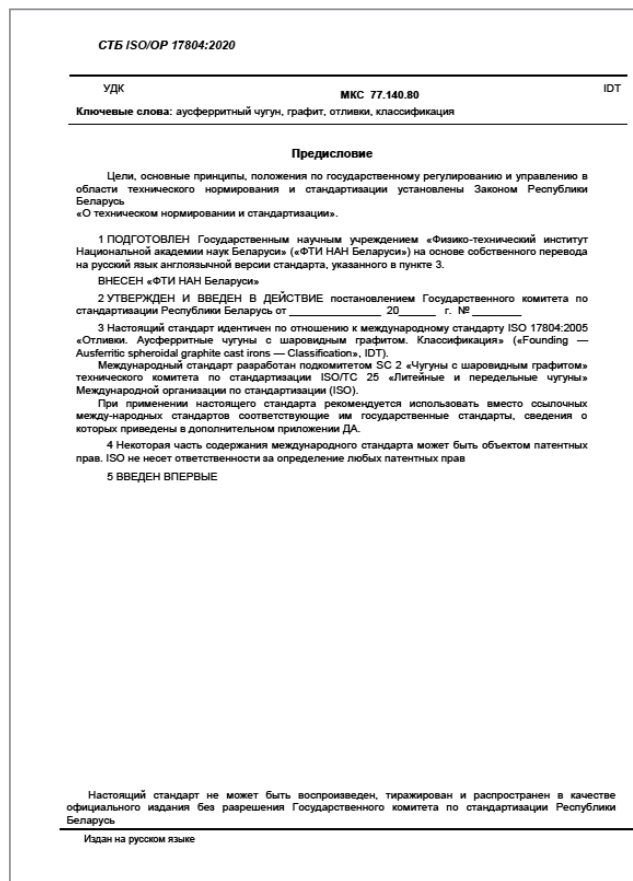


Рис. 7. Предисловие к разработанному авторами стандарту СТБ ISO 17804

На основе нашего опыта по гармонизации стандартов необходимо подчеркнуть важность работы с замечаниями заинтересованных сторон (промышленных предприятий) и ведение переписки с ними. Часто сторонний читатель может заметить мелкие ошибки и опечатки, пропущенные разработчиками, за что он, безусловно, заслуживает благодарности. Однако разработчики должны критически подходить к замечаниям, поскольку иногда предприятия в них выражают собственные интересы, не имеющие отношения к оригинальному тексту стандарта. В этом случае необходимо дать аргументированный ответ, почему замечание не может быть учтено. Следует иметь в виду, что для гармонизированных стандартов типа IDT и MOD разработчики не имеют права далеко отходить от оригинального текста и тем более изменять его смысл. В ряде случаев по требованию промышленных предприятий разработчики могут включить в конце стандарта отдельный раздел в виде дополнений, обозначаемых, как ДА1, ДА2 и т.д. Так, при гармонизации стандартов на углеродистые стали ISO 683 [1–3] нами были сделаны дополнения по сравнению составов и механических свойств сталей по ISO 683 со сталями близких марок по ГОСТ, действующим на территории Беларуси.

Сводка всех замечаний с ответами на них предоставляется в БелГИСС вместе с окончательным проектом гармонизированного стандарта. Однако на этом процесс не заканчивается. Далее следует провести работу с замечаниями, возникшими при последующей экспертизе, и окончательно оформить проект стандарта (форматирование текста, таблиц и пр.) в соответствии с требованиями БелГИСС.

Поскольку этот этап работы является длительным и трудоемким, то в составе разработчиков необходим сотрудник, обладающий знанием процедуры подготовки стандартов, коммуникабельностью

и дипломатичностью, умением быстро вникать в суть вопросов и разговаривать с представителями заводов и БелГИСС «на их языке».

На рис. 8 приведено содержание стандарта СТБ ISO 17804, а на рис. 9 – таблица механических характеристик ADI СТБ ISO 17804. Видно, что регламентированы предел прочности в 800 МПа в сочетании с относительным удлинением 10% и предел прочности 1400 МПа в сочетании с относительным удлинением 1%.

СТБ ISO/OP 17804:2020	
Содержание	
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Обозначение	2
5 Данные для заказа	2
6 Производство	2
7 Требования	2
7.1 Общие требования	2
7.2 Образцы для испытаний, полученные механообработкой отдельно отлитых или прилитых образцов	3
7.3 Образцы для испытаний, полученные механообработкой образцов, вырезанных из отливки	4
7.4 Твердость	5
7.5 Структура графита	5
7.6 Структура матрицы	5
8 Отбор образцов	5
8.1 Общие требования	5
8.2 Отдельно отлитые образцы	5
8.3 Прилитые образцы	6
8.4 Образцы, вырезанные из отливки	7
9 Методы испытаний	7
9.1 Испытание на растяжение	7
9.2 Испытание на ударный изгиб по Шарпи с концентратором типа V	7
9.3 Испытания на твердость	7
10 Повторные испытания	8
10.1 Причины повторных испытаний	8
10.2 Достоверность испытаний	8
10.3 Результаты испытаний, не соответствующие требованиям	8
10.4 Термическая обработка образцов и отливок	8
11 Дополнительная информация	8
Приложение А (обязательное) Марки износостойкого аустерритного чугуна с шаровидным графитом	15
Приложение В (обязательное) Минимальные значения относительного удлинения для испытательных образцов с начальной длиной измерительной базы $L_0 = 4 \times d$	16
Приложение С (справочное) Ориентировочные значения твердости по Бринеллю	17
Приложение D (справочное) Порядок определения диапазона твердости	18
Приложение E (справочное) Ориентировочные значения для временного сопротивления растяжению и относительного удлинения для испытательных образцов полученных механической обработкой образцов, вырезанных из отлитых образцов	19
Приложение F (справочное) Испытание на ударный изгиб на образцах без надреза	20
Приложение G (справочное) Дополнительная информация по механическим и физическим свойствам	21
Приложение H (справочное) Шаровидность, или степень сфероидизации графита	22
Приложение I (справочное) Обрабатываемость аустерритных чугунов с шаровидным графитом	24
Приложение J (справочное) Перекрестные ссылки на аналогичные марки аустерритного чугуна с шаровидным графитом	27
Библиография	28
Приложение DA (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов государственным стандартам	29

Рис. 8. Содержание стандарта СТБ ISO 17804

СТБ ISO/OP 17804:2020				
Таблица 1 – Механические свойства, измеряемые на образцах для испытаний, вырезанных из отдельно отлитых или прилитых образцов [1]				
Обозначение материала	Характерная толщина стенки отливки t, мм	Временное сопротивление (предел прочности) при растяжении $R_m$ , Н/мм <sup>2</sup>	0,2% условного предела текучести $R_{p0.2}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение при разрыве A, %
			не менее	
ISO 17804/JS/800-10, ISO 17804/JS/800-10RT	$t \leq 30$	800	500	10
	$30 < t \leq 60$	750		6
	$60 < t \leq 100$	720		5
ISO 17804/JS/900-8	$t \leq 30$	900	600	8
	$30 < t \leq 60$	850		5
	$60 < t \leq 100$	820		4
ISO 17804/JS/1050-6	$t \leq 30$	1050	700	6
	$30 < t \leq 60$	1000		4
	$60 < t \leq 100$	970		3
ISO 17804/JS/1200-3	$t \leq 30$	1200	850	3
	$30 < t \leq 60$	1170		2
	$60 < t \leq 100$	1140		1
ISO 17804/JS/1400-1	$t \leq 30$	1400	1100	1
	$30 < t \leq 60$	1170		При согласовании между изготовителем и заказчиком
	$60 < t \leq 100$	1140		

Рис. 9. Таблица механических характеристик ADI СТБ ISO 17804

Авторы полагают, что имеет смысл внедрять новые стандарты (СТБ ISO) на металлопродукцию в учебный процесс технических вузов Беларуси. Например, Metallургический институт Липецкого государственного технического университета благодаря непосредственному участию в работе технического комитета по стандартизации получает возможность наглядно продемонстрировать студентам, как и каким образом создаются новые стандарты, в какой степени они учитывают возможности и потребности отрасли, каковы механизмы их внедрения в практику, почему и насколько это выгодно промышленным предприятиям.

## Выводы

1. Ни один зарубежный стандарт не существует сам по себе в отрыве от других. Он тесно взаимосвязан еще как минимум с 10 – 20 другими стандартами. Гармонизация требует увязки материала с другими стандартами (иногда даже справочниками и учебниками) путем публикации приложений и дополнений к основному тексту.

2. Исключительно важен статус стандарта: идентичный (IDT) или модифицированный (MOD).

3. Наиболее заманчиво и престижно создать модифицированный стандарт. Но проблема состоит в том, что в нем нужно модифицировать и все те стандарты, на которые есть ссылки в разделе «Литература». А в этих стандартах тоже имеются свои ссылки на стандарты и так далее. Поэтому создание модифицированного стандарта превращается в весьма сложную и трудоемкую задачу – ведь требуется модифицировать одновременно и все ссылочные стандарты.

4. По нашему мнению, наиболее подходящий – промежуточный вариант: принятие аутентичного текста международного стандарта, но с национальными дополнениями, отражающими местную специфику: дополнение основных положений новыми.

5. Крайне важно как можно раньше включить работу по созданию (гармонизации) стандарта в «План государственной стандартизации Республики Беларусь».

6. Важно правильно выбрать первоисточник. Нужно понимать, что все, что скачано из интернета – незаконно. Легален только официальный экземпляр из БелГИСС.

7. Необходимо постоянно отслеживать изменения в зарубежной нормативной базе. За рубежом изменения в стандартах происходят (и будут происходить) очень часто. Никто заранее предупредить об изменениях не будет. Может случиться ситуация (что у нас неоднократно и случалось), что на финише огромной работы выходит новая редакция зарубежного стандарта (причем существенно переработанная) и все придется начинать сначала.

8. Переводить на русский язык должен не просто переводчик, а переводчик и специалист в металлведении и/или металлургии (а еще лучше – в одном лице). Такие специалисты – «штучный товар», наличие их в команде обеспечивает более половины успеха.

9. На каждом этапе работ по стандартизации действовать на опережение. Всегда иметь временной лаг на форс-мажорные обстоятельства.

10. Немедленно по готовности первой редакции рассылать проект стандарта всем заинтересованным предприятиям.

11. Быть готовым к серьезным замечаниям, а иногда даже к категорическому неприятию новых стандартов, зарезервировать время на дипломатические переговоры с критиками, убеждения, разъяснения или аргументированное оспаривание замечаний, внесение корректировок в текст.

12. Авторами накоплен уникальный опыт гармонизации (адаптации) зарубежных стандартов к условиям Беларуси. Отработан механизм и специфика взаимодействия с БелГИСС и Госстандартом. Разработаны, гармонизированы, преобразованы в СТБ два международных стандарта. Все стандарты касаются металлопродукции, отзывы о них можно получить на БМЗ.

13. В ФТИ НАН Беларуси коллективом авторов под руководством А. И. Покровского выполнены работы по гармонизации и создан проект (первая редакция) белорусского аналога СТБ международного стандарта ISO 17804 Founding – Ausferritic spheroidal graphite cast irons – Classification (Отливки. Аусферритный чугун с шаровидным графитом. Классификация).

14. Таким образом, впервые в Беларуси для чугунов регламентированы предел прочности в 800 МПа в сочетании с относительным удлинением 10% и предел прочности 1400 МПа в сочетании с относительным удлинением 1%.

15. Наши предложения заключаются в проведении предварительных экспериментов по получению ADI чугунов на литейном участке ФТИ НАН Беларуси, а также совместное участие в государственных научно-технических проектах по освоению ADI в производстве.

16. Приобретя серьезный опыт по гармонизации двух зарубежных стандартов, мы предлагаем свои услуги предприятиям Беларуси в создании совершенно новых стандартов «с чистого листа» (как белорусских СТБ, так и межгосударственных уровня СНГ) на металлопродукцию и автомобильные компоненты с учетом пожеланий заказчика.

Выражаем благодарность Аделу Нофалу, профессору Центрального научно-исследовательского института металлургии (Каир, Египет) за ценные советы по составам и технологии производства ADI-чугунов и Ю.В. Кондратьеву, главному металлургу Мценского литейного завода за консультации по стандартам на ADI-чугуны.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект T20ПТИ-018).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ ISO 683–1–2020. Стали термообработываемые, легированные и автоматные. Часть 1. Нелегированные стали для закалки и отпуска. Минск: Госстандарт, 2020. 52 с.
2. СТБ ISO 683–2–2020. Стали термообработываемые, легированные и автоматные. Часть 2. Легированные стали для закалки и отпуска. Минск: Госстандарт, 2020. 46 с.
3. СТБ ISO 683–3–2020. Стали термообработываемые, легированные и автоматные. Часть 3. Цементуемые стали. Минск: Госстандарт, 2020. 40 с.
4. Дудецкая, Л. Р. Особенности бейнитного превращения в ковком чугуне / Л. Р. Дудецкая, В. А. Ткачева, А. И. Покровский // *Материалы, технологии, инструменты*. 1998. Т. 3. № 2. С. 41.
5. Дудецкая, Л. Р. Бейнитный чугун: опыт получения и применения / Л. Р. Дудецкая, А. И. Покровский, И. С. Гаухштейн, М. И. Демин, П. С. Гурченко // *Автомобильная промышленность*. 2001. № 11. С. 33–35.



6. Дудецкая, Л. Р. Термообработка на бейнитную структуру деталей из чугуна / Л. Р. Дудецкая, А. И. Покровский, И. С. Гаухштейн, М. И. Демин, П. С. Гурченко // *Литье и металлургия*. 2002. № 1. С. 45–49.
7. Покровский, А. И. Использование высокопрочного бейнитного чугуна для изготовления зубчатых колес. / А. И. Покровский, Л. Р. Дудецкая // *Литье и металлургия*. 2015. № 2 (79). С. 126–134.
8. Покровский, А. И. Бейнитный чугун или стальной прокат: границы возможностей при изготовлении ответственных изделий / А. И. Покровский А. И., А. П. Ласковнев, Л. Р. Дудецкая // *Инженер-механик*. 2016. № 1 (70). С. 9–21.
9. Покровский, А. И. Перспективы использования аустенито-бейнитного чугуна (ADI) в Беларуси // *Инженер-механик*. 2016. № 4 (73). С. 16–29.
10. Pokrovskii, Artur. Development and Application of Austempered Ductile Iron (ADI) in Belarus. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing GmbH, 2018. 63 p.
11. Покровский, А. И. Влияние формы графитовых включений на акустические характеристики изделий из литого и деформированного чугуна / А. И. Покровский, А. С. Чаус, Э. Б. Куновский // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2011. № 7 (673). С. 3–10.
12. Khina, V. B. Effect of ultrasound on combustion synthesis of composite material “TiC–metal binder” / V. B. Khina, M. M. Kulak // *Journal of Alloys and Compounds*. 2013. Vol. 578. P. 595–601.

## REFERENCES

1. STB ISO 683-1-2020. *Stali termoobrabatyvaemye, legirovannyye i avtomatnyye. Chast 1. Nelegirovannyye stali dlja zakalki i otpuska* [Belarus standard 683-1-2020. Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels. Part 1. Non-alloy steels for quenching and tempering]. Minsk, Gosstandart Publ., 2020, 52 p.
2. STB ISO 683-2-2020. *Stali termoobrabatyvaemye, legirovannyye i avtomatnyye. Chast 1. Nelegirovannyye stali dlja zakalki i otpuska* [Belarus standard 683-2-2020. Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels. Part 2. Alloy steels for quenching and tempering]. Minsk, Gosstandart Publ., 2020, 46 p.
3. STB ISO 683-3-2020. *Stali termoobrabatyvaemye, legirovannyye i avtomatnyye. Chast 1. Nelegirovannyye stali dlja zakalki i otpuska* [Belarus standard 683-3-2020. Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels. Part 3. Case-hardening steels.] Minsk, Gosstandart Publ., 2020, 40 p.
4. Dudetskaya L.R., Tkacheva V.A., Pokrovskii A.I. Osobennosti beinitnogo prevrascheniya v kovkom chugune [Specific features of bainitic transformation in gray cast iron]. *Materialy, tehnologii, instrumenty = Materials, technologies, tools*, 1998, vol. 3, no. 2, p. 41.
5. Dudetskaya L.R., Pokrovskii A.I., Gauhshtein I.S., Demin M.I., Gurchenko P.S. Beinitny chugun: opyt polucheniya i primeneniya [Bainitic cast iron: experience in production and application]. *Avtomobil'naya promyshlennost' = Automotive industry*, 2001, no. 11, pp. 33–35.
6. Dudetskaya L.R., Pokrovskii A.I., Gauhshtein I.S., Demin M.I., Gurchenko P.S. Termoobrabotka na beinitnyuyu strukturu detaley iz chuguna [Heat treatment of cast iron parts for bainitic structure]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2002, no. 1, pp. 45–49.
7. Pokrovskii A.I., Dudetskaya L.R. Ispol'zovanie vysokoprochnogo beinitnogo chuguna dlja izgotovleniya zubchatykh koles [The use of bainitic ductile iron the producing gear wheels]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2015, no. 2 (79), pp. 126–134.
8. Pokrovskii A.I., Laskovnev A.P., Dudetskaya L.R. Beinitnyi chugun ili stal'noy prokat: granitsy vozmozhnostey pri izgotovlenii otvetstvennykh izdeliy [Bainitic cast iron vs. rolled steel: limits of possibilities in the manufacture of critical products]. *Inzhener-mehaniik = Mechanical engineer*, 2016, no. 1 (70), pp. 9–21.
9. Pokrovskii A.I. Perspektivy ispol'zovaniya austenito-beinitnogo chuguna (ADI) v Belarusi [Application prospects of austenitic-bainitic cast iron (ADI) in Belarus]. *Inzhener-mehaniik = Mechanical engineer*, 2016, no. 4 (73), pp. 16–29.
10. Pokrovskii A. *Development and Application of Austempered Ductile Iron (ADI) in Belarus*. Saarbrücken, Lambert Academic Publishing GmbH, 2018, 63 p.
11. Pokrovskii A.I., Chaus A.S., Kunovskii E.B. Effect of the shape of graphite inclusions on acoustic characteristics of articles from cast and deformed iron. *Metal Science and Heat Treatment*, 2011, vol.53, no. 7–8, pp. 311–317.
12. Khina V.B., Kulak M.M. Effect of ultrasound on combustion synthesis of composite material “TiC–metal binder”. *Journal of Alloys and Compounds*, 2013, vol. 578, pp. 595–601.