

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР
_____ В.Л. Бибик
« _____ » _____ 2014 г.

Валуев Д.В.

СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ЧУГУНОВ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Термическая обработка сталей и сплавов» для бакалав-
ров по направлению 22.03.02 «Металлургия»

Издательство
Юргинского технологического института (филиала)
Томского политехнического университета
2014

УДК 620.18: 669. 14. 018. 252

Структура, свойства и применение чугунов: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Термическая обработка металлов и сплавов» для бакалавров по направлению 150400 «Металлургия» очной формы обучения / Сост. Д.В. Валуев. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2014. – 16с.

Рецензент

доктор технических наук, доцент

С.Б. Сапожков

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
МЧМ ЮТИ ТПУ
«__» _____ 2014 г.

Зав. кафедрой МЧМ

канд. тех. наук,

_____ *А.А. Сапрыкин*

Председатель

учебно-методической комиссии

_____ *И.С. Сулимова*

Рецензент

Кандидат технических наук,

доцент

С.Б. Сапожков

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, ЮТИ ТПУ, 2014

© Валуев Д.В., 2014

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить основные разновидности чугунов, их обозначение, свойства и области применения.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Металлографический микроскоп ЛабоМет - 1.
2. Набор микрошлифов чугунов.
3. Набор фотографий микрошлифов.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% углерода, называются **чугунами**. Кроме углерода, обязательно присутствуют примеси: кремний, марганец, сера, фосфор. В отличие от сталей чугуны имеют более высокое содержание углерода, заканчивают кристаллизацию образованием эвтектики, обладают низкой способностью к пластической деформации и высокими литейными свойствами. Их технологические свойства обусловлены наличием эвтектики в структуре.

1.1. Виды чугунов

В зависимости от формы выделения углерода в чугуне различают:

1) **Белый чугун**, в котором весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита Fe_3C . Чугун в изломе имеет белый цвет и характерный блеск.

2) **Половинчатый чугун**, в котором основное количество углерода (более 0,8%) находится в виде цементита. Чугун имеет структуру перлита, ледебурита пластинчатого графита.

3) **Серый чугун**, в котором весь углерод или большая часть находится в свободном состоянии в виде пластинчатого графита, а содержание углерода в связанном состоянии в виде цементита составляет не более 0,8 %.

4) **Чугун с отбеленной поверхностью**, в котором основная масса металла имеет структуру серого чугуна, а поверхностный слой – белого чугуна.

5) **Высокопрочные чугуны**, в которых графит имеет шаровидную форму.

6) **Ковкие чугуны**, получающиеся из белых путем отжига, при котором углерод переходит в свободное состояние в виде хлопьевидного графита.

1.2. Факторы, способствующие графитизации.

Графитизацией называется процесс выделения графита при кристаллизации или охлаждении сплавов железа с углеродом. Графитизация чугуна зависит от ряда факторов. К ним относятся присутствующие в чугуне центры графитизации, скорость охлаждения и химический состав чугуна.

Влияние скорости охлаждения обусловлено тем, что графитизация чугуна является диффузионным процессом и протекает медленно. Значительная длительность процесса графитизации обусловлена необходимостью реализации нескольких стадий: образования центров графитизации в жидкой фазе или аустените, диффузии атомов углерода к центрам графитизации и роста выделений графита. При графитизации цементита добавляется необходимость предварительного распада Fe_3C и растворения углерода в аустените. Чем медленнее охлаждение чугуна, тем большее развитие получает процесс графитизации. В одной и той же отливке чугун может иметь различную структуру. В тонких частях отливки, где выше скорость кристаллизации и охлаждения, чугун имеет меньшую степень графитизации, чем в массивных. Быстрое охлаждение способствует получению белого чугуна, более медленное – серого чугуна.

Из примесей, входящих в состав чугуна, наиболее сильное положительное влияние на графитизацию оказывает кремний. Содержание кремния в чугуне колеблется от 0,5 до 4-5 %, Марганец препятствует графитизации, увеличивая склонность чугуна к отбеливанию. Содержание марганца в чугуне обычно не более 0,5-1,0%.

Сера является вредной примесью в чугуне: ее отбеливающее влияние в 5-6 раз выше, чем марганца. Кроме того, сера снижает жидкотекучесть, способствует образованию газовых пузырей, увеличивает усадку и склонность к образованию трещин.

Влияние фосфора в чугуне существенно отличается от его влияния в стали. Хотя фосфор почти не влияет на графитизацию, он является полезной примесью, увеличивая жидкотекучесть серого чугуна за счет образования легкоплавкой (950-980°C) фосфидной эвтектики.

Обычно используют чугуны следующего химического состава, %: 3,0-3,7 C; 1-3 Si; 0,5-1,0 Mn, менее 0,3 P и 0,15 S.

1.3. Условия получения чугунов, свойства и область применения.

Белый чугун – это тот, в котором весь углерод находится в связанном состоянии и виде химического соединения цементита. Получают белый чугун при ускоренном охлаждении в процессе отливки деталей, заготовок. Практически данный чугун для изготовления деталей машин не используется, поскольку он обладает высокой твердостью и хрупкостью, а

благодаря наличию цементита не поддается обработке режущим инструментом.

Половинчатый чугун – тот, в котором одна часть углерода находится в связанном состоянии, а другая в свободном. В структуре половинчатых чугунов, наряду с вторичным цементитом или цементитом ледебурита, имеется графит. Половинчатые чугуны, так же как и белые, для изготовления деталей машин не используются.

Чугун с отбеленной поверхностью

В ряде случаев изготавливают детали с, так называемой, отбеленной поверхностью. Их поверхностный слой представляет собой белый чугун и имеет повышенную твердость и износостойкость, а сердцевина имеет структуру другой разновидности чугуна (с наличием графита) и более удачные, механические свойства (повышенную вязкость).

Примером таких изделий с отбеленной поверхностью являются валки для холодной прокатки металла, шары для шаровых мельниц и др.

Чугуны, в которых углерод находится в свободном виде, классифицируются по форме графитных включений.

Форма графитных включений может быть хлопьевидная, пластинчатая и шаровидная.

В обычном сером чугуне графит имеет пластинчатую форму.

Чугун, в котором графит имеет форму хлопьев, называют ковким чугуном.

Чугун с шаровидной формой графита называют высокопрочным чугуном.

Металлическая основа этих чугунов может состоять из перлита, феррита + перлита или из феррита. В зависимости от структуры металлической основы различают: перлитный чугун, имеющий структуру перлит + графит (П+Г), феррито - перлитный, структуру которого состоит из феррита + перлита + графита (Ф+П+Г), ферритный чугун со структурой феррит + графит (Ф+Г).

Серый, ковкий и высокопрочный чугуны, являются широко распространенными и дешевыми литейными конструкционными материалами. Свойства таких чугунов зависят как от структуры металлической основы, так и от характера графитных включений (форм, размеров, количества этих включений). На прочностные свойства и твердость существенно влияет структура металлической основы.

Чугун с перлитной структурой обладает наибольшей твердостью, прочностью и износостойкостью.

Наличие феррита в структуре вызывает снижение прочностных характеристик и износостойкости. Наименьшую прочность имеет фер-

ритный чугун. Твердость чугуна с различной структурой металлической основы имеет следующие значения:

Чугун	Ферритный	Феррито-перлитный	Перлитный
Твердость, НВ	150	200	250

Пластичность чугунов мало зависит от структуры металлической основы. Форма графитных включений мало влияет на твердость чугуна, однако, на прочность и пластические свойства она оказывает значительное влияние. Наиболее благоприятной формой графита является шаровидная, а пластинчатый графит снижает прочность и пластичность чугуна. Это связано с тем, что графитные включения играют роль трещин, пустот в чугуне и являются концентраторами напряжений.

Чем компактнее форма включений графита и чем меньше их количество, тем и меньшей степени они ослабляют металлическую основу, тем выше прочность и пластичность чугуна при одной и той же структуре металлической основы.

Пластичность чугуна очень заметно зависит от формы включений графита:

Форма графита	пластинчатая	хлопьевидная	шаровидная
Относительное удлинение в %	0,2-0,5	5-10	10-15

Следует отметить, что в определенных случаях наличие графита в структуре полезно и дает чугуну преимущества перед сталью: включения графита облегчают обрабатываемость чугуна резанием, (стружка делается ломкой); благодаря смазывающему действию графита чугун обладает хорошими антифрикционными свойствами.

Стоит также отметить хорошие литейные свойства чугуна, (хорошая жидкотекучесть и малая усадка) дающие ему преимущество по сравнению со сталью.

Серые чугуны обозначают буквами СЧ (С – серый, Ч – чугун) и цифрами, показывающими значение временного сопротивления при растяжении в МПа⁻¹. Стандартные марки чугунов (ГОСТ 1412-85): СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35. Примерный химический состав чугунов стандартных марок: 2,9-3,7% С, 1,2-2,6% Si, 0,5-1,1% Mn, не более 0,2-0,3% P и не более 0,12-0,15% S. Отливки из серых чугунов широко применяют в машиностроении. Чугуны марок СЧ 10, СЧ15 предназначены для работы с небольшими или средними нагрузками. Чугун марки СЧ10

используют для изготовления стоек, оснований, кожухов, коробок, изложниц.

Из чугунов марок СЧ20 и СЧ25 изготавливают блоки цилиндров, картеры двигателей, поршни цилиндров. Твердость серых чугунов (НВ 160 - 225 кгс/мм²) сопоставима с твердостью отожженных сталей, по структуре соответствующих металлической основе чугуна. Однако из-за влияния графита, нарушающего сплошность металлической основы и являющегося концентратором напряжений, свойства серых чугунов в условиях растяжения низкие - мала прочность, пластичность: относительное удлинение не превышает 0,5%, предел прочности - не более 400 МПа. В значительно меньшей степени графитные включения оказывают влияние на механические свойства в условиях сжатия. Предел прочности при сжатии в 1,5–3 раза больше, чем при растяжении.

Ковкий чугун получают из белого путем специального графитизирующего отжига. После заполнения форм отливки быстро охлаждают и получают структуру белого чугуна. Затем отливки подвергают длительному отжигу до 2 суток.

Первая стадия графитизации, на которой разлагается эвтектический и нерастворенная часть вторичного цементита, проходит при температуре 950-1000°C. Вторая стадия графитизации, которая имеет место при получении ферритной основы, проходит при замедленном охлаждении чугуна в интервале 720-760°C или при изотермической выдержке несколько ниже эвтектоидной температуры (727°C).

Обозначают ковкий чугун буквами КЧ (К - ковкий, Ч - чугун) и цифрами, обозначающими минимальное значение временного сопротивления при растяжении МПа·10⁻¹ и относительное удлинение, например КЧ35-10. Ковкие чугуны обладают хорошим сочетанием прочности и пластичности. Применяется этот чугун для изготовления деталей, работающих в более тяжелых условиях, для более ответственных изделий, по сравнению с изготавливаемыми из серого чугуна. Например, картеры редукторов, коробки передач автомобилей, кронштейны рессор, различные крюки, фланцы и т.д.

Высокопрочный чугун получают путем модифицирования его при выплавке магнием, алюминием, церием. Они способствуют формированию шаровидных включений графита.

Графит компактной формы (шаровидный в высокопрочных и хлопьевидный в ковких чугунах) в значительно меньшей степени сказывается на свойствах при растяжении. Относительное удлинение у чугунов этих видов достигает 10-12%, а предел прочности, -, 600-1200 МПа. Высокопрочные чугуны маркируют буквами ВЧ (В- высокопрочный, Ч – чугун) и цифрами, обозначающими значение временного сопротивления

при растяжении, МПа- 10^{-1} . Чугуны с шаровидным графитом по механическим свойствам приближаются к сталям, сохраняя при этом хорошие литейные свойства, способность легко обрабатываться резанием.

Высокопрочные чугуны применяют в авто-, тракторо- и дизель-строении, их используют для изготовления коленчатых валов, поршней и многих других ответственных деталей, работающих при высоких циклических нагрузках и в условиях изнашивания. В тяжелом машиностроении из них изготавливают оборудование прокатных станков, детали кузнечно-прессового оборудования, в турбостроении - корпус паровой турбины, лопатки направляющего аппарата. Во многих изделиях детали из высокопрочных чугунов успешно заменяют детали из стали (зубчатые колеса, коленчатые валы).

Легированные чугуны

Представляет интерес использование чугунов для деталей, работающих в специфических условиях (агрессивные среды, высокие температуры и др.). Для этого в чугуны вводят соответствующие легирующие элементы, способствующие повышению необходимых свойств. Такие чугуны называются легированными, специального назначения. Они дешевле легированных сталей и вследствие лучших литейных свойств оказываются предпочтительнее для получения отливок,

1.4. Структура чугуна

Химический состав и, в частности, содержание углерода не характеризуют свойств чугуна: его структура и основные свойства зависят не только от химического состава, но и от процесса выплавки, условий охлаждения отливки и режима термической обработки. Свойства чугуна определяются его структурой. Микроструктура чугуна состоит из металлической основы и графитных включений. Свойства чугуна зависят от свойств металлической основы и характера включений графита.

Белый чугун. В структуре доэвтектического чугуна наряду с перлитом и вторичным цементитом присутствует хрупкая эвтектика (ледебурит), количество которой достигает 100% в эвтектическом чугуне. Структура заэвтектического чугуна состоит из эвтектики (ледебурит) и первичного цементита, выделяющегося при кристаллизации из жидкости в виде крупных пластин.

Серый чугун. Зависимость свойств серого чугуна от структуры значительно сложнее, чем у стали, так как его структура состоит из металлической основы и включений графита, вкрапленных в эту основу. Для характеристики структуры серого чугуна необходимо определить размеры, форму, распределение графита, а также структуру металлической основы.

Графитные включения лучше определять на нетравленных шлифах. Хрупкие графитные включения в металлической основе (в поверхностном слое) выкрашиваются при шлифовании и полировании микрошлифа, поэтому участки, в которых они находились, кажутся в микроскопе темными. Они имеют характерную форму пластинок. Можно качественно оценить влияние графитных включений на механические свойства серого чугуна: чем меньше графитных включений, чем они мельче и больше степень изолированности их друг от друга, тем выше прочность чугуна при одной и той же металлической основе. Оценку графитных включений осуществляют по типовой шкале ГОСТ 3443-77.

Металлическую основу изучают после травления микрошлифа. Она состоит из феррита и перлита, количественное соотношение их может быть различным. При одинаковом характере графитных включений чугун с преобладающим количеством перлита (перлитовый чугун) обладает более высокими механическими свойствами, чем чугун с преобладающим количеством феррита (ферритовый чугун). Типичные структуры серых чугунов с различной металлической основой приведены на фотографиях микрошлифов.

Высокопрочный чугун. Его получают модифицированием магнием; в отличие от серого чугуна он имеет включения графита шаровидной, а не пластинчатой формы. Механические свойства чугуна значительно выше.

Структуру высокопрочных чугунов определяют на нетравленных шлифах (для выявления графитных включений затем на травленных для характеристики металлической основы. Она состоит из феррита и перлита.

Ковкий чугун. Его получают отжигом белого чугуна; он имеет графит (углерод отжига) в виде хлопьевидных включений.

Ковкий чугун имеет сравнительно однородную по сечению отливки ферритную структуру металлической основы. Реже его структура феррито-перлитная или перлитная.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Изучить микроструктуры белых, серых, ковких, высокопрочных чугунов по фотографиям микрошлифов.

2.2. Изучить под микроскопом шлифы нетравленных образцов, зарисовать их; по форме графитных включений, определить какие это чугуны.

- 2.3. Изучить под микроскопом микроструктуры чугунов; определить, какие это чугуны (белый, серый, ковкий, высокопрочный).
- 2.4. Зарисовать схемы микроструктур, обратив внимание на форму и расположение графитных включений.
- 2.5. Пользуясь приложениями 4, 5, 6 (ГОСТ 1215-79, ГОСТ 7293-85, ГОСТ 1412-85), расшифруйте несколько марок чугуна (по указанию преподавателя).
- 2.6. Оформить отчет.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие формы графита существуют в чугунах?
2. Как влияет графит на механические свойства чугунов?
3. Для каких деталей рекомендуется применение серых чугунов?
4. Какой чугун называется высокопрочным и почему?
5. Как классифицируются чугуны по структуре?
6. Как подразделяются чугуны по структуре металлической основы?
7. Как маркируются серые, высокопрочные и ковкие чугуны?
8. Какие элементы способствуют графитизации?
9. Какие элементы способствуют отбелу?
10. Какие элементы способствуют образованию шаровидного графита?
11. Как получают высокопрочный чугун?
12. Как получают ковкий чугун?

ЛИТЕРАТУРА

1. Материаловедение. Методы анализа, лабораторные работы и задачи. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Учебное пособие для вузов. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1989.-456 с.
2. Материаловедение. Методы анализа, лабораторные работы и задачи. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г.-М.: Металлургия, 1984.-384с.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990-528 с.
4. Лабораторный практикум по металловедению Масленников Ф.И. – М.: Машгиз, 1955 – 252 с.

Приложение 1

Выписка из ГОСТ 1412-85

Чугун с пластинчатым графитом для отливок

1.1. Для изготовления отливок предусматриваются следующие марки чугуна: СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35.

По требованию потребителя для изготовления отливок допускаются марки чугуна СЧ 18, СЧ21 и СЧ24.

1.2. Условное обозначение марки включает буквы СЧ - серый чугун и цифровое обозначение минимального временного сопротивления! при растяжении в МПа 10^{-1} .

Пример условного обозначения: СЧ15 ГОСТ 1412 -85

Таблица 1

Механические свойства

Марка чугуна	Марка чугуна по СТ СЭВ 4550-84	Временное сопротивление при растяжении σ_B , МПа (кгс/мм ²), не менее
СЧ10	31110	100 (10)
СЧ15	31115	150(15)
СЧ18	-	180(18)
СЧ20	31120	200 (20)
СЧ21	-	210(21)
СЧ24	-	240 (24)
СЧ25	31125	250 (25)

Таблица 2

Марки и химический состав

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %				
	углерод	кремний	марганец	фосфор	сера
				не более	
СЧ10	3,5-3,7	2,2-2,6	0,5-0,8	0,3	0,15
СЧ15	3,5-3,7	2,0-2,4	0,5-0,8	0,2	0,15
СЧ20	3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1,0	0,2	0,15
СЧ25	3,2-3,4	1,4-2,2	0,7-1,0	0,2	0,15

Таблица 3

Физические свойства чугуна с пластинчатым графитом

марка чугуна	плотность ρ , кг/м ³	линейная усадка, ϵ , %	модуль упругости $E \cdot 10^{-2}$ МПа	удельная теплоемкость, С, Дж(кг·К)
СЧ10	$6,8 \cdot 10^3$	1,0	700-1100	460
СЧ15	$7,0 \cdot 10^3$	1,1	700-1100	460

Выписка из ГОСТ 1215-79
Отливки из ковкого чугуна
Общие технические условия

Настоящий стандарт распространяется на отливки из ковкого чугуна, изготовленные из белого чугуна и подвергнутые термической обработке с целью получения необходимых механических свойств и микроструктуры, состоящие из феррита и перлита в различных соотношениях углерода и отжига.

1. Марки

В зависимости от состава микроструктуры металлической основы ковкий чугун делят на ферритный (Ф) и перлитный (П) классы.

1.2. Отливки изготавливают из ковкого чугуна следующих марок: КЧ 30-6; КЧ 30-8; КЧ 35-10; КЧ 37-12 ферритного класса, характеризующегося ферритной или ферритно-перлитной микроструктурной металлической основы;

КЧ 45-7; КЧ 50-5; КЧ55-4; КЧ 60-3; КЧ 65-3; КЧ 70-2; КЧ 80-1,5 перлитного класса, характеризующего в основном перлитной микроструктурой металлической основы.

Пример условных обозначений

Отливка из ковкого чугуна марки КЧ 30-6
ферритного класса: *отливка КЧ 30-6 Ф ГОСТ 1215-79*

2. Технические требования

2.1. Механические свойства чугуна ферритного и перлитного классов должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Механические свойства

марка ковкого чугуна ферритного и перлитного класса	временное сопротивление разрыву, МПа (кгс/мм ²), не менее	относительное удлинение, %, не менее	твёрдость по Бриггеллю НВ
КЧ 30-6	294(30)	6	100-163
КЧ 33-8	323(33)	8	100-163
КЧ 35-10	333(35)	10	100-163
КЧ 37-12	362(37)	12	110-163
КЧ 45-7	441(45)	7	150-207
КЧ 50-5	490(50)	5	170-230

Таблица 2

Марки и химический состав

марка чугуна						
	углерод	кремний	марганец	фосфор	сера	хром
ферритного класса						
КЧ 30-6	2,6-2,9	1,0-1,6	0,4-0,6	0,18	0,20	0,08
КЧ 33-8	2,5-2,8	1,1-1,3	0,3-0,6	0,12	0,20	0,06
КЧ 35-10	2,4-2,7	1,2-1,4	0,2-0,4	0,12	0,06	0,06
КЧ 37-12						
перлитного класса						
КЧ 45-7	2,5-2,8	1,1-1,3	0,3-1,0	0,10	0,20	0,08
КЧ 50-5	-	-	-	-	-	-
КЧ 55-4	-	-	-	-	-	-
КЧ 65-3	2,4-2,7	1,2-1,4	0,3-1,0	0,10	0,06	0,08
КЧ 70-2	-	-	-	-	-	-

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Металлургия черных металлов»

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Лабораторная работа № __

Исполнитель
студент,
номер группы

(подпись) И.О. Фамилия
(дата)

Руководитель
(должность,
ученая степень)

(подпись) И.О. Фамилия
(дата)

Юрга 201__

Учебное издание

ВАЛУЕВ Денис Викторович

СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ЧУГУНОВ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Термическая обработка сталей и сплавов» для бакалав-
ров по направлению 22.03.02 «Металлургия»

Печатается в редакции автора-составителя

**Отпечатано в издательстве ЮТИ ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 10.11.2014г.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Плоская печать. Усл. печ. л. 0,70. Уч-изд. л. 0,63.
Тираж 20 экз. Заказ . Цена свободная.
ИПЛ ЮТИ ТПУ. Ризограф ЮТИ ТПУ.
652000, Юрга, ул. Московская, 17.