



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

**Международная научно-техническая
конференция**

Москва, 24–26 мая 2022 года

СБОРНИК ТРУДОВ

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES,
EQUIPMENT AND MATERIALS
FOR BLANKING PRODUCTIONS
IN MECHANICAL ENGINEERING**

International Conference

Moscow, May 24–26, 2022

COLLECTION OF WORKS

УДК 621.9+001.825
ББК 344
И66

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/7565/>

Под общей редакцией *В.Ю. Лавриненко*

И66 Инновационные технологии, оборудование и материалы заготовительных производств в машиностроении : Международная научно-техническая конференция (Москва, 24–26 мая 2022 г.) : сборник трудов / [под общ. ред. В. Ю. Лавриненко] ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. — 370, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5888-2

Сборник трудов посвящен актуальным вопросам создания новых технологий и оборудования заготовительных производств в машиностроении (литейное, кузнечно-штамповочное, прокатно-волочильное производства, высокоэнергетические методы изготовления заготовок), восстановления и упрочнения деталей в машиностроении, триботехники в реновации, модернизации и повышения надежности машиностроительного оборудования, а также проблемам контроля и диагностики деталей и оборудования в машиностроении. В книге отражены результаты исследований, проводимых учеными и специалистами вузов, научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий России, Беларуси, Казахстана, Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Словацкой Республики и Китая.

Для преподавателей вузов, молодых ученых, аспирантов и студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Машиностроение», «Материаловедение и технологии материалов», «Проектирование технологических машин и комплексов», а также специалистов научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий, занимающихся разработкой и применением технологий и оборудования заготовительных производств и восстановительных технологий в машиностроении.

УДК 621.9+001.825
ББК 344

ISBN 978-5-7038-5888-2

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022

Заготовительные производства в машиностроении

Литейное и сварочное производство

УДК 620.18

Поверхностные и внутренние дефекты литой заготовки для труб

Барбошкин Кирилл Алексеевич
АО "Северсталь Менеджмент"

baraboshkink@gmail.com

Представлен анализ внутренних и поверхностных дефектов литой заготовки для труб согласно ГОСТ 21014–88 и фактический атлас дефектов, полученный в ходе обработки статистических данных. Сделаны выводы о встречающихся дефектах и разработаны меры для предупреждения их возникновения. В ходе составления атласа внутренних и поверхностных дефектов сделаны выводы о встречающихся дефектах и разработаны меры для предупреждения их возникновения.

Ключевые слова: трубы, прокат, металлургия, сталь, заготовка, сварные трубы, пластические свойства, легированная сталь

В ходе исследования возникающих внутренних и поверхностных дефектов, возникла необходимость статистической обработки данных и составления собственного атласа дефектов и его сравнение с дефектами, приведенными в ГОСТ 21014–88.

В соответствии с ГОСТ 21014–88:

1. Дефекты поверхности, обусловленные качеством слитка в литой заготовке:

- раскатанное (раскованное) загрязнение (шлаковина, песочина, огнеупорное включение, краевое загрязнение);
- волосовина (волос, волосовидная трещина);
- расслоение (раздвоение, расслой, расщепление, следы усадочной рыхлости, торцевой вырыв, язык);
- слиточная рванина, плена;
- гармошка (крупный надрыв, усадка, усадка-вздутие, усадочная раковина, усадочная рыхлость) и др.

2. Дефекты поверхности, образовавшиеся в процессе деформации:

- деформационная рванина;
- рванина на кромках (рваная кромка, зазубрина, зарезь кромки, надрывы по кромке);
- прокатная плена (корка, отслоение, чешуя);
- трещина напряжения (продольная трещина, закалочная трещина, трещина деформации, трещина охлаждения, холодная трещина, термическая трещина);
- скворечник (дыра, свищ) и др.

3. Дефекты поверхности, образовавшиеся в процессе отделочных операций:

- травильные трещины;
- недотрав/перетрав;
- шлифовочные трещины и др.

Фактические (атлас дефектов):

- Дефекты формы:
- вздутие (выпуклость, вогнутость, ромбичность, овальность, отклонение по сечению/длине, скручивание, кривизна).

2. Дефекты торцов заготовки (дефекты реза):

- волнистый рез, грат («борода»), заусенец, косой рез, надорез, рассредоточенный рез, сплющивание.

3. Поверхностные дефекты:

- поверхностные трещины;
- ужимины (вмятины) поперечные и продольные и др.

4. Внутренние дефекты:

- внутренние трещины;
- ликвационные полосы;
- центральные и осевые трещины;
- межкристаллитные трещины;
- осевая ликвация (ОЛ);
- центральная пористость (ЦП);
- светлый контур (полоса) (СК);
- газовые пузыри (подкорковые каналы);
- инородные включения;
- столбчатая структура;
- усадочная раковина;
- флокены и др.

5. Прорывы кристаллизующейся корочки на НЛЗ

В ходе составления атласа внутренних и поверхностных дефектов сделаны выводы о встречающихся дефектах и разработаны меры для предупреждения их возникновения.

Исследованиями, проведенными в ФРГ, США, Японии и бывшем СССР, установлено, что использование круглой литой заготовки по сравнению с применением непрерывнолитых блюмов при производстве труб имеет определенные преимущества. Во-первых, поверхность круглой заготовки имеет более высокое качество, чем квадратной (нет продольных и угловых трещин). Это непосредственно приводит к более высокому качеству труб, изготовленных из круглой непрерывнолитой заготовки. Во-вторых, повышенная плотность равноосной структуры в осевой зоне круглых заготовок обеспечивает снижение количества микродефектов. Последние обычно образуются на внутренней поверхности трубы из-за наличия осевой пористости у квадратных заготовок.

Для изготовления бесшовных труб используют заготовки из углеродистой и легированной стали. Исходным материалом в зависимости от диаметра трубы и толщины ее стенки могут быть литая трубная гильза, слиток, блюм. Выбор зависит от требований, предъявляемых к изделиям.

Трубные гильзы получают методом непрерывного или центробежного литья. Последний из перечисленных методов предпочтителен при изготовлении труб из каче-

ственных сталей и специальных сплавов малыми партиями. Однако преобладающее количество заготовок для производства бесшовных изделий получают в виде отливок сплошного сечения.

Для улучшения пластических свойств заготовку подвергают гомогенизации, а затем горячей деформации со степенью обжатия около 60 %.

Круглую трубную заготовку применяют с диапазоном диаметров 100–750 мм. При этом материал, размером, превышающим примерно 250 мм, направляют в виде многогранных слитков прямо в литом состоянии на специальный трубный стан. Металлы, размером примерно до 250 мм поступают на трубный стан после предварительной прокатки. Предварительная отделка осуществляется на блюмингах и на станах.

Для труб из высоколегированных (и нержавеющей) сталей применяют также и катанную или кованую заготовку. Возможен и непосредственный передел блюмов и сортовых квадратных элементов с машин непрерывного литья на стане. При использовании предварительно прокатанной непрерывнолитой детали, качество внутренней поверхности изделий улучшается. С увеличением степени деформации до 75 % достигается улучшение показателей свойств.

Уровень минимального обжатия для достижения требуемых свойств для металла, отлитого непрерывным способом, имеет большее значение, чем для того, который был изготовлен в изложницах. При разливке в последние из перечисленных, уже просто по экономическим соображениям приходится отливать слитки больших размеров по сечению и при этом неизбежно достигаются высокие степени деформации, а при непрерывном литье данный параметр должен приниматься в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Кратность вытяжки 3–4, первоначально считавшаяся достаточной, теперь признается приемлемой только для труб второстепенного назначения и при незначительном их нагружении. Для изделий средней и повышенной ответственности необходима, по крайней мере, 6–10-кратная вытяжка.

Поскольку при производстве металлопроката исходный материал (заготовка) подвергается дополнительной горячей обработке давлением, требуемые свойства материала могут быть целенаправленно получены либо в процессе деформации, либо путем термической обработки готового продукта.

Литература

- [1] Хлыбов А.А., Ворожева Е.Л. Влияние исходной литой структуры на качество горячекатаного проката дозвтектоидной стали. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2021, т. 19, № 1, с. 48–59. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2021-19-1-48-59>
- [2] Фарбер В.М., Пышминцев И.Ю., Бодров Ю.В., Горожанин П.Ю., Жукова С.Ю., Хотин В.А. Стали для насосно-компрессорных и обсадных труб повышенных групп прочности. Металлург, 2008, № 1, С. 47–53.
- [3] Горожанин П.Ю., Хотин В.А., Черных Е.С., Жукова С.Ю., Фарбер В.М. Влияние состава сталей и технологии производства на механические свойства насосно-компрессорных и обсадных труб. Технология металлов, 2008, № 2, с. 5–9.
- [4] Spinelli C.M., Demofonti G., Fonzo A., Lucci A., et al. Full Scale Investigation on Strain Capacity of High Grade Large Diameter Pipes. Europipe Technical Publications, 2011, pp. 14–26.

УДК 621.74.043.2

Заполняемость формы при литье с кристаллизацией под давлением

Безпалько Владимир Ильич
ОАО «Гидравлика»

sromanov6666@gmail.com

Батышев Константин Александрович konstbat@bmstu.ru
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Батышев Александр Иванович
Издательский дом «Литейное производство»

konstbat@rambler.ru

Рассмотрены процессы заполняемости формы при литье с кристаллизацией под давлением с использованием поршневой схемы прессования. Для исследования была разработана специальная пресс-форма с тонкими каналами и разъемным пуансоном. Каналы выполнены сквозными, что обеспечивает свободный выход газов в процессе прессования. Установлено, что в зависимости от заданных режимов литья и вида сплава каналы заполняются неодинаково, величина заполняемости различна по сечению отливки-пробы и достигает наибольшего значения в ее центральной части, где температура расплава наибольшая

Ключевые слова: литье с кристаллизацией под давлением, пресс-форма, пуансон, заполняемость, расплав, отливка-проба

Исследовали заполняемость формы при литье с кристаллизацией под давлением (ЛКД) сплошных цилиндрических отливок. Указанные отливки в основном получают при поршневой схеме прессования [1, 2]. Заполняемость изучали на специальной пресс-форме (рисунок а), в состав которой входит разъемный пуансон (рисунок б), в котором выполнены тонкие каналы, симметрично расположенные относительно его оси. Каналы выполнены сквозными, что обеспечивает свободный выход газов в процессе прессования.

Пуансон 3 имеет специальную конусообразную оправку 2, которая надежно соединяет вместе его обе половины. Пуансон крепится с помощью верхней плиты 1 на траверсе пресса. Матрица 4 расположена на нижней плите 7.

После заливки расплава 5 и его выдержки в форме до окончания затвердевания полученная отливка-проба 8 выталкивалась толкателем 6 из матрицы, а затем извлекалась из пуансона.

Отливка-проба (рисунок в) имеет вид цилиндра и отходящими от его верхнего торца тонкими прутками, по длине которых (в мм) определяли величину заполняемости по сечению отливки.

Для сравнения заполняемости формы при различных режимах литья протяженность и размеры сечений каналов подбирали таким образом, чтобы в процессе прессования расплав заполнял их не на всю длину.

Каналы в пробах заполнялись принудительно под непосредственным воздействием пуансона на расплав, залитый в матрицу. Пуансон в начале прессования полно-

стью перекрывает полость матрицы и воздействует на расплав до полного его затвердевания [3, 4]. Оформление контура цилиндрической части пробы осуществляется в начале приложения давления.

В процессе прессования происходит небольшое понижение уровня расплава за счет заполнения им тонких каналов в пуансоне и в результате усадки самой отливки-пробы.

Установлено, что в зависимости от заданных режимов литья и вида сплава каналы заполняются неодинаково, величина заполняемости различна по сечению отливки-пробы и достигает наибольшего значения в ее центральной части, где температура расплава наибольшая.

В направлении от центра отливки к ее периферии температура расплава снижается, что объясняется ее неравномерным распределением в процессе затвердевания отливки [5].

При поршневом прессовании формообразование отливки происходит практически без перемещения расплава внутри формы, что не приводит к нарушению последовательности распределения температуры в направлении от центра отливки-пробы к ее стенкам.

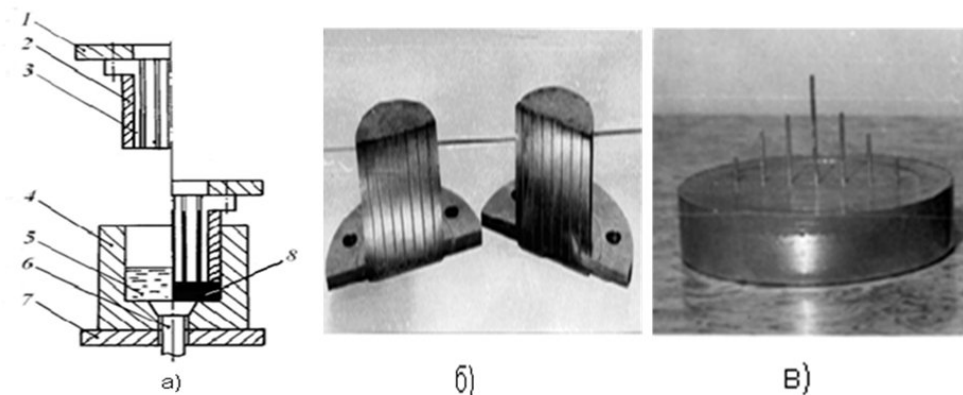


Рис. Пресс-форма для изучения заполняемости формы (а), пуансон (б), отливка-проба (в)

Литература

- [1] Батышев А.И. Кристаллизация металлов и сплавов под давлением. Москва, Металлургия, 1990, 144 с.
- [2] Безпалько В.И. Литье с кристаллизацией под давлением силуминов. Москва, Изд-во МГОУ, 2011, 210 с.
- [3] Батышев К.А., Безпалько В.И., Батышев А.И., Смолькин А.А. Изготовление герметичных отливок из силуминов. Литейное производство, 2012, № 1, с. 29–30.
- [4] Батышев К.А. Литье с кристаллизацией под давлением. Москва, Изд-во МГОУ, 2009, 168 с.
- [5] Батышев К.А., Брежнев Л.В., Батышев А.И., Полянчиков О.Г. Гидравлический пресс для литья с кристаллизацией под давлением алюминиевых сплавов. Новые материалы, 2012, № 5–6, с. 7–8.

Содержание

Заготовительные производства в машиностроении	3
Литейное и сварочное производство	3
<i>Барaboшкин К.А.</i>	
Поверхностные и внутренние дефекты литой заготовки для труб	3
<i>Безпалько В.И., Батышев К.А., Батышев А.И.</i>	
Заполняемость формы при литье с кристаллизацией под давлением	6
<i>Безпалько В.И., Батышев К.А., Батышев А.И.</i>	
Моделирование процессов заполнения тонких каналов литейной формы при литье с кристаллизацией под давлением	8
<i>Белов Н.А.</i>	
Обоснование состава и структуры деформируемых сплавов на базе системы Al–Cu–Mn (Zr), не требующих гомогенизации и закалки	10
<i>Виноградов В.Ю., Юсипов Р.Ф., Демьянов Е.Д., Паремский И.Я., Айрапетян А.С.</i>	
Метод оценки качества поверхности лицевого слоя формы литья по выплавляемым моделям	13
<i>Виноградов В.Ю., Юсипов Р.Ф., Демьянов Е.Д., Паремский И.Я., Айрапетян А.С.</i>	
Литье по выплавляемым моделям точных отливок ответственного назначения	16
<i>Гавариев Р.В., Гавариева К.Н., Файрузова З.Р.</i>	
К вопросу качества алюминиевых отливок, получаемых литьем под давлением	18
<i>Гутько Ю.И., Шинкарева Т.А., Тараненко Н.А.</i>	
Сравнительный анализ кварцевых песков для фуран- и Cold-Box-Amin процессов	22
<i>Денисов К.А., Баринов А.Ю., Никитин В.И., Никитин К.В.</i>	
Разработка комплекса технико-технологических решений для аддитивного производства моделей с целью повышения качества фасонных отливок ответственного назначения при литье по выплавляемым моделям	25
<i>Кадочников С.В., Нуралиев Н.Ф.</i>	
Лейкоксоновый концентрат — перспективный наполнитель противопопригарных красок для стального и чугунного литья	29
<i>Константинов В.Н., Никитин К.В., Баринов А.Ю.</i>	
Разработка комплексной технологии изготовления разовых моделей средствами аддитивного производства в стандартном технологическом процессе литья по выплавляемым моделям	32
<i>Коровин В.А., Маслов К.А., Киров А.С.</i>	
Комплексное воздействие на расплав графитизированной стали для повышения эксплуатационной стойкости нажимных валков колесопрокатного стана	36

<i>Лившиц В.Б., Кушнир А.П., Мамедова И.Ю.</i> Получение отливок эстрих-процессом	38
<i>Лившиц В.Б., Кушнир А.П., Шумилин В.К.</i> Формирование отливки при литье под низким давлением	40
<i>Муранов А.Н., Семенов А.Б.</i> Влияние различных систем связующего на получение точных заготовок из сплава ВНЖ-95 инъекционным литьем порошков (МІМ-технология)	42
<i>Никитин К.В., Баринов А.Ю., Зайцева В.Г.</i> Применение реверс-инжиниринга и аддитивных технологий для получения художественных отливок	45
<i>Нуралиев Н.Ф., Коротченко А.Ю., Кадочников С.В.</i> Исследование податливости формы при затрудненной усадке серого чугуна с пластинчатым графитом	48
<i>Нуралиев Н.Ф., Коротченко А.Ю., Кадочников С.В.</i> Деформация смоляных холоднотвердеющих смесей в процессе твердения (формообразования)	52
<i>Пилипенко А.А.</i> Повышение прочности керамической литейной формы на основе бескремнеземного связующего материала Алумозоль А	55
<i>Свинороев Ю.А., Феклин Н.Д., Гутько Ю.И., Батышев К.А.</i> Перспективы внедрения и использования «способа формовки по спаренным моделям» для выпуска ответственных корпусных отливок	59
<i>Свинороев Ю.А.</i> Развитие научных основ создания связующих литейных материалов на основе технического лигнина и разработка ресурсоэффективных технологий их применения при производстве отливок	62
<i>Свинороев Ю.А., Рябичев В.Д., Гутько Ю.И., Батышев К.А., Семенов К.Г.</i> Проблемы и перспективы разработки новых современных литейных связующих материалов на основе отечественной сырьевой базы	66
<i>Свинороев Ю.А., Родионов А.В.</i> Практика применения экологически чистых лигносульфонатных связующих материалов в технологических процессах литья	69
<i>Свириденко Д.С., Батышев К.А., Георгиевский М.Г., Крымов И.А., Волотов И.В.</i> Изучение затвердевания и уплотнения отливок из алюминиевых сплавов АК5М7 и АК7М6 при литье с кристаллизацией под давлением	76
<i>Свириденко Д.С., Батышев К.А., Семенов К.Г., Волотов И.В., Крымов И.А.</i> Изучение перемещения различных слоев отливок по высоте при литье с кристаллизацией под давлением	78
<i>Свириденко Д.С., Батышев К.А., Георгиевский М.Г., Хованская В.А., Волотов И.В., Крымов И.А.</i> Литые детали шестеренного насоса	80
<i>Свириденко Д.С., Батышев К.А., Айрапетян А.С., Хованская В.А., Крымов И.А., Волотов И.В.</i> Структура и механические свойства отливок из силуминов, полученных литьем с кристаллизацией под давлением	82

<i>Смыков А.Ф., Кузовов С.С.</i> Автоматизированное решение по формированию поверхностной зоны отливок в формах с функциональным покрытием разных фракций	85
<i>Станчек Л., Батышев А.И., Ванко Б.</i> Изучение структуры силумина, закристаллизованного под давлением	88
<i>Стрельников И.А., Илларионов И.Е., Иванова Л.А.</i> Применение современных связующих для изготовления суспензии при литье по выплавляемым моделям	90
<i>Тимошкин И.Ю., Никитин В.И., Никитин К.В., Нуждин Г.С.</i> Получение отливок из алюминиевых сплавов литьем в податливую металлическую форму	93
<i>Тимошкин И.Ю., Ромаданов А.В., Соколов И.Н.</i> Цифровые технологии при получении отливок в разовые песчаные формы.....	96
<i>Третьяков А.Ф.</i> Свариваемость пористых сетчатых материалов из стали 12Х18Н10Т и технологические процессы изготовления сварных конструкций	98
<i>Харченко С.В., Никитин К.В., Баринов А.Ю., Юдин Д.М.</i> Разработка комплекса технологических решений получения высокого качества фасонных отливок средствами аддитивных технологий SLA	101
<i>Харченко С.В., Никитин К.В., Баринов А.Ю., Юдин Д.М.</i> Применение стереолитографии при изготовлении пресс-форм для получения восковых моделей для литья в керамические формы	104
<i>Хованская В.А., Батышев К.А., Демьянов Е.Д., Семенов К.Г., Панкратов С.Н.</i> Получение вторичных цветных сплавов из низкосортного сырья литейных цехов.....	106
<i>Чайкин А.В.</i> Применение прогрессивных материалов для рафинирования черных и цветных сплавов	108
<i>Юдин Д.М., Баринов А.Ю., Никитин К.В., Харченко С.В.</i> Повышение эффективности производства фасонных отливок за счет интеграции средств аддитивного производства в технологический процесс литья по выплавляемым моделям	113
<i>Юмабаев А.А.</i> Расчетное определение температуры разупорядочение кластеров комплексно легированных износостойких чугунов специального назначения с целью проведения высокотемпературной обработки расплава.....	117
Кузнечно-штамповочное производство	119
<i>Бровман Т.В., Макаров Н.А.</i> Устойчивость симметричной пластической деформации при прокатке	119
<i>Изиева И.О., Маляров А.И., Лысенко А.А.</i> Использование высокочастотных плавильных установок для моделирования процессов плавки в промышленных индукционно-тигельных печах.....	123
<i>Коровин В.А., Леушин И.О., Гейко М.А., Бистина Л.М., Гейко И.В.</i> Составной элемент горизонтально-вертикальной литейной формы.....	125

<i>Коровин В.А., Гарченко А.А., Маслов К.А., Беляев С.В.</i> Повышение срока службы изложниц для разливки сплавов.....	127
<i>Лавриненко В.Ю., Посалина А.Е., Лавриненко Ю.А., Кирсанов А.С.</i> Направления повышения эффективности производства высокопрочных крепежных и сложнопрофильных деталей.....	130
<i>Лавриненко Ю.А., Лавриненко В.Ю., Шачнев П.Г.</i> Совершенствование крепежных систем автомобильных транспортных средств и развитие технологии их производства.....	134
<i>Лавриненко В.Ю.</i> Инновационные технологии кузнечно-штамповочного производства. Разработки МГТУ им. Н.Э. Баумана.....	137
<i>Лукашик К.А., Маляров А.И., Бурцев Д.С.</i> Уточнение картины структуры магнитного поля системы индуктор–садка при использовании высокочастотных плавильных установках	141
<i>Низамова Л.М., Валиев А.М., Низамов Р.С., Шибakov В.Г., Панкратов Д.Л.</i> Разработка структурной схемы системы построения рационального технологического процесса горячей штамповки.....	143
<i>Ракова И.А., Лукашик К.А., Маляров А.И.</i> Особенности технологии плавки в индукционных тигельных печах литейных сплавов с использованием стружки.....	147
<i>Рыжкова А.А., Демин В.А.</i> Зависимость величины припуска на обрезку от анизотропии материала при вытяжке осесимметричных деталей	148
<i>Соломонов К.Н.</i> Подтверждение принципа наименьшего периметра при осадке плоских профилированных заготовок.....	150
<i>Третьяков А.Ф.</i> Разработка технологических процессов изготовления листовых пористых сетчатых материалов с заданными свойствами	153
<i>Шагалеев Р.Р.</i> Повышение эффективности ударного деформирования и точности деталей при гибке на листоштамповочных молотах	157
<i>Шрамков С.И.</i> Работы Конструкторско-технологического филиала Института гидродинамики имени М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук по созданию бесшаботных молотов и технологий штамповки.....	159
<i>Сережкин М.А., Константинов Е.О.</i> Влияние скорости деформирования заготовки при вытяжке на возникновение налипания	162
<i>Явтушенко П.М., Леушин И.О., Грачев А.Н., Романов А.С., Леушина Л.И.</i> Модернизация установки литья в вакуумируемые объемные формы	170
<i>Явтушенко П.М., Леушин И.О., Грачев А.Н., Романов А.С., Леушина Л.И.</i> Вариант тонкостенного стального литья ответственного назначения.....	172

Прокатно-волочильное производство	175
<i>Алдунин А.В.</i>	
Разработка новых технических решений для использования резервов широкополосной горячекатаной стали по структуре и механическим свойствам	175
<i>Барабошкин К.А., Адигамов Р.Р., Юсупов В.С.</i>	
Разработка рулонного проката класса прочности К55 для труб как путь снижения издержек при решении энергетических проблем	177
<i>Колесников А.Г., Кузнецов Д.А., Гриша Д.К.</i>	
Исследование прокатываемости биметаллического листа сталь–титан.....	180
<i>Комаров Ю.Ю. Шаталов Р.Л.</i>	
Влияние смазывания валков на силовые, деформационные показатели прокатки и протяженность нестационарных участков полос.....	182
<i>Чан Ву Куанг</i>	
Исследование эффективности применения смазок валков при холодной прокатке тонких лент на промышленном двухвалковом стане 175×300	185
<i>Шеметова Е.С., Терентьев Д.В., Платов С.И.</i>	
Влияние степени деформации на нарушение сплошности сталемедной проволоки при растяжении и кручении	188
<i>Юсупов В.С., Андреев В.А., Карелин Р.Д.</i>	
Некоторые направления и подходы к развитию процессов обработки металлов давлением	190
Высокоэнергетические методы изготовления заготовок	193
<i>Жаткин С.С., Щедрин Е.Ю., Никитин К.В., Баранов Д.А., Хакимов А.М.</i>	
Оценка дефектности структуры сплавов ПР-08Х15Н5ДТ и ПР-ХН55В5МБТЮ после прямого лазерного выращивания	193
<i>Изотов Н.А., Галиновский А.Л.</i>	
Математическое моделирование криогенного охлаждения струеформирующего соплового элемента установки для гидроабразивной резки.....	196
Материаловедение и новые материалы в машиностроении.....	198
<i>Алина А.А., Куликов В.Ю.</i>	
Оптимизация процесса получения холоднотвердеющих смесей с использованием комплексных связующих казахстанского месторождения.....	198
<i>Алина А.А., Куликов В.Ю.</i>	
Исследование прочности холоднотвердеющих смесей с различными глинами	206
<i>Андреев В.А., Карелин Р.Д., Комаров В.С., Лайшева Н.В., Лазаренко Г.Ю., Акопян К.Э., Юсупов В.С.</i>	
Получение и обработка сплавов TiNiHf с высокотемпературным эффектом памяти формы	211
<i>Андрянов Ю.В., Коберник Н.В., Панкратов А.С.</i>	
Изучение возможности получения композиционного износостойкого покрытия системы Fe–SiC.....	214

<i>Дорошенко В.В., Барыкин М.А.</i> Зеренная структура и горячеломкость сплава Al–6% Mg–2% Ca, легированного цинком и титаном	216
<i>Дунаев Д.А., Никитин К.В.</i> Структура и свойства присадочной проволоки Св-АК5 при наплавке с применением WAAM-технологии	220
<i>Ким Е.Д., Ри Э.Х., Попова В.С., Дорошенко К.В.</i> Структурообразование многокомпонентных сплавов, синтезированных алюмотермией с применением СВС-металлургии	224
<i>Костина В.С., Костина М.В., Кудряшов А.Э., Мурадян С.О.</i> Применение высокоазотистой сварочной проволоки в качестве присадочного материала при аргонодуговой сварке	231
<i>Кудряшов А.Э., Костина М.В., Мурадян С.О., Ригина Л.Г., Костина В.С.</i> Влияние структурных факторов на механические свойства и хладостойкость новой азотосодержащей высокопрочной аустенитной литейной стали	234
<i>Куприянова О.А., Полецков П.П.</i> Структура и свойства криогенной никелевой стали для хранилищ, используемых для транспортировки и хранения сжиженного природного газа в условиях Арктики	237
<i>Наумова Е.А.</i> Особенности структуры и свойств перспективных заэвтектических алюминиево-кальциевых «естественных композитов»	239
<i>Павлюченков И.А., Дрезаль А.Е.</i> Влияние химико-термической обработки и поверхностных покрытий на работоспособность быстрорежущих осевых инструментов	241
<i>Панина К.С., Данилов Е.А., Курганова Ю.А.</i> Композиционные материалы на основе модифицированного кремнийорганического связующего для применения в качестве теплозащиты ..	244
<i>Пиксаев В.М.</i> Получение мелкозернистой структуры крупногабаритных лопаток из жаропрочного никелевого сплава IN792.....	246
<i>Рогачев С.О., Кругляков А.А., Лебедева Н.В.</i> Новая высокопрочная штамповая сталь для горячего прессования	255
<i>Хаббатуллин Р.Р., Кононенко А.С.</i> Исследование влияния размера наночастиц на прочность полимерного состава.....	258
<i>Чжо Мьо Хтет, Галиновский А.Л., Колпаков В.И., Папич А.</i> Разработка метода спрееобразования суспензий.....	261
<i>Семенов К.Г., Щедрин А.В., Батышев К.А.</i> Исследование антифрикционных характеристик сплава меди с железом	263
Контроль и диагностика деталей и оборудования в машиностроении	267
<i>Бондарь Д.С., Сурков И.А.</i> Определение причин возникновения и устранение недопустимой поперечной разнотолщинности листов при горячей прокатке в чистовой клети стана 2000	267

<i>Карпов А.И., Молчанов А.А., Иванов В.А.</i> Модальная диагностика узлов технологического оборудования	270
<i>Конюхов В.Ю., Ибрагимова А.Р.</i> Методы выявления дефектов рельсов.....	272
<i>Кравцов Н.С., Сурков И.А.</i> Влияние фреттинг-износа на напряженно-деформированное состояние цилиндров мощных гидравлических прессов	275
<i>Петрищев Н.А., Саятин А.С., Пестряков Е.В., Молибоженко К.К., Костомахин М.Н.</i> Экспериментальные счетчики-индикаторы для диагностирования и контроля загрузки узлов и агрегатов	277
<i>Руднев С.К.</i> Оценка информативности спектрального анализа микрогеометрии поверхности	281
<i>Ширшов А.Г., Образцов А.Е.</i> О возможности вибродиагностики ротора в реальных опорах	283
Инновационные технологии ремонта, реновации и восстановления в машиностроении	287
<i>Гаврилов Д.В., Федоров С.К.</i> Повышение долговечности деталей электромеханической обработкой	287
<i>Голубина С.А., Абрамов А.Е.</i> Технологические условия реализации самозатачивания режущих кромок почвообрабатывающих машин.....	290
<i>Добрин Д.А., Афанасьев А.В., Митусов С.С., Пикулева И.М.</i> Современные технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин.....	293
<i>Драгунов Н.А., Слинко Д.Б.</i> Разработка технологии восстановления деталей типа «вал» плазменно-порошковой наплавкой	295
<i>Евсюков А.А., Денисов В.А.</i> Исследование физико-механических свойств электроискровых покрытий.....	297
<i>Зайцев С.Д.</i> Расчет величины восстановления изношенной поверхности детали методом деформирующего резания путем анализа траектории движения слоя металла	299
<i>Звягина Е.Ю., Платов С.И.</i> Упрочняющая обработка восстанавливаемых деталей.....	301
<i>Зуевский В.А.</i> Упрочнение рабочих органов сельскохозяйственной техники вторичными твердосплавными материалами.....	303
<i>Калинин В.Н., Молчанов А.А.</i> Методика выравнивания сборной станины прецизионных станков тяжелой серии	309
<i>Камалов Т.В., Васильева Т.В.</i> Возможности изготовления деталей металлообрабатывающего оборудования с использованием технологии аддитивного производства	312

<i>Кильдеев Т.А., Кононенко А.С.</i> Исследование радиальной жесткости соединения «вал–полимер–втулка»	314
<i>Кононенко А.С., Нотфуллин И.Ф.</i> Восстановление опорных поверхностей ведущего вала редуктора фиксацией дополнительной ремонтной детали полимерным нанокompозитом	318
<i>Красноперова И.А., Кургузов С.А.</i> Исследование возможности восстановления изношенного обрезающего пуансона пластическим обкатыванием	321
<i>Крылов К.А.</i> Проведение многоцикловых испытаний образцов из ВТ6, подвергнутых ремонту сваркой плавлением	324
<i>Крючков П.А., Коберник Н.В., Гуркин С.В.</i> Технология ремонта магистральных газопроводов с применением роботизированного комплекса	327
<i>Кушнарёв Л.И., Кушнарёв С.Л.</i> Качество техники — стратегия прорыва в машиностроении	329
<i>Миняева Л.Х., Щедрин А.В., Чихачева Н.Ю.</i> Технологическая трибология на основе самоорганизации как фундаментальная основа комплексной эффективности отечественных заготовительных и механосборочных производств	332
<i>Никишкина А.Б.</i> Численное моделирование напряженно-деформированного состояния при проковке поверхностей массивных деталей	336
<i>Попов Н.А., Чавдаров А.В.</i> Исследование свойств покрытий гильз цилиндров, восстановленных с применением технологий газодинамического напыления и микродугового оксидирования	338
<i>Романов И.В., Задорожный Р.Н., Денисов В.А.</i> Исследование триботехнической работоспособности вторичных бронзовых материалов	340
<i>Семяшкина Т.С., Лялякин В.П.</i> ТВЧ-борирование — эффективный метод упрочнения деталей	344
<i>Смирнов А.А., Виноградов Д.В., Есаков Н.С., Козут М.А.</i> Оценка влияния перезакрепления фрезы на величину биений зубьев	346
<i>Тишанинов И.А., Герасимов В.С., Катаев Ю.В.</i> Реновация деталей и узлов сельскохозяйственной техники, выведенной из эксплуатации	349
<i>Толмачева Т.А.</i> Оптимизация процесса обработки гильз гидроцилиндров методом вихревого растачивания	351
<i>Чавдаров А.В., Слинко Д.Б.</i> Автоматизированная установка для плазменно-порошковой наплавки	355
<i>Щёлокова П.Ю., Колесниченко С.Д.</i> Использование модульной технологической оснастки в целях модернизации металлорежущего оборудования	358
<i>Юдин В.М., Шиповалов А.Н., Храпков Г.А.</i> Малогабаритные плазмотроны для наплавки изношенных деталей	360