

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра литейного производства
(ЛП_ТФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра литейного производства
(ЛП_ТФ)**

наименование кафедры

С.В. Беляев

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ
ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 Методы и приборы для исследования
материалов литейного производства

Направление подготовки / 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ магистерская
специальность программа 22.04.02.07 Теория и технология
литейного производства цветных металлов и

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ магистерская программа

22.04.02.07 Теория и технология литейного производства цветных металлов и сплавов

Программу
составили

д-р техн. наук, Зав каф, Беляев Сергей
Владимирович

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является освоение дисциплинарных компетенций по применению современных методов контроля для изготовления отливок требуемого качества.

1.2 Задачи изучения дисциплины

- изучение теоретических основ и сущности физических явлений, лежащих в основе современных способов контроля отливок; принципа действия и инструментальной базы используемых контрольно-измерительных средств и приборов; технических возможностей и разрешающей способности наиболее популярных методов контроля и областей их применения;

- формирование умения выбирать наиболее рациональный и эффективный способ контроля в каждом конкретном случае; пользоваться контрольно-измерительными приборами и средствами контроля;

- формирование умения анализировать результаты контроля с использованием методов математической статистики и на основании этого осуществлять активное управление технологическими процессами для повышения качества продукции;

- формирование навыков проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-механических свойств используемых материалов и готовых изделий; осуществления технического контроля, разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства; анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции и разработки мероприятий по их предупреждению.

В результате освоения дисциплины магистр должен знать:

- основные сведения о стандартизации и организации технического контроля на предприятии;

- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам, отливкам;

- основные сведения об операционном контроле при изготовлении отливок, о качестве готовых отливок;

- основные свойства исходных материалов, ответственных за качество технологических процессов и изделий машиностроения; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов;

- основные проблемы технического контроля качества отливок и

перспективные направления в развитии контрольно-измерительных средств и приборов;

- теоретические основы и сущность физических явлений, лежащих в основе современных способов контроля отливок;

- принцип действия и инструментальную базу используемых контрольно-измерительных средств и приборов;

- технические возможности и разрешающую способность наиболее популярных методов контроля и области их применения;

уметь:

- применять полученные знания при практическом изготовлении отливок;

- выбирать наиболее рациональный и эффективный способ контроля в каждом конкретном случае;

- пользоваться контрольно-измерительными приборами и средствами контроля;

- анализировать результаты контроля с использованием методов математической статистики и на основании этого осуществлять активное управление технологическими процессами для повышения качества продукции;

владеть:

- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-механических свойств используемых материалов и готовых изделий;

- методами осуществления технического контроля, разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства;

- методами анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции и разработки мероприятий по их предупреждению.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПКО-5:Способен связывать состав и структуру материалов, способы их формирования с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами	
Уровень 1	теорию литейных процессов
Уровень 1	теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных литейных сплавов и материалов
Уровень 1	методами оптимизации технологических процессов получения перспективных литейных сплавов и материалов
ПК-5:Способен проводить анализ технологических процессов для выработки	

предложений по управлению качеством продукции	
ПК-7:Способен выполнять работу по стандартизации, подготовке и проведению сертификации процессов, оборудования и материалов	
Уровень 1	методики проведения технологического эксперимента, контроля при производстве материалов и изделий
Уровень 1	проводить технологический эксперимент
Уровень 1	навыками технологического контроля при производстве материалов и изделий

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Информационные технологии

Металловедение и термическая обработка алюминиевых сплавов

Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения

Теория кристаллизации алюминиевых сплавов

Теория процессов плавления алюминиевых сплавов

Технология литейного производства цветных металлов и сплавов

Методология научных исследований

Совмещенные и комбинированные технологии в литейном производстве

Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения

Специальные виды литья

Управление качеством литейной продукции

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	5 (180)	5 (180)
Контактная работа с преподавателем:	1,06 (38)	1,06 (38)
занятия лекционного типа	0,39 (14)	0,39 (14)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,67 (24)	0,67 (24)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2,94 (106)	2,94 (106)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Контроль качества на предприятии.	2	0	0	0	ПК-5 ПК-7 ПКО-5
2	Дефекты литейного производства.	2	4	0	0	ПК-5 ПК-7 ПКО-5
3	Методы контроля материалов и работ в литейном производстве.	4	6	0	0	ПК-5 ПК-7 ПКО-5
4	Методы контроля отливок.	6	14	0	106	ПК-5 ПК-7 ПКО-5
Всего		14	24	0	106	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Классификация видов контроля. Организация контроля на предприятии.	2	0	0
2	2	Классификация дефектов отливок. Профилактика и устранение дефектов в отливках	2	0	0

3	3	Контроль модельной оснастки. Контроль формовочных материалов и смесей. Контроль песчаных стержней и форм. Контроль шихтовых материалов. Контроль плавки сплавов и заливки форм. Контроль выбивки, обрубки, очистки и термообработки отливок	4	0	0
4	4	Методы определения дефектов поверхности. Косвенные методы обнаружения внутренних дефектов. Методы определения внутренних дефектов.	2	0	0
5	4	Определение химического состава. Контроль структуры и фазового состава (контроль нормированных параметров). Контроль механических, технологических и эксплуатационных свойств материалов. Контроль формовочных и стержневых смесей. Контроль литейных свойств сплавов.	4	0	0
Всего			14	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Определение дефектов литейного производства в отливках.	4	0	0
2	3	Контроль формовочных и стержневых смесей.	6	0	0

3	4	Макроструктурный анализ сплава.	6	0	0
4	4	Контроль механических свойств отливок.	4	0	0
5	4	Контроль литейных свойств сплавов.	4	0	0
Всего			24	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Кукуй Д. М., Мельников А. П., Ровин С. Л., Голуб Д. М., Одиночко В. Ф., Кукуй Д. М.	Технологии процессов смесеприготовления и изготовления песчаных литейных форм: монография	Минск: БНТУ, 2009
Л1.2	Орелкина Т. А., Лопатина Е. С., Меркулова Г. А., Дроздова Т. Н., Надолько А. С.	Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов: учебное пособие	Красноярск: СФУ, 2018

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л1.1	Новокщенова С. М., Виноград М. И.	Дефекты стали: справочник	Москва: Металлургия, 1984
Л1.2	Тодоров Р. П., Пешев П. Ц., Иванов В. Н.	Дефекты в отливках из черных сплавов: сокр. пер. с болг.	Москва: Машиностроение, 1984
Л1.3	Кузнецов А. А., Смолин А. Ю., Афанасов В. И., Кашубский Н. И., Сельский А. А.	Методы неразрушающего контроля: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л1.4	Грищенко Н. А., Сидельников С. Б., Губанов И. Ю., Лопатина Е. С., Галиев Р. И.	Механические свойства алюминиевых сплавов: монография	Красноярск: СФУ, 2012
Л1.5	Саначева Г. С., Степанова Т. Н., Гильманшина Т. Р.	Технология литейного производства: учеб.-метод. пособие [для самостоят. работы студентов спец. 150104.65]	Красноярск: СФУ, 2012
Л1.6	Жебентяев А. И., Жерносек А. К., Талуть И. Е.	Аналитическая химия. Химические методы анализа: учебное пособие для студентов вузов по фармацевтическим и химическим специальностям	Минск: Новое знание, 2011
Л1.7	Кравцова Е. Д., Шиманский А. Ф., Никифорова Э. М.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебно-методический комплекс [для магистров по напр. 150100.62 "Материаловедение и технологии материалов", профиля "Физико-химия материалов и процессов"]	Красноярск: СФУ, 2015
Л1.8	Золоторевский В. С.	Механические свойства металлов	Москва: МИСИС, 2013
Л1.9	Портной В. К.	Дефекты кристаллического строения металлов и методы их анализа	Москва: МИСИС, 2015
Л1.10	Якимов И. С., Дубинин П. С., Залога А. Н., Безрукова О. Е., Андриященко Е. С.	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ поликристаллических материалов: учебно-методическое пособие	Красноярск: СФУ, 2018
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Цитович И. К.	Курс аналитической химии: учебник	Москва: Лань, 2009

Л2.2	Левицкий Ю. Т., Костюков Н. С.	Макроскопические дефекты кристаллической структуры и свойства материалов	Москва: Наука, 1988
Л2.3	Юхин Н.А.	Дефекты сварных швов и соединений	Москва: Союзло, 2007
Л2.4	Мамина Л. И., Лесив Е. М.	Формовочные материалы и смеси: учеб.-метод. пособие для лаб. работ [для студентов напр. подг. 150400.62 Metallurgy]	Красноярск: СФУ, 2012
Л2.5	Корягина Т. И.	Рентгенография и электронная микроскопия. Рентгенография кристаллов: учеб.-метод. пособие для практич. занятий [для студентов спец. 150105 «Металловедение и термическая обработка металлов»]	Красноярск: СФУ, 2012
Л2.6	Лопатина Е. С., Ковалева А. А., Аникина В. И.	Механические свойства металлических материалов. Лабораторный практикум: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400.62 "Metallurgy"	Красноярск: СФУ, 2015
Л2.7	Буряковский Г. А., Мининзон Р. Д.	Поверхностные дефекты легированных сталей	Москва: Metallurgy, 1987
Л2.8	Надолько А.С., Лопатина Е.С., Ковалева А.А.	Механические свойства металлов и сплавов: [учеб.-метод. материалы к изучению дисциплины для ...22.03.01.02 Физико-химия материалов и процессов]	Красноярск: СФУ, 2018
Л2.9	Напалков В. И., Афанасьев А. Е., Овсянников Б. В., Попов Д. А., Баранов В. Н., Фролов В. Ф., Ковалева Т. Н.	Структуры и дефекты слитков из алюминия и его сплавов: монография	Красноярск: СФУ, 2018
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Кукуй Д. М., Мельников А. П., Ровин С. Л., Голуб Д. М., Одинокко В. Ф., Кукуй Д. М.	Технологии процессов смесеприготовления и изготовления песчаных литейных форм: монография	Минск: БНТУ, 2009
Л3.2	Калякина О. П.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учеб.-метод. комплекс [для студентов спец. 240403.65 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»]	Красноярск: СФУ, 2014

ЛЗ.3	Дубинин П. С., Якимов И. С., Пиксина О. Е., Кравцова Е. Д.	Рентгенофазовый, рентгеноструктурный и рентгенофлуоресцентный анализ поликристаллов: учебно-методическое пособие [для лабораторных и практических занятий для магистрантов напр. 150100 «Материаловедение и технология новых материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013
ЛЗ.4	Жуковский С. С.	Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм: справочник	Москва: Машиностроение, 2010
ЛЗ.5	Орелкина Т. А., Лопатина Е. С., Меркулова Г. А., Дроздова Т. Н., Надолько А. С.	Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов: учебное пособие	Красноярск: СФУ, 2018

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/
----	---	---

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов включает углубленное изучение разделов дисциплины, отраженных в тематическом плане с использованием литературных источников, приведенных в разделе 6:

1. <http://www.metalspace.ru> – металлургический портал;
2. <http://www.aluminiumleader.com> – информационный портал об алюминии;
3. Механические свойства и фазовые превращения в металлах : практикум, разработка 2007 г.
4. Материаловедение : метод.указания по самостоятельной работе / сост. Т. А. Орелкина, Л. А. Быконя, Т. Н. Дроздова и др. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 35 с. – (Материаловедение : УМКД № 12-2007 / рук.творч. коллектива Т. А. Орелкина, Л. С. Цурган, Л. А. Быконя).

Самостоятельное изучение материала ставит следующие цели: усвое-ние лекционного материала; изучение материала, который не вошел в курс лекций; подготовка к семинарским, практическим и лабораторным занятиям; подготовка к промежуточному, текущему и заключительному контролям усвоения дисциплины и их успешная сдача. Для самостоятельной работы в аудиторные часы на лекциях, семинарских и практических занятиях под непосредственным руководством преподавателей используются различные способы активизации работы студентов. На лекциях - это обсуждение поднятых

преподавателями проблем, контрольная проверка знаний всех студентов в начале или в конце лекции, включение элементов дискуссии, использование имитационных упражнений. На семинарских занятиях активизация аудитории обеспечивается за счет привлечения студентов в качестве докладчиков или выступающих, проведения групповых дискуссий, анализа конкретных ситуаций. На практических занятиях активность студентов достигается путем расширения работ проблемного характера, внедрения деловых игр, имитационных упражнений. Методы активного обучения обеспечивают приобретение студентами умений и навыков будущей работы. Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов состоит из самоконтроля студента; самооценки студента; контроля преподавателя и оценки со стороны преподавателя. Реализация всех вышеперечисленных разновидностей самостоятельной работы формирует у студентов мотивацию к самостоятельному поиску, вырабатывает умения и навыки пользования различными источниками информации, обработки и восприятия этой информации, сопоставления, систематизации и обобщения фактического материала, синтеза ответов на поставленные вопросы и грамотного их изложения. Все это развивает творческие способности, вырабатывает собственное мнение и убеждение, самостоятельность мышления

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения:

- конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.
- конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.
- теоретического материала по учебнику и конспекту – 2 час в неделю.
- подготовка к практическому занятию – 2 час.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	В процессе лекционных и семинарских занятий используется следующее программное обеспечение:
9.1.2	- программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет (например, «Google Chrome»);
9.1.3	- программы, демонстрации видео материалов (например, проигрыватель «Windows Media Player»);

9.1.4	- программы для демонстрации и создания презентаций (например, «Microsoft PowerPoint»);
9.1.5	- программные комплексы «Procast» и «Deform-3D».

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Научная библиотека СФУ располагает следующими полнотекстовыми электронными информационными ресурсами:
9.2.2	1). Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. Заключено лицензионное соглашение (до ноября 2021 г.) об использовании ресурсов со свободным доступом с компьютеров университетской сети. http://elibrary.ru/ . 2). Электронная библиотека диссертаций РГБ - 420 тыс. авторефератов и диссертаций по всем отраслям знаний архив (1965-2010 гг) на русском языке, защищенные во всех институтах России, а также в СНГ и в некоторых других странах, поступающих как обязательный экземпляр рассылки в РГБ. Преимущественно фонд состоит из диссертаций, начиная с 2002 года, но есть и более ранние (с 1998 года). Доступ в читальных залах НБ СФУ.
9.2.3	3). Электронная библиотечная система «BOOK.RU» – содержит актуальную литературу по экономике, банковскому делу, бухгалтерскому учету, налогообложению, страховому делу, финансам, фондовому рынку, маркетингу, менеджменту, праву и юридическим наукам, информатике и вычислительной технике, психологии, философии и др. Доступ возможен с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.
9.2.4	4). Электронная библиотечная система Издательства «Лань» - доступны 4 основных тематических пакета: "Физика", "Математика", "Теоретическая механика", "Инженерные науки". Доступ сетевой. (В читальных залах НБ СФУ).
9.2.5	5). Nature Publishing Group – годовая подписка на научные электронные журналы издательства Nature Publishing Group: Nature Materials, Nature Nanotechnology. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.6	6). QPAT - ПАТЕНТНАЯ БАЗА КОМПАНИИ Questel. Коллекция патентного фонда (QPAT) - самая полная в мире и содержит более 50 миллионов документов. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.7	7). Sage Premier – более 300 журналов в области социальных, гуманитарных и технических наук, (Humanities & Social Sciences). Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.8	8). Taylor&Francis - электронные журналы издательства Taylor&Francis (компания Metapress). Список ресурсов насчитывает более 1000 журналов по всем областям знаний. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.9	9). EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing) - электронные журналы. Всего более 7000 названий журналов, 3,5 тысячи рецензируемых журналов. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.

9.2.1 0	10). Web of Science (ISI) - Web of Science - мультидисциплинарная, реферативно-библиографическая база данных Института научной информации США (ISI), представленная на платформе Web of Knowledge компании Thomson Reuters. Авторитетнейшая база данных научного цитирования, которое становится в настоящее время важнейшим показателем оценки научных публикаций (еженедельное обновление – свыше 9000 научных журналов). Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.1 1	11). Journal Citation Reports (JCR) компании Thomson Reuters на платформе Web of Knowledge. JCR предоставляет данные о научных журналах, полученные на основе обработки результатов цитирования публикуемых в них статей (импакт-факторы, индексы оперативности, времена полужизни цитирования, суммарное число цитирований). Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.1 2	12). American Physical Society (APS) – Представлены журналы: Physical Review A online, Physical Review B online, Physical Review C online, Physical Review D online, Physical Review E online, Reviews of Modern Physics, Physical Review Letters online, Physical Review Online Archive (PROLA), Physical Review Special Topics - Accelerators & Beams, Physical Review Focus. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Коллекция образцов для макроанализа дефектов, изломов и структуры слитков алюминиевых сплавов.
2. Коллекция образцов для микроанализа.
3. Световой инвертированный микроскоп.
4. Световой стереометрический микроскоп.
5. Электронный микроскоп с микроанализом.
6. Спектрометр.
7. Дифрактометр.
8. Приборы для оценки технологических свойств.
9. Твердомер и микротвердомер.
10. Универсальная испытательная машина для определения механических свойств.
11. Лаборатория плавки и литья в разовые песчаные формы, оснащенная оборудованием для приготовления формовочных и стержневых смесей, электропечами для плавки металлов, стендами для изготовления разовых песчаных форм.
12. Лаборатория специальных способов литья, оснащенная оборудованием для изготовления отливок литьем в ручные кокили, оболочковые формы, литьем по выплавляемым моделям.
13. Лаборатория полунепрерывного литья слитков, оснащенная установкой вертикального полунепрерывного литья слитков.
14. Лаборатория совмещенных непрерывных процессов литья и обработки металлов давлением .

15. Лаборатория испытания формовочных материалов, оснащенная приборами для проведения испытаний формовочных и стержневых смесей.
16. Лаборатория совмещенных непрерывных процессов литья и обработки металлов давлением, оснащенная установками СЛИПП и СЛИК.