

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института металлургии,
машиностроения и материалобработки
А.С. Савинов
«11» сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТРИБОЛОГИИ

Специальность

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация

Проектирование металлургических машин и комплексов

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения

Очная

Институт
Кафедра

Курс
Семестр

Металлургии, машиностроения и материалобработки
Проектирования и эксплуатации металлургических ма-
шин и оборудования

4
7

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, утвержденного приказом МОиН РФ от 28.10.2016 г. № 1343.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования «08» сентября 2017 г., протокол № 2

Зав. кафедрой  / А.Г. Корчунов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материаловобработки «11» сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / А.С. Савинов/

Рабочая программа составлена:

профессор, к.т.н.

 /Ю.В. Жиркин /

Рецензент:

и.о. гл. механика ООО «НПЦ «Гальва»», к.т.н.

 / В.А. Русанов/

1 Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Основы трибологии» является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, специализации Проектирование металлургических машин и комплексов.

Для достижения поставленной цели необходимо сформировать у студентов способность анализировать процессы, протекающие на контакте в узлах трения металлургического оборудования и принимать решения по повышению их ресурса.

2. Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста

Дисциплина «Основы трибологии» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины студентам необходимы знания (умения, навыки), сформированные в результате изучения цикла базовых дисциплин Б1.Б.7 Физика, Б1.Б.8 Химия

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения:

В результате освоения дисциплины «Основы трибологии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
Знать	основные понятия и определения. методы анализа трибологических систем. особенности взаимодействия поверхностей в парах трения
Уметь:	корректно выражать и аргументированно обосновывать предлагаемые решения. анализировать работу узлов трения выделять проблемы при эксплуатации узлов трения
Владеть:	профессиональным языком в области трибологии, основными методами решения задач в области трибологии. методами синтеза трибологических систем
ПК-14	способностью применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения
Знать	основные понятия и определения. методы расчёта трибосистем при проектировании машин. процессы протекающие в узлах трения проектируемых машин
Уметь:	корректно выражать и аргументированно обосновывать предлагаемые решения. анализировать работу узлов трения при проектировании машин выделять проблемы при эксплуатации узлов трения проектируемых машин

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Владеть:	профессиональным языком в области трибологии применительно к процессам и оборудованию производственных объектов, основными методами решения задач в области трибологии при проектировании машин. приёмами оценки эффективности принимаемых решений при проектировании машин

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 89,85 акад. часа;
- аудиторная работа – 85 часа;
- внеаудиторная – 4,85 акад. часа;
- самостоятельная работа – 18,45 часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)*				Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. Занятия	Занятия практич.	Раб.самост.			
1. Введение в трибологию	7							
1.1. Терминология		2			1,5	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОК-1, ПК-14,
1.2 Краткая историческая справка о возникновении и развитии трибологии		2			1,5	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОК-1, ПК-14,
1.3. Понятие о трибологической системе, строение и структура. Свойства		4			1,5	Выполнение практических работ	Защита лабораторных работ	ОК-1, ПК-14,
1.4 Фрикционное взаимодействие твердых тел. Контакт волнистых и шероховатых тел. Условия реализации различных видов контакта.		6	4/2И	4	1,5	Выполнение лабораторных и практических работ	Защита работ	ОК-1, ПК-14,

1.5 Силовые взаимодействия твердых тел Внешнее трение и условия его реализации. Коэффициент трения и его расчет при различных видах контакта.	7	6	8/2И	4	1,5	Выполнение лабораторных и практических работ	Защита работ	ОК-1, ПК-14,
Итого по разделу	7	20	12/2И	8	7,5			ОК-1, ПК-14,
2. Изнашивание твердых тел								ОК-1, ПК-14
2.1 Механизм фрикционного разрушения пограничного подповерхностного слоев.	7	4	5/2И	2/2И	1,5	Выполнение лабораторных и практических работ	Защита работ	ОК-1, ПК-14,
2.2 Классификация видов изнашивания. Характеристики изнашивания.	7	6			1,5	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОК-1, ПК-14,
Итого по разделу	7	10	5/2И	2/2И	3			ОК-1, ПК-14,
3. Узлы трения машин								
3.1 Классификация узлов трения. Требования к узлам трения покоя. Требования к узлам трения с частичным проскальзыванием.	7	4	-	4/2И	2	Выполнение практических работ	Проверка практических работ	ОК-1, ПК-14,
3.2 Требования к подвижным соединениям. Требования к соединениям с гарантированным натягом.	7	4			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОК-1, ПК-14,
Итого по разделу	7	8		4/2И	4			ОК-1, ПК-14,

4. Смазка и смазочные материалы								
4.1 Виды смазки. Жидкостная смазка. Граничная смазка. Свойства и условия реализации.	7	5			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОК-1, ПК-14,
4.2 Смазочные материалы. Виды смазочных материалов. Общая характеристика смазочных материалов. Свойства минеральных масел. Свойства пластичных смазочных материалов. Свойства твёрдых смазочных материалов.	7	4			1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОК-1, ПК-14
4.3 Методика выбора смазочных материалов в узлы трения механизмов металлургических машин.	7	4		3/2И	1	Выполнение практических работ	Проверка практических работ	ОК-1, ПК-14,
Итого по разделу	7	13		3/2И	4			
Итого по дисциплине	7	51	17/6 И	17/6 И	18,45		Экзамен	ОК-1, ПК-14

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Восстановление металлургического оборудования» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Восстановление металлургического оборудования» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и лекций-визуализаций. На лекциях-консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. Теоретический материал на лекциях-визуализациях представляется в виде визуальных материалов (демонстрационный материал).

При проведении практических занятиях используются контекстное обучение и эвристическая беседа.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации.

На семинарских занятиях используются интерактивные формы обучения по следующей тематике:

- Как изменяется микрогеометрия поверхностей при взаимодействии твёрдых тел
- Особенности формирования площадей контактирования твёрдых тел
- Обсуждение результатов, полученных при выполнении лабораторных работ
- Проанализировать возможности реализации видов изнашивания для конкретных узлов трения металлургических машин
- Как изменяется микрогеометрия поверхностей при взаимодействии твёрдых тел
- Особенности формирования площадей контактирования твёрдых тел
- Обсуждение результатов, полученных при выполнении лабораторных работ
- Проанализировать возможности реализации видов изнашивания для конкретных узлов трения металлургических машин
- Возможности реализации в узлах трения различных видов смазки

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Основы трибологии» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Перечень контрольных вопросов для подготовки к экзамену

1. Избирательный перенос и условия его реализации.
2. Характеристики изнашивания.
3. Особенности внешнего трения.
4. Параметры шероховатости и их характеристика.
5. Фреттинг – коррозия, сущность и условия её возникновения.
6. Виды контакта трущихся поверхностей и их краткая характеристика.
7. Основные факторы, влияющие на интенсивность изнашивания.
8. Контурное давление и что влияет на его величину.
9. Износостойкость и от чего зависит его величина.
10. Предварительное смещение и что оно определяет.
11. Что и каким образом влияет на величину коэффициента трения при ННУК.
12. Методика построения опорной кривой и что характеризует опорная кривая.
13. Виды изнашивания и их характеристика.
14. Условия возникновения абразивного изнашивания.

15. Условия возникновения адгезионного изнашивания.
16. Условия возникновения окислительного изнашивания.
17. Площади контактирования и их характеристика.
18. Виды контактирования и их характеристика.
19. Условия реализации внешнего трения.
20. Основные факторы, влияющие на величину коэффициента трения при ННПК.
21. Влияние вида контактирования на интенсивность изнашивания.
22. Влияние приработки на интенсивность изнашивания.
23. Влияние нагрузки на интенсивность изнашивания.
24. Существующие виды смазочных материалов
25. Условие реализации гидродинамической смазки
26. Условие реализации гидростатической смазки
27. Условие реализации эластогидродинамической смазки
28. Условие реализации граничной смазки

Перечень лабораторных работ:

1. Характеристика микрогеометрии поверхностей
2. Контакт волнистых и шероховатых тел
3. Взаимодействие твердых тел.
4. Характеристики изнашивания
5. Исследование износостойкости вкладышей универсального шпинделя.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу		
Знать	<p>Основные понятия и определения.</p> <p>Методы анализа трибологических систем.</p> <p>Особенности взаимодействия поверхностей в парах трения</p>	<p><i>Теоретические вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды износа и разрушения поверхностей твёрдых тел и деталей машин. 2. Исследование слоёв поверхности материалов. 3. Эрозионное, механическое, усталостное и абразивное изнашивания. 4. Методы повышения износостойкости деталей. 5. Области применения и основные характеристики смазочных материалов. 6. Молекулярно-механическая теория трения. 7. Совместимость трибосистем, критерии их совместимости. 8. Внешнее трение твердых тел. Причины возникновения. 9. Изнашивание, износ, износостойкость. 10. Основные закономерности изнашивания. <p>II. Методы повышения износостойкости узлов трения и деталей машин</p>
Уметь	корректно выражать и аргументированно обосновывать предлагаемые	<p><i>Перечень лабораторных работ:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристика микрогеометрии поверхностей

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	решения. Анализировать работу узлов трения Выделять проблемы при эксплуатации узлов трения	<p>2. Контакт волнистых и шероховатых тел</p> <p>3. Взаимодействие твердых тел.</p> <p>4. Характеристики изнашивания</p> <p>5. Исследование износостойкости вкладышей универсального шпинделя.</p>
Владеть	<p>профессиональным языком в области трибологии, основными методами решения задач области трибологии. Методами синтеза трибологических систем</p>	<p>Перечень контрольных вопросов для подготовки к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности внешнего трения. 2. Параметры шероховатости и их характеристика. 3. Фреттинг – коррозия, сущность и условия её возникновения. 4. Виды контакта трущихся поверхностей и их краткая характеристика. 5. Основные факторы, влияющие на интенсивность изнашивания. 6. Контактное давление и что влияет на его величину. 7. Износостойкость и от чего зависит его величина. 8. Предварительное смещение и что оно определяет. 9. Что и каким образом влияет на величину коэффициента трения при ННУК. 10. Методика построения опорной кривой и что характеризует опорная кривая.
<p>ПК-14 способностью применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения</p>		
Знать	<p>Основные понятия и определения. Методы расчёта трибосистем при проектировании машин. Процессы протекающие в узлах трения проектируемых машин</p>	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды износа и разрушения поверхностей твердых тел и деталей машин. 2. Исследование слоёв поверхности материалов. 3. Эрозионное, механическое, усталостное и абразивное изнашивания. 4. Методы повышения износостойкости деталей. 5. Области применения и основные характеристики смазочных материалов. 6. Молекулярно-механическая теория трения. 7. Совместимость трибосистем, критерии их совместимости. 8. Внешнее трение твердых тел. Причины возникновения. 9. Изнашивание, износ, износостойкость. 10. Основные закономерности изнашивания. <p>II. Методы повышения износостойкости узлов трения и деталей машин</p>
Уметь	корректно выражать и	Перечень лабораторных работ:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>аргументированно обосновывать предлагаемые решения. Анализировать работу узлов трения при проектировании машин. Выделять проблемы при эксплуатации узлов трения проектируемых машин</p>	<p>1. Характеристика микрогеометрии поверхностей 2. Контакт волнистых и шероховатых тел 3. Взаимодействие твердых тел. 4. Характеристики изнашивания 5. Исследование износостойкости вкладышей универсального шпинделя.</p>
Владеть	<p>профессиональным языком в области трибологии применительно к процессам и оборудованию производственных объектов, основными методами решения задач в области трибологии при проектировании машин. Приёмами оценки эффективности принимаемых решений при проектировании машин</p>	<p>Перечень контрольных вопросов для подготовки к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности внешнего трения. 2. Параметры шероховатости и их характеристика. 3. Фреттинг – коррозия, сущность и условия её возникновения. 4. Виды контакта трущихся поверхностей и их краткая характеристика. 5. Основные факторы, влияющие на интенсивность изнашивания. 6. Контурное давление и что влияет на его величину. 7. Износостойкость и от чего зависит его величина. 8. Предварительное смещение и что оно определяет. 9. Что и каким образом влияет на величину коэффициента трения при ННУК. 10. Методика построения опорной кривой и что характеризует опорная кривая.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Восстановление металлургического оборудования» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена. Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Жиркин, Ю. В. Экспериментальные исследования узлов трения линии привода валков листопрокатных станов: учебное пособие / Ю. В. Жиркин ; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3719.pdf&show=dcatalogues/1/1527678/3719.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

б) Дополнительная литература

1. Жиркин, Ю. В. Основы трибологии : практикум / Ю. В. Жиркин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 51 с. : ил., табл., схемы. - ISBN 978-5-9967-1164-2. – URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3642.pdf&show=dcatalogues/1/1524717/3642.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
2. Жиркин, Ю. В. Основы теории трения и изнашивания (основы триботехники) : учебное пособие / Ю. В. Жиркин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2007 г. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=985.pdf&show=dcatalogues/1/1119119/985.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный..

в) Методические указания для студентов:

1. Мироненков, Е. И. Системы смазывания металлургических машин : учебное пособие / Е. И. Мироненков, Ю. В. Жиркин ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 96 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=553.pdf&show=dcatalogues/1/1098440/553.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0279-4.
2. Жиркин Ю.В., Мироненков Е.А. Основы теории трения и изнашивания. Лабораторный практикум: методические указания / Ю.В. Жиркин, Е.А. Мироненков; МГТУ. – Магнитогорск: МГТУ, 2012. – 25 с.
3. Жиркин Ю.В., Мироненков Е.А. Основы теории трения и изнашивания: методические указания к лабораторным и контрольным работам / Ю.В. Жиркин, Е.А. Мироненков; МГТУ. – Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 25 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Перечень программного обеспечения необходимого при изучении дисциплины представлен ниже в виде таблицы.

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Maneger	свободно распространяемое	бессрочно
7-Zip	свободно распространяемое	бессрочно

Перечень необходимых Интернет-ресурсов:

1. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: <https://elibrary.ru/>
2. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.com/>
3. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>
4. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – URL: <https://www1.fips.ru/>
5. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» <http://lms.magtu.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Лабораторные установки, измерительные приборы и инструменты для выполнения лабораторных работ: – Профилометр Mitutoyo Surftest SJ-210. – Установка по исследованию величины коэффициента трения ТММ-32А. – Машина Арчарда. – Измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль). – Макет загрузочного устройства доменной печи. – Макет конусной дробилки. – Макет участка разлива чугуна.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Лекционный зал, оборудованный современной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Компьютерные классы, оборудованные современной техникой и мебелью для проведения практических занятий. Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и электронную информационно-образовательную среду университета.