

Министерство сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет»

РАБОЧИЙ

УТВЕРЖДЕНО  
Ректор  
Шило  
«28» \_\_\_\_\_ г.  
Регистрационный № УД-1218/уч.

### УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности :

1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве

2024

Учебная программа разработана на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-74 06 03-2019, утвержден 28.05.2019.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Н.К. Толочко, профессор кафедры «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор.  
В.Е. Тарасенко, заведующий кафедрой «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра «Материаловедение в машиностроении» Белорусского национального технического университета  
Л.Я. Степук, главный научный сотрудник Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», доктор технических наук, профессор

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», (протокол № 7 от «04.12» 2020 г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.Е. Тарасенко

Научно-методическим советом факультета «Технический сервис в АПК» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», (протокол № 2 от «04.12» 2020 г.)

Председатель НМС \_\_\_\_\_ О. И. Мисуно

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 6 от «18» сентября 2021 г.)

Председатель НМС \_\_\_\_\_ Н.Н. Романюк

Нормоконтроль:

Начальник ЦНМ и УР \_\_\_\_\_ Л.К. Ловкис

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ С.П. Драницына

Ответственный за научное редактирование и выпуск: В.Е. Тарасенко, заведующий кафедрой «Технологии и организация технического сервиса»

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Упрочняющие технологии» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования и учебным планом по специальности 1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве

Сельскохозяйственные машины эксплуатируются в сложных условиях: они подвергаются значительным механическим нагрузкам, воздействиям окружающей среды. В связи с этим необходимо уделять особое внимание вопросам повышения их надежности, что практически можно обеспечить широким применением упрочняющих технологий при производстве и ремонте машин. Это, в свою очередь, требует от инженера знания различных видов упрочняющих технологий, достигаемых с помощью их эффектов упрочнения, требований к упрочнению деталей и узлов машин с учетом их конструкции и конкретных условий эксплуатации.

**Цель дисциплины** – подготовить инженеров, владеющих знаниями в области основ упрочняющих технологий и способных применять эти знания для решения задач эффективной эксплуатации сельскохозяйственных машин.

**Задачи дисциплины** – изучение прочностных свойств конструкционных материалов, разновидностей упрочняющих технологий, характерных для них механизмов объемного и/или поверхностного упрочнения, особенностей их практической реализации, принципов рационального выбора конструкционных материалов для изготовления деталей сельскохозяйственной техники и технологий их упрочнения, обеспечивающих повышение их надежности.

В результате изучения учебной дисциплины студенты приобретут следующие **компетенции**:

### академические:

АК-1 Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

### социально-личностные:

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

СЛК-7. Понимать сущность и социальную значимость своей профессии.

### профессиональные:

ПК-1 Выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающую в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

ПК-3 Профессионально использовать современную технику, оборудование и приборы.

ПК-4 Осуществлять экономическую оценку эффективности использования производственных ресурсов организации (предприятия).

ПК-7 В составе группы специалистов разрабатывать техническую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов.

ПК-8 Применять ресурсосберегающие технологии технического обслуживания и ремонта машин и оборудования, восстановления деталей.

ПК-14 Обеспечивать соответствие качества технического обслуживания и ремонта действующим стандартам.

ПК-23 Разрабатывать технологическую часть проекта предприятий технического сервиса.

ПК-25 Участвовать во внедрении разработанных технических решений и проектов, в оказании технической помощи и осуществлении авторского надзора при изготовлении, испытаниях и сдаче в эксплуатацию проектируемых изделий, объектов..

ПК-30 Подготавливать информационные обзоры, а также рецензии, отзывы и заключения на техническую документацию.

ПК-32 Изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области агроинженерии.

ПК-34 Разрабатывать и принимать участие в реализации мероприятий по повышению эффективности производства, сокращению расхода материальных ресурсов, снижению трудоемкости и энергоемкости, повышению производительности труда.

ПК-39 Готовить доклады, материалы к презентациям.

ПК-42 Анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологии.

ПК-43 Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития сельского хозяйства, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-44 Определять цели инноваций и способы их достижения.

ПК-45 Работать с научной, технической и патентной литературой.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин:

«Физика» (физические свойства материалов, упругая и пластическая деформация),

«Химия» (атомно-кристаллическое строение вещества, химические связи, основы неорганической, органической и физической химии),

«Материаловедение и технология конструкционных материалов» (структура и свойства конструкционных материалов, основы теории и технологии термической обработки металлов),

Учебный материал дисциплины рассматривается как один модуль.

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ и наименование раздела (темы)	Общее кол-во часов / зач. ед. на семестр	Ауд. часов	в том числе				
			лекции		лабораторные		всего УСРС по модулю
			часы по плану	в том числе УСРС	часы по плану	в том числе УСРС	
1	2	2	3	4	5	6	7
	48/1,5	32	16	2	16	4	6(8*)
1. Прочность материалов и упрочняющие технологии: общая характеристика	2		2				
2. Рациональный выбор сталей для изготовления деталей, работающих в разных условиях эксплуатации	2				2	2	2
3. Объемное упрочнение материалов	2		2				
4. Компьютерное моделирование процессов формирования мелкозернистой структуры слитка методом твердожидкого литья	2				2		
5. Композиционные и наноструктурные материалы	2		2				
6. Компьютерное моделирование процессов получения изделий из композиционных материалов методом лазерного спекания порошков	2				2		
7. Поверхностное упрочнение термической и высокоэнергетической обработкой	2		2				
8. Поверхностное упрочнение пластическим деформированием и в магнитном поле	2		2				
9. Рациональный выбор методов обработки заготовок поверхностным пластическим деформированием	2				2	2	2

1	2	2	3	4	5	6	7
10. Изучение процессов магнитно-абразивной обработки металлических деталей	2				2		
11. Напыленные, наплавленные, плакированные и припекаемые покрытия	2		2				
12. Изучение структуры напыленных и наплавленных покрытий	2				2		
13. Электрохимические, химические, лакокрасочные, твердосмазочные и фрикционно-переносимые покрытия	2		2				
14. Изучение процессов нанесения гальванических упрочняющих покрытий	2				2		
15. Рациональный выбор технологий упрочнения деталей агропромышленной техники	4		2	2	2		2(4*)

\*часы УСРС фактически

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. Прочность материалов и упрочняющие технологии: общая характеристика

Прочность, разрушение и деформирование материалов: основные понятия. Прочностные характеристики материалов. Прочность материалов и температурные и коррозионные воздействия. Упрочняющие технологии: основные понятия. Технологии объемного и поверхностного упрочнения.

### 2. Объемное упрочнение материалов

Объемно-упрочненные литые металлы и сплавы. Сплавы с объемной аморфной структурой. Объемно-упрочненные порошковые материалы. Объемно-упрочненные полимерные материалы.

### 3. Композиционные и наноструктурные материалы

Композиционные материалы: основные понятия. Металлические матричные литые и порошковые композиты. Многослойные композиты. Градиентные композиты. Полимерные композиты. Наночастицы и наноструктурные материалы: основные понятия. Нанокристаллические материалы. Фуллериты. Нанокompозиты: механизмы упрочнения металлов и полимеров наночастицами.

### 4. Поверхностное упрочнение термической и высокоэнергетической обработкой

Поверхностная закалка. Поверхностная термомеханическая обработка. Поверхностное оплавление и аморфизация. Химико-термическая обработка.

Поверхностное легирование с оплавлением поверхности. Ионная имплантация. Формирование поверхностных композиционных структур индукционной поверхностной обработкой.

#### **5. Поверхностное упрочнение пластическим деформированием и в магнитном поле**

Поверхностное пластическое деформирование: основные понятия. Разновидности технологий ППД. Электромеханическая обработка. ППД при импульсном нагружении. Комбинированная обработка резанием и ППД. Магнитно-абразивная обработка. Импульсная магнитная обработка. Лазерное легирование в магнитном поле. Термомагнитная обработка.

#### **6. Напыленные, наплавленные, плакированные и припекаемые покрытия**

Газотермическое напыление. Вакуумно-конденсационное напыление. Холодное газодинамическое напыление. Наплавка покрытий. Плакирование покрытий. Припекание покрытий.

#### **7. Электрохимические, химические, лакокрасочные, твердо-смазочные и фрикционно-переносимые покрытия**

Электрохимические покрытия. Химические покрытия. Лакокрасочные покрытия. Твердо-смазочные покрытия. Фрикционно-переносимые покрытия.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер занятия	Наименование модуля, занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Кол-во аудитор. часов				Мат. обеспечение занятия	Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, за-	Лекции	Лабораторные занятия	УСРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Прочность материалов и упрочняющие технологии: общая характеристика - прочностные свойства материалов; разновидности упрочняющих технологий.	2	2			[1]	[1-9]	
2	Рациональный выбор сталей для изготовления деталей, работающих в разных условиях эксплуатации - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2			2	[2]		проверка отчетов
3	Объемное упрочнение материалов - разновидности объемного упрочнения металлических и полимерных материалов.	2	2			[1]	[1-9]	
4	Компьютерное моделирование процессов формирования мелкозернистой структуры слитка методом твердожидкого литья - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2		[2]		
5	Композиционные и наноструктурные материалы - композиционные материалы; нанокристаллические материалы, фуллериты, нанокомпозиты.	2	2			[1]	[1-9]	
6	Компьютерное моделирование процессов получения изделий из композиционных материалов методом лазерного спекания порошков - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2		[2]		



1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Поверхностное упрочнение термической и высокоэнергетической обработкой - разновидности и эффекты упрочнения поверхностных слоев термической и высокоэнергетической обработкой.	2	2			[1]	[1-9]	
8	Поверхностное упрочнение пластическим деформированием и в магнитном поле - разновидности и эффекты упрочнения поверхностных слоев пластическим деформированием и в магнитном поле.	2	2			[1]	[1-9]	
9	Рациональный выбор методов обработки заготовок поверхностным пластическим деформированием - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2			2	[2]		проверка отчетов
10	Изучение процессов магнитно-абразивной обработки металлических деталей - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2		[2]		
11	Напыленные, наплавленные, плакированные и припекаемые покрытия - разновидности и упрочняющие эффекты напыленных, наплавленных, плакированных и припекаемых покрытий.	2	2			[1]	[1-9]	
12	Изучение структуры напыленных и наплавленных покрытий - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2		[2]		
13	Электрохимические, химические, лакокрасочные, твердо-смазочные и фрикционно-переносимые покрытия - разновидности и упрочняющие эффекты электрохимических, химических, лакокрасочных, твердо-смазочных и фрикционно-переносимых покрытий	2	2			[1]	[1-9]	
14	Изучение процессов нанесения гальванических упрочняющих покрытий - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2		[2]		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	Рациональный выбор технологий упрочнения деталей агропромышленной техники - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2			2	[2]		
16	Контроль по модулю	2			2			Контр. работа

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Материальное обеспечение занятий

1. Слайды, плакаты, видеофильмы
2. Материальное обеспечение, предусмотренное методическими указаниями к лабораторным занятиям

### Перечень лабораторных работ

1. Рациональный выбор сталей для изготовления деталей, работающих в разных условиях эксплуатации
2. Компьютерное моделирование процессов формирования мелкозернистой структуры слитка методом твердожидкого литья
3. Компьютерное моделирование процессов получения изделий из композиционных материалов методом лазерного спекания порошков
4. Рациональный выбор методов обработки заготовок поверхностным пластическим деформированием
5. Изучение процессов магнитно-абразивной обработки металлических деталей
6. Изучение структуры напыленных и наплавленных покрытий
7. Изучение процессов нанесения гальванических упрочняющих покрытий
8. Рациональный выбор технологий упрочнения деталей агропромышленной техники

### Литература

#### Основная

1. Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностр. специальностей вузов / А.М. Дальский [и др.]; под общ.ред. А.М. Дальского. – Москва: Машиностроение, 2004. – 512 с.
2. Технология конструкционных материалов / Комаров О.С. [и др.]; под общ.ред. О.С. Комарова. – Мн.: Новое знание, 2007. – 567 с.
3. Шадуя, В.Л. Современные методы обработки материалов в машиностроении: учеб.пособие / В.Л. Шадуя. – Мн.: Техноперспектива, 2008. – 314 с.
4. Дегтярев, М.Г. Материаловедение. Технология конструкционных материалов / М.Г. Дегтярев. – М.: Колос, 2007. – 360 с.

5. Наноматериалы и нанотехнологии. В.М. Анищик [и др.]; под.ред. В.Е. Борисенко и Н.К. Толочко. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2008. – 375 с.
6. Теория и практика восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники: монография/ Г.Ф. Бетенья[и др]. – Мн: БГАТУ, 2006. – 468с.
7. Капцевич, В.М. Новые материалы и технологии: пособие / В.М. Капцевич, В.Р. Калиновский, В.К. Корнеева. – Минск, 2010. – 284 с.
8. Капцевич, В.М. Новые материалы: технологии изготовления и области применения / В.М. Капцевич, В.К. Корнеева, Д.И. Кривальцевич. – Минск, 2010. – 232 с.

#### *Дополнительная*

9. Новые ресурсосберегающие технологии и композиционные материалы / Ловшенко Ф.Г. [и др.]. – М.: Энергоатомиздат; Гомель: БелГУТ, 2004. – 519 с.
10. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию. Пер. с японск. / Н. Кобаяси. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 134 с.
11. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учеб.пособие для высш. учеб. заведений / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.
12. Ивашко, В.С.. Прогрессивные технологии при ремонте машин, восстановлении и упрочнении деталей / В.С. Ивашко. – Минск: ТОННИК, 2006. – 284с.
13. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве: монография/ В.А. Лойко[и др. ]. – Минск: БГАТУ, 2007. 192с.

#### **Перечень заданий УСРС по учебной дисциплине**

Самостоятельно изучить и подготовить рефераты:

1. Зарубежный опыт развития упрочняющих технологий
  2. Применение упрочняющих технологий при производстве сельхозтехники
  3. Применение упрочняющих технологий при ремонте сельхозтехники
- Лабораторные работы: самостоятельно изучить и подготовить отчет по следующим темам:
1. Рациональный выбор сталей для изготовления деталей, работающих в разных условиях эксплуатации
  2. Рациональный выбор методов обработки заготовок поверхностным пластическим деформированием

#### **Средства диагностики результатов учебной деятельности студентов**

Для промежуточного контроля учебных достижений студентов используются тесты, разноуровневые контрольные задания, письменные контрольные работы, устный опрос во время занятий и другие средства диагностики. Текущая аттестация учебных достижений студентов проводится в виде зачета.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Название учебной дисциплины, с кото-рой требуется согла-сование	Название кафедры	Предложени я об измене-ниях в содержании учеб-ной программы учрежде-ния высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Учебная дисциплина является завершающей, согласование не требуется			

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор БГАТУ

\_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ на 20 \_\_-20\_\_ учебный год**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)  
(название кафедры)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

Нормоконтроль:  
Начальник ЦНМ и УР \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

Декан ФТС

А.В.Миранович