

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов направления подготовки
23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
очной формы обучения*



Могилев 2023

УДК 621.43:629.114
ББК 31.365:39.33-04
Т99

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«20» декабря 2022 г., протокол № 5

Составитель канд. техн. наук, доц. Е. В. Кузнецов

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. Е. Науменко

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены для студентов направления подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» очной формы обучения.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Ответственный за выпуск

И. В. Лесковец

Корректор

И. В. Голубцова

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

Введение	4
1 Практическое занятие № 1. Заготовительное производство	5
2 Практическое занятие № 2. Сварочно-сборочное производство	7
3 Практическое занятие № 3. Механическое производство	9
4 Практическое занятие № 4. Сборочное производство подъемно- транспортной техники	10
5 Практическое занятие № 5. Сборочное производство транспортной техники	11
6 Практическое занятие № 6. Окрасочное производство	13
Список литературы	15

Введение

Практические занятия по учебной дисциплине «Технология производства и ремонта строительных, дорожных и подъёмно-транспортных машин» (ТПРСДПТМ) проводятся на филиале кафедры ТТМ, заводе «Могилев-ТрансМаш».

Целью дисциплины «Технология производства и ремонта строительных, дорожных и подъёмно-транспортных машин» является формирование у студентов комплекса знаний и навыков по основам технологии машиностроения, высокопроизводительным и высококачественным методам изготовления и ремонта современных надёжных, экономичных и экологичных машин.

Целью практических занятий является изучение структуры и организации работ реально действующего крупного предприятия, в частности детальное изучение технологических процессов машиностроительного завода.

В начале семестра в университете и на заводе студенты проходят инструктажи по основам охраны труда на промышленном предприятии.

При первом посещении указанного предприятия, согласно расписанию занятий, каждый студент получает в отделе кадров временный пропуск на завод, который действителен по предъявлении личного паспорта.

После проведения занятия каждый студент оформляет отчёт, содержащий цель занятия и основные полученные результаты (сведения о заводе). Отчет оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105–95 *Общие требования к текстовым документам*. При проведении рейтинг-контроля отчёты по проведённым практическим занятиям подлежат защите на кафедре.

1 Практическое занятие № 1. Заготовительное производство

Цель: изучение заготовительного производства.

Задачи:

- 1) изучить структуру склада металлов (подъездные пути, конструкцию стеллажей, тележек и подъёмно-транспортных машин (ПТМ));
- 2) изучить структуру заготовительного цеха (планировку цеха, размеры проездов, ПТМ);
- 3) изучить конструкции и принципы работы оборудования по резке и раскрою металла, оснастку и инструмент.

Оснащение:

- 1) блокнот;
- 2) карандаш;
- 3) рулетка.

1.1 Общие положения

Изготовление любой детали начинается с получения заготовки, т. е. полуфабриката, предназначенного для дальнейшей механической, термической и иной обработки.

Процессы получения заготовок тесно связаны с последующей обработкой. Трудоёмкость последней в большой степени зависит от точности выполнения заготовки и приближения её конфигурации к форме и размерам готовой детали. Поэтому технология машиностроения развивается в направлении комплексного процесса изготовления деталей, включающего получение заготовки и последующую обработку. Максимальное приближение геометрических форм и размеров заготовки к размерам и форме готовой детали – главная задача современного заготовительного производства.

В настоящее время средняя трудоёмкость заготовительных работ в машиностроении составляет от 20 % до 35 % общей трудоёмкости производства изделий. Главная тенденция в развитии производства состоит в снижении трудоёмкости механической обработки при изготовлении деталей машин за счёт повышения точности формы и размеров заготовок.

Выбор рационального вида заготовок (материала, способа изготовления, конструктивной формы) – один из важнейших факторов борьбы за экономное расходование машиностроительных материалов и снижение себестоимости деталей. Он определяется функциональными требованиями к детали, характером (типом) производства, экономической целесообразностью. Существует универсальная технологическая классификация методов изготовления заготовок и деталей, позволяющая инженеру осуществлять предварительный выбор.

Метод получения заготовки зависит от конструктивных форм, габаритных размеров, марки материала и количества выпускаемых деталей в год. Основным фактором, определяющим выбор метода получения заготовки, являются

технологические свойства материала – литейные качества, штампуемость, прессуемость, свариваемость, обрабатываемость резанием. К заготовительным процессам преобразования полуфабрикатов в заготовки также относят разрезку, рубку, правку и т. п. Правка – операция, связанная с устранением или уменьшением местных и общих деформаций заготовки. Правка проката предшествует его резке на мерные заготовки, которые в некоторых случаях также подвергают правке. Правкой уменьшают припуск под последующую механическую обработку заготовки. Её выполняют на правильных валках, прессах, правильно-растяжных машинах, правильно-калибровочных станках.

Припуск под механическую обработку – это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки или вдавливаемый с целью получения требуемых по чертежу формы и размеров детали. Припуски назначают только на те поверхности, требуемые форма и точность размеров которых не могут быть достигнуты принятым способом получения заготовки. Припуски делят на общие и операционные. Общий припуск на обработку – это слой материала, необходимый для выполнения всех технологических операций, совершаемых над данной поверхностью. Операционный припуск – это слой материала, удаляемый при выполнении одной технологической операции. Общий припуск равен сумме операционных.

Помимо припуска, заготовки часто формируются с напуском. Напуск – это избыток материала на поверхности заготовки, кроме припуска, обусловленный технологическими условиями получения заготовки. Например, штамповочные уклоны, увеличенные радиусы закруглений и др.

Все заготовки, независимо от методов их получения, должны иметь минимальный припуск, а следовательно, их геометрические размеры должны приближаться к геометрическим размерам готовых деталей, но при этом обеспечивать заданное рабочей документацией качество (по размерам и шероховатости поверхностей). Обеспечение минимального припуска повышает коэффициент использования материала и уменьшает трудоёмкость дальнейшей обработки.

Заготовки в процессе их формирования должны соответствовать следующим требованиям:

- химический состав, структура и зернистость материала должны соответствовать техническим требованиям, отражённым на чертеже заготовки;
- все поверхности не должны иметь раковин, трещин, спаев и механических повреждений, которые могут привести к выпуску некачественных деталей;
- поверхности, используемые как базовые на первой операции их обработки, должны быть чистыми, без заусенцев, остатков литников, прибылей, окалины и других дефектов, иначе это приведёт к значительным погрешностям установки при дальнейшей обработке и сборке;
- все внутренние напряжения должны быть сняты за счет применения термообработки (отжига).

Сварные (комбинированные) конструкции заготовок часто применяют для изготовления сложных корпусных деталей. Сварке подвергают элементы, изготовленные литьём, штамповкой, ковкой или иными способами. Кроме сварки, применяют пайку, клёпку и склеивание. Примерами таких заготовок являются:

- 1) элементы, штампованные из листа, соединённые точечной или дуговой сваркой или пайкой в одну сложную заготовку;
- 2) полученные газовой резкой элементы из листового проката (или отливки), соединённые дуговой сваркой в крупногабаритные заготовки (фундаментные кольца гидротурбин, рамы стационарных двигателей внутреннего сгорания ...);
- 3) штампованные или обработанные резанием заготовки, залитые в одну сложную заготовку (диафрагмы паровых турбин с залитыми лопатками, тормозные барабаны автомобилей ВАЗ ...);
- 4) средние по размеру отливки, соединённые термитной сваркой в одну крупную и сложную заготовку.

1.2 Выполнение работы

После изучения заготовительного производства в отчёте изобразить:

- а) схему склада металлов с подъездными путями и расположением ПТМ;
- б) эскизы стеллажей для хранения металла;
- в) схему (планировку) заготовительного цеха;
- г) операционные эскизы резки, раскроя и гибки металла с указанием точности.

2 Практическое занятие № 2. Сварочно-сборочное производство

Цель: изучение сборочно-сварочного цеха.

Задачи:

- 1) изучить структуру сварочного цеха (планировку цеха с ПТМ);
- 2) изучить конструкцию оборудования и оснастку (кондукторные приспособления и сварочные аппараты);
- 3) изучить конструкцию изготавливаемой продукции:
 - а) рамы полуприцепов;
 - б) кузова самосвалов и мусоровозов;
 - в) опоры поворотных плит и стрелы кранов и подъёмников.

Оснащение:

- 1) блокнот;
- 2) карандаш;
- 3) рулетка.

2.1 Общие положения

Изготовление крупных сварных узлов машин является наиболее распространённым видом работ отечественного машиностроительного производства. В настоящее время объём работ, выполняемых в сборочно-сварочных цехах, составляет 12 %...15 % от общей трудоёмкости изготовления машины или около 50 % от трудоёмкости производства всех корпусных деталей машин.

В сборочно-сварочный цех к каждому рабочему месту подаются комплекты деталей из заготовительного и обрабатывающего цехов. Из этих деталей собираются и свариваются различные узлы. Из предварительно изготовленных узлов и части деталей собираются секции. Блоки секций формируют из отдельных секций, узлов и деталей.

Большинство деталей и узлов входит в состав секций и блоков секций. Лишь сравнительно небольшая часть деталей и узлов поступает непосредственно на линию сборки машины.

Сборочно-сварочные цеха размещаются в специально сооружаемых больших корпусах, разделенных на несколько пролётов рядами колонн, поддерживающих свод здания и подкрановые пути.

В сборочно-сварочных цехах рабочие места обеспечены дневным и искусственным освещением, отоплением, а также общей приточно-вытяжной и местной вентиляцией.

Крановое оборудование цеха состоит из мостовых и поворотных кранов, грузоподъёмность которых выбирается в зависимости от массы узлов и секций, которые должны собираться. Количество кранов определяется в зависимости от длины пролётов, загрузки и интенсивности работы, но не меньше двух на каждой линии подкрановых путей, что необходимо для обеспечения непрерывной работы в пролёте в случае поломки одного крана. Для передачи секций и узлов из одной части в другую подкрановые пути обеих частей несколько перекрывают друг друга в месте стыка.

Производственные площади цеха обеспечиваются необходимыми видами энергии: осветительной; электроэнергией для сварки; кислородом и ацетиленом, подаваемым по магистралям, а также сжатым воздухом под давлением 0,5...0,6 МПа для пневматического инструмента; водой. Во многих цехах для сварки по специальным магистралям подаётся углекислый газ (CO₂).

Посты для подключения кислородных и ацетиленовых шлангов, распределительные гребёнки сжатого воздуха, щитки низкого напряжения для подключения переносных электроламп и электроинструмента располагаются, как правило, на колоннах цеха.

Многопостовые сварочные машины или выпрямители располагаются в специальном помещении или в незадействованном пространстве между колоннами.

Для подключения балластных реостатов сварщиков от многопостовых машин в пролётах проложены специальные шинопроводы. Весь пол в пролётах цеха, за исключением мест, предназначенных для установки постоянных стендов и механического оборудования, а также для проходов, покрывается метал-

лическими сборочными площадками сварной конструкции или имеет специальные пазы для крепления оснастки. Съёмная оснастка устанавливается непосредственно на сборочных площадках.

Служебные и бытовые помещения располагаются в пристройке, примыкающей к торцевой или одной из боковых стен цеха. На первом этаже обычно размещаются различные кладовые (инструментальная, электродная и др.), мастерские ремонта оборудования, конторки мастеров и санузлы. На 2-м и 3-м этажах находятся раздевалки и душевые для рабочих, красный уголок, помещения администрации и служб цеха.

Склад комплектации деталей и узлов, часто входящий в состав сборочно-сварочного цеха, размещается в непосредственной близости от цеха.

Распределение производственных площадей в сборочно-сварочном цехе и расположение на них участков зависят от конкретной организации производства и конструктивно-технологических особенностей изготавливаемых изделий.

2.2 Выполнение работы

1 После изучения структуры сварочного цеха в отчёте изобразить:

- а) планировку цеха с расположением оборудования и ПТМ;
- б) эскиз кондукторного приспособления.

2 Изучив конструкцию изготавливаемой продукции, отразить в отчёте эскизы рам полуприцепов, кузовов самосвалов и мусоровозов, стрел кранов и подъёмников.

3 Практическое занятие № 3. Механическое производство

Цель: изучение механического цеха.

Задачи:

- 1) изучить структуру механического цеха (планировку цеха с ПТМ);
- 2) изучить конструкцию оборудования и оснастки (токарных, расточных, раскаточных, фрезерных, шлифовальных станков и др.);
- 3) изучить конструкцию приспособлений и инструмента.

Оснащение:

- 1) блокнот;
- 2) карандаш;
- 3) рулетка.

3.1 Общие положения

Основными подразделениями машиностроительного завода являются обрабатывающие (механические) цеха с необходимым металлорежущим станочным парком. Цех состоит из основных и вспомогательных участков.

Механическая обработка резаньем (снятие стружки режущим инструментом) требуется для получения детали из заготовки. Удельный вес механической обработки в общей трудоёмкости изготовления детали составляет 50 %...60 %.

Основные участки механического цеха объединяют оборудование определённого типа. Токарная обработка является самой распространённой технологической операцией. Как правило, на токарном участке устанавливают необходимое количество токарно-винторезных, токарно-револьверных станков, токарных автоматов и полуавтоматов. В серийном производстве используют токарные станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Для обработки плоских и других поверхностей организуют фрезерный участок с различными подтипами фрезерного оборудования.

Ни один механический цех не обойдётся без участка сверлильных станков. Вертикально-сверлильные и радиально-сверлильные станки задействованы почти во всех технологических процессах.

Финишная обработка деталей производится на шлифовальном участке, оснащённом плоскошлифовальными и круглошлифовальными станками.

3.2 Выполнение работы

1 После изучения структуры механического цеха в отчёте изобразить:

- а) планировку цеха с расположением оборудования и ПТМ;
- б) операционные эскизы токарной, расточной, раскаточной, фрезерной, шлифовальной операций и др.

2 Изучив конструкцию зажимных приспособлений, изобразить их эскизы.

4 Практическое занятие № 4. Сборочное производство подъемно-транспортной техники

Цель: изучение цеха сборки кранов и подъёмников.

Задачи:

- 1) изучить структуру цеха (планировку, размеры проездов, ПТМ);
- 2) изучить конструкцию и работу оборудования, оснастки и инструмента.

Оснащение:

- 1) блокнот;
- 2) карандаш;
- 3) рулетка.

4.1 Общие положения

Сборочные цеха завершают цикл изготовления изделий и оказывают значительное влияние на ритмичность производства на предприятии.

Технология сборки предусматривает соединение и обеспечение правильного взаиморасположения и взаимодействия деталей и сборочных единиц.

В цехах единичного и мелкосерийного производства наряду с чисто сборочными могут выполняться и другие технологические операции (дополнительная механическая обработка деталей, слесарно-пригоночные операции).

С технологической точки зрения различные сборочные операции имеют много общего, что позволяет использовать универсальную технологическую оснастку, типовые технологические процессы и формы организации сборочных процессов. Кроме того, создаются благоприятные условия для внедрения поточных методов организации производства.

Сборочные процессы характеризуются высоким удельным весом ручных работ и, как правило, применением несложного технологического оборудования. Специфика сборочных процессов позволяет широко использовать средства механизации и существенно затрудняет автоматизацию сборочных операций. Специализация рабочих и уровень их квалификации часто определяются спецификой сборки определенного вида продукции, поэтому освоение новых видов продукции связано с приобретением определенных навыков и опыта.

4.2 Выполнение работы

- 1 Изобразить в отчёте планировку цеха с ПТМ.
- 2 Изобразить эскизы собираемых кранов и подъёмников, обращая особое внимание на разъёмные соединения.
- 3 Привести перечень применяемого инструмента.

5 Практическое занятие № 5. Сборочное производство транспортной техники

Цель: изучение цеха сборки прицепов и полуприцепов.

Задачи:

- 1) изучить структуру цеха (планировку, размеры проездов, ПТМ);
- 2) изучить конструкцию и работу оборудования, оснастки и инструмента.

Оснащение:

- 1) блокнот;
- 2) карандаш;
- 3) рулетка.

5.1 Общие положения

Технологическое оснащение определяет состав и содержание сборочных операций и включает в себя оборудование, различные приспособления, сред-

ства механизации и автоматизации, мерительный и иной инструмент.

Основным оборудованием при ручной сборке является верстак.

Приспособления делят на универсальные и специальные. Первые могут быть применены на любой операции, а вторые проектируют и изготавливают для конкретной операции.

Типы привода приспособлений делят на механические, гидравлические, пневматические и электрические. Приспособления в зависимости от назначения делят на следующие группы:

- зажимы, которые служат для закрепления собираемых изделий, сборочных единиц или деталей в требуемом для сборки положении, придания устойчивости сборочной единице и облегчения её сборки;

- установочные, предназначенные для правильной и точной установки соединяемых деталей или сборочных единиц относительно друг друга, что гарантирует получение требуемых размеров в сборочных цепях;

- рабочие, используемые при выполнении отдельных операций технологического процесса сборки, например, вальцевания, запрессовки, постановки и снятия узлов и деталей (пружин и др.);

- контрольные, изготовленные применительно к конфигурации, формам, размерам и другим особенностям проверяемых сопряжений сборочных единиц и изделий для контроля конструктивных параметров, получающихся в процессе сборки.

Оборудование сборочных цехов делят на две группы:

- 1) технологическое, предназначенное непосредственно для выполнения работ по различному сопряжению деталей, их регулировке и контролю в процессе узловой и общей сборки;

- 2) вспомогательное, предназначенное для механизации вспомогательных работ, объём которых при сборке достаточно большой.

Доля вспомогательных работ в общей трудоёмкости сборки в серийном производстве составляет 30 %...40 %, в массовом – 10 %...15 %.

Загрузочные устройства подразделяют на бункерные, магазинные, кассетные, электромагнитные, манипуляторы и роботы.

Бункерные загрузочные устройства подразделяют на дисковые, барабанные, элеваторного типа, шиберные, крючковые, карманчиковые, с механическим или вибрационным приводом.

Магазинные загрузочные устройства классифицируют на стержневые, шахтные, штабельные, вертикальные, вибрационные дисковые, дисковые с плоским прямоугольным магазином, цепные, винтовые, пилообразные.

Кассетные загрузочные устройства могут быть механическими, пневматическими, магнитными, электромагнитными, комбинированными.

Транспортно-технологическое оборудование предназначено для ориентации и подачи деталей непосредственно в зону выполнения технологической операции.

В сборочный комплекс входят устройства по опознаванию деталей и контролю их наличия в загрузочных устройствах. Разгрузочные устройства пред-

назначены для снятия готовых сборок и установки их на магазин-склад сборочных единиц.

Важным вспомогательным элементом сборочной операции является необходимое во многих случаях перемещение сборочной единицы в вертикальном направлении или поворот в удобное для сборщика положение. В качестве средств механизации для этих целей используют подъёмники. Это экономит время на сборку, повышает производительность и облегчает труд сборщика.

К подъёмникам относятся электротали, полиспастные, пневматические, поршневые, а также разнообразные специальные подъёмники – консольные поворотные краны, подъёмно-разъёмные стремянки и т. п.

Для перемещения в горизонтальном направлении служат различного рода тележки, конструкция которых зависит от массы и габаритов деталей.

5.2 Выполнение работы

1 Изобразить в отчёте планировку цеха с ПТМ.

2 Изобразить эскизы собираемых полуприцепов и прицепов, обращая особое внимание на разъёмные соединения.

3 Привести перечень применяемого инструмента.

6 Практическое занятие № 6. Окрасочное производство

Цель работы: изучение окрасочного цеха и гальванического участка.

Задачи:

1) изучить структуры цеха окраски и гальванического участка (планировку, транспорт, ПТМ);

2) изучить конструкцию и работу оборудования, оснастки и инструмента.

Оснащение:

1) блокнот;

2) карандаш;

3) рулетка.

6.1 Общие положения

Окрасочный цех (отделение) состоит из участков: подготовки изделий к окраске, нанесения покрытий, сушки изделий, обработки поверхностей после сушки изделий, а также из краскоприготовительного отделения (участка) с кладовой лакокрасочных и других материалов.

Крупные окрасочные цеха с поточной организацией работ размещаются в многопролётных корпусах, причём одна сторона цеха должна быть обязательно наружной с непосредственным выходом наружу.

Обычно окрасочные цеха или отделения состоят из отдельных линий (участков), где окрашивается определенный вид или группа изделий.

Окрасочные цеха машиностроительных заводов оснащены высокопроизводительным оборудованием для нанесения лакокрасочных покрытий различными методами (пневматическим и безвоздушным распылением, в электрическом поле, окунанием, обливанием), а также сушильными установками, агрегатами с устройствами, перемещающими изделия в процессе окраски и сушки. Нанесение окрасочных составов вручную (кистью) применяют редко.

Большую часть лакокрасочных материалов изготавливают на основе синтетических материалов.

Рабочие окрасочных цехов и краскозаготовительных отделений обеспечиваются бесплатной спецодеждой и защитными приспособлениями в соответствии с действующими нормами.

Окрасочные цеха оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией, основным назначением которой является поддержание концентраций вредных веществ на уровне, не превышающем предельно допустимых значений. Кроме того, система вентиляции совместно с отоплением должна обеспечивать температуру воздуха в зоне пребывания людей в диапазоне 17 °С...23 °С.

Стоки окрасочных цехов и участков, содержащие краску, должны подвергаться очистке в краскоуловителях.

Планировка окрасочных цехов должна отражать принятый метод организации окрасочных работ, расчётное число единиц технологического оборудования и рабочих мест. В планировке учитывают грузопотоки, предусматривают достаточно широкие проходы и проезды, свободную связь между рабочими местами, связь с подсобными и бытовыми помещениями, достаточно хорошее естественное и искусственное освещение рабочих мест, возможность эвакуации людей в случае пожара.

Гальваника представляет собой электрохимический метод нанесения металлических покрытий хрома, никеля, меди, цинка и др. на электропроводящий материал (чаще всего сталь) для придания изделию определенных свойств: антикоррозийных, защитно-декоративных, декоративных.

Гальванические покрытия имеют следующие достоинства:

- высокая однородность получаемого покрытия, т. е. толщина нанесённого слоя металла одинакова на любом участке поверхности изделия;
- нанесение защитного покрытия возможно на детали сложной формы, а также на изделия значительных размеров;
- программирование свойств получаемого покрытия (твёрдость, плотность, толщина и др.).

6.2 Выполнение работы

1 Изобразить в отчёте планировку окрасочного цеха и гальванического участка.

2 Изобразить операционные эскизы покрываемых изделий.

3 Привести перечень применяемых эмалей и видов гальванопокрытий.

Список литературы

- 1 **Загидуллин, Р. Р.** Планирование машиностроительного производства: учебник / Р. Р. Загидуллин. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 392 с.
- 2 Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин : учебник для вузов / Под ред. В. А. Зорина. – Москва : Академия, 2010. – 576 с.
- 3 **Кузнецов, Е. В.** Основы технологии машиностроения и ремонта машин: учебно-методическое пособие / Е. В. Кузнецов. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – 226 с.