

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке

РХТУ им. Д.И. Менделеева



А.А. Щербина

« 12 » декабря 20 22 г.

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.6.9. ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Москва 2022 г

Программа составлена:
Ваграмяном Т.А., д.т.н., профессором, заведующим кафедрой ИМиЗК;
Новиковым В.Т., к.х.н., доцентом, профессором кафедры ТНВиЭП.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Характеристика современного гальванического производства.

Введение. Предмет и методы в курсе «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии». Описание основных разделов курса. Цели и задачи курса. Структура курса. Общая характеристика современного гальванического оборудования, применяемого при электроосаждении металлов и сплавов. Значение специального гальванического оборудования для экологической безопасности, эффективности процессов нанесения гальванопокровов, его роль в ресурсосбережении. Оборудование для автоматического поддержания чистоты и постоянства состава электролитов. Оборудование для очистки и поддержания чистоты промывной воды. Оборудование для фильтрации электролитов с целью удаления механических примесей и загрязнений органическими веществами. Типы систем фильтрации. Насосы систем фильтрации. Оборудование для автоматической корректировки электролитов. Счетчики ампер-часов, иономеры, ORP-контроллеры, корректирующие кондуктометры, управляющие соленоидными клапанами. Алгоритм выбора фильтрационного оборудования и оборудования для корректировки электролитов.

2. Вспомогательное оборудование гальванических производств.

Оборудование для автоматического поддержания чистоты и постоянства состава электролитов. Оборудование для очистки и поддержания чистоты промывной воды. Оборудование для фильтрации электролитов с целью удаления механических примесей и загрязнений органическими веществами. Типы систем фильтрации. Насосы систем фильтрации. Оборудование для автоматической корректировки электролитов. Счетчики ампер-часов, иономеры, ORP-контроллеры, корректирующие кондуктометры, управляющие соленоидными клапанами. Алгоритм выбора фильтрационного оборудования и оборудования для корректировки электролитов.

3. Современное оборудование для селективного нанесения гальванопокрытий.

Оборудование для селективного нанесения гальванопокрытий. Оборудование для нанесения покрытий на ленту и проволоку по технологии "Reel-to-reel" («с барабана на барабан»). Масочное селективное нанесение покрытий на ленты и селективное нанесение покрытий на ленты методом фиксированного погружения. Конструктивные особенности линий "Reel-to-reel". Типы и способы нанесения масок на ленту. Особенности оборудования и электролитов для селективного нанесения покрытий методом фиксированного частичного погружения ленты. Способы разработки скоростных электролитов для линий "Reel-to-reel", работающих при плотностях тока от 20 до 50 А/дм². Конструкция линий для нанесения покрытий на проволоку при изготовлении кабелей и контактов. Конструкция линий для нанесения покрытий на проволоку для изготовления элементов памяти (записывающих информацию устройств). Контроль коэрцитивной силы. Наносимые на ленту и проволоку слои металлов и неразрушающий непрерывный контроль их свойств.

4. Современное оборудование для очистных сооружений.

Оборудование для очистных сооружений, приготовления и транспортировки электролитов и других технологических жидкостей. Оборудование для разделения жидкостей с разной плотностью (очистка ванн обезжиривания от масла и нефтепродуктов). Угольные и ионообменные системы очистки воды и стоков. Реакторы-нейтрализаторы. Выпарные аппараты, насосное оборудование. Типы и конструкции химических и химических герметичных насосов. Бочковые насосы. Выбор насосов. Фильтр-прессы. Их типы и применение. Коалесцирующие системы, схемы их установки и сопутствующее оборудование. Поплавковые скиммеры. Ским диски и ским-ремни. Системы со «спагетти» наполнителем, Фильтрующая среда «AngelHair» для удаления Sn⁴⁺ из электролитов оловянирования и осаждения сплавов олова. Лабиринтные сепараторы масла.

5. Электрохимическое и химическое осаждение различных материалов.

Виды гальванических покрытий и их назначение. Требования, предъявляемые к покрываемой поверхности и к покрытиям в гальванопластике. Неэлектрохимические методы нанесения металлических покрытий и сравнительная их характеристика. Механизм электрокристаллизации. Влияние на структуру и свойства гальванических осадков состава электролита (природы и концентрации ионов основного металла, ионов других металлов, рН, поверхностно-активных веществ), режима электролиза (плотности тока, температуры перемешивания, нестационарных

условий), состояния поверхности катода. Причины образования губчатых осадков и методы их устранения. Условия и механизм образования блестящих осадков. Условия совместного электроосаждения металлов.

Распределение тока и металла при электроосаждении металлов. Критерий равномерности распределения тока и металла по поверхности катода. Влияние различных факторов на равномерность электрохимических осадков. Микрорассеивающая и выравнивающая способность электролитов. Экспериментальные методы изучения распределения тока и металла. Контроль качества покрытий.

6. Электрохимический синтез и электролиз.

Характерные особенности процессов электрохимического синтеза, связанные с многостадийностью процессов окисления и восстановления при образовании сложных неорганических и органических соединений. Роль состояния поверхности электрода. Электродный потенциал и селективность процессов электрохимического окисления и восстановления. Электролиз при контролируемом потенциале. Принципы выбора состава подвергаемого электролизу раствора: электролиз с катализаторами-переносчиками.

Примеры процессов электросинтеза неорганических веществ: пероксодисерная кислота и ее соли, пероксоболат натрия и другие пероксидные соединений. Примеры процессов электросинтеза органических соединений: реакции присоединения и замещения, димеризации и конденсации, окисления и восстановления.

7. Коррозия и защита металлов.

Коррозия. Прямые и косвенные коррозионные потери. Классификация коррозионных процессов (по типу агрессивной среды, характеру коррозионных разрушений, условиям протекания коррозионных процессов). Количественная оценка коррозионного разрушения. Весовой, глубинный и токовый показатели коррозии. Термодинамика электрохимической коррозии. Катодные и анодные реакции при электрохимической коррозии. Движущие силы коррозии. Термодинамическая стабильность металлов. Диаграммы Пурбе. Влияние электродного потенциала на скорость электрохимической коррозии. Кинетика электрохимической коррозии. Механизм. Графический расчет потенциала и тока коррозии. Поляризационные диаграммы для различных стадий контроля электрохимической коррозии при кислородной деполяризации. Контролирующие стадии электрохимической коррозии (поляризационные диаграммы). Коррозия при сопряженном процессе восстановления ионов водорода. Коррозия при сопряженном процессе восстановления кислорода. Коррозия при сопряженном процессе восстановления нескольких окислителей. Пассивность металлов. Механизм растворения сплавов. Способы повышения коррозионной стойкости металлов к коррозии. Нарушение пассивного

состояния, перепассивация. Локальная анодная пассивация. Влияние природы металла, содержания легирующих компонентов, структуры сплавов на коррозионное поведение. Коррозионная стойкость мартенситных, ферритных и аустенитных нержавеющей сталей. Влияние механических напряжений на коррозионное поведение металлов. Влияние состава раствора и pH агрессивной среды на коррозионное поведение металлов. Влияние теплопередачи, скорости движения среды, контакта с металлами и неметаллами на коррозионное поведение металлов. Влияние температуры на коррозионное поведение металлов. Термодинамика газовой коррозии. Механизм газовой коррозии. Условие сплошности оксидных пленок (правило Пиллинга и Бедворса). Общая кинетика газовой коррозии. Уравнение Эванса. Влияние состава сплава, структуры, механических напряжений на газовую коррозию. Влияние температуры на газовую коррозию. Жаростойкость нержавеющей сталей. Коррозия легированных сталей. Межкристаллитная коррозия легированных сталей. Коррозионная стойкость меди и ее сплавов. Коррозионная стойкость алюминия и его сплавов. Коррозионная стойкость титана и его сплавов. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с агрессивной средой. Атмосферостойкость полимерных материалов. Факторы, влияющие на коррозионную стойкость полимеров. Оценка коррозионной стойкости полимерных материалов. Причины старения полимеров. Коррозионная стойкость полиэтилена. Оценка коррозионной стойкости силикатных материалов. Коррозионная стойкость бетона. Коррозионная усталость материалов.

Фосфатирование. Стадии процесса фосфатирования, в т.ч. стадия активации и последующая обработка фосфатных слоев. Свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий. Определение массы фосфатного покрытия, массы стравившегося металла, защитной способности по Акимову. Состав фосфатирующего раствора в общем виде. Теоретические основы фосфатирования. Реакции, протекающие на межфазной границе и в объеме раствора. Равновесные растворы. Общая и свободная кислотности фосфатирующих растворов Фосфатирование, как электрохимический процесс. Катодный и анодный процессы. Ускорители процесса фосфатирования, механизм их действия.

Оксидирование алюминия. Свойства, назначение и области применения оксидных покрытий на алюминии. Последующая обработка оксидных покрытий на алюминии. Механизм процесса оксидирования алюминия. Влияние состава раствора и режима процесса на свойства оксидной пленки. Электролиты оксидирования алюминия. Нанесение гальванических покрытий на алюминий и его сплавы. Оксидирование стали и чугуна.

Электрохимическое цинкование. Электролиты цинкования. Основные закономерности при электроосаждении цинка из различных электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий, назначение и область их применения. Пассивация цинковых покрытий.

Электрохимическое меднение. Назначение и области применения покрытий. Электролиты меднения.

Электрохимическое никелирование. Электролиты никелирования. Виды никелевых покрытий. Назначение и области применения. Электролиты никелирования (сульфатные, сульфаматный и никель-страйк).

Химическое никелирование. Достоинства и недостатки по сравнению с электрохимическим способом. Механизм процесса. Влияние состава раствора и режима на скорость осаждения покрытий.

Ингибиторы коррозии. Определение, классификация, механизм действия (механизм пассивации и ингибирования). Области применения ингибиторов коррозии. Неорганические ингибиторы коррозии. Органические ингибиторы коррозии, включая консистентные смазки и ингибиторы травления. Летучие (парофазные) ингибиторы. Катодные, анодные и смешанные ингибиторы коррозии. Оценка эффективности действия ингибиторов (защитный эффект). Консервация металлических изделий. Средства и методы консервации.

Электрохимическая защита. Катодная электрохимическая защита. Катодная защита от внешнего источника тока. Возникновение блуждающих токов. Катодно-протекторная защита. Анодная электрохимическая защита. Анодная защита от внешнего источника тока. Анодно-протекторная защита. Лакокрасочные покрытия, используемые для защиты от коррозии. Способы нанесения жидких и порошковых лакокрасочных материалов. Покрытия полимерами. Гуммирование.

Вопросы для кандидатского экзамена по научной специальности

2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

1. Место и значение специального гальванического оборудования в современных технологиях электроосаждения металлов или сплавов.
2. Системы безвоздушного перемешивания в гальванотехнике (эжекторные системы перемешивания).
3. Способы и устройства для отделения масла и нефтепродуктов от растворов обезжиривания.
4. Автоматические системы фильтрации с постоянной фильтрующей средой в виде слоев гравия и песка (искусственно полученных специально для функции фильтрации).
5. Классификация специального гальванического оборудования.

6. Схема очистки щелочных ванн химического и электрохимического обезжиривания от масла и механических примесей.
7. Гравитационные автоматические системы фильтрации.
8. Пять основных аппаратурных приемов по улучшению и стабилизации качества гальванических покрытий.
9. Очистка ванны промывки перед нанесением покрытия от следов масла и нефтепродуктов. Значение и аппаратурное оформление. Комплект оборудования.
10. Кондуктометрические системы для контроля и управления чистотой промывочной воды в гальванических линиях. Основные характеристики и комплект устройств.
11. Дисковые системы фильтрации. Достоинства и недостатки.
12. Системы эжекторного перемешивания для печатных плат. Особенности конструкции и отличия от обычных эжекторных систем перемешивания для гальванических ванн.
13. Классификация систем фильтрации гальванических растворов. Типы систем фильтрации. Выбор системы фильтрации для гальванической ванны.
14. Типы картриджных систем фильтрации.
15. Системы автоматической корректировки электролитов. Счетчики ампер-часов, иономеры, ORP – контроллеры, специальные дозирующие насосы. Технические параметры дозирующих насосов.
16. Коалесцирующие системы. Назначение. Основные характеристики.
17. Принцип многослойного и селективного нанесения гальванопокрытий на контакты и заготовки интегральных микросхем по технологии «с барабана на барабан» (“Reel-to-Reel”). Метод селективного нанесения покрытий при помощи технологии фиксированного частичного погружения ленты в электролит.
18. Погружные системы фильтрации с открытым картриджем.
19. Мешочные системы фильтрации. Особенности и области применения в гальванотехнике.
20. Нагрев и охлаждение растворов в гальванотехнике. Поддержание рабочей температуры. Типы нагревателей и теплообменников. Отличие гальванических нагревателей от ТЭНов общего назначения. Формулы для расчета мощности для нагрева и поддержания рабочей температуры гальванической ванны.
21. Фильтр-прессы в гальванотехнике. Особенности, конструкции и способ расчета фильтр-прессов.
22. Конструкции насосов с магнитной муфтой, применяемых в гальванотехнике.

23. Термопротекторы гальванических нагревателей. Назначение, типы, функционирование и схемы подключения в систему нагрева ванн.
24. Расходомеры в гальванотехнике. Назначение и основные типы расходомеров.
25. Вспомогательное оборудование в гальванотехнике. Бочковые насосы, циркуляционные насосы и их типы.
26. Системы угольной очистки гальванических растворов. Типы угольных картриджей и канистр. Назначение и области применения угольных систем очистки в гальванотехнике.
27. Ионообменные системы очистки воды и гальванических стоков.
28. Основные типы картриджей для очистки гальванических растворов.
29. Блоки управления нагревом и охлаждением гальванических ванн. Характеристики и их компоненты. Функции блоков управления.
30. Конструкционные материалы, применяемые, при изготовлении современного гальванического оборудования. Значение специальных материалов для эффективности и качества гальванического процесса. Возможное негативное влияние пластификаторов и продуктов разрушения конструкционных полимеров гальванического оборудования на процесс нанесения покрытий. Подходы к выбору конструкционных материалов оборудования для каждой ванны гальванической технологии.
31. Схема подключения термопротекторов к системе нагрева гальванической ванны в случае рабочей силы тока более 15 А, текущего через нагревательные электрические элементы.
32. Типы теплообменников для гальванических ванн. Их конструкционные материалы. Схема включения в систему управления температурой гальванической ванны. Комплект системы нагрева в случае применения теплообменников.
33. Конструкция линий для нанесения покрытий на проволоку при изготовлении кабелей и контактов.
34. Алгоритм выбора фильтрационного оборудования и оборудования для корректировки электролитов.
35. Фильтрующая среда «AngelHair» для удаления Sn^{4+} из электролитов оловянирования и осаждения сплавов олова.
36. Конструкция линий для нанесения покрытий на проволоку для изготовления элементов памяти (записывающих информацию устройств).
37. Поплавковые скиммеры. Ским диски и ским-ремни.
38. Общая характеристика современного гальванического оборудования, применяемого при электроосаждении металлов и сплавов.

39. Назовите область применения и объясните сущность ионообменной очистки сточных вод.
40. Объясните стадии очистки сточных вод жидкостной экстракцией. Укажите требования, предъявляемые к экстрагенту.
41. Рассмотрите основы мембранных методов удаления примесей из сточных вод. Укажите области их применения.
42. Чем отличаются процессы фильтрования и мембранного разделения?
43. Рассмотрите схемы очистки сточных вод ультрафильтрацией и обратным осмосом.
44. В чём заключается сущность процесса очистки сточных вод?
45. Приведите классификацию электрохимических методов очистки сточных вод.
46. Назовите основные достоинства и недостатки электрохимических методов очистки сточных вод по сравнению с химическими методами.
47. Рассмотрите сущность процессов очистки сточных вод окислением и назовите наиболее распространённые окислители, их достоинства и недостатки.
48. Рассмотрите сущность процессов очистки сточных вод восстановлением и назовите наиболее распространённые восстановители, их достоинства и недостатки.
49. Назовите стадии очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией и основное оборудование для проведения этих процессов.
50. Дайте характеристику способов флотации и назовите области их применения.
51. Методы исследования электрических полей в электролитах. Методы исследования рассеивающей способности электролитов. Критерии равномерности распределения тока и металла. Количественная оценка рассеивающей способности электролитов.
52. Современная теория микрораспределения металла в процессе электроосаждения.
53. Механические методы подготовки поверхности металлов перед гальвано-химической обработкой.
54. Химические и электрохимические методы подготовки поверхности перед гальвано-химической обработкой. Химическое и электрохимическое обезжиривание, травление. Особенности процессов при обработке сплавов на основе меди, цинка, алюминия, никеля.
55. Наводороживание и водородная хрупкость, способы их предотвращения и устранения. Основные закономерности и механизм

наводороживания металла-основы и металла-покрытия при электроосаждении блестящих и матовых покрытий.

56. Электрохимическое меднение. Основные закономерности при электроосаждении меди из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

57. Электрохимическое никелирование. Основные закономерности при электроосаждении никеля из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

58. Электрохимическое хромирование. Основные закономерности процесса хромирования из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

59. Электрохимическое оловянирование и свинцевание. Основные закономерности при электроосаждении металлов из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

60. Электрохимическое серебрение и золочение. Основные закономерности при электроосаждении металлов из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

61. Электрохимическое цинкование. Основные закономерности при электроосаждении цинка из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

62. Электрохимическое кадмирование. Основные закономерности при электроосаждении кадмия из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

63. Особенности нанесения гальванических покрытий на цинковые, магниевые титановые и алюминиевые сплавы.

64. Электроосаждение сплавов на основе цинка (Zn-Ni, Zn-Co, Zn-Fe). Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.

65. Электроосаждение сплавов на основе меди (Cu-Zn). Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.

66. Электроосаждение сплавов на основе олова (Sn-Pb, Sn-Bi, Sn-Co). Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.

67. Хроматная и фосфатная пассивация цинковых и кадмиевых покрытий. Способы нанесения защитных пленок.

68. Фосфатирование сталей.

69. Теоретические основы фосфатирования, состав, свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий.

70. Процессы анодного оксидирования алюминия и его сплавов. Механизм образования анодных пленок, их свойства и области применения.
71. Химическое оксидирование сталей.
72. Химическое меднение. Области применения. Особенности подготовки поверхности при нанесении покрытий на диэлектрики. Сравнительная характеристика электролитов.
73. Химическое никелирование.
74. Химическое серебрение. Сравнительная характеристика электролитов. Процессы нанесения наноразмерных покрытий на металлы и сплавы.
75. Пассивное состояние металлов. Теории пассивности.
76. Анодная поляризационная кривая, характерные участки, точки.
77. Нарушение пассивного состояния вследствие перепассивации.
78. Локальная анодная пассивация.
79. Влияние внутренних факторов на коррозионное поведение металлов при электрохимической коррозии.
80. Легирование металлов для увеличения коррозионной стойкости. Правило Таммана.
81. Влияние внешних факторов на коррозионное поведение металлов при электрохимической коррозии.
82. Газовая (высокотемпературная) коррозия. Определение. Примеры.
83. Механизм газовой коррозии.
84. Термодинамика газовой коррозии.
85. Кинетика газовой коррозии.
86. Влияние внутренних факторов на газовую коррозию: состав сплава, структура сплава, механическое напряжение, обработка поверхности.
87. Влияние внешних факторов на газовую коррозию: состав среды, температура, давление, скорость движения среды.
88. Характерные особенности процессов электрохимического синтеза, связанные с многостадийностью процессов окисления и восстановления.
89. Электродный потенциал и селективность процессов электрохимического окисления и восстановления.
90. Электролиз при контролируемом потенциале. Принципы выбора состава подвергаемого электролизу раствора: электролиз с катализаторами-переносчиками.
91. Примеры процессов электросинтеза неорганических веществ: пероксодисерная кислота и ее соли, пероксоборат натрия и другие пероксидные соединений.

92. Примеры процессов электросинтеза органических соединений: реакции присоединения и замещения, димеризации и конденсации, окисления и восстановления.

93. Кинетика процессов с замедленной стадией переноса заряда. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса

94. Роль электрохимических и геометрических факторов в распределении тока и металла на поверхности электродов

95. Влияние специфической адсорбции ионов на строение ДЭС и кинетику электрохимической реакции

96. Стадийная природа электрохимических процессов. Лимитирующая стадия, её стехиометрическое число и методы определения

97. Электрохимические процессы с лимитирующей диффузионной стадией. Диффузионное перенапряжение

98. Кинетика процессов с замедленной стадией переноса заряда. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса

99. Частные порядки электрохимических реакций

100. Баланс напряжения электролизера. Анализ путей снижения напряжения на электролизере

101. Производство хлора и щелочей. Механизм катодных и анодных процессов. Условия электролиза

102. Производство кислородных соединений хлора. Анодные процессы и условия электролиза

103. Производство персульфатов. Механизм процессов на аноде и в объёме электролита, условия электролиза

104. Производство кислородных соединений марганца: особенности электродных процессов и условий электролиза в синтезе диоксида марганца

105. Ток обмена. Методы определения. Связь тока обмена с частными порядками электрохимических реакций.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Гамбург Ю. Д., Зангари Дж. Теория и практика электроосаждения металлов; пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. -438 с.

2. Пахомов В.С., Шевченко А.А. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. – М.: Профессия. 2016. 480 с.

3. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Смирнов К.Н. Методы контроля и испытания электрохимических и конверсионных покрытий: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. 212 с.

Дополнительная литература

1. Прикладная электрохимия» (учебник). Под ред. Томилова А.П. – 3-е изд., перераб. – М.: Химия, 1984. -520 с
2. Григорян Н.С., Акимова Е.Ф., Ваграмян Т.А. Фосфатирование: учеб.пособие. –М. : Глобус, 2008.- 144 с
3. Оборудование и основы проектирования электрохимических производств [Текст] : метод. пособие / Сост.: В.Т. Новиков, С.С. Виноградов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. - 48 с.
4. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство.: М.: Глобус, 2002. -352 с.

Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

1. Теоретические основы химической технологии. ISSN 0040-3571
2. Theoretical Foundation of Chemical Engineering. ISSN 0040-5795
3. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
4. Химическая технология. ISSN 1684-5811
5. Доклады Академии наук. ISSN 0869-5652
6. Журнал физической химии. ISSN 0044-4537
7. Известия вузов. Химия и химическая технология. ISSN 0579-2991
8. Известия РАН. Серия химическая. ISSN 0002-3353

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Реферативный журнал «Химия » (РЖХ), серия М «Силикатные материалы», ISSN 0235-2206
2. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>
3. Федеральная служба по интеллектуальной собственности <http://www.rupto.ru>
4. The United States Patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov>
5. The European Patent Office <http://ep.espacenet.com>
6. Политематические базы данных CAPLUS, COMPENDEX (США); INSPEC (Великобритания); PASCAL (Франция).
7. Базы цитирования РИНЦ, Web of Science, Scopus
8. Ресурсы ELSEVIER: <http://www.sciencedirect.com>
9. Ресурсы SPRINGER: <http://link.springer.com>
10. Портал для аспирантов и соискателей ученой степени: <http://www.aspirantura.com/>
11. Сайт Российской электронной библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

12. Сайт журнала научных публикаций для аспирантов и докторантов:<http://www.iurnal.org/>

